

## II

(Atti non legislativi)

## REGOLAMENTI

## REGOLAMENTO (UE) 2016/427 DELLA COMMISSIONE

del 10 marzo 2016

**che modifica il regolamento (CE) n. 692/2008 riguardo alle emissioni dai veicoli passeggeri e commerciali leggeri (Euro 6)**

(Testo rilevante ai fini del SEE)

LA COMMISSIONE EUROPEA,

visto il trattato sul funzionamento dell'Unione europea,

visto il regolamento (CE) n. 715/2007 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 20 giugno 2007, relativo all'omologazione dei veicoli a motore riguardo alle emissioni dai veicoli passeggeri e commerciali leggeri (Euro 5 ed Euro 6) e all'ottenimento di informazioni sulla riparazione e la manutenzione del veicolo <sup>(1)</sup>, in particolare l'articolo 5, paragrafo 3,

considerando quanto segue:

- (1) A norma del regolamento (CE) n. 715/2007 la Commissione è tenuta a verificare le procedure, le prove e i requisiti di omologazione stabiliti nel regolamento (CE) n. 692/2008 della Commissione <sup>(2)</sup> e, se necessario, ad adattarli in modo che riflettano adeguatamente le emissioni effettivamente generate durante la guida su strada.
- (2) La Commissione ha effettuato un'analisi dettagliata al riguardo sulla base di ricerche da essa condotte e di informazioni esterne e ha constatato che le emissioni effettivamente generate durante la guida su strada dai veicoli Euro 5 e Euro 6 superano ampiamente le emissioni misurate col nuovo ciclo di guida europeo (*New European Driving Cycle* — NEDC) di regolamentazione, in particolare per quanto riguarda le emissioni di NO<sub>x</sub> dei veicoli diesel.
- (3) I requisiti di omologazione dei veicoli a motore in materia di emissioni sono diventati molto più severi con l'introduzione e la successiva revisione delle norme Euro. Sebbene i veicoli in generale abbiano significativamente ridotto le emissioni di tutta la gamma di inquinanti regolamentati, fanno eccezione le emissioni di NO<sub>x</sub> dei motori diesel (in particolare dei veicoli commerciali leggeri). Sono dunque necessari interventi per correggere tale situazione. Affrontando il problema delle emissioni di NO<sub>x</sub> dei motori diesel si dovrebbe contribuire a ridurre gli attuali livelli elevati e persistenti delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> nell'aria ambiente, che sono strettamente collegati a tali emissioni e costituiscono un motivo di grande preoccupazione per la salute umana, nonché una sfida per quanto riguarda la conformità alla direttiva 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio <sup>(3)</sup>.
- (4) Nel gennaio 2011 la Commissione ha istituito un gruppo di lavoro, con il coinvolgimento di tutte le parti interessate, per sviluppare una procedura di prova delle emissioni reali di guida (*Real Driving Emissions* — RDE) che riflettesse meglio le emissioni misurate su strada. A tal fine è stata seguita la possibilità tecnica suggerita nel regolamento (CE) n. 715/2007, vale a dire l'uso di sistemi portatili di misura delle emissioni (*Portable Emission Measuring Systems* — PEMS) e l'introduzione del concetto regolatore del «non superamento» (*Not-To-Exceed* — NTE).

<sup>(1)</sup> GUL 171 del 29.6.2007, pag. 1.

<sup>(2)</sup> Regolamento (CE) n. 692/2008 della Commissione, del 18 luglio 2008, recante attuazione e modifica del regolamento (CE) n. 715/2007 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo all'omologazione dei veicoli a motore riguardo alle emissioni dai veicoli passeggeri e commerciali leggeri (EUR 5 ed EUR 6) e all'ottenimento di informazioni per la riparazione e la manutenzione del veicolo (GU L 199 del 28.7.2008, pag. 1).

<sup>(3)</sup> Direttiva 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 maggio 2008, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa (GU L 152 dell'11.6.2008, pag. 1).

- (5) Per consentire ai costruttori di adeguarsi gradualmente alle prescrizioni RDE, le relative procedure di prova dovrebbero essere introdotte in due fasi, come concordato con le parti interessate nel processo «CARS 2020»<sup>(1)</sup>: in un primo periodo transitorio le procedure di prova dovrebbero applicarsi esclusivamente ai fini del monitoraggio, mentre successivamente dovrebbero applicarsi a tutte le nuove omologazioni e a tutti i veicoli nuovi insieme a prescrizioni RDE quantitative vincolanti. Le prescrizioni RDE quantitative definitive saranno introdotte in due fasi successive.
- (6) È opportuno stabilire prescrizioni RDE quantitative al fine di limitare le emissioni dallo scarico in tutte le condizioni d'uso normali conformemente ai limiti d'emissione fissati nel regolamento (CE) n. 715/2007. A tal fine dovrebbero essere prese in considerazione le incertezze statistiche e tecniche delle procedure di misurazione.
- (7) Un'unica prova RDE alla prima omologazione non può coprire l'intera gamma di condizioni di traffico e ambientali pertinenti. Le prove di conformità in servizio sono dunque fondamentali per assicurare che la gamma più ampia possibile di tali condizioni sia coperta da una prova RDE normativa, garantendo così la conformità alle prescrizioni normative in tutte le condizioni d'uso normali.
- (8) Per i piccoli costruttori, l'esecuzione delle prove PEMS secondo i requisiti procedurali previsti può costituire un onere significativo che non è compensato dal beneficio ambientale presunto. È pertanto opportuno prevedere esenzioni specifiche per tali costruttori. La procedura di prova delle emissioni reali di guida dovrebbe essere migliorata e aggiornata, se necessario, per tener conto, ad esempio, dell'evoluzione della tecnologia dei veicoli. Per agevolare la procedura di revisione, dovrebbero essere presi in considerazione i dati sui veicoli e sulle emissioni raccolti durante il periodo transitorio.
- (9) Per consentire alle autorità di omologazione e ai costruttori di attuare le procedure necessarie a conformarsi alle prescrizioni del presente regolamento, è opportuno che esso si applichi a decorrere dal 1° gennaio 2016.
- (10) È pertanto opportuno modificare di conseguenza il regolamento (CE) n. 692/2008.
- (11) Le misure di cui al presente regolamento sono conformi al parere del Comitato tecnico — Veicoli a motore,

HA ADOTTATO IL PRESENTE REGOLAMENTO:

#### *Articolo 1*

Il regolamento (CE) n. 692/2008 è così modificato:

1) All'articolo 2 sono aggiunti i seguenti punti 41 e 42:

«41. “emissioni reali di guida (RDE)”: le emissioni di un veicolo nelle condizioni d'uso normali;

42. “sistema portatile di misura delle emissioni (PEMS)”: un sistema portatile di misura delle emissioni che soddisfa le prescrizioni di cui all'allegato IIIA, appendice 1;»

2) All'articolo 3 è aggiunto il seguente paragrafo 10:

«10. Il costruttore si assicura che, per l'intera durata di vita utile di un veicolo omologato a norma del regolamento (CE) n. 715/2007, le emissioni, misurate in conformità alle prescrizioni di cui all'allegato IIIA del presente regolamento ed emesse durante una prova RDE effettuata in conformità a tale allegato, non superino i valori ivi previsti.

L'omologazione a norma del regolamento (CE) n. 715/2007 può essere rilasciata solo se il veicolo è parte di una famiglia di prove PEMS convalidate conformemente all'appendice 7 dell'allegato IIIA.

<sup>(1)</sup> Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni CARS 2020: piano d'azione per un'industria automobilistica competitiva e sostenibile in Europa (COM/2012/0636 final).

Fino all'adozione di valori specifici per i parametri  $CF_{\text{pollutant}}$  nella tabella di cui al punto 2.1. dell'allegato IIIA del presente regolamento, si applicano le seguenti disposizioni:

- a) le prescrizioni di cui al punto 2.1 dell'allegato IIIA del presente regolamento si applicano solo successivamente all'adozione di valori specifici per i parametri  $CF_{\text{pollutant}}$  nella tabella di cui al punto 2.1. dell'allegato IIIA del presente regolamento;
- b) le altre prescrizioni dell'allegato IIIA, in particolare per quanto riguarda le prove RDE da effettuare e i dati da registrare e rendere disponibili, si applicano esclusivamente alle nuove omologazioni a norma del regolamento (CE) n. 715/2007 rilasciate dopo il ventesimo giorno successivo alla pubblicazione dell'allegato IIIA nella *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*;
- c) le prescrizioni dell'allegato IIIA non si applicano alle omologazioni rilasciate ai piccoli costruttori quali definiti all'articolo 2, paragrafo 32, del presente regolamento;
- d) qualora le prescrizioni di cui alle appendici 5 e 6 dell'allegato IIIA siano soddisfatte solo per uno dei due metodi di valutazione dei dati descritti nelle medesime, si seguono le procedure di seguito riportate:
  - i) si esegue un'ulteriore prova RDE;
  - ii) se tali prescrizioni sono nuovamente soddisfatte solo per uno dei due metodi, l'analisi della completezza e della normalità è registrata per entrambi i metodi e il calcolo prescritto all'allegato IIIA, punto 9.3, può essere limitato al metodo per il quale i requisiti di completezza e normalità sono soddisfatti.

I dati relativi ad entrambe le prove RDE e all'analisi della completezza e della normalità sono registrati e resi disponibili per esaminare la differenza tra i risultati dei due metodi di valutazione dei dati;

- e) la potenza alle ruote del veicolo di prova è determinata misurando la coppia sul mozzo della ruota oppure dalla portata massica di  $CO_2$  utilizzando le linee  $CO_2$  specifiche del veicolo ("Velines"), conformemente all'allegato IIIA, appendice 6, punto 4.»

3) All'articolo 6, paragrafo 1, il quarto comma è sostituito dal seguente:

«Le prescrizioni del regolamento (CE) n. 715/2007 sono considerate soddisfatte se tutte le condizioni seguenti sono rispettate:

- a) sono soddisfatte le prescrizioni di cui all'articolo 3, paragrafo 10;
- b) sono soddisfatte le prescrizioni di cui all'articolo 13 del presente regolamento;
- c) per i veicoli omologati in conformità ai requisiti dei limiti d'emissione Euro 5 di cui alla tabella 1 dell'allegato I del regolamento (CE) n. 715/2007, il veicolo è stato omologato conformemente ai regolamenti UN/ECE n. 83, serie di modifiche 06, n. 85, n. 101, serie di modifiche 01 e, per i veicoli ad accensione spontanea, al regolamento n. 24, parte III, serie di modifiche 03;
- d) per i veicoli omologati in conformità ai requisiti dei limiti d'emissione Euro 6 di cui alla tabella 2 dell'allegato I del regolamento (CE) n. 715/2007, il veicolo è stato omologato conformemente ai regolamenti UN/ECE n. 83, serie di modifiche 07, n. 85 e relativi supplementi, n. 101, revisione 3 (compresa la serie di modifiche 01 e i relativi supplementi) e, per i veicoli ad accensione spontanea, al regolamento n. 24, parte III, serie di modifiche 03.»

4) L'allegato I, punto 2.4.1., figura I.2.4, è modificato come segue:

- a) sono inserite le seguenti righe dopo la riga che inizia con «Massa del particolato e numero di particelle (Prova di tipo 1)»:

«Gas inquinanti, RDE (Prova di tipo 1A)	Si	Si	Si	Si (*)	Si (entrambi i carburanti)	Si	—	—					
Numero di particelle, RDE (Prova di tipo 1A) (6)	Si	—	—	—	Si (entrambi i carburanti)	—	Si (entrambi i carburanti)	Si	—	—»			

b) È aggiunta la seguente nota esplicativa:

«<sup>(6)</sup> La prova RDE per determinare il numero di particelle si applica solo ai veicoli per i quali sono definiti limiti d'emissione Euro 6 in termini di numero di particelle nella tabella 2 dell'allegato I del regolamento (CE) n. 715/2007.»

5) È inserito un nuovo allegato IIIA come stabilito nell'allegato del presente regolamento.

#### *Articolo 2*

Il presente regolamento entra in vigore il ventesimo giorno successivo alla pubblicazione nella *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*.

Esso si applica a decorrere dal 1° gennaio 2016.

Il presente regolamento è obbligatorio in tutti i suoi elementi e direttamente applicabile in ciascuno degli Stati membri.

Fatto a Bruxelles, il 10 marzo 2016

*Per la Commissione*  
*Il presidente*  
Jean-Claude JUNCKER

\_\_\_\_\_

## ALLEGATO

## «ALLEGATO IIIA

## VERIFICA DELLE EMISSIONI REALI DI GUIDA

## 1. INTRODUZIONE, DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI

## 1.1. Introduzione

Il presente allegato descrive la procedura per verificare le prestazioni dei veicoli passeggeri e commerciali leggeri in termini di emissioni reali di guida (RDE).

## 1.2. Definizioni

1.2.1. “Accuratezza”, la deviazione tra un valore misurato o calcolato e un valore di riferimento tracciabile;

1.2.2. “analizzatore”, un dispositivo di misura che non fa parte del veicolo, ma viene installato per determinare la concentrazione o la quantità di inquinanti gassosi o di particelle inquinanti;

1.2.3. “intercetta sull'asse” di una regressione lineare ( $a_0$ ),

$$a_0 = \bar{y} - (a_1 \times \bar{x})$$

dove:

$a_1$  è il coefficiente angolare della linea di regressione

$\bar{x}$  è il valore medio del parametro di riferimento

$\bar{y}$  è il valore medio del parametro da verificare

1.2.4. “taratura”, il processo di regolazione della risposta di un analizzatore, di uno strumento di misura del flusso, di un sensore o di un segnale in modo che il suo segnale in uscita concordi con uno o più segnali di riferimento;

1.2.5. “coefficiente di determinazione” ( $r^2$ ),

$$r^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

dove:

$a_0$  è l'intercetta sull'asse della linea di regressione lineare

$a_1$  è il coefficiente angolare della linea di regressione lineare

$x_i$  è il valore di riferimento misurato

$y_i$  è il valore misurato del parametro da verificare

$\bar{y}$  è il valore medio del parametro da verificare

$n$  è il numero di valori;

- 1.2.6. “coefficiente di correlazione incrociata” ( $r$ ),

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} (x_i - \bar{x})^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} (y_i - \bar{y})^2}}$$

dove:

$x_i$  è il valore di riferimento misurato

$y_i$  è il valore misurato del parametro da verificare

$\bar{x}$  è il valore di riferimento medio

$\bar{y}$  è il valore medio del parametro da verificare

$n$  è il numero di valori;

- 1.2.7. “tempo di ritardo”, il tempo dalla commutazione del flusso di gas ( $t_0$ ) al raggiungimento di una risposta del 10 per cento ( $t_{10}$ ) del valore finale rilevato;
- 1.2.8. “segnali o dati della centralina del motore (ECU)”, qualsiasi informazione e segnale del veicolo registrati dalla rete del veicolo utilizzando i protocolli specificati all'appendice 1, punto 3.4.5;
- 1.2.9. “centralina del motore”, l'unità elettronica che comanda diversi attuatori al fine di garantire le prestazioni ottimali del gruppo propulsore;
- 1.2.10. “emissioni”, anche denominate “componenti”, “componenti dell'inquinante” o “emissioni di inquinanti”, i costituenti gassosi o le particelle regolamentati dei gas di scarico;
- 1.2.11. “scarico”, anche denominato “gas di scarico”, l'insieme di tutti i componenti gassosi e del particolato emessi dall'orifizio di scarico o dal tubo di scappamento in seguito alla combustione di combustibili che avviene nel motore a combustione interna del veicolo;
- 1.2.12. “emissioni di gas di scarico”, le emissioni di particelle, definite in termini di particolato e numero di particelle, e di componenti gassosi dal tubo di scappamento di un veicolo;
- 1.2.13. “fondo scala”, la gamma completa di un analizzatore, di uno strumento di misura del flusso o di un sensore specificata dal fabbricante del dispositivo. Se per effettuare le misurazioni si usa una sotto-serie dell'analizzatore, dello strumento di misura del flusso o del sensore, il fondo scala è da intendersi come la lettura massima;
- 1.2.14. “fattore di risposta degli idrocarburi” di una determinata specie di idrocarburi, il rapporto tra la lettura di un FID e la concentrazione della specie di idrocarburi in esame nella bombola di riferimento, espresso in ppmC<sub>1</sub>;
- 1.2.15. “manutenzione straordinaria”, la regolazione, la riparazione o la sostituzione di un analizzatore, di uno strumento di misura del flusso o di un sensore, che potrebbe pregiudicare l'accuratezza delle misurazioni;
- 1.2.16. “rumore”, due volte il valore quadratico medio di dieci deviazioni standard, ciascuna calcolata dalle risposte di azzeramento misurate a una frequenza di registrazione costante di almeno 1,0 Hz per un periodo di 30 secondi;
- 1.2.17. “idrocarburi non metanici” (NMHC), gli idrocarburi totali (THC) escluso il metano (CH<sub>4</sub>);
- 1.2.18. “numero di particelle” (PN), il numero totale di particelle solide emesse dallo scarico del veicolo, come definito dalla procedura di misurazione prevista nel presente regolamento per valutare il limite d'emissione Euro 6 rispettivo definito nel regolamento (EC) n. 715/2007, allegato I, tabella 2;
- 1.2.19. “precisione”, 2,5 volte la deviazione standard di 10 risposte ripetitive rispetto ad un dato valore standard tracciabile;

- 1.2.20. “lettura”, il valore numerico visualizzato da un analizzatore, da uno strumento di misura del flusso, da un sensore o da qualsiasi altro strumento di misura applicato nel contesto delle misurazioni delle emissioni dei veicoli;
- 1.2.21. “tempo di risposta” ( $t_{90}$ ), la somma del tempo di ritardo e del tempo di salita;
- 1.2.22. “tempo di salita”, l'intervallo di tempo che separa la risposta pari al 10 per cento da quella pari al 90 per cento ( $t_{90} - t_{10}$ ) del valore finale rilevato;
- 1.2.23. “valore quadratico medio” ( $x_{\text{rms}}$ ), la radice quadrata della media aritmetica dei quadrati dei valori, definita come:

$$x_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{n}(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2)}$$

dove:

$x$  è il valore misurato o calcolato

$n$  è il numero di valori;

- 1.2.24. “sensore”, un dispositivo di misura che non fa parte del veicolo, ma viene installato per determinare parametri diversi dalla concentrazione di inquinanti gassosi o di particelle inquinanti e dalla portata massica del gas di scarico;
- 1.2.25. “calibrare”, tarare un analizzatore, uno strumento di misura del flusso o un sensore in modo che dia una risposta accurata ad uno standard che corrisponde il più possibile al valore massimo previsto durante la prova delle emissioni effettive;
- 1.2.26. “risposta di calibrazione”, la risposta media ad un segnale di calibrazione in un intervallo di tempo di almeno 30 secondi;
- 1.2.27. “deriva della risposta di calibrazione”, la differenza tra la risposta media ad un segnale di calibrazione e il segnale di calibrazione effettivo misurato in un periodo di tempo determinato, dopo che un analizzatore, uno strumento di misura del flusso o un sensore è stato accuratamente calibrato;
- 1.2.28. “coefficiente angolare” di una regressione lineare ( $a_1$ ),

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}) \times (x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

dove:

$\bar{x}$  è il valore medio del parametro di riferimento

$\bar{y}$  è il valore medio del parametro da verificare

$x_i$  è il valore effettivo del parametro di riferimento

$y_i$  è il valore effettivo del parametro da verificare

$n$  è il numero di valori;

- 1.2.29. “errore standard della stima” ( $SEE$ ),

$$SEE = \frac{1}{x_{\text{max}}} \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2}{(n - 2)}}$$

dove:

$\hat{y}$  è il valore stimato del parametro da verificare

$y_i$  è il valore effettivo del parametro da verificare

$x_{\text{max}}$  è il valore effettivo massimo del parametro di riferimento

$n$  è il numero di valori;

- 1.2.30. "idrocarburi totali" (THC), la somma di tutti i composti volatili misurabili con un rivelatore a ionizzazione di fiamma (FID);
- 1.2.31. "tracciabile", la possibilità di collegare una misurazione o una lettura tramite una catena ininterrotta di raffronti ad una norma nota e concordata;
- 1.2.32. "tempo di trasformazione", la differenza temporale tra una variazione della concentrazione o del flusso ( $t_0$ ) nel punto di riferimento e una risposta del sistema equivalente al 50 per cento del valore finale rilevato ( $t_{50}$ );
- 1.2.33. "tipo di analizzatore", un gruppo di analizzatori prodotti dallo stesso fabbricante, che applicano lo stesso principio per determinare la concentrazione di un componente gassoso specifico o il numero di particelle;
- 1.2.34. "tipo di misuratore della portata massica del gas di scarico", un gruppo di misuratori della portata massica del gas di scarico prodotti dallo stesso fabbricante, che hanno un diametro interno del tubo simile e funzionano secondo lo stesso principio per determinare la portata massica del gas di scarico;
- 1.2.35. "convalida", il processo di valutazione della corretta installazione e funzionalità di un sistema portatile di misura delle emissioni e della correttezza delle misurazioni della portata massica del gas di scarico ottenute da uno o più misuratori della portata massica del gas di scarico non tracciabili o calcolate dai segnali dei sensori o dell'ECU;
- 1.2.36. "verifica", il processo volto a valutare se i valori misurati o calcolati da un analizzatore, da uno strumento di misura del flusso, da un sensore o da un segnale concordano con un segnale di riferimento entro una o più soglie predeterminate di accettazione;
- 1.2.37. "azzerare", tarare un analizzatore, uno strumento di misura del flusso o un sensore in modo che dia una risposta accurata a un segnale zero;
- 1.2.38. "risposta di azzeramento", la risposta media ad un segnale zero in un intervallo di tempo di almeno 30 secondi;
- 1.2.39. "deriva della risposta di azzeramento", la differenza tra la risposta media ad un segnale zero e il segnale zero effettivo misurato in un periodo di tempo determinato, dopo che un analizzatore, uno strumento di misura del flusso o un sensore è stato accuratamente azzerato.

### 1.3. Abbreviazioni

Le abbreviazioni si riferiscono genericamente sia al singolare che al plurale dei termini abbreviati.

CH <sub>4</sub>	— Metano
CLD	— Rivelatore a chemiluminescenza
CO	— Monossido di carbonio
CO <sub>2</sub>	— Biossido di carbonio
CVS	— Dispositivo di campionamento a volume costante
DCT	— Cambio a doppia frizione
ECU	— Centralina del motore
EFM	— Misuratore della portata massica del gas di scarico
FID	— Rivelatore a ionizzazione di fiamma
FS	— Fondo scala
GPS	— Sistema satellitare per la rilevazione della posizione
H <sub>2</sub> O	— Acqua

---

HC	— Idrocarburi
HCLD	— Rivelatore a chemiluminescenza riscaldato
HEV	— Veicolo elettrico ibrido
ICE	— Motore a combustione interna
ID	— Numero o codice identificativo
GPL	— Gas di petrolio liquefatto
MAW	— Finestra della media mobile
max	— Valore massimo
N <sub>2</sub>	— Azoto
NDIR	— A raggi infrarossi non dispersivo
NDUV	— A raggi ultravioletti non dispersivo
NEDC	— Nuovo ciclo di guida europeo
GN	— Gas naturale
NMC	— Dispositivo di eliminazione (cutter) degli idrocarburi non metanici
NMC-FID	— Dispositivo di eliminazione (cutter) degli idrocarburi non metanici combinato con un rivelatore a ionizzazione di fiamma
NMHC	— Idrocarburi non metanici
NO	— Monossido di azoto
N.	— Numero
NO <sub>2</sub>	— Biossido di azoto
NO <sub>x</sub>	— Ossidi di azoto
NTE	— Da non superare
O <sub>2</sub>	— Ossigeno
OBD	— Diagnostica di bordo
PEMS	— Sistema portatile di misura delle emissioni
PHEV	— Veicolo elettrico ibrido ricaricabile
PN	— Numero di particelle
RDE	— Emissioni reali di guida
SCR	— Riduzione catalitica selettiva
SEE	— Errore standard della stima
THC	— Idrocarburi totali
UN/ECE	— Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite
VIN	— Numero di identificazione del veicolo
WLTC	— Ciclo di prova per i veicoli leggeri armonizzato a livello mondiale
WWH-OBD	— Diagnostica di bordo armonizzata a livello mondiale

## 2. REQUISITI GENERALI

- 2.1. Per tutto il suo normale ciclo di vita, le emissioni di un veicolo omologato conformemente al regolamento (CE) n. 715/2007, determinate conformemente alle prescrizioni del presente allegato ed emesse durante una prova RDE eseguita in conformità alle prescrizioni del presente allegato, non devono superare i seguenti valori NTE:

$$NTE_{\text{pollutant}} = CF_{\text{pollutant}} \times \text{EURO-6}$$

dove EURO-6 è il limite d'emissione Euro 6 nella tabella 2 dell'allegato I del regolamento (CE) n. 715/2007 e  $CF_{\text{pollutant}}$  è il fattore di conformità per il rispettivo inquinante specificato come segue:

Inquinante	Massa degli ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	Numero di particelle (PN)	Massa del monossido di carbonio (CO) <sup>(1)</sup>	Massa degli idrocarburi totali (THC)	Massa combinata degli idrocarburi totali e degli ossidi di azoto (THC + NO <sub>x</sub> )
$CF_{\text{pollutant}}$	da definire	da definire	—	—	—

<sup>(1)</sup> Le emissioni di CO vanno misurate e registrate durante prove RDE.

- 2.2. Il costruttore deve confermare la conformità al punto 2.1 compilando la scheda che figura nell'appendice 9.
- 2.3. Le prove RDE prescritte nel presente allegato, effettuate all'atto dell'omologazione e durante l'intero ciclo di vita di un veicolo, forniscono una presunzione di conformità al requisito di cui al punto 2.1. La presunta conformità può essere rivalutata con ulteriori prove RDE.
- 2.4. Gli Stati membri devono garantire la possibilità di sottoporre a prova i veicoli con il PEMS su strade pubbliche, in conformità alle procedure applicabili ai sensi del proprio diritto nazionale e nel rispetto delle norme del codice della strada locali e dei requisiti di sicurezza.
- 2.5. I costruttori devono garantire la possibilità a una parte indipendente di sottoporre a prova i veicoli con il sistema PEMS su strade pubbliche che soddisfano i requisiti del punto 2.4, ad esempio mettendo a disposizione adattatori adeguati per i tubi di scarico, garantendo l'accesso ai segnali dell'ECU ed adempiendo alle necessarie formalità amministrative. Se la rispettiva prova PEMS non è richiesta dal presente regolamento, il costruttore può fatturare spese ragionevoli come previsto all'articolo 7, paragrafo 1, del regolamento (CE) n. 715/2007.

## 3. PROVA RDE DA ESEGUIRE

- 3.1. Le seguenti prescrizioni si applicano alle prove PEMS di cui all'articolo 3, paragrafo 10, secondo comma.
- 3.1.1. Per l'omologazione, la portata massica del gas di scarico deve essere determinata con strumenti di misura che funzionino in modo indipendente dal veicolo e non è consentito usare nessun dato dell'ECU del veicolo riguardante la portata massica del gas di scarico. In contesti diversi dall'omologazione è consentito usare metodi alternativi per determinare la portata massica del gas di scarico in conformità all'appendice 2, sezione 7.2.
- 3.1.2. Qualora non sia soddisfatta dei risultati del controllo della qualità dei dati e della convalida dei dati di una prova PEMS effettuata a norma delle appendici 1 e 4, l'autorità di omologazione può considerare la prova nulla. In tal caso, l'autorità di omologazione deve registrare i dati relativi alla prova e i motivi dell'annullamento della stessa.
- 3.1.3. Comunicazione e diffusione delle informazioni relative alle prove RDE
- 3.1.3.1. Deve essere messa a disposizione dell'autorità di omologazione una relazione tecnica redatta dal costruttore in conformità all'appendice 8.
- 3.1.3.2. Il costruttore deve assicurarsi che le seguenti informazioni siano rese disponibili su un sito Internet accessibile al pubblico gratuitamente:

- 3.1.3.2.1. digitando il numero di omologazione del veicolo e le informazioni su tipo, variante e versione, come indicate nelle sezioni 0.10 e 0.2 del certificato di conformità CE del veicolo di cui alla direttiva 2007/46/CE, allegato IX, il numero unico di identificazione di una famiglia per le prove PEMS cui appartiene un determinato tipo di veicolo per quanto riguarda le emissioni, come previsto all'appendice 7, punto 5.2,
- 3.1.3.2.2. digitando il numero unico di identificazione di una famiglia per le prove PEMS:
- tutte le informazioni richieste all'appendice 7, punto 5.1,
  - gli elenchi descritti all'appendice 7, punti 5.3 e 5.4,
  - i risultati delle prove PEMS come definiti all'appendice 5, punto 6.3, e all'appendice 6, punto 3.9, per tutti i tipi di veicoli per quanto riguarda le emissioni inseriti nell'elenco descritto all'appendice 7, punto 5.4.
- 3.1.3.3. Su richiesta, gratuitamente ed entro 30 giorni, il costruttore deve mettere a disposizione di qualsiasi parte interessata la relazione tecnica di cui al punto 3.1.3.4.
- 3.1.3.4. Su richiesta, l'autorità di omologazione deve mettere a disposizione le informazioni elencate ai punti 3.1.3.1 e 3.1.3.2 entro 30 giorni dal ricevimento della richiesta. L'autorità di omologazione può fatturare spese ragionevoli e proporzionate, che non scorraggino un richiedente con un interesse legittimo dal chiedere le informazioni o che non superino i costi interni sostenuti dall'autorità per mettere a disposizione le informazioni richieste.

#### 4. REQUISITI GENERALI

- 4.1. Le prestazioni RDE devono essere dimostrate sottoponendo a prova i veicoli su strada nelle condizioni e nelle modalità di guida normali e con i carichi utili usuali. La prova RDE deve essere rappresentativa dei veicoli circolanti su percorsi reali, con il carico normale.
- 4.2. Il costruttore deve dimostrare all'autorità di omologazione che il veicolo, le modalità e le condizioni di guida e i carichi utili scelti sono rappresentativi della famiglia di veicoli. I requisiti riguardanti il carico utile e l'altitudine, precisati ai punti 5.1 e 5.2, si devono usare ex ante per determinare se le condizioni sono accettabili per le prove RDE.
- 4.3. L'autorità di omologazione deve proporre un percorso di prova in ambiente urbano, extraurbano e autostradale che soddisfi le prescrizioni del punto 6. Ai fini della scelta del percorso, la definizione di funzionamento urbano, extraurbano e autostradale deve basarsi su una mappa topografica.
- 4.4. Se per un veicolo la raccolta dei dati dell'ECU incide sulle sue emissioni o sulle sue prestazioni, tutta la famiglia per le prove PEMS cui appartiene il veicolo, quale definita nell'appendice 7, va considerata non conforme. Tale funzionalità deve essere considerata un "impianto di manipolazione", quale definito all'articolo 3, paragrafo 10, del regolamento (CE) n. 715/2007.

#### 5. CONDIZIONI LIMITE

##### 5.1. Carico utile del veicolo e massa di prova

- 5.1.1. Il carico utile di base del veicolo comprende il conducente, un testimone della prova (se del caso) e le apparecchiature di prova, compresi i dispositivi di montaggio e di alimentazione.
- 5.1.2. Ai fini delle prove è consentito aggiungere carico utile artificiale purché la massa totale del carico utile di base e artificiale non superi il 90 % della somma della "massa dei passeggeri" e della "massa utile" come definite all'articolo 2, punti 19 e 21, del regolamento (UE) n. 1230/2012 della Commissione <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Regolamento (UE) n. 1230/2012 della Commissione, del 12 dicembre 2012, che attua il regolamento (CE) n. 661/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i requisiti di omologazione per le masse e le dimensioni dei veicoli a motore e dei loro rimorchi e che modifica la direttiva 2007/46/CE del Parlamento europeo e del Consiglio (GUL 353 del 21.12.2012, pag. 31).

- 5.2. Condizioni ambientali
- 5.2.1. La prova va eseguita nelle condizioni ambientali specificate nella presente sezione. Le condizioni ambientali diventano "estese" quando almeno una delle condizioni di temperatura e altitudine viene estesa.
- 5.2.2. Condizioni di altitudine moderate: altitudine inferiore o pari a 700 metri sul livello del mare.
- 5.2.3. Condizioni di altitudine estese: altitudine superiore a 700 metri sul livello del mare e inferiore o pari a 1 300 metri sul livello del mare.
- 5.2.4. Condizioni di temperatura moderate: temperatura superiore o pari a 273 K (0 °C) e inferiore o pari a 303 K (30 °C).
- 5.2.5. Condizioni di temperatura estese: temperatura superiore o pari a 266 K (- 7 °C) e inferiore a 273 K (0 °C) o superiore a 303 K (30 °C) e inferiore o pari a 308 K (35 °C).
- 5.2.6. In deroga alle disposizioni dei punti 5.2.4 e 5.2.5, la temperatura più bassa per le condizioni moderate deve essere superiore o pari a 276 K (3 °C) e la temperatura più bassa per le condizioni estese deve essere superiore o pari a 271 K (- 2 °C) tra l'inizio dell'applicazione dei limiti d'emissione NTE vincolanti, come definiti al punto 2.1, e fino a cinque anni dopo le date di cui all'articolo 10, paragrafi 4 e 5, del regolamento (CE) n. 715/2007.
- 5.3. Condizioni dinamiche
- 5.4. Le condizioni dinamiche comprendono l'effetto della pendenza della strada, del vento contrario, delle dinamiche di guida (accelerazioni, decelerazioni) e dei sistemi ausiliari sul consumo energetico e sulle emissioni del veicolo di prova. La verifica della normalità delle condizioni dinamiche va effettuata dopo che la prova è stata completata, utilizzando i dati PEMS registrati. I metodi per verificare la normalità delle condizioni dinamiche sono riportati nelle appendici 5 e 6 del presente allegato. Ciascun metodo include un riferimento per le condizioni dinamiche, intervalli attorno al riferimento e i requisiti di copertura minima per ottenere una prova valida.
- 5.5. Condizioni e funzionamento del veicolo
- 5.5.1. Sistemi ausiliari
- Il sistema di condizionamento dell'aria o altri dispositivi ausiliari vanno fatti funzionare in un modo che corrisponda al loro possibile uso da parte di un utente in condizioni di guida reali su strada.
- 5.5.2. Veicoli muniti di sistemi a rigenerazione periodica
- 5.5.2.1. "Sistemi a rigenerazione periodica" è da intendersi secondo la definizione dell'articolo 2, paragrafo 6.
- 5.5.2.2. Se la rigenerazione periodica avviene durante una prova, la prova può essere annullata e ripetuta una volta su richiesta del costruttore.
- 5.5.2.3. Il costruttore può garantire il completamento della rigenerazione e preconditionare opportunamente il veicolo prima della seconda prova.
- 5.5.2.4. Se la rigenerazione avviene durante la ripetizione della prova RDE, gli inquinanti emessi durante tale ripetizione vanno inclusi nella valutazione delle emissioni.
6. REQUISITI RELATIVI AL PERCORSO
- 6.1. Le quote del tracciato urbano, extraurbano e autostradale, classificate secondo la velocità istantanea come descritto ai punti da 6.3 a 6.5, devono essere espresse quale percentuale della lunghezza complessiva del percorso.
- 6.2. La sequenza del percorso deve consistere in una prima parte di guida urbana seguita da una parte di guida extraurbana e in autostrada, secondo le percentuali riportate al punto 6.6. La guida urbana, extraurbana e in autostrada deve essere continuativa. La guida extraurbana può essere interrotta da brevi periodi di guida urbana quando si attraversano zone urbane. La guida in autostrada può essere interrotta da brevi periodi di guida urbana o extraurbana, ad esempio, quando si supera un casello autostradale o si guida lungo tratti di strada con lavori in corso. Se una sequenza di prova diversa è giustificata per motivi di ordine pratico, la sequenza di guida urbana, extraurbana e autostradale può essere modificata, previa approvazione dell'autorità di omologazione.

- 6.3. La guida urbana è caratterizzata da velocità del veicolo fino a 60 km/h.
- 6.4. La guida extraurbana è caratterizzata da velocità del veicolo comprese tra 60 e 90 km/h.
- 6.5. La guida in autostrada è caratterizzata da velocità del veicolo superiori a 90 km/h.
- 6.6. Il percorso deve comprendere circa il 34 % di tracciato urbano, il 33 % di tracciato extraurbano e il 33 % per cento di tracciato autostradale, classificati in base alla velocità come descritto ai punti da 6.3 a 6.5. Con il termine «circa» s'intende l'intervallo di  $\pm 10$  punti percentuali attorno alle percentuali indicate. Il tratto urbano tuttavia non deve mai essere inferiore al 29 % della lunghezza complessiva del percorso.
- 6.7. La velocità del veicolo generalmente non deve superare 145 km/h. Questa velocità massima può essere superata, entro una tolleranza di 15 km/h, per non più del 3 % della durata della guida in autostrada. I limiti di velocità locali restano in vigore durante una prova PEMS, indipendentemente dalle eventuali altre conseguenze giuridiche. Le violazioni dei limiti di velocità locali di per sé non invalidano i risultati di una prova PEMS.
- 6.8. La velocità media (comprese le soste) della parte di guida urbana del percorso dovrebbe essere tra 15 e 30 km/h. Le soste, definite come una velocità del veicolo inferiore a 1 km/h, devono costituire almeno il 10 % della durata della guida urbana. La guida urbana deve comprendere diverse soste di 10s o più. Va evitata l'inclusione di una sosta eccessivamente lunga, che assorba da sola oltre l'80 % del tempo di arresto totale durante la guida urbana.
- 6.9. La velocità durante la guida in autostrada deve opportunamente coprire un intervallo tra 90 e almeno 110 km/h. La velocità del veicolo deve superare 100 km/h per almeno 5 minuti.
- 6.10. La durata del percorso deve essere compresa tra 90 e 120 minuti.
- 6.11. Il punto di partenza e il punto di arrivo non devono differire di oltre 100 m in termini di altitudine sul livello del mare.
- 6.12. La lunghezza minima di ciascuna parte del percorso (urbano, extraurbano e autostradale) deve essere di 16 km.
7. REQUISITI OPERATIVI
- 7.1. Il percorso deve essere scelto in modo che la prova possa svolgersi ininterrottamente e che la raccolta dei dati sia continua, al fine di raggiungere la durata minima della prova definita al punto 6.10.
- 7.2. L'energia elettrica deve essere fornita al PEMS da un'unità di alimentazione esterna e non da una fonte che ricava la propria energia direttamente o indirettamente dal motore del veicolo di prova.
- 7.3. L'installazione dei componenti del PEMS deve essere effettuata in modo tale da influire il meno possibile sulle emissioni del veicolo, sulle prestazioni del veicolo o su entrambe. Occorre prestare attenzione al fine di ridurre al minimo la massa delle apparecchiature installate e le potenziali modifiche aerodinamiche del veicolo di prova. Il carico utile del veicolo deve essere conforme al punto 5.1.
- 7.4. Le prove RDE vanno effettuate in un giorno lavorativo, come definito per l'Unione nel regolamento (CEE, Euratom) n. 1182/71 del Consiglio <sup>(1)</sup>.
- 7.5. Le prove RDE devono essere effettuate su strade asfaltate (ad esempio la guida fuori strada non è consentita).
- 7.6. Si devono evitare periodi prolungati di funzionamento al minimo dopo la prima accensione del motore a combustione all'inizio della prova delle emissioni. Se il motore si arresta durante la prova, può essere riavviato, ma il campionamento non deve essere interrotto.
8. OLIO LUBRIFICANTE, CARBURANTE E REAGENTE
- 8.1. Il carburante, il lubrificante e il reagente (se del caso) utilizzati per le prove RDE devono essere conformi alle specifiche fornite dal costruttore nel manuale dell'utente.
- 8.2. Si devono prelevare campioni di combustibile, lubrificante e reagente (se del caso) e conservarli per almeno 1 anno.

<sup>(1)</sup> Regolamento (CEE, Euratom) n. 1182/71 del Consiglio, del 3 giugno 1971, che stabilisce le norme applicabili ai periodi di tempo, alle date e ai termini (GU L 124 dell'8.6.1971, pag. 1).

9. VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI E DEL PERCORSO
- 9.1. La prova deve essere effettuata conformemente all'appendice 1 del presente allegato.
- 9.2. Il percorso deve soddisfare i requisiti di cui ai punti da 4 a 8.
- 9.3. Non è consentito combinare dati relativi a percorsi diversi né modificare o cancellare dati da un percorso.
- 9.4. Dopo aver stabilito la validità di un percorso secondo il punto 9.2, si devono calcolare i risultati delle emissioni usando i metodi definiti nell'appendice 5 e nell'appendice 6 del presente allegato.
- 9.5. Se in un dato intervallo di tempo le condizioni ambientali sono estese ai sensi del punto 5.2, le emissioni durante questo intervallo di tempo, calcolate secondo l'appendice 4 del presente allegato, vanno divise per un valore *ext* prima di valutarne la conformità alle prescrizioni del presente allegato.
- 9.6. L'avviamento a freddo è definito in conformità all'appendice 4, punto 4, del presente allegato. Finché non si applicheranno prescrizioni specifiche per le emissioni durante l'avviamento a freddo, queste vanno registrate, ma escluse dalla valutazione delle emissioni.
-

## Appendice 1

**Procedura di prova per le prove d'emissione del veicolo eseguite usando un sistema portatile di misura delle emissioni (PEMS)**

## 1. INTRODUZIONE

La presente appendice descrive la procedura di prova per determinare le emissioni di gas di scarico dai veicoli passeggeri e commerciali leggeri utilizzando un sistema portatile di misura delle emissioni.

## 2. SIMBOLI

$\leq$	— inferiore o uguale
#	— Numero
$\#/m^3$	— numero per metro cubo
%	— per cento
$^{\circ}C$	— grado centigrado
g	— grammo
g/s	— grammi al secondo
h	— ora
Hz	— hertz
K	— kelvin
kg	— chilogrammo
kg/s	— chilogrammi al secondo
km	— chilometro
km/h	— chilometri all'ora
kPa	— chilopascal
kPa/min	— chilopascal al minuto
l	— litro
l/min	— litri al minuto
m	— metro
$m^3$	— metro cubo
mg	— milligrammo
min	— minuto
$p_e$	— pressione evacuata [kPa]
$q_{vs}$	— portata volumetrica del sistema [l/min]
ppm	— parti per milione
ppmC <sub>1</sub>	— parti per milione di carbonio equivalente
giri/min	— giri al minuto
s	— secondo
$V_s$	— volume del sistema [l]

## 3. REQUISITI DI CARATTERE GENERALE

## 3.1. PEMS

La prova va eseguita con un PEMS costituito da componenti specificati ai punti da 3.1.1 a 3.1.5. Se del caso, è consentito stabilire un collegamento con l'ECU del veicolo per determinare i parametri pertinenti del motore e del veicolo, come specificato al punto 3.2.

3.1.1. Analizzatori per determinare la concentrazione di inquinanti nel gas di scarico.

3.1.2. Uno o più strumenti o sensori per misurare o determinare la portata massica del gas di scarico.

3.1.3. Un GPS per determinare la posizione, l'altitudine e la velocità del veicolo.

3.1.4. Se del caso, sensori e altri apparecchi non facenti parte del veicolo, ad esempio per misurare la temperatura ambiente, l'umidità relativa, la pressione atmosferica e la velocità del veicolo.

3.1.5. Una fonte di energia indipendente dal veicolo per alimentare il PEMS.

## 3.2. Parametri di prova

I parametri di prova specificati nella tabella 1 del presente allegato devono essere misurati e registrati con una frequenza costante di almeno 1,0 Hz o superiore e riportati in conformità alle prescrizioni dell'appendice 8. Se si ottengono parametri dell'ECU, questi vanno resi disponibili con una frequenza notevolmente superiore rispetto ai parametri registrati dal PEMS, al fine di garantire un corretto campionamento. Gli analizzatori, gli strumenti di misurazione del flusso e i sensori del PEMS devono soddisfare i requisiti di cui alle appendici 2 e 3 del presente allegato.

Tabella 1

## Parametri di prova

Parametro	Unità raccomandata	Fonte (8)
Concentrazione di THC (1) (4)	ppm	Analizzatore
Concentrazione di CH <sub>4</sub> (1) (4)	ppm	Analizzatore
Concentrazione di NMHC (1) (4)	ppm	Analizzatore (6)
Concentrazione di CO (1) (4)	ppm	Analizzatore
Concentrazione di CO <sub>2</sub> (1)	ppm	Analizzatore
Concentrazione di NO <sub>x</sub> (1) (4)	ppm	Analizzatore (7)
Concentrazione di PN (4)	#/m (3)	Analizzatore
Portata massica del gas di scarico	kg/s	EFM, qualsiasi metodo descritto all'appendice 2, punto 7
Umidità ambiente	%	Sensore
Temperatura ambiente	K	Sensore
Pressione ambiente	kPa	Sensore
Velocità del veicolo	km/h	Sensore, GPS o ECU (3)
Latitudine del veicolo	grado	GPS
Longitudine del veicolo	grado	GPS

Parametro	Unità raccomandata	Fonte <sup>(8)</sup>
Altitudine del veicolo <sup>(5)</sup> <sup>(9)</sup>	m	GPS o sensore
Temperatura del gas di scarico <sup>(5)</sup>	K	Sensore
Temperatura del liquido di raffreddamento del motore <sup>(5)</sup>	K	Sensore o ECU
Regime del motore <sup>(5)</sup>	giri/min	Sensore o ECU
Coppia del motore <sup>(5)</sup>	Nm	Sensore o ECU
Coppia sull'asse motore <sup>(5)</sup>	Nm	Sensore di coppia montato sul cerchio
Posizione del pedale <sup>(5)</sup>	%	Sensore o ECU
Flusso di carburante del motore <sup>(2)</sup>	g/s	Sensore o ECU
Portata dell'aria di aspirazione del motore <sup>(2)</sup>	g/s	Sensore o ECU
Stato di anomalia <sup>(5)</sup>	—	ECU
Temperatura del flusso d'aria di aspirazione	K	Sensore o ECU
Stato di rigenerazione <sup>(5)</sup>	—	ECU
Temperatura dell'olio motore <sup>(5)</sup>	K	Sensore o ECU
Marcia effettiva <sup>(5)</sup>	#	ECU
Marcia auspicata (p. es. indicatore di cambio di marcia) <sup>(5)</sup>	#	ECU
Altri dati del veicolo <sup>(5)</sup>	non specificata	ECU

**Note:**

- (1) Da misurare su una base umida o da rettificare come descritto all'appendice 4, punto 8.1.
- (2) Da determinare soltanto se si usano metodi indiretti per calcolare la portata massica del gas di scarico come descritto all'appendice 4, punti 10.2 e 10.3.
- (3) Il metodo per determinare la velocità del veicolo va scelto secondo il punto 4.7.
- (4) Parametro obbligatorio solo se la misurazione è richiesta nell'allegato IIIA, sezione 2.1.
- (5) Da determinare solo se necessario per verificare lo stato e le condizioni di funzionamento del veicolo.
- (6) Si può calcolare dalle concentrazioni di THC e CH<sub>4</sub> secondo l'appendice 4, punto 9.2.
- (7) Si può calcolare dalle concentrazioni misurate di NO e NO<sub>2</sub>.
- (8) Si possono usare molteplici fonti del parametro.
- (9) La fonte da preferire è il sensore della pressione ambiente.

**3.3. Preparazione del veicolo**

La preparazione del veicolo deve comprendere un controllo tecnico e funzionale generale.

**3.4. Installazione del PEMS****3.4.1. Aspetti generali**

L'installazione del PEMS deve avvenire secondo le istruzioni del fabbricante del PEMS e nel rispetto delle norme locali in materia di salute e sicurezza. Il PEMS dovrebbe essere installato in modo da ridurre al minimo durante la prova le interferenze elettromagnetiche, l'esposizione a urti, vibrazioni e polvere e le variazioni di temperatura. L'installazione e il funzionamento del PEMS devono essere a tenuta stagna e ridurre al minimo la perdita di calore. L'installazione e il funzionamento del PEMS non devono modificare la natura dei gas di scarico né aumentare indebitamente la lunghezza del tubo di scappamento. Per evitare la generazione di particelle, i connettori devono essere termicamente stabili alle temperature dei gas di scarico previste durante la prova. Si raccomanda di non utilizzare connettori di elastomero per collegare l'orifizio di scarico del veicolo e il tubo di raccordo. I connettori di elastomero, se utilizzati, devono avere un'esposizione minima ai gas di scarico, onde evitare artefatti ad un carico elevato del motore.

#### 3.4.2. Contropressione ammissibile

L'installazione e il funzionamento del PEMS non devono aumentare indebitamente la pressione statica all'orifizio di scarico. Se tecnicamente fattibile, eventuali prolunghe per facilitare il campionamento o il collegamento al misuratore della portata massica del gas di scarico devono avere una sezione trasversale equivalente o superiore al tubo di scarico.

#### 3.4.3. Misuratore della portata massica del gas di scarico

Se utilizzato, il misuratore della portata massica del gas di scarico (exhaust flow meter — EFM) deve essere fissato ai tubi di scappamento del veicolo secondo le raccomandazioni del fabbricante dell'EFM. L'intervallo di misurazione dell'EFM deve corrispondere all'intervallo della portata massica del gas di scarico prevista durante la prova. L'installazione dell'EFM e degli eventuali adattatori o raccordi al tubo di scarico non deve alterare il funzionamento del motore o del sistema di post-trattamento del gas di scarico. Da ambo i lati dell'elemento che misura la portata va posta la maggiore tra una tubazione diritta pari ad almeno quattro diametri del tubo o una tubazione diritta di almeno 150 mm. Quando si sottopone a prova un motore multicilindrico con collettore di scarico ramificato, si raccomanda di congiungere i collettori a monte del misuratore della portata massica del gas di scarico e di aumentare opportunamente la sezione trasversale delle tubazioni per ridurre al minimo la contropressione nello scarico. Se ciò non è possibile, si deve valutare l'opportunità di misurare il flusso di gas di scarico con diversi misuratori della portata massica del gas di scarico. La grande varietà di configurazioni e dimensioni dei tubi di scarico e di portate massiche del gas di scarico previste possono richiedere compromessi, guidati da criteri di buona pratica ingegneristica, nella scelta e nell'installazione degli EFM. Se l'accuratezza della misurazione lo richiede, è consentito installare un EFM con un diametro inferiore a quello dell'orifizio di scarico o della sezione trasversale totale di più orifizi, a condizione che ciò non comprometta il funzionamento o il post-trattamento dei gas di scarico, come specificato al punto 3.4.2.

#### 3.4.4. Sistema satellitare per la rilevazione della posizione

L'antenna del GPS va montata in modo da garantire una buona ricezione del segnale satellitare, p. es. nel punto più alto possibile. L'antenna del GPS montata deve interferire il meno possibile con il funzionamento del veicolo.

#### 3.4.5. Collegamento alla centralina del motore (ECU)

Se lo si desidera, è possibile registrare i parametri pertinenti del veicolo e del motore elencati nella tabella 1 utilizzando un registratore di dati (data logger) collegato all'ECU o alla rete del veicolo, secondo norme quali ISO 15031-5 o SAE J1979, OBD-II, EOBD o WWH-OBD. Se del caso, i fabbricanti devono rivelare le denominazioni dei parametri per consentire l'identificazione dei parametri richiesti.

#### 3.4.6. Sensori e dispositivi ausiliari

I sensori di velocità, i sensori di temperatura e le termocoppie del liquido di raffreddamento del veicolo o qualsiasi altro dispositivo di misura che non fa parte del veicolo devono essere installati in modo da misurare il parametro considerato in modo rappresentativo, affidabile e accurato, senza interferire indebitamente con il funzionamento del veicolo e degli altri analizzatori, strumenti di misurazione del flusso, sensori e segnali. I sensori e i dispositivi ausiliari devono essere alimentati in modo indipendente dal veicolo.

### 3.5. Campionamento delle emissioni

Il campionamento delle emissioni deve essere rappresentativo e condotto in punti in cui il gas di scarico è ben miscelato e dove l'influenza dell'aria ambiente a valle del punto di campionamento è minima. Se del caso, le emissioni vanno sottoposte a campionamento a valle del misuratore della portata massica del gas di scarico, a una distanza di almeno 150 mm dall'elemento che misura la portata. Le sonde di campionamento vanno installate alla distanza maggiore tra almeno 200 mm e tre volte il diametro del tubo di scarico a monte dell'uscita dell'orifizio di scarico del veicolo, che è il punto in cui il gas di scarico esce dal dispositivo di campionamento del PEMS ed è rilasciato nell'atmosfera. Se il PEMS alimenta a sua volta un flusso che va al tubo di scappamento, ciò deve avvenire a valle della sonda di campionamento, in modo da non pregiudicare le caratteristiche dei gas di scarico nei punti di campionamento durante il funzionamento del motore. Se la lunghezza del condotto di prelievo è modificata, i tempi di trasporto del sistema vanno verificati e se necessario corretti.

Se il motore è dotato di un sistema di post-trattamento del gas di scarico, il campione di gas di scarico deve essere prelevato a valle del sistema di post-trattamento. Quando si sottopone a prova un veicolo con un motore multicilindrico e un collettore di scarico ramificato, l'ingresso della sonda di campionamento deve trovarsi sufficientemente a valle da garantire che il campione sia rappresentativo delle emissioni medie di gas di scarico di tutti i cilindri. Nei motori multicilindrici con gruppi di collettori distinti, come nel caso dei motori a "V", i collettori devono essere congiunti a monte della sonda di campionamento. Qualora ciò non fosse tecnicamente fattibile, si deve valutare l'opportunità di un campionamento multipunto in posizioni in cui il gas di scarico è ben

miscelato e privo di aria ambiente. In questo caso, il numero e l'ubicazione delle sonde di campionamento devono corrispondere per quanto possibile a quelli dei misuratori della portata massica del gas di scarico. Nel caso in cui i flussi di gas di scarico non siano uguali, si deve valutare l'opportunità di un campionamento proporzionale o con più analizzatori.

Se si misurano le particelle, il campionamento del gas di scarico deve avvenire dal centro della corrente di gas di scarico. Se si utilizzano più sonde per il campionamento delle emissioni, la sonda di campionamento delle particelle deve essere posizionata a monte delle altre sonde di campionamento.

Se si misurano gli idrocarburi, la linea di campionamento deve essere riscaldata a  $463 \pm 10$  K ( $190 \pm 10$  °C). Per la misurazione degli altri componenti gassosi, con o senza raffreddatore, la linea di campionamento deve essere mantenuta ad un minimo di 333 K (60 °C) per evitare la condensa e garantire efficienze di penetrazione appropriate dei vari gas. Per i sistemi di campionamento a bassa pressione, la temperatura può essere ridotta in modo da riflettere la diminuzione della pressione, a condizione che il sistema di campionamento garantisca un'efficienza di penetrazione del 95 % per tutti gli inquinanti gassosi regolamentati. Se si effettua il campionamento di particelle, la linea di campionamento dal punto di campionamento del gas di scarico grezzo deve essere riscaldata ad un minimo di 373 K (100 °C). Il tempo di permanenza del campione nella linea di campionamento delle particelle deve essere inferiore a 3 s fino a raggiungere la prima diluizione o il contatore di particelle.

#### 4. OPERAZIONI PRELIMINARI ALLA PROVA

##### 4.1. Verifica della tenuta del PEMS

Dopo che l'installazione del PEMS è completata, si deve verificare almeno una volta la tenuta di ciascun PEMS installato sul veicolo, come prescritto dal fabbricante del PEMS o come segue. Disinserire la sonda dal sistema di scarico e chiudere l'estremità. Mettere in funzione la pompa dell'analizzatore. Dopo un periodo iniziale di stabilizzazione, se non vi sono perdite tutti i flussometri devono indicare approssimativamente zero; se indicano un valore diverso, controllare le linee di campionamento e rimediare ai difetti.

Il tasso di perdita ammissibile sul lato in depressione non deve superare lo 0,5 % della portata di utilizzo per la porzione di sistema controllata. Per stimare le portate di utilizzo si possono usare i flussi dell'analizzatore e del bypass.

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

$$\Delta p = \frac{p_c}{V_s} \times q_{vs} \times 0,005$$

In alternativa, introdurre una variazione a gradino della concentrazione all'inizio della linea di campionamento passando dal gas di azzeramento a quello di calibrazione mantenendo le stesse condizioni di pressione del funzionamento normale del sistema. Per un analizzatore tarato correttamente, se dopo un congruo periodo di tempo il valore letto indica una concentrazione  $\leq 99$  per cento rispetto a quella introdotta, eliminare la perdita.

##### 4.2. Avvio e stabilizzazione del PEMS

Il PEMS deve essere acceso, riscaldato e stabilizzato secondo le specifiche del fabbricante finché p. es. le pressioni, le temperature e i flussi raggiungono i rispettivi punti di regolazione di funzionamento.

##### 4.3. Preparazione del sistema di campionamento

Il sistema di campionamento, comprendente la sonda di campionamento, le linee di campionamento e gli analizzatori, deve essere preparato per le prove seguendo le istruzioni del fabbricante del PEMS. Si deve garantire che il sistema di campionamento sia pulito e privo di umidità di condensa.

#### 4.4. Preparazione dell'EFM

Se per misurare la portata massica del gas di scarico si usa un EFM, questo va spurgato e preparato per funzionare in conformità alle specifiche del fabbricante dello stesso. Questa procedura, se del caso, deve eliminare la condensa e i depositi dalle linee e dalle relative porte di misurazione.

#### 4.5. Controllo e taratura degli analizzatori per la misurazione delle emissioni gassose

Le regolazioni delle risposte di azzeramento e di calibrazione degli analizzatori vanno effettuate utilizzando gas di taratura che soddisfano le prescrizioni dell'appendice 2, punto 5. I gas di taratura devono essere scelti in modo da corrispondere all'intervallo di concentrazioni di sostanze inquinanti previsto durante la prova delle emissioni.

#### 4.6. Controllo dell'analizzatore per misurare le emissioni di particelle

Il livello zero dell'analizzatore deve essere registrato tramite un campionamento di aria ambiente filtrata da un filtro HEPA. Il segnale deve essere registrato a una frequenza costante di almeno 1,0 Hz per 2 minuti e si deve calcolare la media; il valore di concentrazione ammissibile dovrà calcolarsi non appena saranno disponibili strumenti di misura idonei.

#### 4.7. Misurazione della velocità del veicolo

La velocità del veicolo deve essere determinata con almeno uno dei seguenti metodi:

- a) un GPS; se la velocità del veicolo è determinata con un GPS, la distanza complessiva percorsa deve essere verificata raffrontandola alle misurazioni fatte con un altro metodo, conformemente all'appendice 4, punto 7;
- b) Un sensore (ad esempio, un sensore ottico o a microonde); se la velocità del veicolo è determinata con un sensore, le misurazioni della velocità devono soddisfare le prescrizioni di cui all'appendice 2, punto 8, o in alternativa, la distanza complessiva percorsa determinata con il sensore deve essere raffrontata con una distanza di riferimento ottenuta da una rete stradale digitale o da una mappa topografica. La distanza complessiva percorsa determinata dal sensore non deve discostarsi di oltre il 4 % dalla distanza di riferimento;
- c) L'ECU; se la velocità del veicolo è determinata dall'ECU, la distanza complessiva percorsa deve essere convalidata secondo l'appendice 3, punto 3, e il segnale della velocità deve essere regolato, se necessario, per soddisfare le prescrizioni dell'appendice 3, punto 3.3. In alternativa, la distanza complessiva percorsa determinata dall'ECU deve essere raffrontata ad una distanza di riferimento ottenuta da una rete stradale digitale o da una mappa topografica. La distanza complessiva percorsa determinata dall'ECU non deve discostarsi di oltre il 4 % dalla distanza di riferimento.

#### 4.8. Controllo dell'installazione del PEMS

Si deve verificare la correttezza dei collegamenti a tutti i sensori e, se del caso, all'ECU. Se si recuperano parametri del motore, occorre garantire che l'ECU riporti i valori correttamente [ad esempio regime del motore pari a zero (giri/min) quando il motore a combustione è in modalità chiave in posizione di contatto/motore spento]. Il PEMS deve funzionare senza segnali di avvertimento e segnalazione di errore.

### 5. PROVA DI EMISSIONE

#### 5.1. Inizio della prova

Campionamento, misurazione e registrazione dei parametri devono iniziare prima dell'avviamento del motore. Per agevolare l'allineamento temporale, si raccomanda di registrare i parametri oggetto di allineamento temporale con un unico dispositivo di registrazione dei dati o con una validazione temporale sincronizzata. Sia prima che subito dopo l'avviamento del motore si deve confermare che tutti i parametri necessari sono registrati dal registratore di dati.

## 5.2. Prova

Campionamento, misurazione e registrazione dei parametri devono continuare per tutta la prova su strada del veicolo. Il motore può essere spento e riacceso, ma il campionamento delle emissioni e la registrazione dei parametri devono continuare. Gli eventuali segnali di avvertimento indicanti un malfunzionamento del PEMS devono essere documentati e verificati. La registrazione dei parametri deve raggiungere una completezza dei dati superiore al 99 %. La misurazione e la registrazione dei dati possono essere interrotte per meno dell'1 % della durata complessiva del tragitto, ma non oltre un periodo consecutivo di 30 s, unicamente in caso di perdita involontaria del segnale o a fini di manutenzione del sistema PEMS. Le interruzioni possono essere registrate direttamente dal PEMS, ma non è consentito introdurre interruzioni nel parametro registrato mediante pre-trattamento, scambio o post-trattamento dei dati. Se effettuato, l'autoazzeramento deve essere eseguito rispetto ad uno standard zero tracciabile simile a quello utilizzato per azzerare l'analizzatore. Si raccomanda vivamente di avviare la manutenzione del sistema PEMS nei periodi in cui la velocità del veicolo è pari a zero.

## 5.3. Fine della prova

La prova è conclusa quando il veicolo ha completato il tragitto e il motore a combustione viene spento. La registrazione dei dati deve continuare fino a che non è trascorso il tempo di risposta dei sistemi di campionamento.

## 6. PROCEDURA DA SEGUIRE DOPO LA PROVA

### 6.1. Controllo degli analizzatori per la misurazione delle emissioni gassose

Le risposte di azzeramento e di calibrazione degli analizzatori dei componenti gassosi vanno controllate utilizzando gas di taratura identici a quelli applicati secondo il punto 4.5 per valutare la deriva della risposta dell'analizzatore rispetto alla taratura precedente la prova. È consentito azzerare l'analizzatore prima di verificare la deriva di calibrazione, se si è determinato che la deriva dello zero rientra nell'intervallo ammesso. La verifica della deriva dopo la prova deve essere completata al più presto possibile dopo la prova e prima che il PEMS o i singoli analizzatori o sensori siano spenti o siano passati in una modalità non operativa. La differenza tra i risultati ottenuti prima e dopo la prova deve essere conforme ai requisiti specificati nella tabella 2.

Tabella 2

### Deriva dell'analizzatore ammissibile durante una prova PEMS

Inquinante	Deriva della risposta di azzeramento	Deriva della risposta di calibrazione <sup>(1)</sup>
CO <sub>2</sub>	≤ 2 000 ppm per prova	il maggiore tra ≤ 2 % della lettura e ≤ 2 000 ppm per prova
CO	≤ 75 ppm per prova	il maggiore tra ≤ 2 % della lettura e ≤ 75 ppm per prova
NO <sub>2</sub>	≤ 5 ppm per prova	il maggiore tra ≤ 2 % della lettura e ≤ 5 ppm per prova
NO/NO <sub>x</sub>	≤ 5 ppm per prova	il maggiore tra ≤ 2 % della lettura e ≤ 5 ppm per prova
CH <sub>4</sub>	≤ 10 ppmC <sub>1</sub> per prova	il maggiore tra ≤ 2 % della lettura e ≤ 10 ppmC <sub>1</sub> per prova
THC	≤ 10 ppmC <sub>1</sub> per prova	il maggiore tra ≤ 2 % della lettura e ≤ 10 ppmC <sub>1</sub> per prova

<sup>(1)</sup> Se la deriva dello zero rientra nell'intervallo ammesso, è consentito azzerare l'analizzatore prima di verificare la deriva della risposta di calibrazione.

Se la differenza tra i risultati prima e dopo la prova per la deriva dello zero e la deriva di calibrazione è superiore al consentito, tutti i risultati della prova devono essere annullati e la prova deve essere ripetuta.

**6.2. Controllo dell'analizzatore per misurare le emissioni di particelle**

Il livello zero dell'analizzatore deve essere registrato tramite un campionamento di aria ambiente filtrata da un filtro HEPA. Il segnale deve essere registrato per 2 minuti e si deve calcolare la media; la concentrazione finale ammissibile dovrà calcolarsi non appena saranno disponibili strumenti di misura idonei. Se la differenza tra i risultati del controllo della deriva dello zero e della deriva di calibrazione prima e dopo la prova è superiore al consentito, tutti i risultati della prova devono essere annullati e la prova deve essere ripetuta.

**6.3. Verifica delle misurazioni delle emissioni su strada**

L'intervallo di taratura degli analizzatori deve rappresentare almeno il 90 % dei valori di concentrazione ottenuti dal 99 % delle misurazioni delle parti valide della prova delle emissioni. È consentito che l'1 % del numero complessivo di misurazioni utilizzate per la valutazione superi l'intervallo di taratura degli analizzatori fino ad un fattore di due. Se questi requisiti non sono soddisfatti, la prova deve essere annullata.

---

## Appendice 2

**Specifiche e taratura dei componenti e dei segnali del PEMS**

## 1. INTRODUZIONE

La presente appendice riporta le specifiche e la taratura dei componenti e dei segnali del PEMS.

## 2. SIMBOLI

>	— maggiore di
≥	— maggiore o uguale a
%	— per cento
≤	— minore o uguale a
A	— concentrazione di CO <sub>2</sub> non diluito [%]
a <sub>0</sub>	— intercetta sull'asse y della linea di regressione lineare
a <sub>1</sub>	— coefficiente angolare della linea di regressione lineare
B	— concentrazione di CO <sub>2</sub> diluito [%]
C	— concentrazione di NO diluito [ppm]
c	— risposta dell'analizzatore nella prova di interferenza dell'ossigeno
c <sub>FS,b</sub>	— concentrazione di HC di fondo scala nella fase b) [ppmC <sub>1</sub> ]
c <sub>FS,d</sub>	— concentrazione di HC di fondo scala nella fase d) [ppmC <sub>1</sub> ]
c <sub>HC(w)/NMC</sub>	— concentrazione di HC quando il CH <sub>4</sub> o il C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> attraversano l'NMC [ppmC <sub>1</sub> ]
c <sub>HC(w/o) NMC</sub>	— concentrazione di HC quando il CH <sub>4</sub> o il C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> bypassano l'NMC [ppmC <sub>1</sub> ]
c <sub>m,b</sub>	— concentrazione di HC misurata nella fase b) [ppmC <sub>1</sub> ]
c <sub>m,d</sub>	— concentrazione di HC misurata nella fase d) [ppmC <sub>1</sub> ]
c <sub>ref,b</sub>	— concentrazione di HC di riferimento nella fase b) [ppmC <sub>1</sub> ]
c <sub>ref,d</sub>	— concentrazione di HC di riferimento nella fase d) [ppmC <sub>1</sub> ]
°C	— grado centigrado
D	— concentrazione di NO non diluito [ppm]
D <sub>e</sub>	— concentrazione prevista di NO diluito [ppm]
E	— pressione assoluta di funzionamento [kPa]
E <sub>CO2</sub>	— coefficiente di estinzione causata dal CO <sub>2</sub> in percentuale
E <sub>E</sub>	— efficienza riferita all'etano
E <sub>H2O</sub>	— coefficiente di estinzione causata dall'acqua in percentuale
E <sub>M</sub>	— efficienza riferita al metano
E <sub>O2</sub>	— interferenza dell'ossigeno
F	— temperatura dell'acqua [K]
G	— pressione del vapore di saturazione [kPa]
g	— grammo
gH <sub>2</sub> O/kg	— grammi di acqua per chilogrammo
h	— ora
H	— concentrazione di vapore acqueo [%]
H <sub>m</sub>	— concentrazione massima di vapore acqueo [%]
Hz	— hertz
K	— kelvin
kg	— chilogrammo
km/h	— chilometri all'ora

kPa	— chilopascal
max	— Valore massimo
NO <sub>x,dry</sub>	— concentrazione media corretta per l'umidità delle registrazioni di NO <sub>x</sub> stabilizzate
NO <sub>x,m</sub>	— concentrazione media delle registrazioni di NO <sub>x</sub> stabilizzate
NO <sub>x,ref</sub>	— concentrazione media di riferimento delle registrazioni di NO <sub>x</sub> stabilizzate
ppm	— parti per milione
ppmC <sub>1</sub>	— parti per milione di carbonio equivalente
r <sup>2</sup>	— coefficiente di determinazione
s	— secondo
t <sub>0</sub>	— momento della commutazione del flusso di gas [s]
t <sub>10</sub>	— momento della risposta al 10 % del valore finale rilevato
t <sub>50</sub>	— momento della risposta al 50 % del valore finale rilevato
t <sub>90</sub>	— momento della risposta al 90 % del valore finale rilevato
x	— variabile indipendente o valore di riferimento
χ <sub>min</sub>	— valore minimo
y	— variabile dipendente o valore misurato

### 3. VERIFICA DELLA LINEARITÀ

#### 3.1. Aspetti generali

La linearità degli analizzatori, degli strumenti di misurazione del flusso, dei sensori e dei segnali deve essere riconducibile a norme nazionali o internazionali. I sensori o i segnali che non sono direttamente tracciabili, ad esempio gli strumenti di misurazione del flusso semplificati, devono essere tarati alternativamente rispetto ad apparecchi di laboratorio del banco dinamometrico che sono stati tarati secondo norme internazionali o nazionali.

#### 3.2. Requisiti di linearità

Tutti gli analizzatori, gli strumenti di misurazione del flusso, i sensori e i segnali devono soddisfare i requisiti di linearità indicati nella tabella 1. Se la portata d'aria, la portata di carburante, il rapporto aria/carburante o la portata massica del gas di scarico sono ottenuti dall'ECU, la portata massica del gas di scarico calcolata deve soddisfare i requisiti di linearità di cui alla tabella 1.

Tabella 1

#### Requisiti di linearità dei parametri e dei sistemi di misura

Parametro/strumento di misura	$ \chi_{\min} \times (a_1 - 1) + a_0 $	Coefficiente angolare a <sub>1</sub>	Errore standard SEE	Coefficiente di determinazione r <sup>2</sup>
Portata del carburante <sup>(1)</sup>	≤ 1 % max	0,98 – 1,02	≤ 2 % max	≥ 0,990
Portata d'aria <sup>(1)</sup>	≤ 1 % max	0,98 – 1,02	≤ 2 % max	≥ 0,990
Portata massica del gas di scarico	≤ 2 % max	0,97 – 1,03	≤ 2 % max	≥ 0,990
Analizzatori di gas	≤ 0,5 % max	0,99 – 1,01	≤ 1 % max	≥ 0,998
Coppia <sup>(2)</sup>	≤ 1 % max	0,98 – 1,02	≤ 2 % max	≥ 0,990
Analizzatori di PN <sup>(3)</sup>	da definire	da definire	da definire	da definire

<sup>(1)</sup> Facoltativa per determinare la portata massica del gas di scarico.

<sup>(2)</sup> Parametro facoltativo.

<sup>(3)</sup> Da decidere quando le apparecchiature saranno disponibili.

### 3.3. Frequenza della verifica della linearità

I requisiti di linearità conformemente al punto 3.2 devono essere verificati:

- a) per ciascun analizzatore almeno ogni tre mesi o tutte le volte che si effettuano riparazioni o modifiche del sistema che potrebbero influire sulla taratura;
- b) per altri strumenti pertinenti, quali misuratori della portata massica del gas di scarico e sensori tarati in modo tracciabile, qualora si osservino danni, come prescritto dalle procedure di verifica interna, dal fabbricante dello strumento o dalla norma ISO 9000, ma non più di un anno prima dello svolgimento della prova.

I requisiti di linearità conformemente al punto 3.2 per i sensori o i segnali dell'ECU che non sono direttamente tracciabili devono essere verificati sul banco dinamometrico una volta per ciascuna configurazione del PEMS con un dispositivo di misura tarato in modo tracciabile.

### 3.4. Procedura di verifica della linearità

#### 3.4.1. Requisiti di carattere generale

Gli analizzatori, gli strumenti e i sensori pertinenti devono essere portati alla normale condizione di funzionamento secondo le raccomandazioni del fabbricante. Essi devono funzionare alle rispettive temperature, pressioni e portate specifiche.

#### 3.4.2. Procedura generale

La linearità deve essere verificata per ciascun intervallo di funzionamento normale secondo la sequenza a seguire:

- a) l'analizzatore, lo strumento di misura del flusso o il sensore devono essere tarati a zero introducendo un segnale zero. Per gli analizzatori di gas, si devono introdurre aria sintetica purificata o azoto all'ingresso dell'analizzatore attraverso un percorso del gas che sia il più diretto e breve possibile.
- b) L'analizzatore, lo strumento di misura del flusso o il sensore devono essere calibrati introducendo un segnale di calibrazione. Per gli analizzatori di gas, si deve introdurre un gas di calibrazione appropriato all'ingresso dell'analizzatore attraverso un percorso del gas che sia il più diretto e breve possibile.
- c) Si deve ripetere la procedura di azzeramento indicata al punto a).
- d) La verifica va effettuata introducendo almeno 10 valori di riferimento (compreso lo zero), approssimativamente equidistanti e all'incirca ugualmente validi. I valori di riferimento per quanto riguarda la concentrazione dei componenti, la portata massica del gas di scarico o qualsiasi altro parametro pertinente devono essere scelti in modo da corrispondere all'intervallo di valori previsti durante la prova delle emissioni. Per le misurazioni della portata massica del gas di scarico, i punti di riferimento al di sotto del 5 % del valore massimo di taratura possono essere esclusi dalla verifica della linearità.
- e) Per gli analizzatori di gas, si devono introdurre all'ingresso dell'analizzatore le concentrazioni di gas note, in conformità al punto 5. Si deve concedere tempo sufficiente per la stabilizzazione del segnale.
- f) I valori che si stanno valutando e, se necessario, i valori di riferimento devono essere registrati ad una frequenza costante di almeno 1,0 Hz per 30 secondi.
- g) Utilizzando le medie aritmetiche dei valori registrati nel periodo di 30 secondi, si calcolano i parametri di regressione lineare con il metodo dei minimi quadrati con l'equazione di interpolazione ottimale avente la forma:

$$y = a_1x + a_0$$

dove:

$y$  è il valore effettivo del sistema di misura

$a_1$  è il coefficiente angolare della linea di regressione

$x$  è il valore di riferimento

$a_0$  è l'intercetta su  $y$  della linea di regressione

L'errore standard della stima (SEE) di  $y$  su  $x$  e il coefficiente di determinazione ( $r^2$ ) vanno calcolati per ciascun parametro di misura e per ciascun sistema.

- h) I parametri di regressione lineare devono essere conformi ai requisiti della tabella 1.

### 3.4.3. *Requisiti per la verifica della linearità su un banco dinamometrico*

Gli strumenti di misurazione del flusso, i sensori o i segnali dell'ECU non tracciabili, che non possono essere tarati direttamente secondo norme tracciabili, devono essere tarati sul banco dinamometrico. La procedura deve seguire, per quanto applicabile, le prescrizioni del regolamento UN/ECE n. 83, allegato 4a. Se necessario, lo strumento o il sensore da tarare deve essere installato sul veicolo di prova e fatto funzionare conformemente alle prescrizioni dell'appendice 1. La procedura di taratura deve seguire, ogniqualvolta possibile, i requisiti di cui al punto 3.4.2; si devono scegliere almeno 10 valori di riferimento appropriati per garantire di coprire almeno il 90 % del valore massimo previsto durante la prova delle emissioni.

Se per determinare il flusso di gas di scarico si deve tarare uno strumento di misura del flusso, un sensore o un segnale dell'ECU non direttamente tracciabile, si deve fissare al tubo di scappamento del veicolo un misuratore della portata massica del gas di scarico di riferimento tarato in modo tracciabile o il CVS. Occorre garantire che i gas di scarico del veicolo siano accuratamente misurati dal misuratore della portata massica del gas di scarico conformemente all'appendice 1, punto 3.4.3. Il veicolo deve essere fatto funzionare applicando un'accelerazione costante in una marcia costante e con un carico costante del banco dinamometrico.

## 4. ANALIZZATORI PER LA MISURAZIONE DEI COMPONENTI GASSOSI

### 4.1. **Tipi di analizzatori ammissibili**

#### 4.1.1. *Analizzatori standard*

I componenti gassosi devono essere misurati con gli analizzatori specificati nel regolamento UN/ECE n. 83, serie di modifiche 07, allegato 4a, appendice 3, punti da 1.3.1 a 1.3.5. Se un analizzatore NDUV misura sia NO che NO<sub>2</sub>, non è necessario un convertitore NO<sub>2</sub>/NO.

#### 4.1.2. *Analizzatori alternativi*

È consentito qualsiasi analizzatore che non soddisfi le specifiche di progettazione del punto 4.1.1 a condizione che soddisfi i requisiti del punto 4.2. Il fabbricante deve garantire che l'analizzatore alternativo raggiunga prestazioni di misurazione equivalenti o superiori ad un analizzatore standard per l'intervallo di concentrazioni di sostanze inquinanti e gas coesistenti che ci si può aspettare da veicoli che viaggiano con combustibili consentiti in condizioni moderate ed estese di prove su strada valide, come specificato ai punti 5, 6 e 7. Su richiesta, il fabbricante dell'analizzatore deve fornire per iscritto informazioni supplementari, che dimostrino che le prestazioni di misurazione dell'analizzatore alternativo sono in linea, in modo coerente e affidabile, con le prestazioni di misurazione degli analizzatori standard. Le informazioni supplementari devono contenere:

- a) una descrizione della base teorica e delle componenti tecniche dell'analizzatore alternativo;
- b) una dimostrazione dell'equivalenza al rispettivo analizzatore standard di cui al punto 4.1.1 per l'intervallo previsto di concentrazioni di sostanze inquinanti e condizioni ambientali della prova di omologazione di cui al regolamento UN/ECE n. 83, serie di modifiche 07, allegato 4a, nonché una prova di convalida descritta all'appendice 3, punto 3 per un veicolo munito di motore ad accensione spontanea e ad accensione comandata; il fabbricante dell'analizzatore deve dimostrare il grado di equivalenza entro le tolleranze ammissibili di cui all'appendice 3, punto 3.3;
- c) una dimostrazione dell'equivalenza al rispettivo analizzatore standard di cui al punto 4.1.1 rispetto all'influenza della pressione atmosferica sulle prestazioni di misurazione dell'analizzatore; la prova dimostrativa deve determinare la risposta ad un gas di calibrazione avente una concentrazione entro l'intervallo dell'analizzatore per controllare l'influenza della pressione atmosferica alle condizioni di altitudine moderate ed estese definite al punto 5.2. Tale prova può essere eseguita in una camera di prova ambientale dell'altitudine;
- d) una dimostrazione dell'equivalenza al rispettivo analizzatore standard di cui al punto 4.1.1 su almeno tre prove su strada che soddisfano i requisiti del presente allegato;
- e) una dimostrazione del fatto che l'effetto delle vibrazioni, delle accelerazioni e della temperatura ambiente sulla lettura dell'analizzatore non supera i requisiti di rumorosità degli analizzatori di cui al punto 4.2.4.

Le autorità di omologazione possono richiedere ulteriori informazioni per comprovare l'equivalenza o rifiutare l'omologazione se le misurazioni dimostrano che un analizzatore alternativo non è equivalente ad un analizzatore standard.

## 4.2. Specifiche dell'analizzatore

### 4.2.1. Aspetti generali

Oltre ai requisiti di linearità definiti per ciascun analizzatore al punto 3, il fabbricante dell'analizzatore deve dimostrare la conformità dei tipi di analizzatori alle specifiche di cui ai punti da 4.2.2 a 4.2.8. Gli analizzatori devono avere un intervallo di misura e un tempo di risposta che permettano di misurare con sufficiente accuratezza le concentrazioni dei componenti del gas di scarico allo standard di emissioni applicabile in condizioni transitorie e stazionarie. La sensibilità degli analizzatori agli urti, alle vibrazioni, all'invecchiamento, alle variazioni di temperatura e di pressione dell'aria nonché alle interferenze elettromagnetiche e ad altri impatti connessi al funzionamento del veicolo e dell'analizzatore deve essere per quanto possibile limitata.

### 4.2.2. Accuratezza

L'accuratezza, definita come la deviazione della lettura dell'analizzatore dal valore di riferimento, non deve superare il valore maggiore tra il 2 % del valore rilevato e lo 0,3 % del fondo scala.

### 4.2.3. Precisione

La precisione, definita come 2,5 volte la deviazione standard di 10 risposte ripetitive ad un determinato gas di taratura o di calibrazione, non deve essere superiore all'1 % della concentrazione di fondo scala per un intervallo di misurazione uguale o superiore a 155 ppm (o ppmC<sub>1</sub>) e al 2 % della concentrazione di fondo scala per un intervallo di misurazione inferiore a 155 ppm (o ppmC<sub>1</sub>).

### 4.2.4. Rumore

Il rumore, definito come due volte il valore quadratico medio di dieci deviazioni standard, ciascuna calcolata dalle risposte di azzeramento misurate a una frequenza di registrazione costante di almeno 1,0 Hz per un periodo di 30 secondi, non deve superare il 2 % del fondo scala. Tra ciascuno dei 10 periodi di misurazione deve esserci un intervallo di 30 secondi in cui l'analizzatore è esposto ad un gas di calibrazione appropriato. Prima di ogni periodo di campionamento e prima di ogni periodo di calibrazione è necessario concedere un periodo di tempo sufficiente per spurgare l'analizzatore e le linee di campionamento.

### 4.2.5. Deriva della risposta di azzeramento

La deriva della risposta di azzeramento, definita come la risposta media ad un gas di azzeramento in un intervallo di tempo di almeno 30 secondi, deve essere conforme alle specifiche di cui alla tabella 2.

### 4.2.6. Deriva della risposta di calibrazione

La deriva della risposta di calibrazione, definita come la risposta media ad un gas di calibrazione in un intervallo di tempo di almeno 30 secondi, deve essere conforme alle specifiche di cui alla tabella 2.

Tabella 2

### Deriva consentita della risposta di azzeramento e della risposta di calibrazione degli analizzatori per misurare i componenti gassosi in condizioni di laboratorio

Inquinante	Deriva della risposta di azzeramento	Deriva della risposta di calibrazione
CO <sub>2</sub>	≤ 1 000 ppm in 4 h	il maggiore tra ≤ 2 % della lettura e ≤ 1 000 ppm in 4 ore
CO	≤ 50 ppm in 4 h	il maggiore tra ≤ 2 % della lettura e ≤ 50 ppm in 4 ore
NO <sub>2</sub>	≤ 5 ppm in 4 h	il maggiore tra ≤ 2 % della lettura e ≤ 5 ppm in 4 ore

Inquinante	Deriva della risposta di azzeramento	Deriva della risposta di calibrazione
NO/NO <sub>x</sub>	≤ 5 ppm in 4 h	il maggiore tra ≤ 2 % della lettura e 5 ppm in 4 ore
CH <sub>4</sub>	≤ 10 ppmC <sub>1</sub>	il maggiore tra ≤ 2 % della lettura e ≤ 10 ppmC <sub>1</sub> in 4 ore
THC	≤ 10 ppmC <sub>1</sub>	il maggiore tra ≤ 2 % della lettura e ≤ 10 ppmC <sub>1</sub> in 4 ore

#### 4.2.7. Tempo di salita

Il tempo di salita è definito come l'intervallo di tempo che separa la risposta pari al 10 per cento da quella pari al 90 per cento del valore finale rilevato ( $t_{90} - t_{10}$ ; cfr. punto 4.4). Il tempo di salita degli analizzatori PEMS non deve superare 3 secondi.

#### 4.2.8. Essiccazione del gas

I gas di scarico possono essere misurati su umido o su secco. L'eventuale dispositivo di essiccazione del gas deve avere effetti trascurabili sulla composizione dei gas misurati. Gli essiccatori chimici non sono ammessi.

### 4.3. Requisiti supplementari

#### 4.3.1. Aspetti generali

Le disposizioni di cui ai punti da 4.3.2 a 4.3.5 definiscono ulteriori requisiti di efficienza per tipi di analizzatori specifici e si applicano solo ai casi in cui l'analizzatore in questione è utilizzato per le misurazioni delle emissioni con PEMS.

#### 4.3.2. Prova di efficienza per i convertitori di NO<sub>x</sub>

Se si applica un convertitore di NO<sub>x</sub>, per esempio per convertire NO<sub>2</sub> in NO per l'analisi con un analizzatore a chemiluminescenza, la sua efficienza deve essere testata conformemente alle prescrizioni del regolamento UN/ECE n. 83, serie di modifiche 07, allegato 4a, appendice 3, punto 2.4. L'efficienza del convertitore di NO<sub>x</sub> deve essere verificata non oltre un mese prima della prova delle emissioni.

#### 4.3.3. Regolazione del rivelatore a ionizzazione di fiamma (FID)

##### a) Ottimizzazione della risposta del rivelatore

Se si misurano gli idrocarburi, il FID deve essere regolato ad intervalli specificati dal fabbricante dell'analizzatore secondo il regolamento UN/ECE n. 83, serie di modifiche 07, allegato 4a, appendice 3, punto 2.3.1. Si deve usare un gas di calibrazione propano in aria o propano in azoto per ottimizzare la risposta nell'intervallo di funzionamento più comune.

##### b) Fattori di risposta agli idrocarburi

Se si misurano gli idrocarburi, il fattore di risposta agli idrocarburi del FID deve essere verificato conformemente alle disposizioni del regolamento UN/ECE n. 83, serie di modifiche 07, allegato 4a, appendice 3, punto 2.3.3, utilizzando propano in aria o propano in azoto come gas di calibrazione e rispettivamente aria o azoto sintetici purificati come gas di azzeramento.

##### c) Controllo dell'interferenza dell'ossigeno

Quando si mette in servizio un analizzatore e dopo periodi di fermo dovuti a manutenzione straordinaria è necessario controllare l'interferenza dell'ossigeno. Si deve scegliere un intervallo di misurazione nel quale i gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno rientrino nel 50 % superiore. La prova va effettuata regolando la temperatura del forno come indicato. Le specifiche dei gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno sono descritte al punto 5.3.

Si applica la seguente procedura:

- i) si azzerava l'analizzatore;
- ii) si tara l'analizzatore con una miscela di ossigeno allo 0 % per i motori ad accensione comandata e una miscela di ossigeno al 21 % per i motori ad accensione spontanea;
- iii) si ricontrolla la risposta di azzeramento. Se è cambiata di oltre lo 0,5 per cento del fondo scala, si ripetono le operazioni di cui ai punti i) e ii);
- iv) si introducono i gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno al 5 % e al 10 %;
- v) si ricontrolla la risposta di azzeramento. Se è cambiata di oltre  $\pm 1$  % del fondo scala, si deve ripetere la prova;
- vi) si calcola l'interferenza dell'ossigeno  $E_{O_2}$  per ogni gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno nella fase d) come segue:

$$E_{O_2} = \frac{(c_{\text{ref,d}} - c)}{c_{\text{ref,d}}} \times 100$$

dove la risposta dell'analizzatore è:

$$c = \frac{(c_{\text{ref,d}} \times c_{\text{FS,b}})}{c_{\text{m,b}}} \times \frac{c_{\text{m,b}}}{c_{\text{FS,d}}}$$

dove:

- $c_{\text{ref,b}}$  è la concentrazione di HC di riferimento nella fase b) [ppmC<sub>1</sub>]
  - $c_{\text{ref,d}}$  è la concentrazione di HC di riferimento nella fase d) [ppmC<sub>1</sub>]
  - $c_{\text{FS,b}}$  è la concentrazione di HC di fondo scala nella fase b) [ppmC<sub>1</sub>]
  - $c_{\text{FS,d}}$  è la concentrazione di HC di fondo scala nella fase d) [ppmC<sub>1</sub>]
  - $c_{\text{m,b}}$  è la concentrazione di HC misurata nella fase b) [ppmC<sub>1</sub>]
  - $c_{\text{m,d}}$  è la concentrazione di HC misurata nella fase d) [ppmC<sub>1</sub>];
- vii) l'interferenza dell'ossigeno  $E_{O_2}$  deve essere inferiore a  $\pm 1,5$  % per tutti i gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno richiesti;
  - viii) se l'interferenza dell'ossigeno  $E_{O_2}$  è maggiore di  $\pm 1,5$  %, si possono attuare correttivi regolando in modo incrementale il flusso d'aria (verso l'alto e verso il basso rispetto alle specifiche del fabbricante), il flusso del carburante e il flusso del campione;
  - ix) il controllo dell'interferenza dell'ossigeno deve essere ripetuto per ogni nuova regolazione.

#### 4.3.4. Efficienza di conversione del dispositivo di eliminazione degli idrocarburi non metanici (NMC)

Se si analizzano gli idrocarburi, si può usare un NMC per eliminare gli idrocarburi non metanici dal campione di gas ossidando tutti gli idrocarburi escluso il metano. L'efficienza di conversione ideale per il metano è dello 0 %, mentre è del 100 % per gli altri idrocarburi rappresentati dall'etano. Per una misurazione accurata degli NMHC, occorre determinare le due efficienze e usarle per il calcolo delle emissioni di NMHC (cfr. l'appendice 4, punto 9.2). Non è necessario determinare l'efficienza di conversione del metano nel caso in cui l'NMC-FID sia tarato secondo il metodo b) di cui all'appendice 4, punto 9.2, facendo passare il gas di taratura costituito da metano/aria attraverso l'NMC.

## a) Efficienza di conversione del metano

Il gas di taratura costituito da metano va fatto fluire attraverso il FID bypassando e non bypassando l'NMC; si registrano le due concentrazioni. L'efficienza del metano si determina come:

$$E_M = 1 - \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}}}{c_{\text{HC(w/oNMC)}}}$$

dove:

$c_{\text{HC(w/NMC)}}$  è la concentrazione di HC quando il  $\text{CH}_4$  fluisce attraverso l'NMC [ppm $C_1$ ]

$c_{\text{HC(w/o NMC)}}$  è la concentrazione di HC quando il  $\text{CH}_4$  bypassa l'NMC [ppm $C_1$ ]

## b) Efficienza di conversione dell'etano

Il gas di taratura costituito da etano va fatto fluire attraverso il FID bypassando e non bypassando l'NMC; si registrano le due concentrazioni. L'efficienza dell'etano si determina come:

$$E_E = 1 - \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}}}{c_{\text{HC(w/oNMC)}}}$$

dove:

$c_{\text{HC(w/NMC)}}$  è la concentrazione di HC quando il  $\text{C}_2\text{H}_6$  fluisce attraverso l'NMC [ppm $C_1$ ]

$c_{\text{HC(w/o NMC)}}$  è la concentrazione di HC quando il  $\text{C}_2\text{H}_6$  bypassa l'NMC [ppm $C_1$ ]

## 4.3.5. Effetti di interferenza

## a) Aspetti generali

Gas diversi da quelli analizzati possono influire sulla lettura dell'analizzatore. Prima dell'immissione sul mercato il fabbricante dell'analizzatore deve fare un controllo per individuare eventuali effetti di interferenza e verificare la corretta funzionalità degli analizzatori almeno una volta per ciascun tipo di analizzatore o di dispositivo citato alle lettere da b) a f).

## b) Controllo dell'interferenza sull'analizzatore di CO

Acqua e  $\text{CO}_2$  possono interferire con le misurazioni dell'analizzatore di CO, pertanto si deve far gorgogliare attraverso acqua a temperatura ambiente un gas di calibrazione costituito da  $\text{CO}_2$  avente una concentrazione compresa tra l'80 e il 100 per cento del fondo scala dell'intervallo di funzionamento massimo dell'analizzatore di CO usato durante la prova e si deve registrare la risposta dell'analizzatore. La risposta dell'analizzatore non deve essere superiore al valore maggiore tra il 2 per cento della concentrazione media di CO prevista durante le normali prove su strada e  $\pm 50$  ppm. Il controllo dell'interferenza di  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{CO}_2$  può essere fatto con procedure distinte. Se i livelli di  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{CO}_2$  usati per il controllo dell'interferenza sono superiori ai livelli massimi previsti durante la prova, ciascun valore di interferenza rilevato deve essere ridotto moltiplicando l'interferenza rilevata per il rapporto tra la concentrazione massima prevista durante la prova e la concentrazione effettiva usata durante il controllo. È possibile eseguire controlli dell'interferenza separati con concentrazioni di  $\text{H}_2\text{O}$  inferiori alla concentrazione massima prevista durante la prova e l'interferenza dell' $\text{H}_2\text{O}$  rilevata deve essere aumentata moltiplicando l'interferenza rilevata per il rapporto tra la concentrazione massima di  $\text{H}_2\text{O}$  prevista durante la prova e la concentrazione effettiva usata durante il controllo. La somma del valore di interferenza ridotto e del valore di interferenza aumentato deve rispettare la tolleranza specificata nel presente punto.

c) Controllo dell'estinzione sull'analizzatore di  $\text{NO}_x$ 

I due gas da considerare per gli analizzatori CLD e HCLD sono  $\text{CO}_2$  e vapore acqueo. La risposta di estinzione a questi gas è proporzionale alle concentrazioni di gas. Una prova deve determinare l'estinzione alle concentrazioni più elevate previste durante la prova. Se gli analizzatori CLD e HCLD usano algoritmi di compensazione dell'estinzione che utilizzano strumenti di misura di  $\text{H}_2\text{O}$  o  $\text{CO}_2$  o entrambi, l'estinzione si deve valutare con tali strumenti in funzione e applicando gli algoritmi di compensazione.

i) Controllo dell'estinzione causata da CO<sub>2</sub>

Far passare attraverso l'analizzatore NDIR un gas di calibrazione costituito da CO<sub>2</sub> avente una concentrazione dall'80 al 100 per cento dell'intervallo di funzionamento massimo; registrare il valore di CO<sub>2</sub> come A. Diluire quindi il gas di calibrazione costituito da CO<sub>2</sub> del 50 per cento circa con un gas di calibrazione costituito da NO e farlo passare attraverso l'NDIR e il CLD o l'HCLD; registrare i valori di CO<sub>2</sub> e NO come B e C rispettivamente. Spegnerne il flusso del gas CO<sub>2</sub> e far passare solo il gas di calibrazione costituito da NO attraverso il CLD o l'HCLD; registrare il valore di NO come D. Il coefficiente di estinzione (in percentuale) si calcola come segue:

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

dove:

A è la concentrazione di CO<sub>2</sub> non diluito misurata con l'NDIR [ %]

B è la concentrazione di CO<sub>2</sub> diluito misurata con l'NDIR [ %]

C è la concentrazione di NO diluito misurata con il CLD o l'HCLD [ppm]

D è la concentrazione di NO non diluito misurata con il CLD o l'HCLD [ppm]

È ammesso l'uso di metodi alternativi di diluizione e quantificazione dei valori dei gas di calibrazione costituiti da CO<sub>2</sub> e NO, ad esempio la miscelazione dinamica, previa approvazione dell'autorità di omologazione.

## ii) Controllo dell'estinzione causata dall'acqua

Il controllo si applica solo alle misurazioni delle concentrazioni dei gas su umido. Il calcolo dell'estinzione causata dall'acqua deve considerare la diluizione del gas di calibrazione costituito da NO con vapore acqueo e il ridimensionamento della concentrazione di vapore acqueo nella miscela di gas ai livelli di concentrazione previsti durante una prova delle emissioni. Far passare attraverso il CLD o l'HCLD un gas di calibrazione costituito da NO avente una concentrazione dall'80 al 100 per cento del fondo scala dell'intervallo di funzionamento normale; registrare il valore di NO come D. Far quindi gorgogliare il gas di calibrazione costituito da NO attraverso acqua a temperatura ambiente e farlo passare attraverso il CLD o l'HCLD; registrare il valore di NO come C. Determinare la pressione assoluta di funzionamento dell'analizzatore e la temperatura dell'acqua e registrarle come E e F rispettivamente. Determinare e registrare come G la pressione del vapore di saturazione della miscela, che corrisponde alla temperatura dell'acqua nel gorgogliatore F. Calcolare la concentrazione di vapore acqueo H [%] della miscela di gas come segue:

$$H = \frac{G}{E} \times 100$$

Registrare come D<sub>e</sub> la concentrazione prevista del gas di calibrazione diluito costituito da NO-vapore acqueo dopo averla calcolata come segue:

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

Per il gas di scarico dei motori diesel, registrare la concentrazione massima di vapore acqueo nel gas di scarico (in percentuale) prevista durante la prova come H<sub>m</sub> dopo averla stimata, ipotizzando un rapporto H/C del carburante di 1,8/1, dalla concentrazione massima di CO<sub>2</sub> nel gas di scarico A come segue:

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

Il coefficiente di estinzione causata dall'acqua (in percentuale) va calcolato come segue:

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

dove:

D<sub>e</sub> è la concentrazione prevista di NO diluito [ppm]

C è la concentrazione misurata di NO diluito [ppm]

$H_m$  è la concentrazione massima di vapore acqueo [ % ]

$H$  è la concentrazione effettiva di vapore acqueo [ % ]

iii) Estinzione massima ammessa

L'estinzione combinata causata da  $\text{CO}_2$  e dall'acqua non deve superare il 2 % del fondo scala.

d) Controllo dell'estinzione per gli analizzatori NDUV

Gli idrocarburi e l'acqua possono interferire con gli analizzatori NDUV causando una risposta simile a quella degli  $\text{NO}_x$ . Il fabbricante dell'analizzatore NDUV deve seguire la procedura di seguito riportata per verificare che gli effetti dell'estinzione siano limitati:

- i) installare l'analizzatore e il refrigerante seguendo le istruzioni operative del fabbricante; è opportuno effettuare regolazioni per ottimizzare le prestazioni di entrambi;
- ii) per l'analizzatore, effettuare regolazioni delle risposte di azzeramento e di calibrazione ai valori di concentrazione previsti durante le prove delle emissioni;
- iii) scegliere un gas di taratura costituito da  $\text{NO}_2$  che corrisponda il più possibile alla concentrazione massima di  $\text{NO}_2$  prevista durante le prove delle emissioni;
- iv) il gas di taratura costituito da  $\text{NO}_2$  deve straripare alla sonda del sistema di campionamento del gas fino a quando la risposta degli  $\text{NO}_x$  dell'analizzatore non si è stabilizzata;
- v) calcolare e registrare come  $\text{NO}_{x,\text{ref}}$  la concentrazione media delle registrazioni degli  $\text{NO}_x$  stabilizzati su un periodo di 30 s;
- vi) fermare il flusso di gas di taratura costituito da  $\text{NO}_2$  e saturare il sistema di campionamento mediante straripamento con un valore in uscita del generatore del punto di rugiada regolato a un punto di rugiada di 50 °C. Campionare il valore in uscita del generatore del punto di rugiada attraverso il sistema di campionamento e il refrigerante per almeno 10 minuti, finché il refrigerante, prevedibilmente, non rimuove una portata costante di acqua;
- vii) una volta completato il punto iv), far straripare nuovamente nel sistema di campionamento il gas di taratura costituito da  $\text{NO}_2$  usato per stabilire  $\text{NO}_{x,\text{ref}}$  finché la risposta degli  $\text{NO}_x$  totali non si è stabilizzata;
- viii) calcolare e registrare come  $\text{NO}_{x,m}$  la concentrazione media delle registrazioni degli  $\text{NO}_x$  stabilizzati su un periodo di 30 s;
- ix) correggere  $\text{NO}_{x,m}$  rispetto a  $\text{NO}_{x,\text{dry}}$  in base al vapore acqueo residuo che è passato attraverso il refrigerante alla temperatura e alla pressione di uscita del refrigerante.

Il valore  $\text{NO}_{x,\text{dry}}$  calcolato deve equivalere almeno al 95 % di  $\text{NO}_{x,\text{ref}}$ .

e) Essiccatore campione

Un essiccatore campione elimina l'acqua che potrebbe altrimenti interferire con la misurazione degli  $\text{NO}_x$ . Per gli analizzatori CLD funzionanti su secco, si deve dimostrare che alla concentrazione massima di vapore acqueo prevista  $H_m$ , l'essiccatore campione mantiene l'umidità del CLD a  $\leq 5$  g acqua/kg aria secca (o circa 0,8 per cento di  $\text{H}_2\text{O}$ ), che equivale a un'umidità relativa del 100 per cento a 3,9 °C e 101,3 kPa o a un'umidità relativa del 25 per cento circa a 25 °C e 101,3 kPa. Per dimostrarlo, si può misurare la temperatura all'uscita di un essiccatore termico campione o misurare l'umidità in un punto subito a monte del CLD. Si può anche misurare l'umidità del flusso di scarico del CLD, a condizione che l'unico flusso in entrata nel CLD sia quello proveniente dall'essiccatore campione.

f) Penetrazione di  $\text{NO}_2$  nell'essiccatore campione

L'acqua che rimane in un essiccatore campione mal progettato può rimuovere  $\text{NO}_2$  dal campione. Se si usa un essiccatore campione in combinazione con un analizzatore NDUV senza un convertitore  $\text{NO}_2/\text{NO}$  a monte, l'acqua potrebbe dunque rimuovere l' $\text{NO}_2$  dal campione prima della misurazione dell' $\text{NO}_x$ . L'essiccatore campione deve consentire la misurazione di almeno il 95 per cento dell' $\text{NO}_2$  contenuto in un gas che è saturo di vapore acqueo ed è costituito dalla concentrazione massima di  $\text{NO}_2$  prevista durante una prova di un veicolo.

#### 4.4. Controllo del tempo di risposta del sistema di analisi

Per il controllo del tempo di risposta, le impostazioni del sistema di analisi devono essere identiche a quelle utilizzate durante la prova delle emissioni (vale a dire pressione, portate, regolazioni dei filtri degli analizzatori e tutti gli altri parametri che influenzano il tempo di risposta). Il tempo di risposta va determinato commutando il gas direttamente all'ingresso della sonda di campionamento. Tale commutazione deve avvenire in meno di 0,1 secondi. I gas utilizzati per la prova devono determinare una variazione di concentrazione pari ad almeno il 60 % del fondo scala dell'analizzatore.

Occorre registrare la traccia della concentrazione di ciascun componente gassoso. Il tempo di ritardo è definito come l'intervallo di tempo che intercorre tra la commutazione del gas ( $t_0$ ) e il raggiungimento di una risposta equivalente al 10 per cento del valore finale rilevato ( $t_{10}$ ). Il tempo di salita è definito come l'intervallo di tempo che separa la risposta pari al 10 per cento da quella pari al 90 per cento del valore finale rilevato ( $t_{90} - t_{10}$ ). Il tempo di risposta del sistema ( $t_{90}$ ) è dato dal tempo di ritardo fino al dispositivo di rilevazione più il tempo di salita del dispositivo medesimo.

Per l'allineamento temporale dei segnali dell'analizzatore e del flusso di gas di scarico, 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 per cento del valore finale rilevato ( $t_{50}$ ).

Il tempo di risposta del sistema deve essere di  $\leq 12$  s, con un tempo di salita di  $\leq 3$  secondi, per tutti i componenti e in tutti gli intervalli utilizzati. Quando si usa un NMC per la misura degli NMHC, il tempo di risposta del sistema può essere superiore a 12 s.

### 5. GAS

#### 5.1. Aspetti generali

Si deve rispettare la scadenza dei gas di calibrazione e di taratura. I gas di calibrazione e di taratura puri e miscelati devono rispettare le specifiche di cui al regolamento UN/ECE n. 83, serie di modifiche 07, allegato 4a, appendice 3, punti 3.1 e 3.2. È inoltre ammesso il gas di taratura costituito da  $\text{NO}_2$ . La concentrazione del gas di taratura costituito da  $\text{NO}_2$  deve rientrare entro il due per cento del valore di concentrazione dichiarato. La percentuale di NO contenuta nel gas di taratura costituito da  $\text{NO}_2$  non deve superare il 5 per cento del contenuto di  $\text{NO}_2$ .

#### 5.2. Divisori di gas

Per ottenere i gas di taratura e di calibrazione si possono usare divisori di gas, vale a dire dispositivi di miscelazione di precisione che diluiscono con  $\text{N}_2$  o aria sintetica purificati. L'accuratezza del divisore di gas deve permettere di determinare la concentrazione dei gas di taratura diluiti con un'approssimazione di  $\pm 2$  %. La verifica deve essere effettuata tra il 15 e il 50 % del fondo scala per ogni taratura che comporti l'impiego di un divisore di gas. Se la prima verifica fallisce, è possibile svolgere una verifica supplementare utilizzando un altro gas di taratura.

Facoltativamente, il divisore di gas può essere controllato con uno strumento lineare per natura, ad esempio usando gas costituito da NO in combinazione con un CLD. Il valore di calibrazione dello strumento va regolato con il gas di calibrazione direttamente collegato allo strumento. Il divisore di gas deve essere controllato nelle posizioni di regolazione tipicamente utilizzate e il valore nominale deve essere raffrontato alla concentrazione misurata dallo strumento. In ogni punto la differenza deve rientrare entro  $\pm 1$  per cento del valore di concentrazione nominale.

#### 5.3. Gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno

I gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno sono costituiti da una miscela di propano, ossigeno e azoto e contengono propano ad una concentrazione di  $350 \pm 75$  ppm $\text{C}_1$ . La concentrazione va determinata con metodi gravimetrici, mediante miscelazione dinamica o con l'analisi cromatografica degli idrocarburi totali più le impurità. Le concentrazioni di ossigeno dei gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno devono soddisfare i requisiti elencati nella tabella 3; la parte restante del gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno deve essere costituita da azoto purificato.

Tabella 3

**Gas di controllo dell'interferenza dell'ossigeno**

	Tipo di motore	
	Accensione spontanea	Accensione comandata
Concentrazione di O <sub>2</sub>	21 ± 1 %	10 ± 1 %
	10 ± 1 %	5 ± 1 %
	5 ± 1 %	0,5 ± 0,5 %

## 6. ANALIZZATORI PER MISURARE LE EMISSIONI DI PARTICELLE

La presente sezione definirà le prescrizioni future per gli analizzatori per la misurazione delle emissioni di particelle quando tale misurazione diventerà obbligatoria.

## 7. STRUMENTI PER MISURARE LA PORTATA MASSICA DEL GAS DI SCARICO

7.1. **Aspetti generali**

Gli strumenti, i sensori o i segnali per misurare la portata massica del gas di scarico devono avere un intervallo di misura e un tempo di risposta che permettano di ottenere l'accuratezza necessaria per misurare la portata massica del gas di scarico in condizioni transitorie e stazionarie. La sensibilità degli strumenti, dei sensori e dei segnali agli urti, alle vibrazioni, all'invecchiamento, alle variazioni di temperatura, alla pressione dell'aria ambiente nonché alle interferenze elettromagnetiche e ad altri impatti connessi al funzionamento del veicolo e dello strumento deve essere tale da ridurre al minimo gli errori supplementari.

7.2. **Specifiche dello strumento**

La portata massica del gas di scarico deve essere determinata con un metodo di misurazione diretto applicato in uno dei seguenti strumenti:

- dispositivi di misura della portata basati sul tubo di Pitot;
- dispositivi di misura della pressione differenziale, quali boccagli di misura del flusso (per maggiori dettagli cfr. ISO 5167);
- flussometro a ultrasuoni;
- flussometro a vortice.

Ciascun misuratore della portata massica del gas di scarico deve soddisfare i requisiti di linearità di cui al punto 3. Il fabbricante dello strumento deve inoltre dimostrare la conformità di ciascun tipo di misuratore della portata massica del gas di scarico alle specifiche di cui ai punti da 7.2.3 a 7.2.9.

È consentito calcolare la portata massica del gas di scarico sulla base di misurazioni del flusso d'aria e del flusso di carburante ottenute con sensori tarati in modo tracciabile, se questi soddisfano i requisiti di linearità del punto 3, le prescrizioni di accuratezza del punto 8 e se la portata massica del gas di scarico risultante è convalidata conformemente all'appendice 3, punto 4.

Sono inoltre consentiti altri metodi che determinano la portata massica del gas di scarico sulla base di strumenti e segnali non direttamente tracciabili, come misuratori della portata massica del gas di scarico semplificati o segnali dell'ECU, se la portata massica del gas di scarico risultante soddisfa i requisiti di linearità del punto 3 ed è convalidata conformemente all'appendice 3, punto 4.

7.2.1. *Norme per la taratura e la verifica*

Le prestazioni di misura dei misuratori della portata massica del gas di scarico devono essere verificate con aria o gas di scarico rispetto a una norma tracciabile, come ad esempio un misuratore della portata massica del gas di scarico tarato o una galleria di diluizione a flusso pieno.

### 7.2.2. Frequenza delle verifiche

La conformità dei misuratori della portata massica del gas di scarico ai punti 7.2.3 e 7.2.9 va verificata non più di un anno prima dello svolgimento della prova.

### 7.2.3. Accuratezza

L'accuratezza, definita come la deviazione della lettura dell'EFM dal valore del flusso di riferimento, deve corrispondere almeno al valore maggiore tra  $\pm 2$  per cento della lettura, 0,5 % del fondo scala e  $\pm 1,0$  per cento del flusso massimo a cui è stato tarato l'EFM.

### 7.2.4. Precisione

La precisione, definita come 2,5 volte la deviazione standard di 10 risposte ripetitive ad un dato flusso nominale, a metà circa dell'intervallo di taratura, non deve superare  $\pm 1$  per cento del flusso massimo a cui è stato tarato l'EFM.

### 7.2.5. Rumore

Il rumore, definito come due volte il valore quadratico medio di dieci deviazioni standard, ciascuna calcolata dalle risposte di azzeramento misurate a una frequenza di registrazione costante di almeno 1,0 Hz per un periodo di 30 secondi, non deve superare il 2 per cento del valore massimo del flusso tarato. Tra ciascuno dei 10 periodi di misurazione deve esserci un intervallo di 30 secondi in cui l'EFM è esposto al flusso massimo tarato.

### 7.2.6. Deriva della risposta di azzeramento

La risposta di azzeramento è definita come la risposta media ad un flusso di azzeramento su un intervallo di tempo di almeno 30 secondi. La deriva della risposta di azzeramento può essere verificata sulla base dei segnali primari rilevati, ad esempio la pressione. La deriva dei segnali primari su un periodo di 4 ore deve essere inferiore a  $\pm 2$  per cento del valore massimo del segnale primario registrato al flusso a cui è stato tarato l'EFM.

### 7.2.7. Deriva della risposta di calibrazione

La risposta di calibrazione è definita come la risposta media ad un flusso di calibrazione su un intervallo di tempo di almeno 30 secondi. La deriva della risposta di calibrazione può essere verificata sulla base dei segnali primari rilevati, ad esempio la pressione. La deriva dei segnali primari su un periodo di 4 ore deve essere inferiore a  $\pm 2$  per cento del valore massimo del segnale primario registrato al flusso a cui è stato tarato l'EFM.

### 7.2.8. Tempo di salita

Il tempo di salita degli strumenti e dei metodi di misura del flusso di gas di scarico deve corrispondere per quanto possibile al tempo di salita degli analizzatori di gas, come specificato al punto 4.2.7, ma non deve superare 1 secondo.

### 7.2.9. Verifica del tempo di risposta

Il tempo di risposta dei misuratori della portata massica del gas di scarico va determinato applicando parametri analoghi a quelli applicati per la prova delle emissioni (vale a dire pressione, portate, regolazioni dei filtri 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 del misuratore della portata massica del gas di scarico. La commutazione del flusso di gas deve avvenire il più velocemente possibile, ma si raccomanda vivamente in meno di 0,1 secondi. La portata del gas utilizzata per la prova deve provocare una variazione della portata pari ad almeno il 60 per cento del fondo scala (FS) del misuratore della portata massica del gas di scarico. Si deve registrare il flusso di gas. Il tempo di ritardo è definito come il tempo dalla commutazione del flusso di gas ( $t_0$ ) al raggiungimento di una risposta pari al 10 per cento ( $t_{10}$ ) del valore finale rilevato. Il tempo di salita è definito come l'intervallo di tempo che separa la risposta pari al 10 per cento da quella pari al 90 per cento ( $t_{90} - t_{10}$ ) del valore finale rilevato. Il tempo di risposta ( $t_{90}$ ) è definito come la somma del tempo di ritardo e del tempo di salita. Il tempo di risposta del misuratore della portata massica del gas di scarico ( $t_{90}$ ) deve essere di  $\leq 3$  secondi, con un tempo di salita ( $t_{90} - t_{10}$ ) di  $\leq 1$  secondo, in conformità al punto 7.2.8.

## 8. SENSORI E DISPOSITIVI AUSILIARI

I sensori e i dispositivi ausiliari utilizzati per determinare, ad esempio, la temperatura, la pressione atmosferica, l'umidità ambiente, la velocità del veicolo, la portata di carburante o il flusso d'aria di aspirazione non devono modificare o pregiudicare le prestazioni del motore e del sistema di post-trattamento del gas di scarico del veicolo. L'accuratezza dei sensori e dei dispositivi ausiliari deve soddisfare i requisiti della tabella 4. La conformità ai requisiti della tabella 4 deve essere dimostrata ad intervalli specificati dal fabbricante dello strumento, come prescritto dalle procedure di verifica interna o in conformità alla norma ISO 9000.

Tabella 4

**Requisiti di accuratezza per i parametri di misura**

Parametro di misura	Accuratezza
Portata di carburante <sup>(1)</sup>	± 1 % del valore rilevato <sup>(3)</sup>
Portata d'aria <sup>(1)</sup>	± 2 % del valore rilevato
Velocità del veicolo <sup>(2)</sup>	± 1,0 km/h assoluto
Temperature ≤ 600 K	± 2 K assoluti
Temperature > 600 K	± 0,4 % del valore rilevato in Kelvin
Pressione ambiente	± 0,2 kPa assoluti
Umidità relativa	± 5 % assoluto
Umidità assoluta	il maggiore tra ± 10 % del valore rilevato e 1 gH <sub>2</sub> O/kg di aria secca

<sup>(1)</sup> Facoltativa per determinare la portata massica del gas di scarico.

<sup>(2)</sup> Requisito applicabile unicamente al sensore di velocità.

<sup>(3)</sup> L'accuratezza deve essere dello 0,02 per cento del valore rilevato, se si usa per calcolare la portata massica dell'aria e del gas di scarico dalla portata di carburante conformemente all'appendice 4, punto 10.

## Appendice 3

**Convalida del PEMS e della portata massica del gas di scarico non tracciabile**

## 1. INTRODUZIONE

La presente appendice descrive i requisiti per la convalida in condizioni transitorie della funzionalità del PEMS installato e della correttezza della portata massica del gas di scarico ottenuta da misuratori della portata massica del gas di scarico non tracciabili o calcolata dai segnali dell'ECU.

## 2. SIMBOLI

%	— per cento
#/km	— numero per chilometro
$a_0$	— intercetta su $y$ della linea di regressione
$a_1$	— coefficiente angolare della linea di regressione
g/km	— grammi per chilometro
Hz	— hertz
km	— chilometro
m	— metro
mg/km	— milligrammi per chilometro
$r^2$	— coefficiente di determinazione
$x$	— valore effettivo del segnale di riferimento
$y$	— valore effettivo del segnale oggetto di convalida

## 3. PROCEDURA DI CONVALIDA DEL PEMS

3.1. **Frequenza di convalida del PEMS**

Si raccomanda di convalidare il PEMS installato una volta per ciascuna combinazione PEMS-veicolo prima della prova o, in alternativa, dopo il completamento di una prova su strada. L'installazione del PEMS deve rimanere invariata nel periodo di tempo tra la prova su strada e la convalida.

3.2. **Procedura di convalida del PEMS**3.2.1. *Installazione del PEMS*

Il PEMS deve essere installato e preparato conformemente alle prescrizioni dell'appendice 1. L'installazione del PEMS non deve essere modificata dopo il completamento della prova di convalida e fino all'inizio della prova su strada.

3.2.2. *Condizioni di prova*

La prova di convalida deve essere effettuata su un banco dinamometrico, per quanto applicabile, nelle condizioni di omologazione, seguendo le prescrizioni del regolamento UN/ECE n. 83, serie di modifiche 07, allegato 4a o qualsiasi altro metodo di misura adeguato. Si raccomanda di effettuare la prova di convalida con la procedura di prova per veicoli leggeri armonizzata a livello mondiale (WLTC), come specificato nel regolamento tecnico mondiale n. 15 dell'UNECE, allegato 1. La temperatura ambiente deve rientrare nell'intervallo specificato al punto 5.2 del presente allegato.

Si raccomanda di far riconfluire nel CVS il flusso di gas di scarico estratto dal PEMS durante la prova di convalida. Se ciò non è possibile, i risultati del CVS devono essere corretti per la massa del gas di scarico estratto. Se la portata massica del gas di scarico è convalidata con un misuratore della portata massica del gas di scarico, si raccomanda di verificare le misurazioni della portata massica con i dati ottenuti da un sensore o dall'ECU.

### 3.2.3. Analisi dei dati

Le emissioni totali specifiche per la distanza [g/km] misurate con apparecchiature di laboratorio devono essere calcolate secondo il regolamento UN/ECE n. 83, serie di modifiche 07, allegato 4a. Le emissioni misurate con il PEMS devono essere calcolate conformemente all'appendice 4, punto 9, sommate per ottenere la massa totale delle emissioni inquinanti [g] e poi divise per la distanza di prova [km] ottenuta dal banco dinamometrico. La massa totale delle sostanze inquinanti specifica per la distanza [g/km], determinata dal PEMS e dal sistema del laboratorio di riferimento, deve essere raffrontata e valutata rispetto ai requisiti di cui al punto 3.3. Per la convalida delle misurazioni delle emissioni di NO<sub>x</sub>, si deve applicare la correzione dell'umidità secondo quanto indicato nel regolamento UN/ECE n. 83, serie di modifiche 07, allegato 4a, punto 6.6.5.

### 3.3. Tolleranze ammissibili per la convalida del PEMS

I risultati della convalida del PEMS devono soddisfare le prescrizioni di cui alla tabella 1. Se una delle tolleranze ammissibili non è rispettata, si devono prendere misure correttive e la convalida del PEMS deve essere ripetuta.

Tabella 1

#### Tolleranze ammissibili

Parametro [Unità]	Tolleranza ammissibile
Distanza [km] <sup>(1)</sup>	± 250 m del riferimento del laboratorio
THC <sup>(2)</sup> [mg/km]	il maggiore tra ± 15 mg/km e il 15 % del riferimento del laboratorio
CH <sub>4</sub> <sup>(2)</sup> [mg/km]	il maggiore tra ± 15 mg/km e il 15 % del riferimento del laboratorio
NMHC <sup>(2)</sup> [mg/km]	il maggiore tra ± 20 mg/km e il 20 % del riferimento del laboratorio
PN <sup>(2)</sup> [# /km]	<sup>(3)</sup>
CO <sup>(2)</sup> [mg/km]	il maggiore tra ± 150 mg/km e il 15 % del riferimento del laboratorio
CO <sub>2</sub> [g/km]	il maggiore tra ± 10 g/km e il 10 % del riferimento del laboratorio
NO <sub>x</sub> <sup>(2)</sup> [mg/km]	il maggiore tra ± 15 mg/km e il 15 % del riferimento del laboratorio

<sup>(1)</sup> Applicabile solo se la velocità del veicolo è determinata dall'ECU; per rispettare la tolleranza ammissibile è consentito regolare le misurazioni della velocità del veicolo effettuate dall'ECU in base all'esito della prova di convalida.

<sup>(2)</sup> Parametro obbligatorio solo se la misurazione è richiesta nell'allegato IIIA, sezione 2.1.

<sup>(3)</sup> Non ancora determinata.

## 4. PROCEDURA DI CONVALIDA DELLA PORTATA MASSICA DEL GAS DI SCARICO DETERMINATA DA STRUMENTI E SENSORI NON TRACCIABILI

### 4.1. Frequenza di convalida

Oltre a soddisfare i requisiti di linearità dell'appendice 2, punto 3, in condizioni stazionarie, la linearità dei misuratori della portata massica del gas di scarico non tracciabili o la portata massica del gas di scarico calcolata da sensori o segnali dell'ECU non tracciabili deve essere convalidata in condizioni transitorie per ciascun veicolo di prova rispetto a un misuratore della portata massica del gas di scarico tarato o al CVS. La procedura della prova di convalida può essere eseguita senza l'installazione del PEMS, ma deve seguire, in linea generale, i requisiti di cui al regolamento UN/ECE n. 83, serie di modifiche 07, allegato 4a, e i requisiti pertinenti per i misuratori della portata massica del gas di scarico di cui all'appendice 1.

#### 4.2. Procedura di convalida

La prova di convalida deve essere effettuata su un banco dinamometrico nelle condizioni di omologazione, per quanto applicabile, conformemente alle prescrizioni del regolamento UN/ECE n. 83, serie di modifiche 07, allegato 4a. La procedura di prova deve essere la procedura di prova per veicoli leggeri armonizzata a livello mondiale (WLTC), come specificato nel regolamento tecnico mondiale n. 15 dell'UNECE, allegato 1. Come riferimento si deve usare un flussometro tarato in modo tracciabile. La temperatura ambiente deve rientrare nell'intervallo specificato al punto 5.2 del presente allegato. L'installazione del misuratore della portata massica del gas di scarico e l'esecuzione della prova devono soddisfare le prescrizioni del presente allegato, appendice 1, punto 3.4.3.

Per convalidare la linearità si devono seguire le seguenti fasi di calcolo:

- il segnale oggetto di convalida e il segnale di riferimento devono essere corretti in funzione del tempo soddisfacendo, per quanto possibile, i requisiti dell'appendice 4, punto 3;
- i punti inferiori al 10 % del valore della portata massima devono essere esclusi dall'ulteriore analisi;
- ad una frequenza costante di almeno 1,0 Hz, il segnale oggetto di convalida e il segnale di riferimento devono essere correlati utilizzando l'equazione di interpolazione ottimale avente la forma:

$$y = a_1x + a_0$$

dove:

$y$  è il valore effettivo del segnale oggetto di convalida

$a_1$  è il coefficiente angolare della linea di regressione

$x$  è il valore effettivo del segnale di riferimento

$a_0$  è l'intercetta su  $y$  della linea di regressione

L'errore standard della stima (SEE) di  $y$  su  $x$  e il coefficiente di determinazione ( $r^2$ ) vanno calcolati per ciascun parametro di misura e per ciascun sistema.

- I parametri di regressione lineare devono essere conformi ai requisiti della tabella 2.

#### 4.3. Requisiti

Si devono soddisfare i requisiti di linearità riportati nella tabella 2. Se una delle tolleranze ammissibili non è rispettata, si devono prendere misure correttive e la convalida deve essere ripetuta.

Tabella 2

##### Requisiti di linearità della portata massica del gas di scarico calcolata e misurata

Parametro/sistema di misura	$a_0$	Coefficiente angolare $a_1$	Errore standard SEE	Coefficiente di determinazione $r^2$
Portata massica del gas di scarico	$0,0 \pm 3,0$ kg/h	$1,00 \pm 0,075$	$\leq 10$ % max	$\geq 0,90$

## Appendice 4

**Determinazione delle emissioni**

## 1. INTRODUZIONE

La presente appendice descrive la procedura da seguire per determinare le emissioni di massa istantanea e particelle [g/s; #/s] da utilizzare per la successiva valutazione di un percorso di prova e per il calcolo del risultato finale delle emissioni come descritto nelle appendici 5 e 6.

## 2. SIMBOLI

%	— per cento
<	— inferiore a
#/s	— numero al secondo
$\alpha$	— rapporto molare dell'idrogeno (H/C)
$\beta$	— rapporto molare del carbonio (C/C)
$\gamma$	— rapporto molare dello zolfo (S/C)
$\delta$	— rapporto molare dell'azoto (N/C)
$\Delta t_{t,i}$	— tempo di trasformazione t dell'analizzatore [s]
$\Delta t_{t,m}$	— tempo di trasformazione t del misuratore della portata massica del gas di scarico [s]
$\varepsilon$	— rapporto molare dell'ossigeno (O/C)
$r_e$	— densità dello scarico
$r_{gas}$	— densità del componente "gas" dello scarico
l	— rapporto dell'aria in eccesso
$l_i$	— rapporto istantaneo dell'aria in eccesso
$A/F_{st}$	— rapporto stechiometrico aria/carburante [kg/kg]
°C	— gradi centigradi
$c_{CH_4}$	— concentrazione di metano
$c_{CO}$	— concentrazione di CO su secco [%]
$c_{CO_2}$	— concentrazione di CO <sub>2</sub> su secco [%]
$c_{dry}$	— concentrazione di un inquinante su secco in ppm o % vol.
$c_{gas,i}$	— concentrazione istantanea del componente "gas" dello scarico [ppm]
$c_{HCw}$	— concentrazione di HC su umido [ppm]
$c_{HC(w)/NMC}$	— concentrazione di HC quando il CH <sub>4</sub> o il C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> fluisce attraverso l'NMC [ppmC <sub>1</sub> ]
$c_{HC(w)/oNMC}$	— concentrazione di HC quando il CH <sub>4</sub> o il C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> bypassa l'NMC [ppmC <sub>1</sub> ]
$c_{i,c}$	— concentrazione del componente i corretta per il tempo [ppm]
$c_{i,r}$	— concentrazione del componente i [ppm] nel gas di scarico
$c_{NMHC}$	— concentrazione di idrocarburi non metanici
$c_{wet}$	— concentrazione di un inquinante su umido in ppm o % vol.
$E_E$	— efficienza riferita all'etano
$E_M$	— efficienza riferita al metano

g	— grammo
g/s	— grammi al secondo
$H_a$	— umidità dell'aria di aspirazione [g d'acqua per kg d'aria secca]
i	— numero della misurazione
kg	— chilogrammo
kg/h	— chilogrammi all'ora
kg/s	— chilogrammi al secondo
$k_w$	— fattore di correzione secco/umido
m	— metro
$m_{\text{gas},i}$	— massa del componente "gas" dello scarico [g/s]
$q_{\text{maw},i}$	— portata massica istantanea dell'aria di aspirazione [kg/s]
$q_{\text{m},c}$	— portata massica del gas di scarico corretta per il tempo [kg/s]
$q_{\text{mew},i}$	— portata massica istantanea del gas di scarico [kg/s]
$q_{\text{mf},i}$	— portata massica istantanea del carburante [kg/s]
$q_{\text{m},r}$	— portata massica grezza del gas di scarico [kg/s]
r	— coefficiente di correlazione incrociata
$r^2$	— coefficiente di determinazione
$r_h$	— fattore di risposta agli idrocarburi
giri/min	— giri al minuto
s	— secondo
$u_{\text{gas}}$	— valore u del componente "gas" dello scarico

### 3. CORREZIONE DEI PARAMETRI IN FUNZIONE DEL TEMPO

Per il calcolo corretto delle emissioni specifiche per la distanza si devono correggere in funzione del tempo le tracce registrate delle concentrazioni dei componenti, la portata massica del gas di scarico, la velocità del veicolo e altri dati del veicolo. Per facilitare la correzione in funzione del tempo, i dati oggetto di allineamento temporale devono essere registrati in un unico dispositivo di registrazione dei dati o con una marcatura temporale sincronizzata, secondo l'appendice 1, punto 5.1. La correzione in funzione del tempo e l'allineamento dei parametri devono essere effettuati seguendo la sequenza di cui ai punti da 3.1 a 3.3.

#### 3.1. Correzione delle concentrazioni dei componenti in funzione del tempo

Le tracce registrate di tutte le concentrazioni dei componenti devono essere allineate temporalmente sottraendo dall'ora della misurazione i tempi di trasformazione dei rispettivi analizzatori. Il tempo di trasformazione degli analizzatori deve essere determinato in conformità all'appendice 2, punto 4.4:

$$c_{i,c}(t - \Delta t_{i,i}) = c_{i,r}(t)$$

dove:

$c_{i,c}$  è la concentrazione corretta in funzione del tempo del componente i quale funzione del tempo t

$c_{i,r}$  è la concentrazione grezza del componente i quale funzione del tempo t

$\Delta t_{i,i}$  è il tempo di trasformazione t dell'analizzatore che misura il componente i

### 3.2. **Correzione della portata massica del gas di scarico in funzione del tempo**

La portata massica del gas di scarico misurata con un misuratore della portata del gas di scarico deve essere allineata temporalmente sottraendo dall'ora della misurazione il tempo di trasformazione del misuratore della portata massica del gas di scarico. Il tempo di trasformazione del misuratore della portata massica deve essere determinato in conformità all'appendice 2, punto 4.4.9:

$$q_{m,c}(t - \Delta t_{t,m}) = q_{m,r}(t)$$

dove:

$q_{m,c}$  è la portata massica del gas di scarico corretta in funzione del tempo quale funzione del tempo  $t$

$q_{m,r}$  è la portata massica del gas di scarico grezza quale funzione del tempo  $t$

$\Delta t_{t,m}$  è il tempo di trasformazione  $t$  del misuratore della portata massica del gas di scarico

Se la portata massica del gas di scarico è determinata da dati dell'ECU o da un sensore, si deve considerare un ulteriore tempo di trasformazione ottenuto tramite correlazione incrociata tra la portata massica del gas di scarico calcolata e la portata massica del gas di scarico misurata secondo l'appendice 3, punto 4.

### 3.3. **Allineamento temporale dei dati del veicolo**

Altri dati ottenuti da un sensore o dall'ECU devono essere allineati temporalmente tramite correlazione incrociata con dati sulle emissioni adeguati (ad esempio le concentrazioni dei componenti).

#### 3.3.1. *Velocità del veicolo da fonti diverse*

Per allineare temporalmente la velocità del veicolo alla portata massica del gas di scarico è anzitutto necessario stabilire un tracciato della velocità valido. Se la velocità del veicolo è ottenuta da fonti multiple (ad esempio, il GPS, un sensore o l'ECU), i valori della velocità devono essere allineati temporalmente tramite correlazione incrociata.

#### 3.3.2. *Velocità del veicolo e portata massica del gas di scarico*

La velocità del veicolo deve essere allineata temporalmente alla portata massica del gas di scarico tramite correlazione incrociata tra la portata massica del gas di scarico e il prodotto di velocità del veicolo e accelerazione positiva.

#### 3.3.3. *Ulteriori segnali*

L'allineamento temporale dei segnali i cui valori cambiano lentamente ed entro un intervallo ridotto, ad esempio la temperatura ambiente, può essere omesso.

## 4. **AVVIAMENTO A FREDDO**

Il periodo di avviamento a freddo copre i primi 5 minuti dopo l'avviamento iniziale del motore a combustione. Se la temperatura del liquido di raffreddamento può essere determinata in modo affidabile, il periodo di avviamento a freddo termina quando il liquido di raffreddamento raggiunge 343 K (70 °C) per la prima volta, ma non oltre 5 minuti dopo l'avviamento iniziale del motore. Le emissioni con avviamento a freddo devono essere registrate.

## 5. **MISURAZIONI DELLE EMISSIONI DURANTE L'ARRESTO DEL MOTORE**

Si devono registrare le emissioni istantanee o le misurazioni della portata del gas di scarico ottenute mentre il motore a combustione è disattivato. In una fase separata, i valori registrati devono poi essere azzerati dal post-trattamento dei dati. Il motore a combustione va considerato disattivato se valgono due dei seguenti criteri: il regime del motore registrato è < 50 giri/min; la portata massica del gas di scarico è misurata a < 3 kg/h; la portata massica del gas di scarico misurata scende a < 15 % della portata massica del gas di scarico stazionaria al minimo.

## 6. **CONTROLLO DI COERENZA DELL'ALTITUDINE DEL VEICOLO**

In caso di dubbi motivati che il percorso si sviluppasse oltre l'altitudine consentita specificata nell'allegato IIIA, punto 5.2 e nel caso in cui l'altitudine sia stata misurata unicamente con un GPS, i dati sull'altitudine del GPS devono essere controllati per verificarne la coerenza e, se necessario, corretti. La coerenza dei dati deve essere verificata confrontando i dati sulla latitudine, sulla longitudine e sull'altitudine forniti dal GPS con l'altitudine indicata in un modello digitale del terreno o in una mappa topografica in scala adeguata. Le misurazioni che si discostano di oltre 40 metri dall'altitudine riportata nella mappa topografica devono essere corrette ed evidenziate manualmente.

## 7. CONTROLLO DI COERENZA DELLA VELOCITÀ DEL VEICOLO RILEVATA DAL GPS

È necessario controllare la coerenza della velocità del veicolo determinata dal GPS calcolando e confrontando la distanza complessiva percorsa con misurazioni di riferimento ottenute da un sensore, dall'ECU convalidata o, in alternativa, da una rete stradale digitale o da una mappa topografica. È obbligatorio correggere i dati del GPS in caso di errori ovvi, ad esempio, applicando un sensore di navigazione stimata prima del controllo di coerenza. Il file con i dati originali e non corretti deve essere conservato e tutti i dati corretti devono essere evidenziati. I dati corretti non devono superare un periodo di tempo ininterrotto di 120 s o un totale di 300 s. La distanza complessiva percorsa calcolata dai dati del GPS corretti non deve discostarsi di oltre il 4 % dalla distanza di riferimento. Se i dati del GPS non soddisfano questi requisiti e non è disponibile nessun'altra fonte di velocità affidabile, i risultati della prova devono essere annullati.

## 8. CORREZIONE DELLE EMISSIONI

8.1. **Correzione secco/umido**

Se le emissioni sono misurate su una base secca, le concentrazioni misurate devono essere convertite in una base umida come:

$$c_{\text{wet}} = k_w \cdot c_{\text{dry}}$$

dove:

$c_{\text{wet}}$  è la concentrazione di un inquinante su umido in ppm o % vol.

$c_{\text{dry}}$  è la concentrazione di un inquinante su secco in ppm o % vol.

$k_w$  è il fattore di correzione secco/umido

Per calcolare  $k_w$  si deve usare la seguente equazione:

$$k_w = \left( \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (c_{\text{CO}_2} + c_{\text{CO}})} \right) \times 1,008$$

dove:

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times H_a}{1\,000 + (1,608 \times H_a)}$$

dove:

$H_a$  è l'umidità dell'aria di aspirazione [g d'acqua per kg di aria secca]

$c_{\text{CO}_2}$  è la concentrazione di CO<sub>2</sub> su secco [ %]

$c_{\text{CO}}$  è la concentrazione di CO su secco [ %]

$\alpha$  è il rapporto molare dell'idrogeno

8.2. **Correzione degli NO<sub>x</sub> in funzione dell'umidità e della temperatura ambiente**

Le emissioni di NO<sub>x</sub> non devono essere corrette in funzione dell'umidità e della temperatura ambiente.

## 9. DETERMINAZIONE DEI COMPONENTI GASSOSI ISTANTANEI DEL GAS DI SCARICO

9.1. **Introduzione**

I componenti del gas di scarico grezzo devono essere misurati con gli analizzatori di misura e campionamento descritti nell'appendice 2. Le concentrazioni grezze dei componenti pertinenti devono essere misurate secondo l'appendice 1. I dati devono essere corretti e allineati temporalmente in conformità al punto 3.

## 9.2. Calcolo delle concentrazioni di NMHC e CH<sub>4</sub>

Per la misurazione del metano con un NMC-FID, il calcolo degli NMHC dipende dal gas/metodo di taratura utilizzato per la regolazione della risposta di azzeramento/calibrazione. Quando si usa un FID per misurare i THC senza un NMC, deve essere tarato con propano/aria o propano/N<sub>2</sub> nel modo usuale. Per la taratura del FID in serie con un NMC sono consentiti i seguenti metodi:

- il gas di taratura costituito da propano/aria bypassa l'NMC;
- il gas di taratura costituito da metano/aria passa attraverso l'NMC.

Si raccomanda vivamente di tarare il FID usato per misurare la concentrazione di metano con metano/aria attraverso l'NMC.

Nel metodo a), la concentrazione di NMHC e CH<sub>4</sub> si calcola come segue:

$$c_{\text{CH}_4} = \frac{c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/NMC)}}}{(E_E - E_M)}$$

$$c_{\text{NMHC}} = \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}} - c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)}$$

Nel metodo b), la concentrazione di NMHC e CH<sub>4</sub> si calcola come segue:

$$c_{\text{CH}_4} = \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}} \times r_h \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)}$$

$$c_{\text{NMHC}} = \frac{c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/NMC)}} \times r_h \times (1 - E_M)}{(E_E - E_M)}$$

dove:

$c_{\text{HC(w/oNMC)}}$  è la concentrazione di HC quando il CH<sub>4</sub> o il C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> bypassa l'NMC [ppmC<sub>1</sub>]

$c_{\text{HC(w/NMC)}}$  è la concentrazione di HC quando il CH<sub>4</sub> o il C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> passa attraverso l'NMC [ppmC<sub>1</sub>]

$r_h$  è il fattore di risposta agli idrocarburi determinato come indicato nell'appendice 2, punto 4.3.3, lettera b)

$E_M$  è l'efficienza riferita al metano determinata come indicato nell'appendice 2, punto 4.3.4, lettera a)

$E_E$  è l'efficienza riferita all'etano determinata come indicato nell'appendice 2, punto 4.3.4, lettera b)

Se il FID usato per misurare la concentrazione di metano è tarato attraverso il dispositivo di eliminazione (metodo b), allora l'efficienza di conversione del metano determinata come indicato nell'appendice 2, punto 4.3.4, lettera a), è pari a zero. La densità usata per i calcoli della massa degli NMHC deve essere uguale a quella degli idrocarburi totali a 273,15 K e 101,325 kPa e dipende dal carburante.

## 10. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA MASSICA DEL GAS DI SCARICO

### 10.1. Introduzione

Per calcolare le emissioni massiche istantanee conformemente ai punti 11 e 12, è necessario determinare la portata massica del gas di scarico. La portata massica del gas di scarico deve essere determinata con uno dei metodi di misura diretti specificati nell'appendice 2, punto 7.2. In alternativa, è consentito calcolare la portata massica del gas di scarico come descritto ai punti da 10.2 a 10.4.

### 10.2. Metodo di calcolo basato sulla portata massica dell'aria e sulla portata massica del carburante

La portata massica istantanea del gas di scarico può essere calcolata in base alla portata massica dell'aria e alla portata massica del carburante come segue:

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} + q_{mf,i}$$

dove:

$q_{mew,i}$  è la portata massica istantanea del gas di scarico [kg/s]

$q_{maw,i}$  è la portata massica istantanea dell'aria di aspirazione [kg/s]

$q_{mf,i}$  è la portata massica istantanea del carburante [kg/s]

Se la portata massica dell'aria e la portata massica del carburante o la portata massica del gas di scarico sono determinate dalle registrazioni dell'ECU, la portata massica istantanea del gas di scarico calcolata deve soddisfare i requisiti di linearità specificati per la portata massica del gas di scarico nell'appendice 2, punto 3, e i requisiti di convalida specificati nell'appendice 3, punto 4.3.

### 10.3. Metodo di calcolo basato sulla portata massica dell'aria e sul rapporto aria/carburante

La portata massica istantanea del gas di scarico può essere calcolata in base alla portata massica dell'aria e al rapporto aria/carburante come segue:

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} \times \left( 1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda_i} \right)$$

dove:

$$A/F_{st} = \frac{138,0 \times \left( 1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right)}{12,011 + 1,008 \times \alpha + 15,9994 \times \varepsilon + 14,0067 \times \delta + 32,0675 \times \gamma}$$

$$\lambda_i = \frac{\left( 100 - \frac{c_{CO} \times 10^{-4}}{2} - c_{HCw} \times 10^{-4} \right) + \left( \frac{\alpha}{4} \times \frac{1 - \frac{2 \times c_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times c_{CO_2}}}{1 + \frac{c_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times c_{CO_2}}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2} \right) \times (c_{CO_2} + c_{CO} \times 10^{-4})}{4,764 \times \left( 1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right) \times (c_{CO_2} + c_{CO} \times 10^{-4} + c_{HCw} \times 10^{-4})}$$

dove:

$q_{maw,i}$  è la portata massica istantanea dell'aria di aspirazione [kg/s]

$A/F_{st}$  è il rapporto stechiometrico aria/carburante [kg/kg]

$\lambda_i$  è il rapporto istantaneo dell'aria in eccesso

$c_{CO_2}$  è la concentrazione di CO<sub>2</sub> su secco [%]

$c_{CO}$  è la concentrazione di CO su secco [ppm]

$c_{HCw}$  è la concentrazione di HC su umido [ppm]

- $\alpha$  è il rapporto molare dell'idrogeno (H/C)  
 $\beta$  è il rapporto molare del carbonio (C/C)  
 $\gamma$  è il rapporto molare dello zolfo (S/C)  
 $\delta$  è il rapporto molare dell'azoto (N/C)  
 $\epsilon$  è il rapporto molare dell'ossigeno (O/C)

I coefficienti si riferiscono ad un carburante  $C_\beta H_\alpha O_\epsilon N_\delta S_\gamma$  con  $\beta = 1$  per i carburanti basati sul carbonio. La concentrazione delle emissioni di HC è normalmente bassa e può essere omessa quando si calcola  $l_i$ .

Se la portata massica dell'aria e il rapporto aria/carburante sono determinati dalle registrazioni dell'ECU, la portata massica istantanea del gas di scarico calcolata deve soddisfare i requisiti di linearità specificati per la portata massica del gas di scarico nell'appendice 2, punto 3, e i requisiti di convalida specificati nell'appendice 3, punto 4.3.

#### 10.4. Metodo di calcolo basato sulla portata massica del carburante e sul rapporto aria/carburante

La portata massica istantanea del gas di scarico può essere calcolata dalla portata massica del carburante e dal rapporto aria/carburante (con  $A/F_{st}$  e  $l_i$ , conformemente al punto 10.3) come segue:

$$q_{mew,i} = q_{mf,i} \times (1 + A/F_{st} \times \lambda_i)$$

La portata massica istantanea del gas di scarico calcolata deve soddisfare i requisiti di linearità specificati per la portata massica del gas di scarico nell'appendice 2, punto 3, e i requisiti di convalida specificati nell'appendice 3, punto 4.3.

#### 11. CALCOLO DELLE EMISSIONI MASSICHE ISTANTANEE

Le emissioni massiche istantanee [g/s] devono essere determinate moltiplicando la concentrazione istantanea dell'inquinante considerato [ppm] per la portata massica istantanea del gas di scarico [kg/s], entrambe corrette e allineate per il tempo di trasformazione, e il rispettivo valore  $u$  della tabella 1. Se la misurazione viene effettuata su secco, prima di procedere ad ulteriori calcoli si deve applicare la correzione da secco a umido conformemente al punto 8.1. alle concentrazioni istantanee dei componenti. Se del caso, i valori negativi delle emissioni istantanee devono essere riportati in tutte le successive valutazioni dei dati. Tutte le cifre significative dei risultati intermedi devono essere incluse nel calcolo delle emissioni istantanee. Si deve applicare la seguente equazione:

$$m_{gas,i} = u_{gas} \cdot c_{gas,i} \cdot q_{mew,i}$$

dove:

- $m_{gas,i}$  è la massa del componente "gas" dello scarico [g/s]  
 $u_{gas}$  è il rapporto tra la densità del componente "gas" dello scarico e la densità totale del gas di scarico indicata nella tabella 1  
 $c_{gas,i}$  è la concentrazione misurata del componente "gas" dello scarico [ppm]  
 $q_{mew,i}$  è la portata massica del gas di scarico misurata [kg/s]  
 $gas$  è il rispettivo componente  
 $i$  numero della misurazione

Tabella 1

**Valori del gas di scarico grezzo  $u$  che riflettono il rapporto tra le densità del componente del gas di scarico o dell'inquinante  $i$  [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ] e la densità del gas di scarico [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ] <sup>(6)</sup>**

Carburante	$\rho_e$ [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]	Componente o inquinante $i$					
		NO <sub>x</sub>	CO	HC	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
		$\rho_{\text{gas}}$ [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]					
		2,053	1,250	( <sup>1</sup> )	1,9636	1,4277	0,716
$u_{\text{gas}}$ ( <sup>2</sup> ) ( <sup>6</sup> )							
Diesel (B7)	1,2943	0,001586	0,000966	0,000482	0,001517	0,001103	0,000553
Etanolo (ED95)	1,2768	0,001609	0,000980	0,000780	0,001539	0,001119	0,000561
GNC ( <sup>3</sup> )	1,2661	0,001621	0,000987	0,000528 ( <sup>4</sup> )	0,001551	0,001128	0,000565
Propano	1,2805	0,001603	0,000976	0,000512	0,001533	0,001115	0,000559
Butano	1,2832	0,001600	0,000974	0,000505	0,001530	0,001113	0,000558
GPL ( <sup>5</sup> )	1,2811	0,001602	0,000976	0,000510	0,001533	0,001115	0,000559
Benzina (E10)	1,2931	0,001587	0,000966	0,000499	0,001518	0,001104	0,000553
Etanolo (E85)	1,2797	0,001604	0,000977	0,000730	0,001534	0,001116	0,000559

(<sup>1</sup>) A seconda del carburante.

(<sup>2</sup>) a  $l = 2$ , aria secca, 273 K, 101,3 kPa.

(<sup>3</sup>) Valori  $u$  accurati entro lo 0,2 % per la composizione massica di: C = 66 – 76 %; H = 22 – 25 %; N = 0 – 12 %.

(<sup>4</sup>) NMHC sulla base di CH<sub>2,93</sub> (per i THC si deve usare il coefficiente  $u_{\text{gas}}$  del CH<sub>4</sub>).

(<sup>5</sup>)  $u$  accurato entro lo 0,2 % per la composizione massica di: C<sub>3</sub> = 70 – 90 %; C<sub>4</sub> = 10 – 30 %.

(<sup>6</sup>)  $u_{\text{gas}}$  è un parametro senza unità; i valori di  $u_{\text{gas}}$  includono conversioni di unità per garantire che le emissioni istantanee siano ottenute nell'unità fisica specificata, vale a dire g/s.

## 12. CALCOLO DELLE EMISSIONI ISTANTANEE DI PARTICELLE

La presente sezione definirà le prescrizioni future per calcolare le emissioni istantanee di particelle quando tale misurazione diventerà obbligatoria.

## 13. COMUNICAZIONE E SCAMBIO DEI DATI

I dati devono essere scambiati tra i sistemi di misura e il software di valutazione dei dati tramite un file di comunicazione standardizzato, come specificato nell'appendice 8, punto 2. L'eventuale pretrattamento dei dati, ad esempio la rettifica del tempo conformemente al punto 3 o la correzione del segnale di velocità del veicolo del GPS conformemente al punto 7, deve essere fatto con il software di controllo dei sistemi di misura e deve essere completato prima di generare il file di comunicazione dei dati. Se i dati sono corretti o elaborati prima di popolare il file di comunicazione dei dati, i dati grezzi originali devono essere conservati per la garanzia e il controllo della qualità. L'arrotondamento dei valori intermedi non è consentito. I valori intermedi devono invece rientrare nel calcolo delle emissioni istantanee [g/s; #/s] riportate dall'analizzatore, dallo strumento di misura del flusso, dal sensore o dall'ECU.

## Appendice 5

**Verifica delle condizioni dinamiche del percorso con il metodo 1 (finestra della media mobile)**

## 1. INTRODUZIONE

Il metodo della finestra della media mobile consente di rilevare le emissioni reali di guida (RDE) che si verificano durante la prova in una scala data. La prova si divide in sottosezioni (finestre) e la successiva elaborazione statistica mira ad identificare quali finestre sono adatte a valutare le prestazioni RDE del veicolo.

La "normalità" delle finestre è calcolata raffrontando le rispettive emissioni di CO<sub>2</sub> specifiche per la distanza <sup>(1)</sup> ad una curva di riferimento. La prova è completa quando comprende un numero sufficiente di finestre normali, che coprono zone con velocità diverse (percorso urbano, extraurbano e autostradale).

Fase 1. Segmentazione dei dati ed esclusione delle emissioni con avviamento a freddo

Fase 2. Calcolo delle emissioni per sottoinsiemi o "finestre" (punto 3.1)

Fase 3. Identificazione delle finestre normali (punto 4)

Fase 4. Verifica della completezza e della normalità della prova (punto 5)

Fase 5. Calcolo delle emissioni usando le finestre normali (punto 6).

## 2. SIMBOLI, PARAMETRI E UNITÀ

L'indice (i) si riferisce alla fase temporale

L'indice (j) si riferisce alla finestra

L'indice (k) si riferisce alla categoria (t = totale, u = urbano, r = extraurbano, m = autostradale) o alla curva caratteristica (cc) del CO<sub>2</sub>

L'indice "gas" si riferisce ai componenti dei gas di scarico regolamentati (ad esempio, NO<sub>x</sub>, CO, PN)

$\Delta$	— differenza
$\geq$	— maggiore o uguale
#	— numero
%	— per cento
$\leq$	— minore o uguale
$a_1, b_1$	— coefficienti della curva caratteristica del CO <sub>2</sub>
$a_2, b_2$	— coefficienti della curva caratteristica del CO <sub>2</sub>
$d_j$	— distanza coperta dalla finestra j [km]
$f_k$	— fattori di ponderazione per le quote di percorso urbano, extraurbano e autostradale
$h$	— distanza delle finestre dalla curva caratteristica del CO <sub>2</sub> [%]
$h_j$	— distanza della finestra j dalla curva caratteristica del CO <sub>2</sub> [%]
$\bar{h}_k$	— indice di gravità per la quota di percorso urbano, extraurbano e autostradale e per l'intero percorso
$k_{11}, k_{12}$	— coefficienti della funzione di ponderazione
$k_{21}, k_{21}$	— coefficienti della funzione di ponderazione

<sup>(1)</sup> Per gli ibridi, il consumo totale di energia deve essere convertito in CO<sub>2</sub>. Le regole per la conversione saranno introdotte in una fase successiva.

$M_{\text{CO}_2,\text{ref}}$	— massa di CO <sub>2</sub> di riferimento [g]
$M_{\text{gas}}$	— massa o numero di particelle del componente “gas” dello scarico [g] o [#]
$M_{\text{gas},j}$	— massa o numero di particelle del componente “gas” dello scarico nella finestra j [g] o [#]
$M_{\text{gas},d}$	— emissioni specifiche per la distanza del componente “gas” dello scarico [g/km] o [# /km]
$M_{\text{gas},d,j}$	— emissioni specifiche per la distanza del componente “gas” dello scarico nella finestra j [g/km] o [# /km]
$N_k$	— numero di finestre per le quote di percorso urbano, extraurbano e autostradale
$P_1, P_2, P_3$	— punti di riferimento
$t$	— tempo [s]
$t_{1,j}$	— primo secondo della j <sup>a</sup> finestra della media [s]
$t_{2,j}$	— ultimo secondo della j <sup>a</sup> finestra della media [s]
$t_i$	— tempo totale nella fase i [s]
$t_{i,j}$	— tempo totale nella fase i considerando la finestra j [s]
$tol_1$	— tolleranza primaria per la curva caratteristica del CO <sub>2</sub> del veicolo [%]
$tol_2$	— tolleranza secondaria per la curva caratteristica del CO <sub>2</sub> del veicolo [%]
$t_t$	— durata di una prova [s]
$v$	— velocità del veicolo [km/h]
$\bar{v}$	— velocità media delle finestre [km/h]
$v_i$	— velocità effettiva del veicolo nella fase temporale i [km/h]
$\bar{v}_j$	— velocità media del veicolo nella finestra j [km/h]
$\bar{v}_{P1} = 19 \text{ km/h}$	— velocità media della fase a bassa velocità del ciclo WLTP
$\bar{v}_{P2} = 56,6 \text{ km/h}$	— velocità media della fase ad alta velocità del ciclo WLTP
$\bar{v}_{P3} = 92,3 \text{ km/h}$	— velocità media della fase ad altissima velocità del ciclo WLTP
$w$	— fattore di ponderazione delle finestre
$w_j$	— fattore di ponderazione della finestra j

### 3. FINESTRE DELLA MEDIA MOBILE

#### 3.1. Definizione di finestre della media

Le emissioni istantanee calcolate secondo l'appendice 4 devono essere integrate utilizzando un metodo della finestra della media mobile basato sulla massa di CO<sub>2</sub> di riferimento. Il principio del calcolo è il seguente: le emissioni massiche non sono calcolate per l'insieme totale dei dati, ma per sottoinsiemi dell'insieme totale dei dati la cui lunghezza è determinata in modo da corrispondere alla massa di CO<sub>2</sub> emessa dal veicolo nel corso del ciclo di riferimento di laboratorio. Per calcolare la media mobile si applica un incremento temporale pari alla frequenza di campionamento dei dati. I sottoinsiemi usati per fare una media dei dati sulle emissioni sono chiamati “finestre della media”. Il calcolo descritto al presente punto può essere fatto dall'ultimo punto (all'indietro) o dal primo punto (in avanti).

I seguenti dati non devono essere considerati per il calcolo della massa di CO<sub>2</sub>, delle emissioni e della distanza delle finestre della media:

- la verifica periodica degli strumenti e/o successiva alle verifiche della deriva dello zero,
- le emissioni con avviamento a freddo, definito conformemente all'appendice 4, punto 4.4,
- velocità al suolo del veicolo < 1 km/h,
- le sezioni della prova in cui il motore a combustione è spento.

Le emissioni massiche (o il numero di particelle)  $M_{gas,j}$  devono essere determinati integrando le emissioni istantanee in g/s (o #/s per il PN) calcolate come specificato nell'appendice 4.

Figura 1

**Velocità del veicolo nel tempo — Emissioni medie del veicolo nel tempo a partire dalla prima finestra della media**

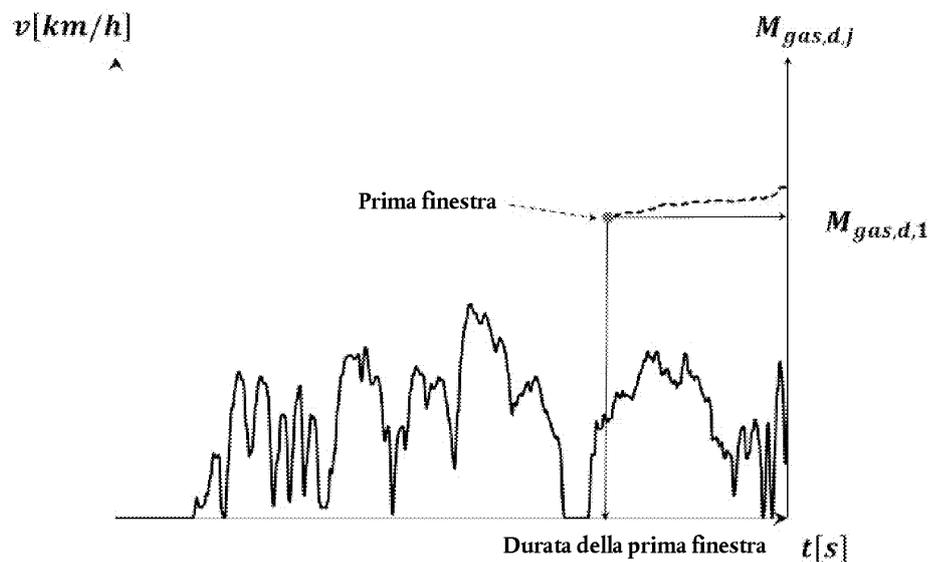
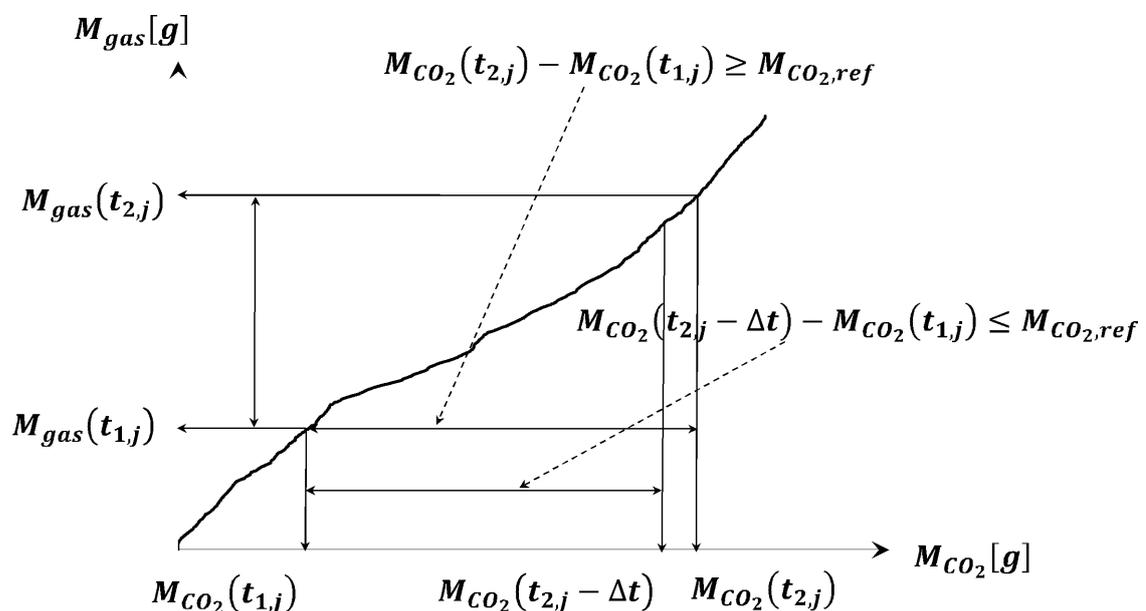


Figura 2

**Definizione di finestre della media basate sulla massa di CO<sub>2</sub>**



La durata ( $t_{2,j} - t_{1,j}$ ) della  $j^a$  finestra della media è determinata come segue:

$$M_{\text{CO}_2}(t_{2,j}) - M_{\text{CO}_2}(t_{1,j}) \geq M_{\text{CO}_2,\text{ref}}$$

dove:

$M_{\text{CO}_2}(t_{i,j})$  è la massa di  $\text{CO}_2$  misurata tra l'inizio della prova e il tempo ( $t_{i,j}$ ), [g];

$M_{\text{CO}_2,\text{ref}}$  è la metà della massa di  $\text{CO}_2$  [g] emessa dal veicolo durante il ciclo WLTP (prova di tipo I, compreso l'avviamento a freddo);

$t_{2,j}$  va scelto come:

$$M_{\text{CO}_2}(t_{2,j} - \Delta t) - M_{\text{CO}_2}(t_{1,j}) < M_{\text{CO}_2,\text{ref}} \leq M_{\text{CO}_2}(t_{2,j}) - M_{\text{CO}_2}(t_{1,j})$$

Dove  $\Delta t$  è il periodo di campionamento dei dati.

Le masse di  $\text{CO}_2$  sono calcolate nelle finestre integrando le emissioni istantanee calcolate come specificato nell'appendice 4 del presente allegato.

### 3.2. Calcolo delle emissioni delle finestre e delle medie

Si deve calcolare quanto segue per ciascuna finestra determinata in conformità al punto 3.1.:

- le emissioni specifiche per la distanza  $M_{\text{gas},d,j}$  per tutti gli inquinanti specificati nel presente allegato,
- le emissioni di  $\text{CO}_2$  specifiche per la distanza  $M_{\text{CO}_2,d,j}$ ,
- la velocità media del veicolo  $\bar{v}_j$

## 4. VALUTAZIONE DELLE FINESTRE

### 4.1. Introduzione

Le condizioni dinamiche di riferimento del veicolo di prova sono definite dalle emissioni di  $\text{CO}_2$  del veicolo rispetto alla velocità media misurata in sede di omologazione e indicate come "curva caratteristica del  $\text{CO}_2$  del veicolo".

Per ottenere le emissioni di  $\text{CO}_2$  specifiche per la distanza, il veicolo deve essere sottoposto a prova usando le regolazioni della resistenza all'avanzamento prescritte nel regolamento tecnico mondiale (GTR) n. 15 dell'UNECE — Procedura di prova per i veicoli leggeri armonizzata a livello mondiale (ECE/TRANS/180/Add.15).

### 4.2. Punti di riferimento della curva caratteristica del $\text{CO}_2$

I punti di riferimento  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$  richiesti per definire la curva devono essere stabiliti come segue:

#### 4.2.1. Punto $P_1$

$\bar{v}_{P_1} = 19 \text{ km/h}$  (velocità media della fase a bassa velocità del ciclo WLTP)

$M_{\text{CO}_2,d,P_1}$  = emissioni di  $\text{CO}_2$  del veicolo durante la fase a bassa velocità del ciclo WLTP x 1,2 [g/km]

#### 4.2.2. Punto $P_2$

4.2.3.  $\bar{v}_{P_2} = 56,6 \text{ km/h}$  (velocità media della fase ad alta velocità del ciclo WLTP)

$M_{\text{CO}_2,d,P_2}$  = emissioni di  $\text{CO}_2$  del veicolo durante la fase ad alta velocità del ciclo WLTP x 1,1 [g/km]

4.2.4. Punto  $P_3$ 

4.2.5.  $\bar{v}_{P_3} = 92,3 \text{ km/h}$  (velocità media della fase ad altissima velocità del ciclo WLTP)

$M_{CO_2,d,P_3}$  = emissioni di  $CO_2$  del veicolo durante la fase ad altissima velocità del ciclo WLTP  $\times 1,05 \text{ [g/km]}$

4.3. Definizione della curva caratteristica del  $CO_2$ 

Utilizzando i punti di riferimento definiti al punto 4.2, la curva caratteristica delle emissioni di  $CO_2$  è calcolata come funzione della velocità media utilizzando due sezioni lineari ( $P_1, P_2$ ) e ( $P_2, P_3$ ). La sezione ( $P_2, P_3$ ) è limitata a  $145 \text{ km/h}$  sull'asse della velocità del veicolo. La curva caratteristica è definita da equazioni come segue:

Per la sezione ( $P_1, P_2$ ):

$$M_{CO_2,d,CC}(\bar{v}) = a_1 \bar{v} + b_1$$

with  $a_1 = (M_{CO_2,d,P_2} - M_{CO_2,d,P_1}) / (\bar{v}_{P_2} - \bar{v}_{P_1})$

and  $b_1 = M_{CO_2,d,P_1} - a_1 \bar{v}_{P_1}$

Per la sezione ( $P_2, P_3$ ):

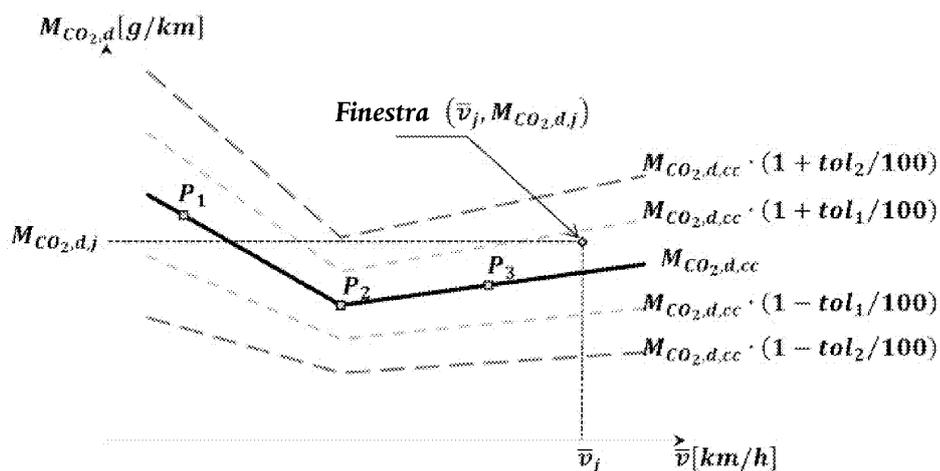
$$M_{CO_2,d,CC}(\bar{v}) = a_2 \bar{v} + b_2$$

with  $a_2 = (M_{CO_2,d,P_3} - M_{CO_2,d,P_2}) / (\bar{v}_{P_3} - \bar{v}_{P_2})$

and  $b_2 = M_{CO_2,d,P_2} - a_2 \bar{v}_{P_2}$

Figura 3

Curva caratteristica del  $CO_2$  del veicolo



#### 4.4. Finestre del tratto urbano, extraurbano e autostradale

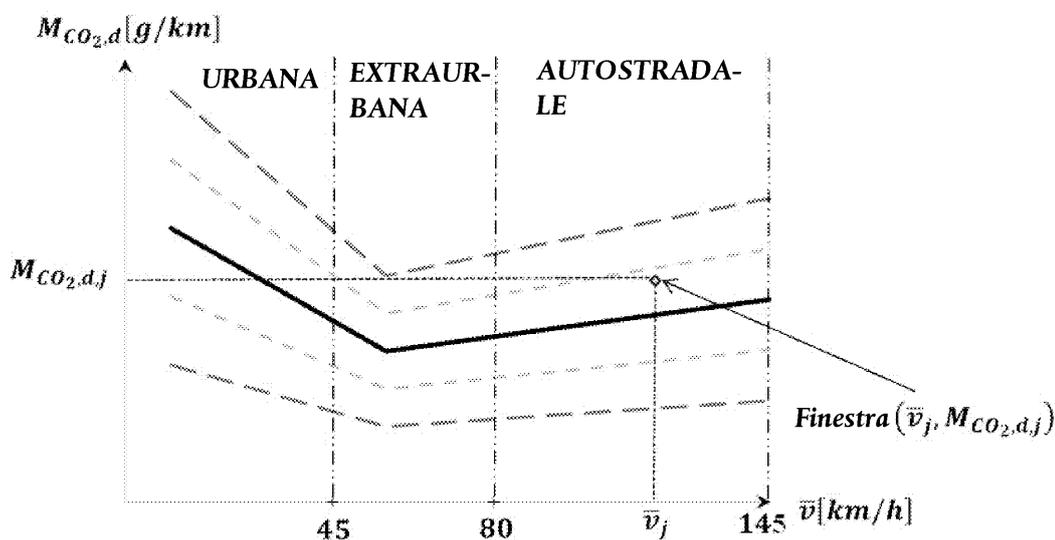
4.4.1. Le finestre relative al tratto urbano sono caratterizzate da velocità medie al suolo del veicolo  $\bar{v}_j$  inferiori a 45 km/h,

4.4.2. le finestre relative al tratto extraurbano sono caratterizzate da velocità medie al suolo del veicolo  $\bar{v}_j$  pari o superiori a 45 km/h e inferiori a 80 km/h,

4.4.3. le finestre relative al tratto autostradale sono caratterizzate da velocità medie al suolo del veicolo  $\bar{v}_j$  pari o superiori a 80 km/h e inferiori a 145 km/h.

Figura 4

#### Curva caratteristica del CO<sub>2</sub> del veicolo: definizioni di guida urbana, extraurbana e autostradale



#### 5. VERIFICA DELLA COMPLETEZZA E DELLA NORMALITÀ DEL PERCORSO

##### 5.1. Tolleranze attorno alla curva caratteristica del CO<sub>2</sub> del veicolo

La tolleranza primaria e la tolleranza secondaria della curva caratteristica del CO<sub>2</sub> del veicolo sono rispettivamente  $tol_1 = 25\%$  e  $tol_2 = 50\%$ .

##### 5.2. Verifica della completezza della prova

La prova è completa quando comprende almeno il 15 % delle finestre relative al percorso urbano, extraurbano e autostradale rispetto al numero totale di finestre.

##### 5.3. Verifica della normalità della prova

La prova è normale quando almeno il 50 % delle finestre relative al percorso urbano, extraurbano e autostradale rientrano nella tolleranza primaria definita per la curva caratteristica.

Se il requisito minimo del 50 % non è soddisfatto, la tolleranza positiva superiore  $tol_1$  può essere progressivamente aumentata dell'1 % fino al raggiungimento dell'obiettivo del 50 % delle finestre normali. Quando si usa questo meccanismo,  $tol_1$  non deve mai superare il 30 %.

## 6. CALCOLO DELLE EMISSIONI

## 6.1. Calcolo delle emissioni ponderate specifiche per la distanza

Le emissioni devono essere calcolate come media ponderata delle emissioni delle finestre specifiche per la distanza separatamente per i tratti urbano, extraurbano e autostradale e per l'intero percorso.

$$M_{\text{gas},d,k} = \frac{\sum (w_j M_{\text{gas},d,j})}{\sum w_j} \quad k = u,r,m$$

Il fattore di ponderazione  $w_j$  per ciascuna finestra deve essere determinato come segue:

$$\text{Se } M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j) \cdot (1 - \text{tol}_1/100) \leq M_{\text{CO}_2,d,j} \leq M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j) \cdot (1 + \text{tol}_1/100)$$

Allora  $w_j = 1$

Se

$$M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j) \cdot \left(1 + \frac{\text{tol}_1}{100}\right) \leq M_{\text{CO}_2,d,j} \leq M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j) \cdot \left(1 + \frac{\text{tol}_2}{100}\right)$$

Allora  $w_j = k_{11}h_j + k_{12}$

Con:  $k_{11} = 1/(\text{tol}_1 - \text{tol}_2)$

e  $k_{12} = \text{tol}_2/(\text{tol}_2 - \text{tol}_1)$

Se

$$M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j) \cdot (1 - \text{tol}_2/100) \leq M_{\text{CO}_2,d,j} \leq M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j) \cdot (1 - \text{tol}_1/100)$$

Allora  $w_j = k_{21}h_j + k_{22}$

con  $k_{21} = 1/(\text{tol}_2 - \text{tol}_1)$

e  $k_{22} = \text{tol}_1/(\text{tol}_2 - \text{tol}_1)$

Se

$$M_{\text{CO}_2,d,j}(\bar{v}_j) \leq M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j) \cdot (1 - \text{tol}_2/100)$$

o

$$M_{\text{CO}_2,d,j}(\bar{v}_j) \geq M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j) \cdot (1 + \text{tol}_2/100)$$

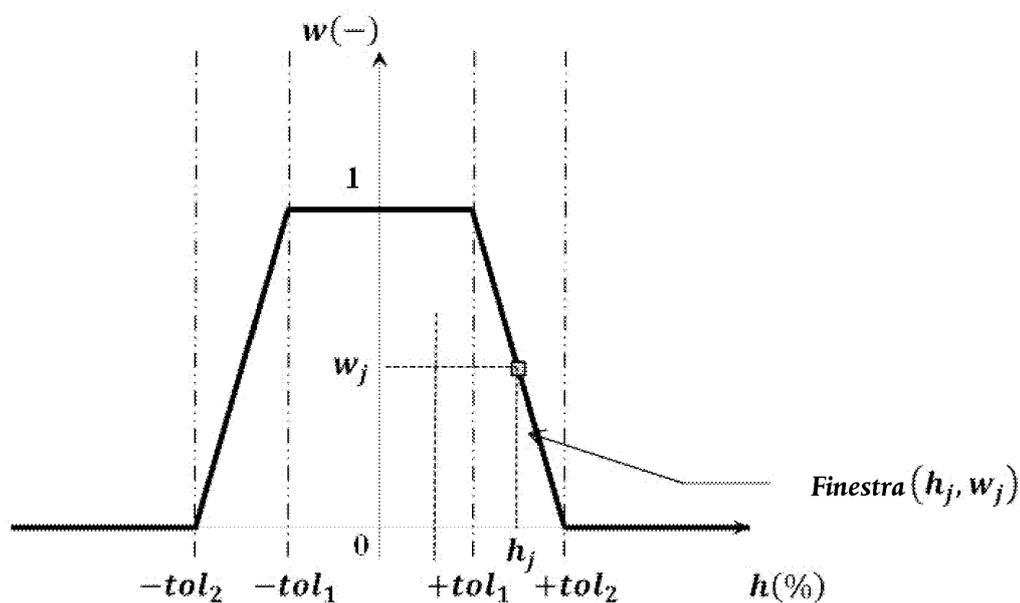
Allora  $w_j = 0$

dove:

$$h_j = 100 \cdot \frac{M_{\text{CO}_2,d,j} - M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j)}{M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j)}$$

Figura 5

## Funzione di ponderazione della finestra della media



## 6.2. Calcolo degli indici di gravità

Gli indici di gravità vanno calcolati separatamente per i tratti urbano, extraurbano e autostradale.

$$\bar{h}_k = \frac{1}{N_k} \sum h_j \quad k = u, r, m$$

e per l'intero percorso:

$$\bar{h}_t = \frac{f_u \bar{h}_u + f_r \bar{h}_r + f_m \bar{h}_m}{f_u + f_r + f_m}$$

Dove  $f_u, f_r, f_m$  sono pari a 0,34, 0,33 e 0,33 rispettivamente.

## 6.3. Calcolo delle emissioni per il percorso totale

Usando le emissioni specifiche per la distanza ponderate, calcolate conformemente al punto 6.1., si calcolano le emissioni specifiche per la distanza in [mg/km] per l'intero percorso per ciascun gas inquinante come segue:

$$M_{gas,d,t} = 1000 \cdot \frac{f_u \cdot M_{gas,d,u} + f_r \cdot M_{gas,d,r} + f_m \cdot M_{gas,d,m}}{(f_u + f_r + f_m)}$$

E per il numero di particelle:

$$M_{PN,d,t} = \frac{f_u \cdot M_{PN,d,u} + f_r \cdot M_{PN,d,r} + f_m \cdot M_{PN,d,m}}{(f_u + f_r + f_m)}$$

Dove  $f_u, f_r, f_m$  sono pari a 0,34, 0,33 e 0,33 rispettivamente.

## 7. ESEMPI NUMERICI

## 7.1. Calcoli della finestra della media

Tabella 1

## Impostazioni di calcolo principali

$M_{CO_2ref}$ [g]	610
Direzione per il calcolo della finestra della media	In avanti
Frequenza di acquisizione [Hz]	1

La figura 6 illustra in che modo sono definite le finestre della media sulla base dei dati registrati durante una prova su strada effettuata con un PEMS. Per ragioni di chiarezza, sono riportati di seguito solo i primi 1 200 secondi del percorso.

I secondi da 0 a 43 e i secondi da 81 a 86 sono esclusi perché il veicolo viaggiava a una velocità pari a zero.

La prima finestra della media inizia a  $t_{1,1} = 0$  s e termina al secondo  $t_{2,1} = 524$  s (tabella 3). La velocità del veicolo della finestra della media e le masse di CO e NO<sub>x</sub> integrate [g] emesse e corrispondenti ai dati validi nella prima finestra della media sono elencate nella tabella 4.

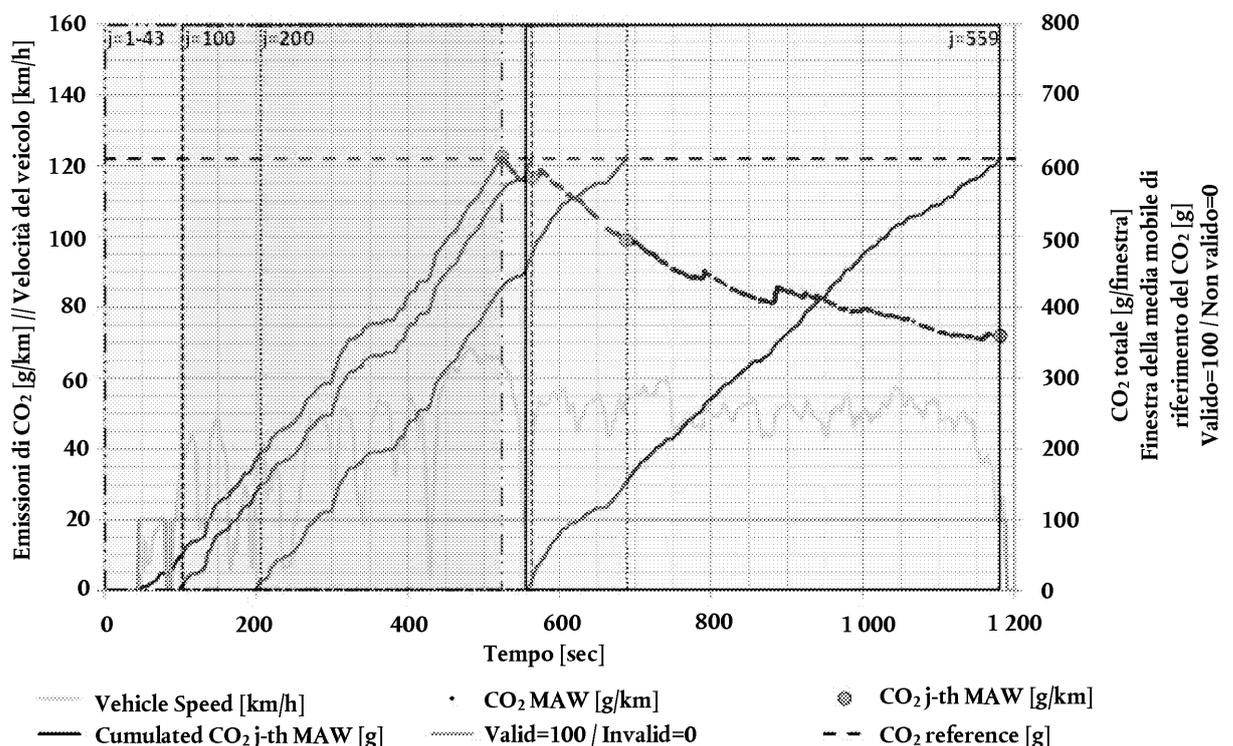
$$M_{CO_2,d,1} = \frac{M_{CO_2,1}}{d_1} = \frac{610,217}{4,977} = 122,61 \text{ g/km}$$

$$M_{CO,d,1} = \frac{M_{CO,1}}{d_1} = \frac{2,25}{4,98} = 0,45 \text{ g/km}$$

$$M_{NO_x,d,1} = \frac{M_{NO_x,1}}{d_1} = \frac{3,51}{4,98} = 0,71 \text{ g/km}$$

Figura 6

Emissioni istantanee di CO<sub>2</sub> registrate durante la prova su strada con un PEMS quale funzione del tempo. I riquadri rettangolari indicano la durata della j<sup>a</sup> finestra. La serie di dati denominata «valido=100 / non valido=0» mostra secondo per secondo i dati da escludere dall'analisi



## 7.2. Valutazione delle finestre

Tabella 2

Impostazioni di calcolo per la curva caratteristica del CO<sub>2</sub>

CO <sub>2</sub> WLTC a bassa velocità (P <sub>1</sub> ) [g/km]	154	
CO <sub>2</sub> WLTC ad alta velocità (P <sub>2</sub> ) [g/km]	96	
CO <sub>2</sub> WLTC ad altissima velocità (P <sub>3</sub> ) [g/km]	120	
Punto di riferimento		
P <sub>1</sub>	$\bar{v}_{P_1} = 19,0 \text{ km/h}$	$M_{\text{CO}_2,d,P_1} = 154 \text{ g/km}$
P <sub>2</sub>	$\bar{v}_{P_2} = 56,6 \text{ km/h}$	$M_{\text{CO}_2,d,P_2} = 96 \text{ g/km}$
P <sub>3</sub>	$\bar{v}_{P_3} = 92,3 \text{ km/h}$	$M_{\text{CO}_2,d,P_3} = 120 \text{ g/km}$

La definizione della curva caratteristica del CO<sub>2</sub> è la seguente:

Per la sezione (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>):

$$M_{\text{CO}_2,d}(\bar{v}) = a_1 \bar{v} + b_1$$

con

$$a_1 = (96 - 154) / (56,6 - 19,0) = -\frac{58}{37,6} = -1,543$$

$$e: b_1 = 154 - (-1,543) \times 19,0 = 154 + 29,317 = 183,317$$

Per la sezione (P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>):

$$M_{\text{CO}_2,d}(\bar{v}) = a_2 \bar{v} + b_2$$

con

$$a_2 = (120 - 96) / (92,3 - 56,6) = \frac{24}{35,7} = 0,672$$

$$e: b_2 = 96 - 0,672 \times 56,6 = 96 - 38,035 = 57,965$$

Esempi di calcolo dei fattori di ponderazione e della categorizzazione delle finestre come urbane, extraurbane o autostradali sono:

Per la finestra #45:

$$M_{\text{CO}_2,d,45} = 122,62 \text{ g/km}$$

$$\bar{v}_{45} = 38,12 \text{ km/h}$$

Per la curva caratteristica:

$$M_{\text{CO}_2,d,CC}(\bar{v}_{45}) = a_1 \bar{v}_{45} + b_1 = -1,543 \times 38,12 + 183,317 = 124,498 \text{ g/km}$$

Verifica di:

$$M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_j) \cdot (1 - \text{tol}_1/100) \leq M_{\text{CO}_2, \text{d},j} \leq M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_j) \cdot (1 + \text{tol}_1/100)$$

$$M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_{45}) \cdot (1 - \text{tol}_1/100) \leq M_{\text{CO}_2, \text{d},45} \leq M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_{45}) \cdot (1 + \text{tol}_1/100)$$

$$124,498 \times (1 - 25/100) \leq 122,62 \leq 124,498 \times (1 + 25/100)$$

$$93,373 \leq 122,62 \leq 155,622$$

Porta a:  $w_{45} = 1$

Per la finestra #556:

$$M_{\text{CO}_2, \text{d},556} = 72,15 \text{g/km}$$

$$\bar{v}_{556} = 50,12 \text{km/h}$$

Per la curva caratteristica:

$$M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_{556}) = a_1 \bar{v}_{556} + b_1 = -1,543 \times 50,12 + 183,317 = 105,982 \text{g/km}$$

Verifica di:

$$M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_j) \cdot (1 - \text{tol}_2/100) \leq M_{\text{CO}_2, \text{d},j} \leq M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_j) \cdot (1 + \text{tol}_2/100)$$

$$M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_{556}) \cdot (1 - \text{tol}_2/100) \leq M_{\text{CO}_2, \text{d},556} \leq M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_{556}) \cdot (1 + \text{tol}_2/100)$$

$$105,982 \times (1 - 50/100) \leq 72,15 \leq 105,982 \times (1 + 25/100)$$

$$52,991 \leq 72,15 \leq 79,487$$

Porta a:

$$h_{556} = 100 \cdot \frac{M_{\text{CO}_2, \text{d},556} - M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_{556})}{M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_{556})} = 100 \cdot \frac{72,15 - 105,982}{105,982} = -31,922$$

$$w_{556} = k_{21} h_{556} + k_{22} = 0,04 \cdot (-31,922) + 2 = 0,723$$

$$\text{with } k_{21} = 1/(\text{tol}_2 - \text{tol}_1) = 1/(50 - 25) = 0,04$$

$$\text{and } k_{22} = k_{21} \cdot \text{tol}_2 / (\text{tol}_2 - \text{tol}_1) = 50/(50 - 25) = 2$$

Tabella 3

**Dati numerici delle emissioni**

Finestra [#]	$t_{1,j}$ [s]	$t_{2,j} - \Delta t$ [s]	$t_{2,j}$ [s]	$M_{\text{CO}_2}(t_{2,j} - \Delta t) - M_{\text{CO}_2}(t_{1,j}) < M_{\text{CO}_2, \text{ref}}$ [g]	$M_{\text{CO}_2}(t_{2,j}) - M_{\text{CO}_2}(t_{1,j}) \geq M_{\text{CO}_2, \text{ref}}$ [g]
1	0	523	524	609,06	610,22
2	1	523	524	609,06	610,22
...	...		...	...	...

Finestra [#]	$t_{1,j}$ [s]	$t_{2,j} - \Delta t$ [s]	$t_{2,j}$ [s]	$M_{CO_2}(t_{2,j} - \Delta t) - M_{CO_2}(t_{1,j}) < M_{CO_2,ref}$ [g]	$M_{CO_2}(t_{2,j}) - M_{CO_2}(t_{1,j}) \geq M_{CO_2,ref}$ [g]
43	42	523	524	609,06	610,22
44	43	523	524	609,06	610,22
45	44	523	524	609,06	610,22
46	45	524	525	609,68	610,86
47	46	524	525	609,17	610,34
...	...		...	...	...
100	99	563	564	609,69	612,74
...	...		...	...	...
200	199	686	687	608,44	610,01
...	...		...	...	...
474	473	1 024	1 025	609,84	610,60
475	474	1 029	1 030	609,80	610,49
	...		...	...	...
556	555	1 173	1 174	609,96	610,59
557	556	1 174	1 175	609,09	610,08
558	557	1 176	1 177	609,09	610,59
559	558	1 180	1 181	609,79	611,23

Tabella 4

## Dati numerici della finestra

Finestra [#]	$t_{1j}$ [s]	$t_{2j}$ [s]	$d_j$ [km]	$\bar{v}_j$ [km/h]	$M_{CO_2,j}$ [g]	$M_{CO,j}$ [g]	$M_{NO_x,j}$ [g]	$M_{CO_2,d,j}$ [g/km]	$M_{CO,d,j}$ [g/km]	$M_{NO_x,d,j}$ [g/km]	$M_{CO_2,d,cc}(\bar{v}_j)$ [g/km]	Finestra (U/R/M)	$h_j$ [%]	$w_j$ [%]
1	0	524	4,98	38,12	610,22	2,25	3,51	122,61	0,45	0,71	124,51	URBANA	- 1,53	1,00
2	1	524	4,98	38,12	610,22	2,25	3,51	122,61	0,45	0,71	124,51	URBANA	- 1,53	1,00
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
43	42	524	4,98	38,12	610,22	2,25	3,51	122,61	0,45	0,71	124,51	URBANA	- 1,53	1,00
44	43	524	4,98	38,12	610,22	2,25	3,51	122,61	0,45	0,71	124,51	URBANA	- 1,53	1,00
45	44	524	4,98	38,12	610,22	2,25	3,51	122,62	0,45	0,71	124,51	URBANA	- 1,51	1,00
46	45	525	4,99	38,25	610,86	2,25	3,52	122,36	0,45	0,71	124,30	URBANA	- 1,57	1,00
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
100	99	564	5,25	41,23	612,74	2,00	3,68	116,77	0,38	0,70	119,70	URBANA	- 2,45	1,00
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
200	199	687	6,17	46,32	610,01	2,07	4,32	98,93	0,34	0,70	111,85	EXTRAURBANA	- 11,55	1,00
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
474	473	1 025	7,82	52,00	610,60	2,05	4,82	78,11	0,26	0,62	103,10	EXTRAURBANA	- 24,24	1,00
475	474	1 030	7,87	51,98	610,49	2,06	4,82	77,57	0,26	0,61	103,13	EXTRAURBANA	- 24,79	1,00
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
556	555	1 174	8,46	50,12	610,59	2,23	4,98	72,15	0,26	0,59	105,99	EXTRAURBANA	- 31,93	0,72
557	556	1 175	8,46	50,12	610,08	2,23	4,98	72,10	0,26	0,59	106,00	EXTRAURBANA	- 31,98	0,72
558	557	1 177	8,46	50,07	610,59	2,23	4,98	72,13	0,26	0,59	106,08	EXTRAURBANA	- 32,00	0,72
559	558	1 181	8,48	49,93	611,23	2,23	5,00	72,06	0,26	0,59	106,28	EXTRAURBANA	- 32,20	0,71

### 7.3. Finestre del tratto urbano, extraurbano e autostradale — Completezza del percorso

In questo esempio numerico, il percorso è costituito da 7 036 finestre della media. La tabella 5 elenca il numero di finestre classificate come urbane, extraurbane e autostradali in funzione della rispettiva velocità media del veicolo e suddivise in regioni rispetto alla loro distanza dalla curva caratteristica del CO<sub>2</sub>. Il percorso è completo poiché comprende almeno il 15 % di finestre relative al tratto urbano, extraurbano e autostradale rispetto al numero totale di finestre. Inoltre il percorso è caratterizzato come normale poiché almeno il 50 % delle finestre relative al tratto urbano, extraurbano e autostradale rientra nella tolleranza primaria definita per la curva caratteristica.

Tabella 5

#### Verifica della completezza e della normalità del percorso

Condizioni di guida	Numeri	Percentuale di finestre
Tutte le finestre		
Urbane	1 909	$1\,909/7\,036 \times 100 = 27,1 > 15$
Extraurbane	2 011	$2\,011/7\,036 \times 100 = 28,6 > 15$
Autostradali	3 116	$3\,116/7\,036 \times 100 = 44,3 > 15$
Totale	$1\,909 + 2\,011 + 3\,116 = 7\,036$	
Finestre normali		
Urbane	1 514	$1\,514/1\,909 \times 100 = 79,3 > 50$
Extraurbane	1 395	$1\,395/2\,011 \times 100 = 69,4 > 50$
Autostradali	2 708	$2\,708/3\,116 \times 100 = 86,9 > 50$
Totale	$1\,514 + 1\,395 + 2\,708 = 5\,617$	

## Appendice 6

**Verifica delle condizioni dinamiche del percorso con il metodo 2 (consumo di potenza)**

## 1. INTRODUZIONE

La presente appendice descrive la valutazione dei dati secondo il metodo del consumo di potenza, denominato nella presente appendice "valutazione mediante normalizzazione rispetto a una distribuzione della frequenza di potenza standardizzata" (SPF)

## 2. SIMBOLI, PARAMETRI E UNITÀ

$a_i$  accelerazione effettiva nella fase temporale  $i$ , se non altrimenti definita in un'equazione:

$$a_i = \frac{(v_{i+1} - v_i)}{3,6 \times (t_{i+1} - t_i)}, [\text{m/s}^2]$$

$a_{\text{ref}}$  accelerazione di riferimento per  $P_{\text{drive}}$  [0,45 m/s<sup>2</sup>]

$D_{\text{WLTC}}$  intercetta della linea specifica del veicolo "Veline" dal WLTC

$f_0, f_1, f_2$  coefficienti di resistenza all'avanzamento

$i$  fase temporale per le misurazioni istantanee, risoluzione minima 1 Hz

$j$  classe di potenza alla ruota,  $j =$  da 1 a 9

$k_{\text{WLTC}}$  coefficiente angolare della linea specifica del veicolo "Veline" dal WLTC

$m_{\text{gas}, i}$  massa istantanea del componente "gas" dello scarico nella fase temporale  $i$ , [g/s]

$m_{\text{gas}, 3s, k}$  media mobile di 3 secondi della portata massica del componente "gas" dello scarico nella fase temporale  $k$  data con una risoluzione di 1 Hz [g/s]

$\overline{m}_{\text{gas}, j}$  valore medio delle emissioni di un componente del gas di scarico nella classe di potenza alla ruota  $j$ , g/s

$M_{\text{gas}, d}$  emissioni specifiche per la distanza del componente "gas" dello scarico [g/km]

$p$  fase del WLTC (bassa, media, alta e altissima),  $p = 1-4$

$P_{\text{drag}}$  potenza resistente del motore nell'approccio "Veline", quando il flusso di carburante è nullo [kW]

$P_{\text{rated}}$  potenza nominale massima del motore dichiarata dal costruttore [kW]

$P_{\text{required}, i}$  potenza richiesta per superare la resistenza all'avanzamento e l'inerzia di un veicolo nella fase temporale  $i$  [kW]

$P_{r, i}$  uguale a  $P_{\text{required}, i}$  definita sopra, usata in equazioni più lunghe

$P_{\text{wot}}(n_{\text{norm}})$  curva di potenza a pieno carico [kW]

$P_{c, j}$  limiti delle classi di potenza alla ruota per la classe  $j$  [kW] ( $P_{c, j, \text{lower bound}}$  rappresenta il limite inferiore,  $P_{c, j, \text{upper bound}}$  il limite superiore)

$P_{c, \text{norm}, j}$  limiti delle classi di potenza alla ruota per la classe  $j$  quale valore di potenza normalizzato [-]

$P_{r, i}$  potenza richiesta alla ruota del veicolo per superare le resistenze all'avanzamento nella fase temporale  $i$  [kW]

$P_{w^9 3s, k}$  media mobile di 3 secondi della potenza richiesta alla ruota del veicolo per superare le resistenze all'avanzamento nella fase temporale  $k$  con una risoluzione di 1 Hz [kW]

$P_{\text{drive}}$  potenza richiesta al mozzo della ruota di un veicolo alla velocità e all'accelerazione di riferimento [kW]

$P_{\text{norm}}$  potenza normalizzata richiesta al mozzo della ruota [-]

$t_i$  tempo totale nella fase  $i$  [s]

$t_{c, j}$  percentuale di tempo della classe di potenza alla ruota  $j$  [%]

ts	ora di inizio della fase p del WLTC [s]
te	ora di fine della fase p del WLTC [s]
TM	massa di prova del veicolo [kg]; da specificare per sezione: peso di prova effettivo nella prova PEMS, peso della classe di inerzia del NEDC o masse nel WLTP (TM <sub>L</sub> , TM <sub>H</sub> o TM <sub>ind</sub> )
SPF	distribuzione della frequenza di potenza standardizzata
v <sub>i</sub>	velocità effettiva del veicolo nella fase temporale i [km/h]
$\bar{v}_j$	velocità media del veicolo nella classe di potenza alla ruota j, km/h
v <sub>ref</sub>	velocità di riferimento per P <sub>drive</sub> [70 km/h]
v <sub>3s,k</sub>	media mobile di 3 secondi della velocità del veicolo nella fase temporale k [km/h]

### 3. VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI MISURATE UTILIZZANDO UNA DISTRIBUZIONE DELLA FREQUENZA DI POTENZA STANDARDIZZATA ALLA RUOTA

Il metodo del consumo di potenza utilizza le emissioni istantanee degli inquinanti, m<sub>gas, i</sub> (g/s) calcolate conformemente all'appendice 4.

I valori m<sub>gas, i</sub> devono essere classificati in conformità alla potenza corrispondente alle ruote e le emissioni medie classificate per classe di potenza devono essere ponderate per ottenere i valori delle emissioni per una prova con una distribuzione della potenza normale secondo i seguenti punti.

#### 3.1. Fonti della potenza effettiva alla ruota

La potenza effettiva alla ruota P<sub>ri</sub> è la potenza totale necessaria per superare la resistenza aerodinamica, la resistenza al rotolamento, l'inerzia longitudinale del veicolo e l'inerzia rotazionale delle ruote.

Quando è misurato e registrato, il segnale della potenza alla ruota deve usare un segnale di coppia che soddisfi i requisiti di linearità di cui all'appendice 2, punto 3.2.

In alternativa, la potenza effettiva alla ruota può essere determinata dalle emissioni di CO<sub>2</sub> istantanee secondo la procedura di cui al punto 4 della presente appendice.

#### 3.2. Classificazione delle medie mobili rispetto al percorso urbano, extraurbano e autostradale

Le frequenze di potenza standard sono definite per la guida urbana e per il percorso totale (cfr. punto 3.4) e si devono valutare separatamente le emissioni per il percorso totale e per la parte urbana. Le medie mobili di 3 secondi calcolate in conformità al punto 3.3 devono dunque successivamente essere attribuite alle condizioni di guida urbana e extraurbana secondo il segnale di velocità (v<sub>3s,k</sub>), come indicato nella tabella 1-1.

Tabella 1-1

#### Intervalli di velocità per l'attribuzione dei dati della prova alle condizioni di guida urbana, extraurbana e autostradale nel metodo del consumo di potenza

	Urbana	Extraurbana <sup>(1)</sup>	Autostradale <sup>(1)</sup>
v <sub>3s,k</sub> [km/h]	da 0 a ≤ 60	da > 60 a ≤ 90	90

<sup>(1)</sup> Per la valutazione, le medie mobili di 3 secondi devono solo essere successivamente classificate in eventi in condizioni di velocità urbana per la parte "urbana" del percorso. Per il percorso "totale" si devono usare tutte le medie mobili di 3 secondi indipendentemente dalla velocità.

Dove

v<sub>3s,k</sub> media mobile di 3 secondi della velocità del veicolo nella fase temporale k [km/h]

k fase temporale per i valori della media mobile

### 3.3. Calcolo delle medie mobili dei dati di prova istantanei

Si devono calcolare le medie mobili di 3 secondi da tutti i dati di prova istantanei pertinenti al fine di ridurre le influenze di un eventuale allineamento temporale imperfetto tra portata massica delle emissioni e potenza alla ruota. I valori della media mobile devono essere calcolati ad una frequenza di 1 Hz:

$$m_{gas,3s,k} = \frac{\sum_{i=k}^{k+3} m_{gas,i}}{3}$$

$$P_{w,3s,k} = \frac{\sum_{i=k}^{k+3} P_{w,i}}{3}$$

$$v_{3s,k} = \frac{\sum_{i=k}^{k+3} v_i}{3}$$

Dove

k fase temporale per i valori della media mobile

i fase temporale dai dati di prova istantanei

### 3.4. Definizione delle classi di potenza alla ruota per la classificazione delle emissioni

3.4.1. Le classi di potenza e le percentuali di tempo corrispondenti delle classi di potenza in condizioni di guida normali sono definite per valori di potenza normalizzati in modo da essere rappresentative per qualunque veicolo commerciale leggero (tabella 1-2).

Tabella 1-2

**Frequenze di potenza standard normalizzate per la guida urbana e per una media ponderata per un percorso totale costituito da 1/3 di chilometraggio urbano, 1/3 extraurbano e 1/3 autostradale**

Classe di potenza n.	P <sub>c, norm, j</sub> [-]		Urbana	Percorso totale
	Da >	a ≤	Percentuale di tempo, t <sub>cj</sub>	
1		- 0,1	21,9700 %	18,5611 %
2	- 0,1	0,1	28,7900 %	21,8580 %
3	0,1	1	44,0000 %	43,45 %
4	1	1,9	4,7400 %	13,2690 %
5	1,9	2,8	0,4500 %	2,3767 %
6	2,8	3,7	0,0450 %	0,4232 %
7	3,7	4,6	0,0040 %	0,0511 %
8	4,6	5,5	0,0004 %	0,0024 %
9	5,5		0,0003 %	0,0003 %

Le colonne P<sub>c, norm</sub> nella Tabella 1-2 devono essere denormalizzate moltiplicandole per P<sub>drive</sub>, dove P<sub>drive</sub> è la potenza effettiva alla ruota dell'auto sottoposta a prova con le regolazioni previste per l'omologazione sul banco dinamometrico a v<sub>ref</sub> e a<sub>ref</sub>:

$$P_{c,j} [\text{kW}] = P_{c, \text{norm}, j} \times P_{\text{drive}}$$

$$P_{\text{drive}} = \frac{v_{\text{ref}}}{3,6} \times (f_0 + f_1 \times v_{\text{ref}} + f_2 \times v_{\text{ref}}^2 + TM_{\text{NEDC}} \times a_{\text{ref}}) \times 0,001$$

Dove

- $j$  è l'indice della classe di potenza secondo la tabella 1-2
- i coefficienti di resistenza all'avanzamento  $f_0, f_1, f_2$  andrebbero calcolati con un'analisi di regressione con il metodo dei minimi quadrati a partire dalla seguente definizione:

$$P_{Corrected}/v = f_0 + f_1 \times v + f_2 \times v^2$$

dove ( $P_{Corrected}/v$ ) è la forza di resistenza all'avanzamento alla velocità  $v$  del veicolo per il ciclo di prova NEDC di cui all'allegato 4a, appendice 7, punto 5.1.1.2.8 del regolamento UNECE n. 83 — serie di modifiche 07.

- $TM_{NEDC}$  è la classe di inerzia del veicolo nella prova di omologazione [kg]

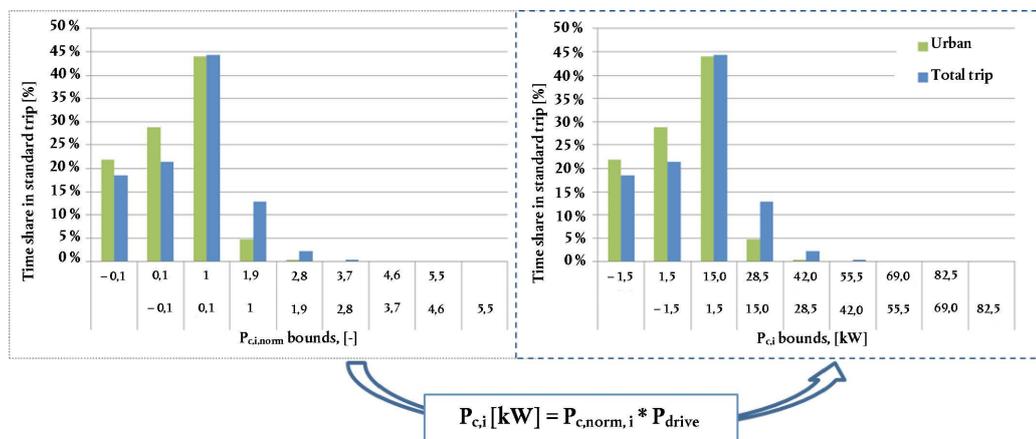
3.4.2. *Correzione delle classi di potenza alla ruota*

La classe di potenza massima alla ruota da considerare è la classe più elevata nella tabella 1-2 che comprende ( $P_{rated} \times 0,9$ ). Le percentuali di tempo di tutte le classi escluse devono essere aggiunte alla classe più elevata rimanente.

Da ciascuna  $P_{c, norm, j}$  si deve calcolare la  $P_{c, j}$  corrispondente per definire i limiti superiore e inferiore in kW per classe di potenza alla ruota per il veicolo sottoposto a prova, come illustrato nella figura 1.

Figura 1

**Immagine schematica per convertire la frequenza di potenza standardizzata normalizzata in una frequenza di potenza specifica per il veicolo**



Un esempio di questa denormalizzazione è riportato di seguito.

Esempio di dati in entrata:

Parametro	Valore
$f_0$ [N]	79,19
$f_1$ [N/(km/h)]	0,73
$f_2$ [N/(km/h) <sup>2</sup> ]	0,03
TM [kg]	1 470
$P_{rated}$ [kW]	120 (Esempio 1)
$P_{rated}$ [kW]	75 (Esempio 2)

Risultati corrispondenti:

$$P_{\text{drive}} = 70 \text{ [km/h]} / 3,6 \times (79,19 + 0,73 \text{ [N/(km/h)]}) \times 70 \text{ [km/h]} + 0,03 \text{ [N/(km/h)}^2] \times (70 \text{ [km/h]})^2 + 1\,470 \text{ [kg]} \times 0,45 \text{ [m/s}^2] \times 0,001$$

$$P_{\text{drive}} = 18,25 \text{ kW}$$

Tabella 2

**Valori della frequenza di potenza standard denormalizzati dalla tabella 1-2 (per l'esempio 1)**

Classe di potenza n.	P <sub>cj</sub> [kW]		Urbana	Percorso totale
	Da >	a ≤	Percentuale di tempo, t <sub>Cj</sub>	
1	Tutti < - 1,825	- 1,825	21,97 %	18,5611 %
2	- 1,825	1,825	28,79 %	21,8580 %
3	1,825	18,25	44,00 %	43,4583 %
4	18,25	34,675	4,74 %	13,2690 %
5	34,675	51,1	0,45 %	2,3767 %
6	51,1	67,525	0,045 %	0,4232 %
7	67,525	83,95	0,004 %	0,0511 %
8	83,95	100,375	0,0004 %	0,0024 %
9 (1)	100,375	Tutti > 100,375	0,00025 %	0,0003 %

(1) La classe più elevata di potenza alla ruota da considerare è quella contenente  $0,9 \times P_{\text{rated}}$ . In questo caso  $0,9 \times 120 = 108$ .

Tabella 3

**Valori della frequenza di potenza standard denormalizzati dalla tabella 1-2 (per l'esempio 2)**

Classe di potenza n.	P <sub>cj</sub> [kW]		Urbana	Percorso totale
	Da >	a ≤	Percentuale di tempo, t <sub>Cj</sub>	
1	Tutti < - 1,825	- 1,825	21,97 %	18,5611 %
2	- 1,825	1,825	28,79 %	21,8580 %
3	1,825	18,25	44,00 %	43,4583 %
4	18,25	34,675	4,74 %	13,2690 %
5	34,675	51,1	0,45 %	2,3767 %
6 (1)	51,1	Tutti > 51,1	0,04965 %	0,4770 %
7	67,525	83,95	—	—
8	83,95	100,375	—	—
9	100,375	Tutti > 100,375	—	—

(1) La classe più elevata di potenza alla ruota da considerare è quella contenente  $0,9 \times P_{\text{rated}}$ . In questo caso  $0,9 \times 75 = 67,5$ .

### 3.5. Classificazione dei valori della media mobile

Ciascun valore della media mobile calcolato in conformità al punto 3.2 deve essere classificato nella classe di potenza alla ruota denormalizzata cui appartiene la media mobile di 3 secondi della potenza effettiva alla ruota  $P_{w,3s,k}$ . I limiti della classe di potenza alla ruota denormalizzata devono essere calcolati conformemente al punto 3.3.

La classificazione deve essere fatta per tutte le medie mobili di 3 secondi dei dati dell'intero percorso valido nonché per tutte le parti urbane del percorso. Inoltre tutte le medie mobili classificate come urbane secondo i limiti di velocità definiti nella tabella 1-1 devono essere classificate in una serie di classi di potenza urbana, indipendentemente dal momento in cui la media mobile è comparsa nel percorso.

Si deve quindi calcolare la media di tutti i valori delle medie mobili di 3 secondi all'interno di una classe di potenza alla ruota per ciascuna classe di potenza alla ruota per parametro. Le equazioni sono descritte di seguito e devono essere applicate una volta per l'insieme di dati urbani e una volta per l'insieme complessivo di dati.

Classificazione dei valori delle medie mobili di 3 secondi nella classe di potenza  $j$  ( $j =$  da 1 a 9):

$$\text{if } P_{Cj_{\text{lower bound}}} < P_{w,3s,k} \leq P_{Cj_{\text{upper bound}}}$$

poi: indice della classe per emissioni e velocità =  $j$

Si deve contare il numero di valori delle medie mobili di 3 secondi per ciascuna classe di potenza:

$$\text{if } P_{Cj_{\text{lower bound}}} < P_{w,3s,k} \leq P_{Cj_{\text{upper bound}}}$$

poi:  $\text{counts}_j = n + 1$  ( $\text{counts}_j$  significa contare il numero di valori delle emissioni delle medie mobili di 3 secondi in una classe di potenza per verificare successivamente le richieste di copertura minima)

### 3.6. Verifica della copertura della classe di potenza e della normalità della distribuzione della potenza

Affinché la prova sia valida, le percentuali di tempo delle singole classi di potenza alla ruota devono rientrare negli intervalli elencati nella tabella 4.

Tabella 4

#### Percentuali minime e massime per classe di potenza per una prova valida

Classe di potenza n.	$P_{c, \text{norm}, j}$ [-]		Percorso totale		Parti urbane del percorso	
	Da >	a ≤	limite inferiore	limite superiore	limite inferiore	limite superiore
Somma 1 + 2 <sup>(1)</sup>		0,1	15 %	60 %	5 % <sup>(1)</sup>	60 %
3	0,1	1	35 %	50 %	28 %	50 %
4	1	1,9	7 %	25 %	0,7 %	25 %
5	1,9	2,8	1,0 %	10 %	> 5 conteggi	5 %
6	2,8	3,7	> 5 conteggi	2,5 %	0 %	2 %
7	3,7	4,6	0 %	1,0 %	0 %	1 %
8	4,6	5,5	0 %	0,5 %	0 %	0,5 %
9	5,5		0 %	0,25 %	0 %	0,25 %

<sup>(1)</sup> Rappresenta il totale delle condizioni di rotazione a vuoto e di bassa potenza.

Per avere una dimensione del campione sufficiente, oltre ai requisiti della tabella 4 si richiede una copertura minima di 5 conteggi per il percorso totale in ciascuna classe di potenza alla ruota fino alla classe contenente il 90 % della potenza nominale.

Si richiede una copertura minima di 5 conteggi per la parte urbana del percorso in ciascuna classe di potenza alla ruota fino alla classe n. 5. Se i conteggi nella parte urbana del percorso in una classe di potenza alla ruota sopra il numero 5 sono inferiori a 5, il valore medio delle emissioni della classe deve essere fissato a zero.

### 3.7. Come fare la media dei valori misurati per classe di potenza alla ruota

Si deve fare la media delle medie mobili suddivise in ciascuna classe di potenza alla ruota come segue:

$$\bar{m}_{gas,j} = \frac{\sum_{\text{all } k \text{ in class } j} m_{gas,3s,k}}{counts_j}$$

$$\bar{v}_j = \frac{\sum_{\text{all } k \text{ in class } j} v_{3s,k}}{counts_j}$$

Dove

j classe di potenza alla ruota da 1 a 9 secondo la tabella 1

$\bar{m}_{gas,j}$  valore medio delle emissioni di un componente del gas di scarico in una classe di potenza alla ruota (valore separato per i dati riguardanti l'intero percorso e le parti urbane del percorso), [g/s]

$\bar{v}_j$  velocità media in una classe di potenza alla ruota (valore separato per i dati riguardanti l'intero percorso e le parti urbane del percorso), [km/h]

k fase temporale per i valori della media mobile

### 3.8. Ponderazione dei valori medi per classe di potenza alla ruota

I valori medi di ciascuna classe di potenza alla ruota devono essere moltiplicati per la percentuale di tempo  $t_{c,j}$  per classe secondo la tabella 1-2 e sommati per ottenere la media ponderata per ciascun parametro. Questo valore rappresenta il risultato ponderato per un percorso con le frequenze di potenza standardizzate. Le medie ponderate devono essere calcolate per la parte urbana dei dati della prova utilizzando le percentuali di tempo per la distribuzione della potenza urbana e per il percorso totale utilizzando le percentuali di tempo per il totale.

Le equazioni sono descritte di seguito e devono essere applicate una volta per l'insieme di dati urbani e una volta per l'insieme complessivo di dati.

$$\bar{m}_{gas} = \sum_{j=1}^9 \bar{m}_{gas,j} \times t_{c,j}$$

$$\bar{v} = \sum_{j=1}^9 \bar{v}_j \times t_{c,j}$$

### 3.9. Calcolo del valore delle emissioni ponderate specifiche per la distanza

Le medie ponderate basate sul tempo delle emissioni nella prova devono essere convertite in emissioni basate sulla distanza una volta per l'insieme di dati urbani e una volta per l'insieme complessivo di dati come segue:

$$M_{w,gas,d} = 1\,000 \cdot \frac{\bar{m}_{gas} \times 3\,600}{\bar{v}}$$

Usando questa formula, calcolare le medie ponderate per le seguenti sostanze inquinanti:

$M_{w,NO_x,d}$  risultato ponderato della prova degli  $NO_x$  in [mg/km]

$M_{w,CO,d}$  risultato ponderato della prova del CO in [mg/km]

#### 4. VALUTAZIONE DELLA POTENZA ALLA RUOTA DALLA PORTATA MASSICA ISTANTANEA DI $CO_2$

La potenza alle ruote ( $P_{w,i}$ ) può essere calcolata dalla portata massica di  $CO_2$  misurata ad una frequenza di 1 Hz. Per questo calcolo si devono usare le linee del  $CO_2$  specifiche del veicolo ("Veline").

La "Veline" deve essere calcolata dalla prova di omologazione del veicolo nel WLTC secondo la procedura di prova descritta nel regolamento tecnico mondiale (GTR) n. 15 dell'UNECE — Procedura di prova per i veicoli leggeri armonizzata a livello mondiale (ECE/TRANS/180/Add.15).

La potenza media alla ruota per fase del WLTC deve essere calcolata in 1 Hz dalla velocità di guida e dalle regolazioni del banco dinamometrico. Tutti i valori di potenza alla ruota inferiori alla potenza resistente devono essere regolati al valore della potenza resistente

$$P_{w,i} = \frac{v_i}{3,6} \times (f_0 + f_1 \times v_i + f_2 \times v_i^2 + TM \times a_i) \times 0,001$$

Con

$f_0, f_1, f_2$  coefficienti di resistenza all'avanzamento usati nella prova del WLTP cui è stato sottoposto il veicolo

TM massa di prova del veicolo nella prova del WLTP cui è stato sottoposto il veicolo in [kg]

$$P_{drag} = -0,04 \times P_{rated}$$

$$\text{if } P_{w,i} < P_{drag} \text{ then } P_{w,i} = P_{drag}$$

La potenza media per fase del WLTC è calcolata dalla potenza alla ruota in 1 Hz secondo:

$$\overline{P}_{w,p} = \frac{\sum_{j=ts}^{te} P_{w,i}}{te - ts}$$

Con

p fase del WLTC (bassa, media, alta e altissima)

ts ora di inizio della fase p del WLTC [s]

te ora di fine della fase p del WLTC [s]

Si deve quindi effettuare una regressione lineare con la portata massica di  $CO_2$  dai valori del sacchetto del WLTC sull'asse y e dalla potenza media alla ruota  $\overline{P}_{w,p}$  per fase sull'asse x, come illustrato nella figura 2.

L'equazione della "Veline" risultante definisce la portata massica di  $CO_2$  quale funzione della potenza alla ruota:

$$CO_{2,i} = k_{WLTC} \times P_{w,i} + D_{WLTC} \quad CO_2 \text{ in [g/h]}$$

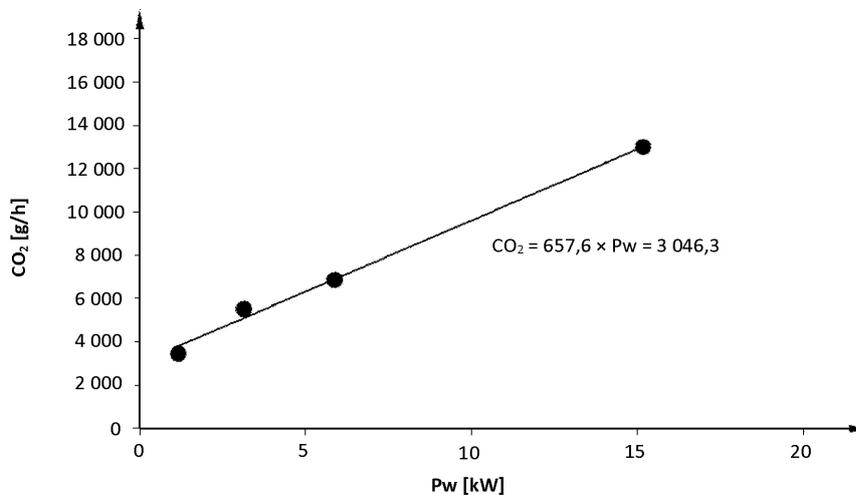
Dove

$k_{WLTC}$  coefficiente angolare della "Veline" dal WLTC [g/kWh]

$D_{WLTC}$  intercetta della "Veline" dal WLTC [g/h]

Figura 2

Immagine schematica che illustra come ottenere la “Veline” specifica del veicolo dai risultati delle prove del CO<sub>2</sub> nelle 4 fasi del WLTC



La potenza effettiva alla ruota deve essere calcolata dalla portata massica di CO<sub>2</sub> misurata secondo:

$$P_{w,i} = \frac{CO_{2,i} - D_{WLTC}}{k_{WLTC}}$$

Con

CO<sub>2</sub> in [g/h]

P<sub>w,j</sub> in [kW]

L'equazione soprariportata può essere usata per ottenere P<sub>w,i</sub> per la classificazione delle emissioni misurate come descritto al punto 3 con le seguenti condizioni supplementari nel calcolo

se  $v_i < 0,5$  e se  $a_i < 0$  allora  $P_{w,i} = 0$        $v$  in [m/s]

se  $CO_{2,i} < 0,5 \times D_{WLTC}$  allora  $P_{w,i} = P_{drag}$        $v$  in [m/s]

## Appendice 7

**Scelta dei veicoli da sottoporre alle prove PEMS al momento della prima omologazione**

## 1. INTRODUZIONE

Date le loro caratteristiche particolari, non è necessario eseguire prove PEMS per ciascun «tipo di veicolo relativamente alle emissioni e alle informazioni sulla riparazione e la manutenzione del veicolo», secondo la definizione di cui all'articolo 2, paragrafo 1, del presente regolamento e di seguito denominato «tipo di veicolo per quanto riguarda le emissioni». Diversi tipi di veicolo per quanto riguarda le emissioni possono essere raggruppati dal costruttore del veicolo per formare una «famiglia per le prove PEMS», in conformità alle prescrizioni del punto 3, che deve essere convalidata in base alle prescrizioni del punto 4.

## 2. SIMBOLI, PARAMETRI E UNITÀ

- N — numero di tipi di veicolo per quanto riguarda le emissioni
- NT — numero minimo di tipi di veicolo per quanto riguarda le emissioni
- $PMR_H$  — rapporto potenza-massa massimo di tutti i veicoli nella famiglia per le prove PEMS
- $PMR_L$  — rapporto potenza-massa minimo di tutti i veicoli nella famiglia per le prove PEMS
- $V_{eng\_max}$  — cilindrata massima del motore di tutti i veicoli nella famiglia per le prove PEMS

## 3. COSTITUZIONE DI UNA FAMIGLIA PER LE PROVE PEMS

Una famiglia per le prove PEMS comprende veicoli con caratteristiche delle emissioni simili. A scelta del costruttore, i tipi di veicolo per quanto riguarda le emissioni possono essere inclusi in una famiglia per le prove PEMS solo se sono identici per quanto riguarda le caratteristiche di cui ai punti 3.1. e 3.2.

3.1. **Criteri amministrativi**

- 3.1.1. L'autorità di omologazione che rilascia l'omologazione delle emissioni a norma del regolamento (CE) n. 715/2007
- 3.1.2. Un singolo costruttore del veicolo

3.2. **Criteri tecnici**

- 3.2.1. Tipo di propulsione (p. es. ICE, HEV, PHEV)
- 3.2.2. Tipi di carburanti (p. es. benzina, diesel, GPL, GN, ...). I veicoli a doppia alimentazione o policarburante possono essere raggruppati con altri veicoli con i quali hanno in comune uno dei carburanti
- 3.2.3. Processo di combustione (p. es. 2 tempi, 4 tempi)
- 3.2.4. Numero di cilindri
- 3.2.5. Configurazione del blocco cilindri (p. es. in linea, a V, radiale, a cilindri contrapposti)
- 3.2.6. Cilindrata del motore
- Il costruttore del veicolo deve specificare un valore  $V_{eng\_max}$  (= cilindrata massima del motore di tutti i veicoli della famiglia per le prove PEMS). I volumi del motore dei veicoli della famiglia per le prove PEMS non devono discostarsi di oltre - 22 % da  $V_{eng\_max}$  se  $V_{eng\_max}$  è  $\geq 1\ 500$  ccm e di oltre - 32 % da  $V_{eng\_max}$  se  $V_{eng\_max}$  è  $< 1\ 500$  ccm
- 3.2.7. Metodo di alimentazione del motore (p. es. iniezione indiretta o diretta o combinata)
- 3.2.8. Tipo di sistema di raffreddamento (p. es. aria, acqua, olio)
- 3.2.9. Metodo di aspirazione, come aspirazione naturale, sovralimentazione, tipo di compressore (p. es. dall'esterno, turbo singolo o multiplo, a geometria variabile ...)

3.2.10. Tipi e sequenza dei componenti di post-trattamento dei gas di scarico (p. es. catalizzatore a tre vie, catalizzatore a ossidazione, filtro anti-NO<sub>x</sub> con funzionamento in magro, SCR, catalizzatore per NO<sub>x</sub> con funzionamento in magro, filtro antiparticolato)

3.2.11. Ricircolo dei gas di scarico (con o senza, interno/esterno, raffreddato/non raffreddato, a bassa/alta pressione)

### 3.3. **Estensione di una famiglia per le prove PEMS**

Una famiglia per le prove PEMS esistente può essere estesa aggiungendo nuovi tipi di veicolo per quanto riguarda le emissioni. Anche la famiglia per le prove PEMS estesa e la sua convalida devono soddisfare le prescrizioni dei punti 3 e 4. In particolare ciò può implicare la necessità di sottoporre ulteriori veicoli alle prove PEMS per convalidare la famiglia per le prove PEMS estesa in conformità al punto 4.

### 3.4. **Famiglia per le prove PEMS alternativa**

In alternativa alle disposizioni di cui ai punti 3.1 e 3.2, il costruttore del veicolo può definire una famiglia per le prove PEMS identica ad un unico tipo di veicolo per quanto riguarda le emissioni. In questo caso la prescrizione di cui al punto 4.1.2 per convalidare la famiglia per le prove PEMS non si applica.

## 4. CONVALIDA DI UNA FAMIGLIA PER LE PROVE PEMS

### 4.1. **Prescrizioni generali per convalidare una famiglia per le prove PEMS**

4.1.1. Il costruttore del veicolo presenta un veicolo rappresentativo della famiglia per le prove PEMS all'autorità di omologazione. Il veicolo va sottoposto a una prova PEMS eseguita da un servizio tecnico al fine di dimostrare la conformità del veicolo rappresentativo alle prescrizioni del presente allegato.

4.1.2. L'autorità competente per il rilascio dell'omologazione delle emissioni conformemente al regolamento (CE) n. 715/2007 seleziona ulteriori veicoli in base alle prescrizioni del punto 4.2 della presente appendice per le prove PEMS eseguite da un servizio tecnico per dimostrare la conformità dei veicoli scelti alle prescrizioni del presente allegato. I criteri tecnici di selezione di un veicolo supplementare conformemente al punto 4.2 della presente appendice vanno registrati insieme ai risultati delle prove.

4.1.3. Con l'accordo dell'autorità di omologazione, una prova PEMS può anche essere eseguita da un operatore diverso in presenza di un servizio tecnico, a condizione che almeno le prove dei veicoli richieste dalla presente appendice, punti 4.2.2 e 4.2.6, e in totale almeno il 50 % delle prove PEMS richieste dalla presente appendice per convalidare la famiglia per le prove PEMS siano eseguite da un servizio tecnico. In tal caso, il servizio tecnico resta responsabile della corretta esecuzione di tutte le prove PEMS conformemente alle prescrizioni del presente allegato.

4.1.4. I risultati di una prova PEMS di un veicolo specifico possono essere usati per convalidare diverse famiglie per le prove PEMS secondo le prescrizioni della presente appendice, alle seguenti condizioni:

- i veicoli compresi in tutte le famiglie per le prove PEMS da convalidare sono omologati da un'unica autorità, conformemente alle prescrizioni del regolamento (CE) n. 715/2007, e tale autorità accetta di utilizzare i risultati delle prove PEMS del veicolo specifico per convalidare diverse famiglie per le prove PEMS,
- ciascuna famiglia per le prove PEMS da convalidare comprende un tipo di veicolo per quanto riguarda le emissioni, che comprende il veicolo specifico.

Per ciascuna convalida le relative responsabilità sono considerate assunte dal costruttore dei veicoli della rispettiva famiglia, a prescindere dal fatto che sia stato coinvolto o meno nella prova PEMS del tipo di veicolo specifico per quanto riguarda le emissioni.

### 4.2. **Scelta dei veicoli da sottoporre alle prove PEMS all'atto della convalida di una famiglia per le prove PEMS**

Quando si scelgono i veicoli da una famiglia per le prove PEMS occorre garantire che le seguenti caratteristiche tecniche pertinenti per le emissioni di sostanze inquinanti siano coperte da una prova PEMS. Un veicolo scelto per le prove può essere rappresentativo di caratteristiche tecniche diverse. Per la convalida di una famiglia per le prove PEMS, i veicoli devono essere scelti per le prove PEMS come segue:

4.2.1. per ogni combinazione di combustibili (ad es. benzina-GPL, benzina-GN, solo benzina) con la quale alcuni veicoli della famiglia per le prove PEMS possono funzionare, si deve scegliere per le prove PEMS almeno un veicolo in grado di funzionare con tale combinazione.

- 4.2.2. Il costruttore deve specificare un valore  $PMR_H$  (= rapporto potenza-massa massimo di tutti i veicoli della famiglia per le prove PEMS) e  $PMR_L$  (= rapporto potenza-massa minimo di tutti i veicoli della famiglia per le prove PEMS). In questo caso il "rapporto potenza-massa" corrisponde al rapporto tra la potenza massima netta del motore a combustione interna, come indicata al presente regolamento, allegato I, appendice 3, punto 3.2.1.8, e la massa di riferimento, come definita al regolamento (CE) n. 715/2007, articolo 3, paragrafo 3. Per le prove si deve scegliere almeno una configurazione del veicolo rappresentativa del  $PMR_H$  specificato e una configurazione del veicolo rappresentativa del  $PMR_L$  specificato di una famiglia per le prove PEMS. Se il rapporto potenza-massa di un veicolo si scosta di non oltre il 5 % dal valore  $PMR_H$  o  $PMR_L$  specificato, il veicolo deve considerarsi rappresentativo di questo valore.
- 4.2.3. Per le prove si deve scegliere almeno un veicolo per ciascun tipo di trasmissione (p. es. manuale, automatica, DCT) installata sui veicoli della famiglia per le prove PEMS.
- 4.2.4. Se veicoli con quattro ruote motrici (4 × 4) fanno parte della famiglia per le prove PEMS, se ne deve scegliere almeno uno da sottoporre alle prove.
- 4.2.5. Si deve sottoporre alle prove almeno un veicolo rappresentativo per ciascuna cilindrata del motore dei veicoli della famiglia per le prove PEMS.
- 4.2.6. Si deve sottoporre alle prove almeno un veicolo per ciascun numero di componenti del sistema di post-trattamento dei gas di scarico installati.
- 4.2.7. Fatte salve le disposizioni di cui ai punti da 4.2.1 a 4.2.6, si deve selezionare per le prove almeno il seguente numero di tipi di veicolo per quanto riguarda le emissioni di una data famiglia per le prove PEMS:

Numero N di tipi di veicolo per quanto riguarda le emissioni di una famiglia per le prove PEMS	Numero minimo NT di tipi di veicolo per quanto riguarda le emissioni scelti per le prove PEMS
1	1
da 2 a 4	2
da 5 a 7	3
da 8 a 10	4
da 11 a 49	$NT = 3 + 0,1 \times N$ (*)
più di 49	$NT = 0,15 \times N$ (*)

(\*) NT va arrotondato al numero intero maggiore più vicino.

## 5. INFORMAZIONI DA FORNIRE

- 5.1. Il costruttore del veicolo deve fornire una descrizione completa della famiglia per le prove PEMS, che comprenda in particolare i criteri tecnici descritti al punto 3.2, e deve presentarla all'autorità di omologazione pertinente.
- 5.2. Il costruttore deve attribuire un numero di identificazione unico del formato MS-OEM-X-Y alla famiglia per le prove PEMS e deve comunicarlo all'autorità di omologazione. Tale numero si compone come segue: MS è il numero distintivo dello Stato membro che rilascia l'omologazione CE <sup>(1)</sup>, OEM sono i tre caratteri che identificano il costruttore, X è un numero progressivo che identifica la famiglia per le prove PEMS originale e Y è un contatore per le estensioni della famiglia (0 indica una famiglia per le prove PEMS non ancora estesa).

(<sup>1</sup>) 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; 25 per la Croazia; 26 per la Slovenia; 27 per la Slovacchia; 29 per l'Estonia; 32 per la Lettonia; 34 per la Bulgaria; 36 per la Lituania; 49 per Cipro; 50 per Malta.

- 5.3. L'autorità di omologazione e il costruttore del veicolo devono conservare un elenco dei tipi di veicolo per quanto riguarda le emissioni che rientrano in una determinata famiglia per le prove PEMS sulla base dei numeri di omologazione dei tipi di emissioni. Per ciascun tipo di emissioni si devono fornire anche tutte le combinazioni corrispondenti di numeri di omologazione, tipi, varianti e versioni del veicolo, come definite nelle sezioni 0.10 e 0.2 del certificato di conformità CE del veicolo.
  - 5.4. L'autorità di omologazione e il costruttore del veicolo devono conservare un elenco dei tipi di veicolo per quanto riguarda le emissioni scelti per le prove PEMS al fine di convalidare la famiglia per le prove PEMS in conformità al punto 4. Tale elenco deve riportare anche le informazioni necessarie su come sono soddisfatti i criteri di selezione di cui al punto 4.2. e deve indicare altresì se le disposizioni del punto 4.1.3 sono state applicate per una specifica prova PEMS.
-

## Appendice 8

**Requisiti relativi allo scambio dei dati e alla trasmissione dei risultati**

## 1. INTRODUZIONE

La presente appendice descrive i requisiti per lo scambio dei dati tra i sistemi di misura e il software di valutazione dei dati e per la trasmissione e lo scambio dei risultati intermedi e finali dopo il completamento della valutazione dei dati.

Lo scambio e la trasmissione dei parametri obbligatori e facoltativi deve soddisfare le prescrizioni dell'appendice 1, punto 3.2. I dati specificati nei file di scambio e di trasmissione di cui al punto 3 devono essere comunicati per garantire una tracciabilità completa dei risultati finali.

## 2. SIMBOLI, PARAMETRI E UNITÀ

$a_1$  — coefficiente della curva caratteristica del CO<sub>2</sub>

$b_1$  — coefficiente della curva caratteristica del CO<sub>2</sub>

$a_2$  — coefficiente della curva caratteristica del CO<sub>2</sub>

$b_2$  — coefficiente della curva caratteristica del CO<sub>2</sub>

$k_{11}$  — coefficiente della funzione di ponderazione

$k_{12}$  — coefficiente della funzione di ponderazione

$k_{21}$  — coefficiente della funzione di ponderazione

$k_{22}$  — coefficiente della funzione di ponderazione

$tol_1$  — tolleranza primaria

$tol_2$  — tolleranza secondaria

## 3. FORMATO DELLO SCAMBIO DEI DATI E DELLA TRASMISSIONE DEI RISULTATI

3.1. **Aspetti generali**

I valori delle emissioni e tutti gli altri parametri pertinenti devono essere comunicati e scambiati come file di dati in formato csv. I valori dei parametri devono essere separati da una virgola, codice ASCII #h2C. Il separatore decimale dei valori numerici deve essere un punto, codice ASCII #h2E. Le righe devono terminare con un a capo, codice ASCII #h0D. Non si devono usare i separatori delle migliaia.

3.2. **Scambio di dati**

I dati devono essere scambiati tra i sistemi di misura e il software di valutazione dei dati tramite un file di trasmissione standardizzato contenente un gruppo minimo di parametri obbligatori e facoltativi. Il file di scambio dei dati deve essere strutturato come segue: le prime 195 righe devono essere riservate ad un'intestazione che fornisca informazioni specifiche in merito, ad esempio, alle condizioni di prova e all'identità e alla taratura dei componenti del PEMS (tabella 1). Le righe da 198 a 200 devono contenere le denominazioni e le unità dei parametri. La riga 201 e tutte le righe di dati successive devono comprendere il corpo del file di scambio dei dati e riportare i valori dei parametri (tabella 2). Il corpo del file di scambio dei dati deve contenere un numero di righe di dati pari almeno alla durata della prova in secondi moltiplicata per la frequenza di registrazione in Hertz.

3.3. **Risultati intermedi e finali**

I costruttori devono registrare parametri sommari dei risultati intermedi come strutturati nella tabella 3. Le informazioni di cui alla tabella 3 devono essere ottenute prima dell'applicazione dei metodi di valutazione dei dati di cui alle appendici 5 e 6.

Il costruttore del veicolo deve registrare i risultati dei due metodi di valutazione dei dati in file separati. I risultati della valutazione dei dati con il metodo descritto nell'appendice 5 devono essere comunicati conformemente alle tabelle 4, 5 e 6. I risultati della valutazione dei dati con il metodo descritto nell'appendice 6 devono essere comunicati conformemente alle tabelle 7, 8 e 9. L'intestazione del file di trasmissione dei dati deve essere composta da tre parti. Le prime 95 righe devono essere riservate a informazioni specifiche sulle impostazioni del metodo di valutazione dei dati. Le righe da 101 a 195 devono riportare i risultati del metodo di valutazione dei dati. Le righe da 201 a 490 devono essere riservate alla trasmissione dei risultati finali delle emissioni. La riga 501 e tutte le righe di dati successive comprendono il corpo del file di trasmissione dei dati e devono riportare i risultati dettagliati della valutazione dei dati.

#### 4. TABELLE PER LA TRASMISSIONE DEI DATI TECNICI

##### 4.1. Scambio di dati

Tabella 1

#### Intestazione del file di scambio dei dati

Riga	Parametro	Descrizione/unità
1	ID DELLA PROVA	[codice]
2	Data della prova	[giorno.mese.anno]
3	Ente che supervisiona la prova	[nome dell'ente]
4	Luogo dove si effettua la prova	[città, Stato]
5	Persona che supervisiona la prova	[nome del supervisore principale]
6	Conducente del veicolo	[nome del conducente]
7	Tipo di veicolo	[nome del veicolo]
8	Costruttore del veicolo	[nome]
9	Anno modello del veicolo	[anno]
10	ID del veicolo	[codice VIN]
11	Valore del contachilometri all'inizio della prova	[km]
12	Valore del contachilometri alla fine della prova	[km]
13	Categoria del veicolo	[categoria]
14	Limite di emissione dell'omologazione	[Euro X]
15	Tipo di motore	[p. es. ad accensione comandata, ad accensione spontanea]
16	Potenza nominale del motore	[kW]
17	Coppia massima	[Nm]
18	Cilindrata del motore	[ccm]
19	Trasmissione	[p. es. manuale, automatica]
20	Numero di marce avanti	[#]

Riga	Parametro	Descrizione/unità
21	Carburante	[p. es. benzina, diesel]
22	Lubrificante	[nome del prodotto]
23	Dimensioni degli pneumatici	[larghezza/altezza/diametro del cerchio]
24	Pressione degli pneumatici dell'asse anteriore e dell'asse posteriore	[bar; bar]
25	Parametri della resistenza all'avanzamento	[F <sub>0</sub> , F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> ]
26	Ciclo di prova dell'omologazione	[NEDC, WLTC]
27	Emissioni di CO <sub>2</sub> durante l'omologazione	[g/km]
28	Emissioni di CO <sub>2</sub> nella fase a bassa velocità del WLTC	[g/km]
29	Emissioni di CO <sub>2</sub> nella fase a media velocità del WLTC	[g/km]
30	Emissioni di CO <sub>2</sub> nella fase ad alta velocità del WLTC	[g/km]
31	Emissioni di CO <sub>2</sub> nella fase ad altissima velocità del WLTC	[g/km]
32	Massa di prova del veicolo <sup>(1)</sup>	[kg;% <sup>(2)</sup> ]
33	Fabbricante del PEMS	[nome]
34	Tipo di PEMS	[nome del PEMS]
35	Numero di serie del PEMS	[numero]
36	Alimentazione del PEMS	[p. es. tipo di batteria]
37	Fabbricante dell'analizzatore di gas	[nome]
38	Tipo di analizzatore di gas	[tipo]
39	Numero di serie dell'analizzatore di gas	[numero]
40-50 <sup>(3)</sup>	...	...
51	Fabbricante dell'EFM <sup>(4)</sup>	[nome]
52	Tipo di sensore dell'EFM <sup>(4)</sup>	[principio di funzionamento]
53	Numero di serie dell'EFM <sup>(4)</sup>	[numero]
54	Fonte della portata massica del gas di scarico	[EFM/ECU/sensore]
55	Sensore della pressione dell'aria	[tipo, fabbricante]
56	Data della prova	[giorno.mese.anno]

Riga	Parametro	Descrizione/unità
57	Ora di inizio della procedura preliminare alla prova	[h:min]
58	Ora di inizio del percorso	[h:min]
59	Ora di inizio della procedura successiva alla prova	[h:min]
60	Ora di fine della procedura preliminare alla prova	[h:min]
61	Ora di fine del percorso	[h:min]
62	Ora di fine della procedura successiva alla prova	[h:min]
63-70 <sup>(5)</sup>	...	...
71	Correzione in funzione del tempo: conversione — THC	[s]
72	Correzione in funzione del tempo: conversione — CH <sub>4</sub>	[s]
73	Correzione in funzione del tempo: conversione — NMHC	[s]
74	Correzione in funzione del tempo: conversione — O <sub>2</sub>	[s]
75	Correzione in funzione del tempo: conversione — PN	[s]
76	Correzione in funzione del tempo: conversione — CO	[s]
77	Correzione in funzione del tempo: conversione — CO <sub>2</sub>	[s]
78	Correzione in funzione del tempo: conversione — NO	[s]
79	Correzione in funzione del tempo: conversione — NO <sub>2</sub>	[s]
80	Correzione in funzione del tempo: conversione — portata massica del gas di scarico	[s]
81	Valore di riferimento della calibrazione — THC	[ppm]
82	Valore di riferimento della calibrazione — CH <sub>4</sub>	[ppm]
83	Valore di riferimento della calibrazione — NMHC	[ppm]
84	Valore di riferimento della calibrazione — O <sub>2</sub>	[%]
85	Valore di riferimento della calibrazione — PN	[#]
86	Valore di riferimento della calibrazione — CO	[ppm]
87	Valore di riferimento della calibrazione — CO <sub>2</sub>	[%]
88	Valore di riferimento della calibrazione — NO	[ppm]
89	Valore di riferimento della calibrazione — NO <sub>2</sub>	[ppm]
90-95 <sup>(5)</sup>	...	...

Riga	Parametro	Descrizione/unità
96	Risposta di azzeramento preliminare alla prova — THC	[ppm]
97	Risposta di azzeramento preliminare alla prova — CH <sub>4</sub>	[ppm]
98	Risposta di azzeramento preliminare alla prova — NMHC	[ppm]
99	Risposta di azzeramento preliminare alla prova — O <sub>2</sub>	[%]
100	Risposta di azzeramento preliminare alla prova — PN	[#]
101	Risposta di azzeramento preliminare alla prova — CO	[ppm]
102	Risposta di azzeramento preliminare alla prova — CO <sub>2</sub>	[%]
103	Risposta di azzeramento preliminare alla prova — NO	[ppm]
104	Risposta di azzeramento preliminare alla prova — NO <sub>2</sub>	[ppm]
105	Risposta di calibrazione preliminare alla prova — THC	[ppm]
106	Risposta di calibrazione preliminare alla prova — CH <sub>4</sub>	[ppm]
107	Risposta di calibrazione preliminare alla prova — NMHC	[ppm]
108	Risposta di calibrazione preliminare alla prova — O <sub>2</sub>	[%]
109	Risposta di calibrazione preliminare alla prova — PN	[#]
110	Risposta di calibrazione preliminare alla prova — CO	[ppm]
111	Risposta di calibrazione preliminare alla prova — CO <sub>2</sub>	[%]
112	Risposta di calibrazione preliminare alla prova — NO	[ppm]
113	Risposta di calibrazione preliminare alla prova — NO <sub>2</sub>	[ppm]
114	Risposta di azzeramento successiva alla prova — THC	[ppm]
115	Risposta di azzeramento successiva alla prova — CH <sub>4</sub>	[ppm]
116	Risposta di azzeramento successiva alla prova — NMHC	[ppm]
117	Risposta di azzeramento successiva alla prova — O <sub>2</sub>	[%]
118	Risposta di azzeramento successiva alla prova — PN	[#]

Riga	Parametro	Descrizione/unità
119	Risposta di azzeramento successiva alla prova — CO	[ppm]
120	Risposta di azzeramento successiva alla prova — CO <sub>2</sub>	[%]
121	Risposta di azzeramento successiva alla prova — NO	[ppm]
122	Risposta di azzeramento successiva alla prova — NO <sub>2</sub>	[ppm]
123	Risposta di calibrazione successiva alla prova — THC	[ppm]
124	Risposta di calibrazione successiva alla prova — CH <sub>4</sub>	[ppm]
125	Risposta di calibrazione successiva alla prova — NMHC	[ppm]
126	Risposta di calibrazione successiva alla prova — O <sub>2</sub>	[%]
127	Risposta di calibrazione successiva alla prova — PN	[#]
128	Risposta di calibrazione successiva alla prova — CO	[ppm]
129	Risposta di calibrazione successiva alla prova — CO <sub>2</sub>	[%]
130	Risposta di calibrazione successiva alla prova — NO	[ppm]
131	Risposta di calibrazione successiva alla prova — NO <sub>2</sub>	[ppm]
132	Convalida del PEMS — risultati THC	[mg/km;%] <sup>(6)</sup>
133	Convalida del PEMS — risultati CH <sub>4</sub>	[mg/km;%] <sup>(6)</sup>
134	Convalida del PEMS — risultati NMHC	[mg/km;%] <sup>(6)</sup>
135	Convalida del PEMS — risultati PN	[#/km;%] <sup>(6)</sup>
136	Convalida del PEMS — risultati CO	[mg/km;%] <sup>(6)</sup>
137	Convalida del PEMS — risultati CO <sub>2</sub>	[g/km;%] <sup>(6)</sup>
138	Convalida del PEMS — risultati NO <sub>x</sub>	[mg/km;%] <sup>(6)</sup>
... <sup>(7)</sup>	... <sup>(7)</sup>	... <sup>(7)</sup>

<sup>(1)</sup> Massa del veicolo come sottoposto a prova su strada, inclusa la massa del conducente e di tutti i componenti del PEMS.

<sup>(2)</sup> La percentuale indica la deviazione dal peso lordo del veicolo.

<sup>(3)</sup> Spazi riservati ad ulteriori informazioni sul fabbricante dell'analizzatore e sul numero di serie in caso si usino più analizzatori. Il numero di righe riservate è puramente indicativo; nel file di trasmissione dei dati compilato non ci devono essere righe vuote.

<sup>(4)</sup> Obbligatorio se la portata massica del gas di scarico è determinata da un EFM.

<sup>(5)</sup> Se richiesto, si possono aggiungere ulteriori informazioni qui.

<sup>(6)</sup> La convalida del PEMS è facoltativa; emissioni specifiche per la distanza come misurate con il PEMS; la percentuale indica la deviazione dal riferimento del laboratorio.

<sup>(7)</sup> È possibile aggiungere parametri supplementari fino alla riga 195 per caratterizzare ed etichettare la prova.

Tabella 2

**Corpo del file di scambio dei dati; le righe e le colonne di questa tabella devono essere riportate nel corpo del file di scambio dei dati**

Riga	198	199 <sup>(1)</sup>	200	201
	Tempo	Percorso	[s]	( <sup>2</sup> )
	Velocità del veicolo ( <sup>3</sup> )	Sensore	[km/h]	( <sup>2</sup> )
	Velocità del veicolo ( <sup>3</sup> )	GPS	[km/h]	( <sup>2</sup> )
	Velocità del veicolo ( <sup>3</sup> )	ECU	[km/h]	( <sup>2</sup> )
	Latitudine	GPS	[gradi:min:s]	( <sup>2</sup> )
	Longitudine	GPS	[gradi:min:s]	( <sup>2</sup> )
	Altitudine ( <sup>3</sup> )	GPS	[m]	( <sup>2</sup> )
	Altitudine ( <sup>3</sup> )	Sensore	[m]	( <sup>2</sup> )
	Pressione ambiente	Sensore	[kPa]	( <sup>2</sup> )
	Temperatura ambiente	Sensore	[K]	( <sup>2</sup> )
	Umidità ambiente	Sensore	[g/kg;%]	( <sup>2</sup> )
	Concentrazione di THC	Analizzatore	[ppm]	( <sup>2</sup> )
	Concentrazione di CH <sub>4</sub>	Analizzatore	[ppm]	( <sup>2</sup> )
	Concentrazione di NMHC	Analizzatore	[ppm]	( <sup>2</sup> )
	Concentrazione di CO	Analizzatore	[ppm]	( <sup>2</sup> )
	Concentrazione di CO <sub>2</sub>	Analizzatore	[ppm]	( <sup>2</sup> )
	Concentrazione di NO <sub>x</sub>	Analizzatore	[ppm]	( <sup>2</sup> )
	Concentrazione di NO	Analizzatore	[ppm]	( <sup>2</sup> )
	Concentrazione di NO <sub>2</sub>	Analizzatore	[ppm]	( <sup>2</sup> )
	Concentrazione di O <sub>2</sub>	Analizzatore	[ppm]	( <sup>2</sup> )
	Concentrazione di PN	Analizzatore	[#/m <sup>3</sup> ]	( <sup>2</sup> )
	Portata massica del gas di scarico	EFM	[kg/s]	( <sup>2</sup> )
	Temperatura del gas di scarico nell'EFM	EFM	[K]	( <sup>2</sup> )

Riga	198	199 (1)	200	201
	Portata massica del gas di scarico	Sensore	[kg/s]	(2)
	Portata massica del gas di scarico	ECU	[kg/s]	(2)
	Massa dei THC	Analizzatore	[g/s]	(2)
	Massa di CH <sub>4</sub>	Analizzatore	[g/s]	(2)
	Massa degli NMHC	Analizzatore	[g/s]	(2)
	Massa del CO	Analizzatore	[g/s]	(2)
	Massa di CO <sub>2</sub>	Analizzatore	[g/s]	(2)
	Massa di NO <sub>x</sub>	Analizzatore	[g/s]	(2)
	Massa dell'NO	Analizzatore	[g/s]	(2)
	Massa di NO <sub>2</sub>	Analizzatore	[g/s]	(2)
	Massa di O <sub>2</sub>	Analizzatore	[g/s]	(2)
	PN	Analizzatore	[#/s]	(2)
	Misurazione del gas attiva	PEMS	[attiva (1); non attiva (0); errore (> 1)]	(2)
	Regime del motore	ECU	[giri/min]	(2)
	Coppia del motore	ECU	[Nm]	(2)
	Coppia sull'asse motore	Sensore	[Nm]	(2)
	Velocità di rotazione delle ruote	Sensore	[rad/s]	(2)
	Flusso di carburante	ECU	[g/s]	(2)
	Flusso di carburante del motore	ECU	[g/s]	(2)
	Portata dell'aria di aspirazione del motore	ECU	[g/s]	(2)
	Temperatura del refrigerante	ECU	[K]	(2)
	Temperatura dell'olio	ECU	[K]	(2)
	Stato di rigenerazione	ECU	—	(2)
	Posizione del pedale	ECU	[%]	(2)
	Stato del veicolo	ECU	[errore (1); normale (0)]	(2)

Riga	198	199 <sup>(1)</sup>	200	201
	Percentuale della coppia	ECU	[%]	<sup>(2)</sup>
	Percentuale della coppia di attrito	ECU	[%]	<sup>(2)</sup>
	Stato di carica	ECU	[%]	<sup>(2)</sup>
	... <sup>(4)</sup>	... <sup>(4)</sup>	... <sup>(4)</sup>	<sup>(2)</sup> <sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Questa colonna può essere omessa se la fonte del parametro è parte della denominazione della colonna 198.

<sup>(2)</sup> Valori reali da includere dalla riga 201 in avanti fino alla fine dei dati.

<sup>(3)</sup> Da determinare con almeno un metodo.

<sup>(4)</sup> Si possono aggiungere parametri supplementari per caratterizzare il veicolo e le condizioni di prova.

#### 4.2. Risultati intermedi e finali

##### 4.2.1. Risultati intermedi

Tabella 3

#### File di trasmissione # 1 — Parametri sommari dei risultati intermedi

Riga	Parametro	Descrizione/unità
1	Distanza totale percorsa	[km]
2	Durata totale del percorso	[h:min:s]
3	Tempo di arresto totale	[min:s]
4	Velocità media durante il percorso	[km/h]
5	Velocità massima durante il percorso	[km/h]
6	Concentrazione media di THC	[ppm]
7	Concentrazione media di CH <sub>4</sub>	[ppm]
8	Concentrazione media di NMHC	[ppm]
9	Concentrazione media di CO	[ppm]
10	Concentrazione media di CO <sub>2</sub>	[ppm]
11	Concentrazione media di NO <sub>x</sub>	[ppm]
12	Concentrazione media di PN	[#/m <sup>3</sup> ]
13	Portata massica media del gas di scarico	[kg/s]
14	Temperatura media del gas di scarico	[K]
15	Temperatura massima del gas di scarico	[K]
16	Massa totale dei THC	[g]
17	Massa totale del CH <sub>4</sub>	[g]

Riga	Parametro	Descrizione/unità
18	Massa totale degli NMHC	[g]
19	Massa totale del CO	[g]
20	Massa totale del CO <sub>2</sub>	[g]
21	Massa totale degli NO <sub>x</sub>	[g]
22	PN totale	[#]
23	Emissioni totali di THC durante il percorso	[mg/km]
24	Emissioni totali di CH <sub>4</sub> durante il percorso	[mg/km]
25	Emissioni totali di NMHC durante il percorso	[mg/km]
26	Emissioni totali di CO durante il percorso	[mg/km]
27	Emissioni totali di CO <sub>2</sub> durante il percorso	[g/km]
28	Emissioni totali di NO <sub>x</sub> durante il percorso	[mg/km]
29	Emissioni totali di PN durante il percorso	[#/km]
30	Lunghezza della parte urbana	[km]
31	Durata della parte urbana	[h:min:s]
32	Tempo di arresto della parte urbana	[min:s]
33	Velocità media della parte urbana	[km/h]
34	Velocità massima della parte urbana	[km/h]
35	Concentrazione media di THC della parte urbana	[ppm]
36	Concentrazione media di CH <sub>4</sub> della parte urbana	[ppm]
37	Concentrazione media di NMHC della parte urbana	[ppm]
38	Concentrazione media di CO della parte urbana	[ppm]
39	Concentrazione media di CO <sub>2</sub> della parte urbana	[ppm]
40	Concentrazione media di NO <sub>x</sub> della parte urbana	[ppm]
41	Concentrazione media di PN della parte urbana	[#/m <sup>3</sup> ]
42	Portata massica media del gas di scarico della parte urbana	[kg/s]
43	Temperatura media del gas di scarico della parte urbana	[K]
44	Temperatura massima del gas di scarico della parte urbana	[K]

Riga	Parametro	Descrizione/unità
45	Massa totale dei THC della parte urbana	[g]
46	Massa totale del CH <sub>4</sub> della parte urbana	[g]
47	Massa totale degli NMHC della parte urbana	[g]
48	Massa totale del CO della parte urbana	[g]
49	Massa totale del CO <sub>2</sub> della parte urbana	[g]
50	Massa totale dell'NO <sub>x</sub> della parte urbana	[g]
51	Massa totale del PN della parte urbana	[#]
52	Emissioni di THC della parte urbana	[mg/km]
53	Emissioni di CH <sub>4</sub> della parte urbana	[mg/km]
54	Emissioni di NMHC della parte urbana	[mg/km]
55	Emissioni di CO della parte urbana	[mg/km]
56	Emissioni di CO <sub>2</sub> della parte urbana	[g/km]
57	Emissioni di NO <sub>x</sub> della parte urbana	[mg/km]
58	Emissioni di PN della parte urbana	[#/km]
59	Lunghezza della parte extraurbana	[km]
60	Durata della parte extraurbana	[h:min:s]
61	Tempo di arresto della parte extraurbana	[min:s]
62	Velocità media della parte extraurbana	[km/h]
63	Velocità massima della parte extraurbana	[km/h]
64	Concentrazione media di THC della parte extraurbana	[ppm]
65	Concentrazione media di CH <sub>4</sub> della parte extraurbana	[ppm]
66	Concentrazione media di NMHC della parte extraurbana	[ppm]
67	Concentrazione media di CO della parte extraurbana	[ppm]
68	Concentrazione media di CO <sub>2</sub> della parte extraurbana	[ppm]
69	Concentrazione media di NO <sub>x</sub> della parte extraurbana	[ppm]
70	Concentrazione media di PN della parte extraurbana	[#/m <sup>3</sup> ]

Riga	Parametro	Descrizione/unità
71	Portata massica media del gas di scarico della parte extraurbana	[kg/s]
72	Temperatura media del gas di scarico della parte extraurbana	[K]
73	Temperatura massima del gas di scarico della parte extraurbana	[K]
74	Massa totale dei THC della parte extraurbana	[g]
75	Massa totale del CH <sub>4</sub> della parte extraurbana	[g]
76	Massa totale degli NMHC della parte extraurbana	[g]
77	Massa totale del CO della parte extraurbana	[g]
78	Massa totale del CO <sub>2</sub> della parte extraurbana	[g]
79	Massa totale dell'NO <sub>x</sub> della parte extraurbana	[g]
80	Massa totale del PN della parte extraurbana	[#]
81	Emissioni di THC della parte extraurbana	[mg/km]
82	Emissioni di CH <sub>4</sub> della parte extraurbana	[mg/km]
83	Emissioni di NMHC della parte extraurbana	[mg/km]
84	Emissioni di CO della parte extraurbana	[mg/km]
85	Emissioni di CO <sub>2</sub> della parte extraurbana	[g/km]
86	Emissioni di NO <sub>x</sub> della parte extraurbana	[mg/km]
87	Emissioni di PN della parte extraurbana	[#/km]
88	Lunghezza della parte autostradale	[km]
89	Durata della parte autostradale	[h:min:s]
90	Tempo di arresto della parte autostradale	[min:s]
91	Velocità media della parte autostradale	[km/h]
92	Velocità massima della parte autostradale	[km/h]
93	Concentrazione media di THC della parte autostradale	[ppm]
94	Concentrazione media di CH <sub>4</sub> della parte autostradale	[ppm]
95	Concentrazione media di NMHC della parte autostradale	[ppm]
96	Concentrazione media di CO della parte autostradale	[ppm]
97	Concentrazione media di CO <sub>2</sub> della parte autostradale	[ppm]
98	Concentrazione media di NO <sub>x</sub> della parte autostradale	[ppm]

Riga	Parametro	Descrizione/unità
99	Concentrazione media di PN della parte autostradale	[#/m <sup>3</sup> ]
100	Portata massica media del gas di scarico della parte autostradale	[kg/s]
101	Temperatura media del gas di scarico della parte autostradale	[K]
102	Temperatura massima del gas di scarico della parte autostradale	[K]
103	Massa totale dei THC della parte autostradale	[g]
104	Massa totale del CH <sub>4</sub> della parte autostradale	[g]
105	Massa totale degli NMHC della parte autostradale	[g]
106	Massa totale del CO della parte autostradale	[g]
107	Massa totale del CO <sub>2</sub> della parte autostradale	[g]
108	Massa totale dell'NO <sub>x</sub> della parte autostradale	[g]
109	Massa totale del PN della parte autostradale	[#]
110	Emissioni di THC della parte autostradale	[mg/km]
111	Emissioni di CH <sub>4</sub> della parte autostradale	[mg/km]
112	Emissioni di NMHC della parte autostradale	[mg/km]
113	Emissioni di CO della parte autostradale	[mg/km]
114	Emissioni di CO <sub>2</sub> della parte autostradale	[g/km]
115	Emissioni di NO <sub>x</sub> della parte autostradale	[mg/km]
116	Emissioni di PN della parte autostradale	[#/km]
... (1)	... (1)	... (1)

(1) Si possono aggiungere parametri supplementari per caratterizzare ulteriori elementi.

#### 4.2.2. Risultati della valutazione dei dati

Tabella 4

#### Intestazione del file di trasmissione # 2 — Impostazioni di calcolo del metodo di valutazione dei dati secondo l'appendice 5

Riga	Parametro	Unità
1	Massa di CO <sub>2</sub> di riferimento	[g]
2	Coefficiente $a_1$ della curva caratteristica del CO <sub>2</sub>	
3	Coefficiente $b_1$ della curva caratteristica del CO <sub>2</sub>	

Riga	Parametro	Unità
4	Coefficiente $a_2$ della curva caratteristica del CO <sub>2</sub>	
5	Coefficiente $b_2$ della curva caratteristica del CO <sub>2</sub>	
6	Coefficiente $k_{11}$ della funzione di ponderazione	
7	Coefficiente $k_{12}$ della funzione di ponderazione	
8	Coefficiente $k_{22} = k_{21}$ della funzione di ponderazione	
9	Tolleranza primaria $tol_1$	[%]
10	Tolleranza secondaria $tol_2$	[%]
11	Software di calcolo e versione	(p. es. EMROAD 5.8)
... (1)	... (1)	... (1)

(1) È possibile aggiungere parametri supplementari fino alla riga 95 per caratterizzare le impostazioni di calcolo.

Tabella 5a

**Intestazione del file di trasmissione # 2 — Risultati del metodo di valutazione dei dati secondo l'appendice 5**

Riga	Parametro	Unità
101	Numero di finestre	
102	Numero di finestre della parte urbana	
103	Numero di finestre della parte extraurbana	
104	Numero di finestre della parte autostradale	
105	Percentuale di finestre della parte urbana	[%]
106	Percentuale di finestre della parte extraurbana	[%]
107	Percentuale di finestre della parte autostradale	[%]
108	Percentuale di finestre della parte urbana maggiore del 15 %	(1 = sì, 0 = no)
109	Percentuale di finestre della parte extraurbana maggiore del 15 %	(1 = sì, 0 = no)
110	Percentuale di finestre della parte autostradale maggiore del 15 %	(1 = sì, 0 = no)
111	Numero di finestre entro $\pm tol_1$	
112	Numero di finestre della parte urbana entro $\pm tol_1$	
113	Numero di finestre della parte extraurbana entro $\pm tol_1$	
114	Numero di finestre della parte autostradale entro $\pm tol_1$	

Riga	Parametro	Unità
115	Numero di finestre entro $\pm tol_2$	
116	Numero di finestre della parte urbana entro $\pm tol_2$	
117	Numero di finestre della parte extraurbana entro $\pm tol_2$	
118	Numero di finestre della parte autostradale entro $\pm tol_2$	
119	Percentuale di finestre della parte urbana entro $\pm tol_1$	[%]
120	Percentuale di finestre della parte extraurbana entro $\pm tol_1$	[%]
121	Percentuale di finestre della parte autostradale entro $\pm tol_1$	[%]
122	Percentuale di finestre della parte urbana entro $\pm tol_1$ maggiore del 50 %	(1 = sì, 0 = no)
123	Percentuale di finestre della parte extraurbana entro $\pm tol_1$ maggiore del 50 %	(1 = sì, 0 = no)
124	Percentuale di finestre della parte autostradale entro $\pm tol_1$ maggiore del 50 %	(1 = sì, 0 = no)
125	Indice di gravità medio di tutte le finestre	[%]
126	Indice di gravità medio delle finestre della parte urbana	[%]
127	Indice di gravità medio delle finestre della parte extraurbana	[%]
128	Indice di gravità medio delle finestre della parte autostradale	[%]
129	Emissioni di THC ponderate delle finestre della parte urbana	[mg/km]
130	Emissioni di THC ponderate delle finestre della parte extraurbana	[mg/km]
131	Emissioni di THC ponderate delle finestre della parte autostradale	[mg/km]
132	Emissioni di CH <sub>4</sub> ponderate delle finestre della parte urbana	[mg/km]
133	Emissioni di CH <sub>4</sub> ponderate delle finestre della parte extraurbana	[mg/km]
134	Emissioni di CH <sub>4</sub> ponderate delle finestre della parte autostradale	[mg/km]
135	Emissioni di NMHC ponderate delle finestre della parte urbana	[mg/km]
136	Emissioni di NMHC ponderate delle finestre della parte extraurbana	[mg/km]
137	Emissioni di NMHC ponderate delle finestre della parte autostradale	[mg/km]

Riga	Parametro	Unità
138	Emissioni di CO ponderate delle finestre della parte urbana	[mg/km]
139	Emissioni di CO ponderate delle finestre della parte extraurbana	[mg/km]
140	Emissioni di CO ponderate delle finestre della parte autostradale	[mg/km]
141	Emissioni di NO <sub>x</sub> ponderate delle finestre della parte urbana	[mg/km]
142	Emissioni di NO <sub>x</sub> ponderate delle finestre della parte extraurbana	[mg/km]
143	Emissioni di NO <sub>x</sub> ponderate delle finestre della parte autostradale	[mg/km]
144	Emissioni di NO ponderate delle finestre della parte urbana	[mg/km]
145	Emissioni di NO ponderate delle finestre della parte extraurbana	[mg/km]
146	Emissioni di NO ponderate delle finestre della parte autostradale	[mg/km]
147	Emissioni di NO <sub>2</sub> ponderate delle finestre della parte urbana	[mg/km]
148	Emissioni di NO <sub>2</sub> ponderate delle finestre della parte extraurbana	[mg/km]
149	Emissioni di NO <sub>2</sub> ponderate delle finestre della parte autostradale	[mg/km]
150	Emissioni di PN ponderate delle finestre della parte urbana	[#/km]
151	Emissioni di PN ponderate delle finestre della parte extraurbana	[#/km]
152	Emissioni di PN ponderate delle finestre della parte autostradale	[#/km]
... <sup>(1)</sup>	... <sup>(1)</sup>	... <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> È possibile aggiungere parametri supplementari fino alla riga 195.

Tabella 5b

**Intestazione del file di trasmissione # 2 — Risultati finali delle emissioni secondo l'appendice 5**

Riga	Parametro	Unità
201	Percorso complessivo — Emissioni di THC	[mg/km]
202	Percorso complessivo — Emissioni di CH <sub>4</sub>	[mg/km]
203	Percorso complessivo — Emissioni di NMHC	[mg/km]

Riga	Parametro	Unità
204	Percorso complessivo — Emissioni di CO	[mg/km]
205	Percorso complessivo — Emissioni di NO <sub>x</sub>	[mg/km]
206	Percorso complessivo — Emissioni di PN	[#/km]
... (1)	... (1)	... (1)

(1) È possibile aggiungere parametri supplementari.

Tabella 6

**Corpo del file di trasmissione # 2 — Risultati dettagliati del metodo di valutazione dei dati secondo l'appendice 5; le righe e le colonne di questa tabella devono essere riportate nel corpo del file di trasmissione dei dati**

Riga	498	499	500	501
	Ora di inizio della finestra		[s]	(1)
	Ora di fine della finestra		[s]	(1)
	Durata della finestra		[s]	(1)
	Lunghezza della finestra	Fonte (1=GPS, 2=ECU, 3= Sensore)	[km]	(1)
	Emissioni di THC della finestra		[g]	(1)
	Emissioni di CH <sub>4</sub> della finestra		[g]	(1)
	Emissioni di NMHC della finestra		[g]	(1)
	Emissioni di CO della finestra		[g]	(1)
	Emissioni di CO <sub>2</sub> della finestra		[g]	(1)
	Emissioni di NO <sub>x</sub> della finestra		[g]	(1)
	Emissioni di NO della finestra		[g]	(1)
	Emissioni di NO <sub>2</sub> della finestra		[g]	(1)
	Emissioni di O <sub>2</sub> della finestra		[g]	(1)
	Emissioni di PN della finestra		[#]	(1)
	Emissioni di THC della finestra		[mg/km]	(1)
	Emissioni di CH <sub>4</sub> della finestra		[mg/km]	(1)
	Emissioni di NMHC della finestra		[mg/km]	(1)

Riga	498	499	500	501
	Emissioni di CO della finestra		[mg/km]	( <sup>1</sup> )
	Emissioni di CO <sub>2</sub> della finestra		[g/km]	( <sup>1</sup> )
	Emissioni di NO <sub>x</sub> della finestra		[mg/km]	( <sup>1</sup> )
	Emissioni di NO della finestra		[mg/km]	( <sup>1</sup> )
	Emissioni di NO <sub>2</sub> della finestra		[mg/km]	( <sup>1</sup> )
	Emissioni di O <sub>2</sub> della finestra		[mg/km]	( <sup>1</sup> )
	Emissioni di PN della finestra		[#/km]	( <sup>1</sup> )
	Distanza della finestra dalla curva caratteristica del CO <sub>2</sub> $h_j$		[%]	( <sup>1</sup> )
	Fattore di ponderazione della finestra $w_j$		[-]	( <sup>1</sup> )
	Velocità media del veicolo della finestra	Fonte (1=GPS, 2=ECU, 3= Sensore)	[km/h]	( <sup>1</sup> )
	... ( <sup>2</sup> )	... ( <sup>2</sup> )	... ( <sup>2</sup> )	( <sup>1</sup> ) ( <sup>2</sup> )

(<sup>1</sup>) Valori reali da includere dalla riga 501 in avanti fino alla fine dei dati.

(<sup>2</sup>) Si possono aggiungere parametri supplementari per caratterizzare le peculiarità della finestra.

Tabella 7

**Intestazione del file di trasmissione # 3 — Impostazioni di calcolo del metodo di valutazione dei dati secondo l'appendice 6**

Riga	Parametro	Unità
1	Fonte della coppia per la potenza alle ruote	Sensore/ECU/"Veline"
2	Coefficiente angolare della "Veline"	[g/kWh]
3	Intercetta della "Veline"	[g/h]
4	Durata della media mobile	[s]
5	Velocità di riferimento per la denormalizzazione della distribuzione della potenza normalizzata	[km/h]
6	Accelerazione di riferimento	[m/s <sup>2</sup> ]
7	Potenza richiesta al mozzo della ruota di un veicolo alla velocità e all'accelerazione di riferimento	[kW]

Riga	Parametro	Unità
8	Numero di classi di potenza comprendenti il 90 % di $P_{rated}$	—
9	Configurazione della distribuzione della potenza normalizzata	(allungata/contratta)
10	Software di calcolo e versione	(p. es. CLEAR 1.8)
... <sup>(1)</sup>	... <sup>(1)</sup>	... <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> È possibile aggiungere parametri supplementari fino alla riga 95 per caratterizzare le impostazioni di calcolo.

Tabella 8a

**Intestazione del file di trasmissione # 3 — Risultati del metodo di valutazione dei dati secondo l'appendice 6**

Riga	Parametro	Unità
101	Copertura della classe di potenza (conteggi > 5)	(1 = sì, 0 = no)
102	Normalità della classe di potenza	(1 = sì, 0 = no)
103	Percorso complessivo — Emissioni medie di THC ponderate	[g/s]
104	Percorso complessivo — Emissioni medie di CH <sub>4</sub> ponderate	[g/s]
105	Percorso complessivo — Emissioni medie di NMHC ponderate	[g/s]
106	Percorso complessivo — Emissioni medie di CO ponderate	[g/s]
107	Percorso complessivo — Emissioni medie di CO <sub>2</sub> ponderate	[g/s]
108	Percorso complessivo — Emissioni medie di NO <sub>x</sub> ponderate	[g/s]
109	Percorso complessivo — Emissioni medie di NO ponderate	[g/s]
110	Percorso complessivo — Emissioni medie di NO <sub>2</sub> ponderate	[g/s]
111	Percorso complessivo — Emissioni medie di O <sub>2</sub> ponderate	[g/s]
112	Percorso complessivo — Emissioni medie di PN ponderate	[#/s]
113	Percorso complessivo — Velocità media del veicolo ponderata	[km/h]
114	Parte urbana — Emissioni medie di THC ponderate	[g/s]

Riga	Parametro	Unità
115	Parte urbana — Emissioni medie di CH <sub>4</sub> ponderate	[g/s]
116	Parte urbana — Emissioni medie di NMHC ponderate	[g/s]
117	Parte urbana — Emissioni medie di CO ponderate	[g/s]
118	Parte urbana — Emissioni medie di CO <sub>2</sub> ponderate	[g/s]
119	Parte urbana — Emissioni medie di NO <sub>x</sub> ponderate	[g/s]
120	Parte urbana — Emissioni medie di NO ponderate	[g/s]
121	Parte urbana — Emissioni medie di NO <sub>2</sub> ponderate	[g/s]
122	Parte urbana — Emissioni medie di O <sub>2</sub> ponderate	[g/s]
123	Parte urbana — Emissioni medie di PN ponderate	[#/s]
124	Parte urbana — Velocità media del veicolo ponderata	[km/h]
... <sup>(1)</sup>	... <sup>(1)</sup>	... <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> È possibile aggiungere parametri supplementari fino alla riga 195.

Tabella 8b

**Intestazione del file di trasmissione # 3 — Risultati finali delle emissioni secondo l'appendice 6**

Riga	Parametro	Unità
201	Percorso complessivo — Emissioni di THC	[mg/km]
202	Percorso complessivo — Emissioni di CH <sub>4</sub>	[mg/km]
203	Percorso complessivo — Emissioni di NMHC	[mg/km]
204	Percorso complessivo — Emissioni di CO	[mg/km]
205	Percorso complessivo — Emissioni di NO <sub>x</sub>	[mg/km]
206	Percorso complessivo — Emissioni di PN	[#/km]
... <sup>(1)</sup>	... <sup>(1)</sup>	... <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> È possibile aggiungere parametri supplementari.

Tabella 9

**Corpo del file di trasmissione # 3 — Risultati dettagliati del metodo di valutazione dei dati secondo l'appendice 6; le righe e le colonne di questa tabella devono essere riportate nel corpo del file di trasmissione dei dati**

Riga	498	499	500	501
	Percorso complessivo — Numero della classe di potenza <sup>(1)</sup>		—	
	Percorso complessivo — Limite inferiore della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[kW]	
	Percorso complessivo — Limite superiore della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[kW]	
	Percorso complessivo — Distribuzione della potenza normalizzata usata <sup>(1)</sup>		[%]	<sup>(2)</sup>
	Percorso complessivo — Frequenza della classe di potenza <sup>(1)</sup>		—	<sup>(2)</sup>
	Percorso complessivo — Copertura della classe di potenza > 5 conteggi <sup>(1)</sup>		—	(1 = sì, 0 = no) <sup>(2)</sup>
	Percorso complessivo — Normalità della classe di potenza <sup>(1)</sup>		—	(1 = sì, 0 = no) <sup>(2)</sup>
	Percorso complessivo — Emissioni medie di THC della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>
	Percorso complessivo — Emissioni medie di CH <sub>4</sub> della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>
	Percorso complessivo — Emissioni medie di NMHC della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>
	Percorso complessivo — Emissioni medie di CO della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>
	Percorso complessivo — Emissioni medie di CO <sub>2</sub> della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>
	Percorso complessivo — Emissioni medie di NO <sub>x</sub> della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>
	Percorso complessivo — Emissioni medie di NO della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>
	Percorso complessivo — Emissioni medie di NO <sub>2</sub> della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>

Riga	498	499	500	501
	Percorso complessivo — Emissioni medie di O <sub>2</sub> della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>
	Percorso complessivo — Emissioni medie di PN della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[#/s]	<sup>(2)</sup>
	Percorso complessivo — Velocità media del veicolo della classe di potenza <sup>(1)</sup>	Fonte (1=GPS, 2=ECU, 3=Sensori)	[km/h]	<sup>(2)</sup>
	Parte urbana — Numero della classe di potenza <sup>(1)</sup>		—	
	Parte urbana — Limite inferiore della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[kW]	
	Parte urbana — Limite superiore della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[kW]	
	Parte urbana — Distribuzione della potenza normalizzata usata <sup>(1)</sup>		[%]	<sup>(2)</sup>
	Parte urbana — Frequenza della classe di potenza <sup>(1)</sup>		—	<sup>(2)</sup>
	Parte urbana — Copertura della classe di potenza > 5 conteggi <sup>(3)</sup>		—	(1 = sì, 0 = no) <sup>(2)</sup>
	Parte urbana — Normalità della classe di potenza <sup>(1)</sup>		—	(1 = sì, 0 = no) <sup>(2)</sup>
	Parte urbana — Emissioni medie di THC della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>
	Parte urbana — Emissioni medie di CH <sub>4</sub> della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>
	Parte urbana — Emissioni medie di NMHC della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>
	Parte urbana — Emissioni medie di CO della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>
	Parte urbana — Emissioni medie di CO <sub>2</sub> della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>

Riga	498	499	500	501
	Parte urbana — Emissioni medie di NO <sub>x</sub> della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>
	Parte urbana — Emissioni medie di NO della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>
	Parte urbana — Emissioni medie di NO <sub>2</sub> della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>
	Parte urbana — Emissioni medie di O <sub>2</sub> della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[g/s]	<sup>(2)</sup>
	Parte urbana — Emissioni medie di PN della classe di potenza <sup>(1)</sup>		[#/s]	<sup>(2)</sup>
	Parte urbana — Velocità media del veicolo della classe di potenza <sup>(1)</sup>	Fonte (1 = GPS, 2 = ECU, 3 = Sensore)	[km/h]	<sup>(2)</sup>
	... <sup>(4)</sup>	... <sup>(4)</sup>	... <sup>(4)</sup>	<sup>(2)</sup> <sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Risultati trasmessi per ciascuna classe di potenza a partire dalla classe di potenza #1 fino alla classe di potenza che comprende il 90 % di P<sub>rated</sub>.

<sup>(2)</sup> Valori reali da includere dalla riga 501 in avanti fino alla fine dei dati.

<sup>(3)</sup> Risultati trasmessi per ciascuna classe di potenza a partire dalla classe di potenza #1 fino alla classe di potenza #5.

<sup>(4)</sup> È possibile aggiungere parametri supplementari.

#### 4.3. Descrizione del veicolo e del motore

Il costruttore deve fornire la descrizione del veicolo e del motore in conformità all'allegato I, appendice 4.

## Appendice 9

**Certificato di conformità del costruttore****Certificato del costruttore attestante la conformità alle prescrizioni relative alle emissioni reali di guida**

(Costruttore): .....

(Indirizzo del costruttore): .....

certifica che

i tipi di veicoli elencati nell'allegato del presente certificato sono conformi alle prescrizioni di cui al regolamento (CE) n. 692/2008, allegato IIIA, punto 2.1, relative alle emissioni reali di guida per tutte le prove possibili delle emissioni reali di guida che sono conformi ai requisiti del presente allegato.

Fatto a [ ..... (luogo)]

il [ ..... (data)]

.....  
(Timbro e firma del rappresentante del costruttore)

Allegato:

— Elenco dei tipi di veicoli ai quali si applica il presente certificato»  
  
\_\_\_\_\_