

REGOLAMENTO DELEGATO (UE) 2017/655 DELLA COMMISSIONE**del 19 dicembre 2016****che integra il regolamento (UE) 2016/1628 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda il monitoraggio delle emissioni di inquinanti gassosi da motori a combustione interna in servizio installati su macchine mobili non stradali****(Testo rilevante ai fini del SEE)**

LA COMMISSIONE EUROPEA,

visto il trattato sul funzionamento dell'Unione europea,

visto il regolamento (UE) 2016/1628 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 settembre 2016, relativo alle prescrizioni in materia di limiti di emissione di inquinanti gassosi e particolato inquinante e di omologazione per i motori a combustione interna destinati alle macchine mobili non stradali, e che modifica i regolamenti (UE) n. 1024/2012 e (UE) n. 167/2013 e modifica e abroga la direttiva 97/68/CE ⁽¹⁾, in particolare l'articolo 2,

considerando quanto segue:

- (1) L'articolo 19 del regolamento (UE) 2016/1628 prevede il monitoraggio delle emissioni di inquinanti gassosi sottoponendo a prova i motori in servizio installati su macchine mobili non stradali e impiegati in cicli di funzionamento normale.
- (2) Per garantire il monitoraggio di cui all'articolo 19 è necessario adottare disposizioni dettagliate relative alla scelta dei motori, alle procedure di prova e alla comunicazione dei risultati.
- (3) Al fine di ridurre l'onere amministrativo per i costruttori in piccole serie e per i costruttori che producono un numero limitato di tipi di motore o di famiglie di motori, è necessario limitare il numero di motori soggetti alle prove di monitoraggio in servizio prodotti da tali costruttori.
- (4) Per garantire un'applicazione coerente del presente regolamento il costruttore non dovrebbe essere obbligato a presentare i risultati delle prove di monitoraggio in servizio, se può dimostrare che i motori non sono stati installati su macchine mobili non stradali o che non ha potuto accedere a un motore utilizzato in una qualsiasi applicazione ai fini delle prove.
- (5) Al fine di armonizzare ulteriormente le procedure di monitoraggio in servizio per le macchine mobili non stradali con altre normative dell'UE e con le norme internazionali, tali procedure dovrebbero essere allineate ai controlli della conformità in servizio per i veicoli pesanti (euro VI) e al regolamento n. 96 adottato dalla Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite,

HA ADOTTATO IL PRESENTE REGOLAMENTO:

*Articolo 1***Oggetto**

Il presente regolamento stabilisce disposizioni dettagliate per quanto riguarda la scelta dei motori, le procedure di prova e la comunicazione dei risultati relativi al monitoraggio delle emissioni di inquinanti gassosi da motori a combustione interna in servizio installati su macchine mobili non stradali, usando sistemi portatili di misurazione delle emissioni.

⁽¹⁾ GUL 252 del 16.9.2016, pag. 53.

*Articolo 2***Campo di applicazione**

1. Il presente regolamento si applica al monitoraggio di emissioni di inquinanti gassosi dalle seguenti categorie di motori in servizio della fase V per le emissioni installati su macchine mobili non stradali:

a) NRE-v-5;

b) NRE-v-6;

2. Il presente regolamento si applica al costruttore del motore.

Il presente regolamento non si applica al costruttore di apparecchiature originali.

3. Il presente regolamento non si applica qualora il costruttore dimostri all'autorità di omologazione che non gli è possibile accedere a un qualsiasi motore installato su una macchina mobile non stradale per gli scopi del monitoraggio in servizio.

*Articolo 3***Procedure e requisiti per il monitoraggio delle emissioni dei motori in servizio**

Le emissioni di inquinanti gassosi da motori in servizio di cui all'articolo 19, paragrafo 1, del regolamento (UE) 2016/1628 sono monitorate in conformità all'allegato del presente regolamento.

*Articolo 4***Entrata in vigore**

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

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

Fatto a Bruxelles, il 19 dicembre 2016

Per la Commissione

Il presidente

Jean-Claude JUNCKER

ALLEGATO

1. Requisiti generali per il monitoraggio in servizio

- 1.1. Per gli scopi del presente allegato la «categoria di macchine mobili non stradali» si riferisce a un raggruppamento di macchine mobili non stradali che soddisfano le stesse funzioni generiche.
- 1.2. Il costruttore deve poter accedere ai motori installati su macchine mobili non stradali al fine di condurre prove di monitoraggio in servizio.

Nel corso della prova di monitoraggio in servizio il costruttore deve eseguire il campionamento dei dati sulle emissioni, la misurazione dei parametri dello scarico e la registrazione dei dati di un motore in servizio installato su una macchina mobile non stradale impiegata in cicli di funzionamento normale fino a raggiungere la durata minima della prova di cui all'appendice 2, punto 2.

- 1.3. I motori soggetti alle prove di monitoraggio in servizio:
 - a) devono essere installati su una delle categorie di macchine mobili non stradali più rappresentative per il tipo di motore scelto o, ove applicabile, per la famiglia di motori;
 - b) devono essere immessi sul mercato dell'Unione;
 - c) devono essere accompagnati da un registro delle manutenzioni dal quale risulti che il motore è stato correttamente revisionato e sottoposto a manutenzione in conformità alle raccomandazioni del costruttore;
 - d) non devono presentare segni di impiego scorretto (ad esempio di sovraccarico o di uso di carburante non adatto) o di altri interventi (ad esempio di manomissioni) che potrebbero incidere sul livello delle emissioni di inquinanti gassosi;
 - e) devono essere conformi ai documenti di omologazione UE per quanto riguarda i componenti del/i sistema/i di controllo delle emissioni installato/i nel motore e nella macchina mobile non stradale.
- 1.4. I seguenti motori devono essere considerati non ammissibili per la prova di monitoraggio in servizio e deve essere scelto un motore alternativo:
 - a) i motori privi di un'interfaccia di comunicazione che consenta la raccolta dei dati della centralina elettronica (ECU) necessari, come specificato nell'appendice 7;
 - b) i motori con una ECU a cui mancano dei dati o che utilizza un protocollo dati che non consente una chiara identificazione e convalida dei segnali necessari;
- 1.5. i motori in cui la raccolta dei dati della ECU incide sulle prestazioni o sulle emissioni di inquinanti gassosi della macchina mobile non stradale. In deroga ai requisiti di cui all'articolo 39 del regolamento (UE) 2016/1628, deve essere scelto un motore alternativo solo se il costruttore può provare concretamente all'autorità di omologazione l'assenza di qualsiasi strategia di manomissione.

2. Piano per il monitoraggio dei motori in servizio

- 2.1. Entro un mese dall'inizio della produzione del tipo di motore o della famiglia di motori omologati, il costruttore deve presentare il piano iniziale per il monitoraggio dei motori in servizio all'autorità di omologazione che ha rilasciato l'omologazione di quel tipo di motore o, ove applicabile, della famiglia di motori.
- 2.2. Il piano iniziale deve comprendere i criteri usati e la motivazione della scelta:
 - a) delle famiglie o dei tipi di motori e delle categorie di macchine mobili non stradali inclusi nel piano;
 - b) dell'elenco dei motori particolari e delle macchine mobili non stradali scelti per la prova di monitoraggio in servizio, se già individuati;
 - c) dello schema di prova.
- 2.3. Il costruttore deve presentare all'autorità di omologazione un piano aggiornato per il monitoraggio in servizio dei motori ogniqualvolta l'elenco dei motori particolari e delle macchine mobili non stradali scelte viene completato o modificato. Il piano aggiornato deve comprendere la motivazione del criterio usato per la scelta e le ragioni per la modifica dell'elenco precedente, se del caso.

- 2.4. L'autorità di omologazione deve approvare il piano iniziale e quelli aggiornati successivamente o richiedere le modifiche adeguate entro due mesi dalla loro presentazione e deve garantire che il piano finale includa la più ampia varietà di tipi di motore e di categorie di macchine mobili non stradali.
- 2.5. Ciascun piano di monitoraggio iniziale o aggiornato successivamente deve essere approvato dall'autorità di omologazione prima dell'inizio della prova dei motori e delle macchine mobili non stradali individuati.
- 2.6. Schema di prova
- Il costruttore deve scegliere uno dei seguenti schemi di prova per il monitoraggio in servizio.
- 2.6.1. Schema di prova basato sul periodo di durabilità delle emissioni (EDP)
- 2.6.1.1. Prova di 9 motori con un accumulo di esercizio inferiore al 30 % dell'EDP. I risultati della prova devono essere presentati all'autorità di omologazione entro il 31 dicembre 2022.
- 2.6.1.2. Prova di 9 motori con un accumulo di esercizio superiore al 70 % dell'EDP. I verbali di prova devono essere presentati all'autorità di omologazione entro il 31 dicembre 2024.
- 2.6.1.3. Qualora il costruttore non sia in grado di soddisfare il requisito di cui al punto 2.6.1 a causa dell'indisponibilità di motori con l'accumulo di esercizio richiesto, l'autorità di omologazione non deve respingere una modifica dello schema di prova basato su un periodo di quattro anni di cui al punto 2.6.2. I motori già sottoposti a prova in conformità al punto 2.6.1 restano validi a norma del punto 2.6.2.
- 2.6.2. Schema di prova basato su un periodo di quattro anni
- Prova di 9 motori all'anno per 4 anni consecutivi. I verbali di prova devono essere presentati all'autorità di omologazione ogni anno.
- 2.6.2.1. I risultati delle prove dei primi 9 motori devono essere presentati 12 mesi dopo che il primo motore è stato installato sulla macchina mobile non stradale ed entro 18 mesi dall'inizio della produzione del tipo di motore o della famiglia di motori omologati.
- 2.6.2.2. Qualora il costruttore dimostri all'autorità di omologazione che, entro 18 mesi dall'inizio della produzione, non sono stati installati motori sulle macchine mobili non stradali, i risultati della prova devono essere presentati dopo l'installazione del primo motore, in una data concordata con l'autorità di omologazione.
- 2.6.2.3. Costruttori in piccole serie
- Il numero di motori sottoposti a prova deve essere adeguato in caso di costruttori in piccole serie:
- a) i costruttori che producono solo due famiglie di motori devono presentare sei risultati delle prove dei motori per anno;
 - b) i costruttori che producono più di 250 motori l'anno di una singola famiglia di motori devono presentare tre risultati delle prove dei motori per anno;
 - c) i costruttori che producono tra 125 e 250 motori l'anno di una singola famiglia di motori devono presentare due risultati delle prove dei motori per anno;
 - d) i costruttori che producono meno di 125 motori l'anno di una singola famiglia di motori devono presentare un risultato delle prove dei motori per anno.
- L'autorità di omologazione deve verificare i quantitativi di produzione dichiarati.
- 2.6.3. Il costruttore può effettuare un numero maggiore di prove rispetto a quelle stabilite dagli schemi di prova di cui ai punti 2.6.1 e 2.6.2.
- 2.6.4. Sono ammesse, ma non sono obbligatorie, prove multiple dello stesso motore per fornire i dati relativi alle successive fasi di accumulo di esercizio in conformità ai punti 2.6.1 e 2.6.2.

3. Condizioni di prova

Le prove di monitoraggio in servizio devono riflettere le prestazioni del motore quando installato su una macchina mobile non stradale, in condizioni di funzionamento reali e utilizzata dal suo operatore professionale abituale.

3.1. Operatore

3.1.1. L'operatore della macchina mobile non stradale che esegue la prova di monitoraggio in servizio può essere diverso dall'operatore professionale abituale se dimostra all'autorità di omologazione sufficienti formazione e competenze.

3.1.2. Il costruttore deve fornire informazioni dettagliate all'autorità di omologazione in merito alla formazione e alle competenze dell'operatore professionale abituale e dimostrare che l'operatore scelto è adatto alla prova di monitoraggio in servizio.

3.2. Funzionamento della macchina mobile non stradale

3.2.1. La prova deve essere eseguita durante un ciclo di prova di funzionamento reale, completo o parziale, della macchina mobile non stradale.

3.2.2. Qualora il costruttore dimostri all'autorità di omologazione che non è possibile rispettare il punto 3.2.1, il ciclo di lavoro di prova deve rappresentare, per quanto possibile, il funzionamento reale della macchina mobile non stradale.

3.2.2.1. Il ciclo di lavoro di prova rappresentativo deve essere determinato dal costruttore in accordo con l'autorità di omologazione.

3.2.3. Indipendentemente dal fatto che la prova sia eseguita durante il funzionamento reale della macchina mobile non stradale o durante un ciclo di lavoro di prova rappresentativo, essa deve:

- a) valutare il funzionamento reale della maggioranza della popolazione di macchine mobili non stradali in servizio appartenenti a categorie selezionate;
- b) non includere una quantità eccessiva di attività al regime di minimo;
- c) comprendere una attività di carico sufficiente a raggiungere la durata minima della prova di cui all'appendice 2, punto 2.

3.3. Condizioni ambientali

La prova deve essere eseguita in condizioni ambientali che rispettano i seguenti requisiti:

3.3.1. la pressione atmosferica deve essere pari o superiore a 82,5 kPa;

3.3.2. la temperatura deve essere pari o superiore a 266 K (– 7 °C) e pari o inferiore alla temperatura calcolata con la seguente equazione alla pressione atmosferica specificata:

$$T = - 0,4514 * (101,3 - pb) + 311$$

in cui:

— T è la temperatura ambiente, K,

— pb è la pressione atmosferica, kPa.

3.4. Olio lubrificante, carburante e reagente

L'olio lubrificante, il carburante e il reagente (per sistemi di post-trattamento dei gas di scarico che usano un reagente per ridurre le emissioni di inquinanti gassosi) devono essere conformi alle specifiche del costruttore.

3.4.1. Il carburante deve essere un carburante disponibile in commercio o un carburante di riferimento come specificato nel regolamento (UE) 2017/654, allegato V.

3.4.2. Per dimostrare la conformità al punto 3.4, il costruttore deve prelevare dei campioni e conservarli per un periodo pari o inferiore a 12 mesi se concordato con l'autorità di omologazione.

3.4.3. I campioni di reagente non devono essere congelati.

3.5. Sequenza di funzionamento

La sequenza di funzionamento è il tempo di funzionamento di una macchina mobile non stradale senza interruzioni e con un campionamento di dati continuo durante una prova di monitoraggio in servizio.

La prova di monitoraggio in servizio deve essere effettuata in un'unica sequenza di funzionamento, ad eccezione del metodo di campionamento combinato dei dati di cui al punto 4.2, in cui si combinano diverse sequenze di funzionamento in una singola prova di monitoraggio in servizio.

4. Metodi di campionamento

4.1. Campionamento di dati continuo

Il campionamento di dati continuo deve essere utilizzato quando una singola sequenza di funzionamento è pari o superiore alla durata minima della prova di cui all'appendice 2, punto 2.

4.1.1. Possono essere esclusi fino a un massimo di tre minuti di dati a causa di uno o più episodi di perdita temporanea del segnale.

4.2. Campionamento di dati combinato

In alternativa al punto 4.1, il campionamento di dati può essere ottenuto combinando i risultati delle diverse sequenze di funzionamento.

4.2.1. Il campionamento di dati combinato deve essere usato solo quando, nonostante i tentativi, le condizioni di prova non consentono di raggiungere la durata minima della prova di cui all'appendice 2, punto 2, con una singola sequenza di funzionamento, oppure qualora le categorie di macchine mobili non stradali selezionate per la prova siano usate in molteplici attività con diversi cicli di lavoro pertinenti.

4.2.2. I seguenti requisiti aggiuntivi devono essere rispettati qualora si applichi il campionamento di dati combinato:

- a) le diverse sequenze di funzionamento devono essere ottenute utilizzando la stessa macchina mobile non stradale o lo stesso motore;
- b) il campionamento di dati combinato deve contenere un massimo di tre sequenze di funzionamento;
- c) ciascuna sequenza di funzionamento nel campionamento di dati combinato deve contenere almeno un ciclo di lavoro transitorio non stradale (NRTC);
- d) le sequenze di funzionamento nel campionamento di dati combinato devono essere ottenute e combinate in ordine cronologico;
- e) l'analisi dei dati deve essere applicata all'intero campionamento di dati combinato;
- f) il periodo trascorso tra la prima e l'ultima sequenza di funzionamento deve essere di massimo 72 ore;
- g) il campionamento di dati combinato non deve essere utilizzato se si verifica un malfunzionamento, come stabilito all'appendice 2, punto 8.

5. Flusso di dati della centralina elettronica (ECU)

5.1. La ECU deve fornire le informazioni del flusso di dati agli strumenti di misurazione al registratore di dati (data logger) del PEMS in conformità ai requisiti di cui all'appendice 7.

5.2. Conformità delle informazioni

5.2.1. La conformità di tutti i segnali forniti dalla ECU conformemente all'appendice 7, tabella 1, deve essere verificata dall'autorità di omologazione e deve rispettare i requisiti di cui all'allegato VI, punto 5, del regolamento delegato (UE) 2017/654 della Commissione ⁽¹⁾ relativo ai requisiti tecnici e generali.

⁽¹⁾ Regolamento delegato (UE) 2017/654 della Commissione, del 19 dicembre 2016, che integra il regolamento (UE) n. 2016/1628 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i requisiti tecnici e generali relativi ai limiti di emissione e all'omologazione per i motori destinati alle macchine mobili non stradali (cfr. pag. 1 della presente Gazzetta ufficiale).

- 5.2.2. I costruttori devono controllare, conformemente al metodo di cui all'appendice 6, la conformità del segnale di coppia della ECU durante il monitoraggio in servizio dei motori installati su macchine mobili non stradali usando un PEMS.

6. Procedure di prova e pretrattamento e convalida dei dati

- 6.1. Le prove di monitoraggio in servizio devono essere eseguite usando sistemi portatili di misurazione delle emissioni (PEMS) conformemente all'appendice 1.
- 6.2. I costruttori devono rispettare le procedure di prova stabilite nell'appendice 2 per quanto riguarda il monitoraggio in servizio dei motori installati su macchine mobili non stradali usando un PEMS.
- 6.3. I costruttori devono seguire le procedure di cui all'appendice 3 per il pretrattamento dei dati risultanti dal monitoraggio in servizio dei motori installati su macchine mobili non stradali usando un PEMS.
- 6.4. I costruttori devono seguire le procedure di cui all'appendice 4 per determinare gli interventi validi durante il monitoraggio in servizio dei motori installati su macchine mobili non stradali usando un PEMS.

7. Disponibilità dei dati di prova

Non è consentito modificare o cancellare dati da una prova. L'intero campionamento di dati deve essere conservato dal costruttore per almeno 10 anni e messo a disposizione su richiesta all'autorità di omologazione e alla Commissione.

8. Calcoli

I costruttori devono seguire le procedure di cui all'appendice 5 per il calcolo delle emissioni di inquinanti gassosi per il monitoraggio in servizio dei motori installati su macchine mobili non stradali usando un PEMS.

9. Prova di conferma

- 9.1. Le autorità di omologazione possono effettuare una prova di monitoraggio in servizio di conferma in modo da ottenere una misurazione indipendente del monitoraggio in servizio.
- 9.2. La prova di conferma deve essere eseguita sulla famiglia/tipo di motori e su una o più categorie di macchine mobili non stradali specificate al punto 2; un motore particolare installato su una macchina mobile non stradale pertinente deve essere sottoposto a prova in conformità ai requisiti di cui al presente regolamento.

10. Procedure di comunicazione dei dati

- 10.1. Le autorità di omologazione devono redigere un verbale di prova di monitoraggio in servizio dei motori installati su macchine mobili non stradali usando un PEMS per ciascun motore sottoposto a prova. Il verbale di prova deve riportare le attività e i risultati del monitoraggio in servizio e comprendere almeno le informazioni richieste dai punti da 1 a 11 dell'appendice 8.
- 10.2. Dati istantanei misurati e dati istantanei calcolati
- 10.2.1. I dati istantanei misurati e i dati istantanei calcolati non devono essere inclusi nel verbale di prova, ma devono essere conservati dal costruttore e messi a disposizione su richiesta alla Commissione e all'autorità di omologazione per il periodo indicato al punto 7.
- 10.2.2. I dati istantanei misurati e i dati istantanei calcolati devono includere almeno le informazioni richieste ai punti da I-1 a I-2.20 dell'appendice 8.
- 10.3. Informazioni disponibili al pubblico
- Per gli scopi di cui all'articolo 44, paragrafo 3, lettera b) del regolamento (UE) 2016/1628, il costruttore deve fornire una relazione separata contenente le informazioni richieste dai seguenti punti dell'appendice 8: 1.1, 2.2, 2.4, 3.2, 6.3, 6.4.1, 6.10, 9 e 10.

Le informazioni per il punto 6.3 devono essere fornite a livello regionale, fornendo solo una localizzazione geografica approssimativa.

*Appendice 1***Sistema portatile di misurazione delle emissioni**

1. Il PEMS deve comprendere i seguenti strumenti di misurazione:
 - a) analizzatori di gas per misurare le concentrazioni di emissioni di inquinanti gassosi di cui all'appendice 2, punto 1, primo paragrafo;
 - b) un misuratore della portata dei gas di scarico basato sul tubo di Pitot automediante o su un principio equivalente;
 - c) sensori per misurare la temperatura e la pressione ambiente,
 - d) altri strumenti di misurazione necessari per la prova di monitoraggio in servizio.

Il PEMS comprende inoltre:

 - a) un condotto di trasferimento per trasportare i campioni estratti dalla sonda di campionamento agli analizzatori, comprendente una sonda di campionamento;
 - b) un registratore di dati per conservare i dati raccolti dalla ECU;
 - c) e può comprendere un sistema di posizionamento globale (GPS).
 2. Requisiti per gli strumenti di misurazione
 - 2.1. Gli strumenti di misurazione devono rispettare i requisiti relativi ai controlli della taratura e delle prestazioni di cui all'allegato VI, punto 8.1, del regolamento delegato (UE) 2017/654 relativo ai requisiti tecnici e generali. Le seguenti azioni richiedono una particolare attenzione:
 - a) la verifica dell'integrità dal lato in depressione del PEMS di cui all'allegato VI, punto 8.1.8.7, del regolamento delegato (UE) 2017/654 relativo ai requisiti tecnici e generali;
 - b) la verifica della risposta e dell'aggiornamento-registrazione dell'analizzatore di gas di cui all'allegato VI, punto 8.1.6, del regolamento delegato (UE) 2017/654 relativo ai requisiti tecnici e generali.
 - 2.1.2. Gli strumenti di misurazione devono rispettare le specifiche di cui all'allegato VI, punto 9.4, del regolamento delegato (UE) 2017/654 relativo ai requisiti tecnici e generali.
 - 2.1.3. I gas analitici usati per la taratura degli strumenti di misurazione devono rispettare i requisiti di cui all'allegato VI, punto 9.5.1, del regolamento delegato (UE) 2017/654 relativo ai requisiti tecnici e generali.
 - 2.2. Requisiti del condotto di trasferimento e della sonda di campionamento
 - 2.2.1. Il condotto di trasferimento deve rispettare i requisiti di cui all'allegato VI, punto 9.3.1.2, del regolamento delegato (UE) 2017/654 relativo ai requisiti tecnici e generali.
 - 2.2.2. La sonda di campionamento deve rispettare i requisiti di cui all'allegato VI, punto 9.3.1.1, del regolamento delegato (UE) 2017/654 relativo ai requisiti tecnici e generali.
-

Appendice 2

Procedura di prova per il monitoraggio in servizio con un PEMS**1. Parametri di prova**

Le emissioni di inquinanti gassosi da misurare e registrare durante la prova di monitoraggio in servizio sono: il monossido di carbonio (CO), gli idrocarburi (HC) totali e gli ossidi di azoto (NO_x). Inoltre è necessario misurare il biossido di carbonio (CO₂) per poter seguire le procedure di calcolo descritte nell'appendice 5.

I parametri di cui alla tabella devono essere misurati e registrati durante la prova di monitoraggio in servizio:

Tabella

Parametri di prova

Parametro	Unità di misura	Fonte
Concentrazione di HC ⁽¹⁾	ppm	Analizzatore di gas
Concentrazione di CO ⁽¹⁾	ppm	Analizzatore di gas
Concentrazione di NO _x ⁽¹⁾	ppm	Analizzatore di gas
Concentrazione di CO ₂ ⁽¹⁾	ppm	Analizzatore di gas
Portata massica dei gas di scarico ⁽²⁾	kg/h	EFM
Temperatura dei gas di scarico	°K	EFM o ECU o sensore
Temperatura ambiente ⁽³⁾	°K	Sensore
Pressione ambiente	kPa	Sensore
Umidità relativa	%	Sensore
Coppia del motore ⁽⁴⁾	Nm	ECU o sensore
Regime del motore	giri/min	ECU o sensore
Flusso di carburante del motore	g/s	ECU o sensore
Temperatura del liquido di raffreddamento del motore	°K	ECU o sensore
Temperatura dell'aria di aspirazione del motore ⁽³⁾	°K	ECU o sensore
Latitudine della macchina mobile non stradale	gradi	GPS (opzionale)
Longitudine della macchina mobile non stradale	gradi	GPS (opzionale)

⁽¹⁾ Misurata o corretta su umido.

⁽²⁾ La portata massica dei gas di scarico deve essere misurata direttamente a meno che non si applichi uno dei casi seguenti:

- a) il sistema di scarico installato nella macchina mobile non stradale provoca la diluizione dei gas di scarico con aria a monte del luogo in cui può essere installato un EFM. In questo caso il campione di gas di scarico deve essere prelevato a monte del punto di diluizione; oppure
- b) il sistema di scarico installato nella macchina mobile non stradale devia una parte dei gas di scarico verso un'altra parte della macchina mobile non stradale (ad esempio per il riscaldamento) con aria a monte del luogo in cui può essere installato un EFM.

In questi casi, qualora il costruttore sia in grado di fornire all'autorità di omologazione una prova incontrovertibile della correlazione tra la portata massica del carburante stimata dalla ECU e la portata massica del carburante misurata sul banco di prova dinamometrico del motore, l'EFM può essere omesso e si possono applicare misurazioni indirette del flusso di gas di scarico (partendo dai flussi di carburante e aria di aspirazione, oppure dal flusso di carburante e dal bilancio di carbonio).

⁽³⁾ Utilizzare il sensore della temperatura ambiente o un sensore della temperatura dell'aria di aspirazione. L'utilizzo di un sensore della temperatura dell'aria di aspirazione deve rispettare i requisiti di cui al punto 5.1, secondo paragrafo.

⁽⁴⁾ Il valore registrato deve essere a) la coppia netta o b) la coppia netta calcolata dalla coppia percentuale effettiva del motore, dalla coppia di attrito e dalla coppia di riferimento, secondo le norme di cui all'appendice 7, punto 2.1.1.

La base della coppia netta deve essere il valore netto non corretto della coppia fornito dal motore comprensivo di apparecchiature e dispositivi ausiliari da includere per la prova delle emissioni conformemente all'allegato VI, appendice 2, del regolamento delegato (UE) 2017/654 relativo ai requisiti tecnici e generali.

2. **Durata minima della prova**

La durata della prove, comprendente tutte le sequenze di funzionamento e i soli dati validi, deve essere abbastanza lunga da completare tra cinque e sette volte il lavoro eseguito durante il ciclo NRTC o produrre tra cinque e sette volte la massa di riferimento di CO₂ in kg/ciclo nel ciclo NRTC.

3. **Preparazione della macchina mobile non stradale**

La preparazione della macchina mobile non stradale deve comprendere almeno le seguenti operazioni:

- a) il controllo del motore: gli eventuali problemi identificati e risolti devono essere registrati e presentati all'autorità di omologazione;
- b) l'eventuale sostituzione di olio, carburante e reagente;
- c) la dimostrazione della disponibilità delle informazioni del flusso di dati ECU, in conformità ai requisiti di cui all'appendice 7, punto 2.

4. **Installazione del PEMS**

- 4.1. L'installazione del PEMS non deve influenzare le prestazioni o le emissioni di inquinanti gassosi della macchina mobile non stradale.

In ogni caso l'installazione deve rispettare le norme di sicurezza e i requisiti di sicurezza applicabili a livello locale e deve seguire le istruzioni fornite dal fabbricante del PEMS, degli strumenti di misurazione, del condotto di trasferimento e della sonda di campionamento.

4.2. Alimentazione di energia elettrica

L'energia elettrica deve essere fornita al PEMS da un'unità di alimentazione esterna.

- 4.2.1. Qualora il costruttore dimostri all'autorità di omologazione che non è possibile rispettare il punto 4.2, durante la prova è possibile usare una fonte di energia alimentata (direttamente o indirettamente) dal motore.

- 4.2.2. In questo caso il picco del consumo di energia del PEMS non deve superare l'1 % della potenza massima del motore e devono essere adottate misure aggiuntive per evitare di scaricare eccessivamente la batteria quando il motore è spento o al minimo.

4.3. Strumenti di misurazione diversi dall'EFM

Gli strumenti di misurazione diversi dall'EFM devono essere installati, per quanto possibile, in una posizione sottoposta a minimi:

- a) cambiamenti della temperatura ambiente;
- b) cambiamenti della pressione ambiente;
- c) radiazioni elettromagnetiche;
- d) urti e vibrazioni meccaniche;
- e) idrocarburi ambiente, se si usa un analizzatore FID che utilizza l'aria ambiente come aria del bruciatore FID.

4.4. EFM

L'installazione dell'EFM non deve aumentare la contropressione oltre il valore raccomandato dal costruttore.

- 4.4.1. L'EFM deve essere fissato al tubo di scappamento della macchina mobile non stradale. I sensori dell'EFM devono essere posizionati tra due tratti di tubo dritto lunghi almeno il doppio del diametro dell'EFM (a monte e a valle).

- 4.4.2. L'EFM deve essere posizionato dopo il silenziatore della macchina mobile non stradale per limitare l'effetto delle pulsazioni del gas di scarico sui segnali di misurazione.

4.5. Condotto di trasferimento e sonda di campionamento

Il condotto di trasferimento deve essere opportunamente isolato nei punti di collegamento (sonda di campionamento e retro degli strumenti di misurazione).

4.5.1. Se la lunghezza del condotto di trasferimento è modificata, i tempi di trasporto del sistema devono essere verificati e, se necessario, corretti.

4.5.2. Il condotto di trasferimento e la sonda di campionamento devono rispettare i requisiti di cui all'allegato VI, punto 9.3, del regolamento delegato (UE) 2017/654 relativo ai requisiti tecnici e generali.

4.6. Registratore di dati (data logger)

Il registratore di dati deve essere collegato alla ECU del motore per registrare i parametri del motore elencati nella tabella 1 dell'appendice 7 e, ove applicabile, i parametri del motore elencati nella tabella 2 dell'appendice 7.

4.7. GPS (ove applicabile)

L'antenna deve essere montata il più in alto possibile senza rischiare interferenze con gli eventuali ostacoli incontrati durante il funzionamento su strada.

5. Procedure di prova precedenti il monitoraggio in servizio

5.1. Misurazione della temperatura ambiente

La temperatura ambiente deve essere misurata all'inizio e anche alla fine della prova entro una distanza ragionevole dalla macchina mobile non stradale. È consentito l'uso del segnale CAN per la temperatura dell'aria di aspirazione (temperatura al motore).

Se si usa un sensore della temperatura dell'aria di aspirazione per stimare la temperatura ambiente, la temperatura ambiente registrata deve essere la temperatura dell'aria di aspirazione corretta dallo scarto nominale applicabile tra la temperatura ambiente e quella dell'aria di aspirazione, come specificato dal costruttore.

5.2. Avvio e stabilizzazione degli strumenti di misurazione

Gli strumenti di misurazione devono essere riscaldati e stabilizzati fino a che le pressioni, le temperature e i flussi non abbiano raggiunto i rispettivi set point di funzionamento, secondo le istruzioni fornite dal fabbricante dello strumento di misurazione/del PEMS.

5.3. Pulizia e riscaldamento del condotto di trasferimento

Per evitare la contaminazione del sistema, il condotto di trasferimento deve essere spurgato fino all'inizio del campionamento, secondo le istruzioni fornite dal fabbricante del condotto di trasferimento/del PEMS.

Il condotto di trasferimento deve essere riscaldato a 190 °C (± 10 °C) prima di cominciare la prova per evitare la presenza di zone fredde che potrebbero portare a una contaminazione del campione da parte di idrocarburi condensati.

5.4. Controllo e taratura degli analizzatori

La taratura dello zero e dello span e i controlli della linearità degli analizzatori di gas devono essere eseguite usando i gas analitici di cui all'appendice 1, punto 2.1.3.

5.5. Pulizia dell'EFM

L'EFM deve essere spurgato nei punti di collegamento al trasduttore di pressione secondo le specifiche del fabbricante del PEMS o dell'EFM. Questa procedura deve rimuovere la condensazione e il particolato diesel dalle linee di rilevamento della pressione e dalle relative porte di misurazione della pressione del tubo di circolazione dei gas.

6. Registrazione dei dati della prova di monitoraggio in servizio

6.1. Prima della prova di monitoraggio in servizio

Il campionamento delle emissioni di inquinanti gassosi, la misurazione dei parametri dello scarico e la registrazione dei dati ambientali e relativi al motore devono iniziare prima dell'avvio del motore.

6.2. Durante la prova di monitoraggio in servizio

Il campionamento delle emissioni di inquinanti gassosi, la misurazione dei parametri dello scarico e la registrazione dei dati ambientali e relativi al motore devono continuare durante il normale funzionamento in condizioni d'uso del motore.

Il motore può essere spento e riacceso, ma il campionamento dei dati sulle emissioni di inquinanti gassosi, la misurazione dei parametri dello scarico e la registrazione dei dati ambientali e relativi al motore devono continuare durante l'intera prova di monitoraggio in servizio.

6.3. Dopo la prova di monitoraggio in servizio

Alla fine della prova di monitoraggio in servizio, deve essere lasciato agli strumenti di misurazione e al registratore di dati un tempo sufficiente a far trascorrere i loro tempi di risposta. Il motore può essere spento prima o dopo l'arresto della registrazione dei dati.

6.4. Dati misurati validi per il calcolo delle emissioni di inquinanti gassosi

I dati misurati per il calcolo delle emissioni di inquinanti gassosi devono essere definiti in conformità all'appendice 4. Il punto 6.4.2 si applica a tali calcoli.

6.4.1. Per determinare la fase di avvio (take-off) dopo una lunga inattività, come stabilito al punto 2.2.2 dell'appendice 4, la temperatura dei gas di scarico deve essere misurata durante la sequenza di funzionamento entro una distanza di 30 cm dall'uscita del dispositivo di post-trattamento usato per la riduzione degli NO_x.

6.4.2. Dati di avviamento a freddo

I dati misurati delle emissioni di inquinanti gassosi durante un avviamento a freddo devono essere esclusi dal calcolo delle emissioni di inquinanti gassosi.

Il rilevamento dei dati misurati validi per il calcolo delle emissioni di inquinanti gassosi deve cominciare dopo che la temperatura del liquido di raffreddamento ha raggiunto per la prima volta i 343 K (70 °C) o dopo che la temperatura del liquido di raffreddamento si è stabilizzata entro +/- 2K in un periodo di 5 minuti, a seconda di quale condizione si verifichi prima; in ogni caso deve cominciare dopo 20 minuti dall'avvio del motore.

7. Controllo degli analizzatori dei gas

7.1. Verifica periodica dello zero durante la sequenza di funzionamento

La verifica dello zero degli analizzatori di gas deve essere effettuata almeno ogni 2 ore durante una prova di monitoraggio in servizio.

7.2. Correzione periodica dello zero durante una prova di monitoraggio in servizio

I risultati ottenuti mediante i controlli eseguiti in conformità al punto 7.1 possono essere usati per effettuare una correzione della deriva dello zero.

7.3. Verifica della deriva dopo aver eseguito la prova

La verifica della deriva deve essere effettuata solo se non è stata fatta alcuna correzione della deriva dello zero durante la prova di monitoraggio in servizio in conformità al punto 7.2.

7.3.1. Entro 30 minuti dal completamento della prova di monitoraggio in servizio deve essere effettuata una taratura dello zero e dello span degli analizzatori di gas per verificarne la deriva rispetto ai risultati precedenti alla prova.

7.3.2. I controlli dello zero, dello span e della linearità degli analizzatori di gas devono essere eseguite come stabilito al punto 5.4.

8. Malfunzionamento del motore

8.1. Nel caso si verifichi un malfunzionamento durante una sequenza di funzionamento ed esso sia chiaramente comunicato all'operatore della macchina mobile non stradale dalla diagnostica di bordo mediante un segnale di avvertimento visivo, un testo o un altro indicatore di malfunzionamento, la prova di monitoraggio in servizio deve essere considerata nulla.

8.2. I malfunzionamenti devono essere corretti prima di procedere a qualsiasi ulteriore prova di monitoraggio in servizio del motore.

Appendice 3

Pretrattamento dei dati per il calcolo delle emissioni di inquinanti gassosi**1. Definizioni**

1.2. Ai fini della presente appendice si intende per:

1.2.1. «risposta di zero» la risposta media, incluso il rumore, a un gas zero su un intervallo di tempo di almeno 30 secondi;

1.2.2. «risposta di span» la risposta media, incluso il rumore, a un gas span (gas a concentrazione nota) su un intervallo di tempo di almeno 30 secondi;

2. Correzione della deriva

2.1. Deriva massima consentita

Le derive della risposta di zero e della risposta di span devono essere inferiori al 2 % del fondo scala nell'intervallo minimo utilizzato:

a) se la differenza tra i risultati prima e dopo la prova è inferiore al 2 %, le concentrazioni misurate possono essere utilizzate non corrette o si possono correggere per tener conto della deriva in conformità al punto 2.2;

b) se la differenza tra i risultati prima e dopo la prova è uguale o superiore al 2 %, le concentrazioni misurate devono essere corrette per tener conto della deriva in conformità al punto 2.2. Se non vengono effettuate correzioni, la prova deve essere considerata nulla.

2.2. Correzione della deriva

La concentrazione corretta tenendo conto della deriva deve essere calcolata in conformità ai requisiti di cui all'allegato VII, punto 2.1 o 3.5 del regolamento delegato (UE) 2017/654 relativo ai requisiti tecnici e generali.

La differenza tra i valori non corretti e i valori corretti delle emissioni specifiche al banco frenato (brake-specific) di inquinanti gassosi deve essere compresa entro ± 6 % dei valori non corretti delle emissioni di inquinanti gassosi specifiche al banco. Se la deriva supera il 6 per cento, la prova deve essere considerata nulla.

Se si applica una correzione della deriva, quando si comunicano le emissioni di inquinanti gassosi si devono usare esclusivamente i risultati delle emissioni di inquinanti gassosi con correzione della deriva.

3. Allineamento temporale

Al fine di ridurre al minimo l'effetto distorsivo del ritardo temporale tra i diversi segnali sul calcolo delle emissioni massiche di inquinanti gassosi, i dati pertinenti per il calcolo delle emissioni di inquinanti gassosi devono essere allineati in conformità ai punti da 3.1 a 3.4.

3.1. Dati degli analizzatori di gas

I dati provenienti dagli analizzatori di gas devono essere allineati in conformità ai requisiti di cui all'allegato VII, punto 8.1.5.3, del regolamento delegato (UE) 2017/654 relativo ai requisiti tecnici e generali.

3.2. Dati degli analizzatori di gas e dell'EFM

I dati provenienti dagli analizzatori di gas devono essere opportunamente allineati con i dati dell'EFM seguendo la procedura di cui al punto 3.4.

3.3. Dati del PEMS e del motore

I dati provenienti dal PEMS (analizzatori di gas e EFM) devono essere opportunamente allineati con i dati della ECU del motore seguendo la procedura di cui al punto 3.4.

3.4. Procedura per migliorare l'allineamento temporale dei dati PEMS

I parametri della prova elencati nella tabella dell'Appendice 2 sono suddivisi in 3 categorie distinte:

categoria 1: analizzatori di gas (concentrazioni di HC, CO, CO₂, NO_x);

categoria 2: EFM (portata massica dei gas di scarico e temperatura dei gas di scarico);

categoria 3: motore (dati relativi a coppia, regime, temperature, flusso di carburante provenienti dalla centralina elettronica).

L'allineamento temporale di ciascuna categoria con le due altre va verificato individuando il coefficiente di correlazione più alto tra due serie di parametri di prova. Tutti i parametri di prova di una categoria devono essere spostati per massimizzare il fattore di correlazione. Per calcolare i coefficienti di correlazione devono essere usati i seguenti parametri di prova:

- a) categorie 1 e 2 (dati degli analizzatori di gas e dell'EFM) con la categoria 3 (dati del motore): dalla ECU;
- b) categoria 1 con la categoria 2: concentrazione di CO₂ e portata massica dei gas di scarico;
- c) categoria 2 con la categoria 3: concentrazione di CO₂ e flusso di carburante del motore.

4. Controllo della coerenza dei dati

4.1. Dati degli analizzatori di gas e dell'EFM

La coerenza dei dati (portata massica dei gas di scarico misurata dall'EFM e concentrazioni dei gas) deve essere verificata usando una correlazione tra i dati della centralina sul flusso di carburante misurato e il flusso di carburante calcolato conformemente alla procedura di cui all'allegato VII, punto 2.1.6.4 del regolamento delegato (UE) 2017/654 sui requisiti tecnici e generali.

Deve essere eseguita una regressione lineare per i valori del flusso di carburante misurati e calcolati. A tal fine si deve utilizzare il metodo dei minimi quadrati con un'equazione di miglior approssimazione avente la forma:

$$y = mx + b$$

in cui:

- y è il flusso di carburante calcolato [g/s],
- m è il coefficiente angolare della linea di regressione,
- x è il flusso di carburante misurato [g/s],
- b è l'intercetta su y della linea di regressione.

Il coefficiente angolare (m) e il coefficiente di determinazione (r²) devono essere calcolati per ciascuna linea di regressione. Si raccomanda di effettuare questa analisi nell'intervallo dal 15 % del valore massimo al valore massimo e a una frequenza superiore o pari a 1 Hz. Affinché una prova sia considerata valida si devono valutare i due criteri seguenti:

Tabella

Tolleranze

Coefficiente angolare della linea di regressione, m	da 0,9 a 1,1 — raccomandato
Coefficiente di determinazione r ²	min 0,9 — raccomandato

4.2. Dati di coppia della ECU

La coerenza dei dati di coppia della ECU deve essere verificata confrontando i valori di coppia massimi della ECU a diversi regimi del motore (se del caso) con i valori corrispondenti sulla curva di coppia ufficiale a pieno carico del motore e in conformità all'appendice 6.

4.3. Consumo specifico BSFC (Brake-Specific Fuel Consumption)

Il BSFC deve essere controllato utilizzando:

- a) il consumo di carburante calcolato dai dati relativi alle emissioni di inquinanti gassosi (concentrazioni degli analizzatori di gas e dati sulla portata massica dei gas di scarico) in conformità alla procedura di cui all'allegato VII, punto 2.1.6.4, del regolamento delegato (UE) 2017/654 relativo ai requisiti tecnici e generali;
- b) il lavoro calcolato utilizzando i dati della ECU (coppia del motore e regime del motore).

4.4. Pressione ambiente

Il valore relativo alla pressione ambiente deve essere controllato rispetto all'altitudine indicata nei dati del GPS, se disponibili.

4.5. L'autorità di omologazione può considerare la prova nulla se non è soddisfatta dei risultati del controllo della coerenza dei dati.

5. **Correzione secco-umido**

Se misurata su secco, la concentrazione deve essere convertita su umido in conformità alla procedura di cui all'allegato VII, punto 2 o 3, del regolamento delegato (UE) 2017/654 relativo ai requisiti tecnici e generali.

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

Le concentrazioni degli NO_x misurate dagli analizzatori di gas non devono essere corrette in funzione dell'umidità e della temperatura ambiente.

*Appendice 4***Algoritmo per la determinazione di eventi validi durante il monitoraggio in servizio****1. Disposizioni generali**

- 1.1. Ai fini della presente appendice si intende per «evento» i dati misurati in una prova di monitoraggio in servizio per i calcoli delle emissioni di inquinanti gassosi ottenuti in un incremento temporale Δt pari al periodo di campionamento dei dati.
- 1.2. Il metodo di cui alla presente appendice si basa sul concetto di eventi di lavoro e di inattività.
- 1.3. Qualsiasi evento considerato di inattività in conformità alla presente appendice non deve essere considerato valido per il calcolo del lavoro o della massa di CO₂ e delle emissioni di inquinanti gassosi e dei fattori di conformità delle finestre della media di cui all'appendice 5, punto 2. Solo gli eventi di lavoro devono essere usati ai fini del calcolo.
- 1.4. Gli eventi di inattività devono essere classificati come eventi di inattività brevi ($\leq D2$) e eventi di inattività lunghi ($> D2$) (cfr. la tabella per il valore di D2).

2. Procedura per determinare gli eventi di inattività

- 2.1. Gli eventi seguenti devono essere considerati come di inattività:
 - 2.1.1. gli eventi in cui la potenza del motore è inferiore al 10 % della potenza massima netta del motore;
 - 2.1.2. gli eventi corrispondenti a condizioni di sistema motore freddo (avviamento a freddo) di cui all'appendice 2, punto 6.4.2;
 - 2.1.3. gli eventi registrati in condizioni ambientali che non soddisfano i requisiti di cui al punto 3.3 della presente appendice;
 - 2.1.4. gli eventi registrati durante i controlli periodici degli strumenti di misurazione.
- 2.2. Si devono seguire le seguenti fasi:
 - 2.2.1. gli eventi di inattività più brevi di D0 devono essere considerati di lavoro e uniti agli eventi di lavoro circostanti (cfr. la tabella per i valori di D0).
 - 2.2.2. La fase di avvio (take-off) che segue lunghi eventi di inattività ($> D2$) deve anch'essa essere considerata un evento di inattività fino a che la temperatura dei gas di scarico non raggiunga i 523 K. Se la temperatura dei gas di scarico non raggiunge i 523 K entro D3 minuti, tutti gli eventi successivi a D3 devono essere considerati di lavoro (cfr. la tabella per i valori di D3).
 - 2.2.3. Per tutti gli eventi di inattività, i primi D1 minuti dell'evento devono essere considerati di lavoro (cfr. la tabella per i valori di D1).

3. Algoritmo di marcatura «lavoro della macchina»**3.1. Fase 1**

Rilevare e separare gli eventi in eventi di lavoro e eventi di inattività.

- 3.1.1. Definire gli eventi di lavoro e gli eventi di inattività in conformità al punto 2.
- 3.1.2. Calcolare la durata degli eventi di inattività.
- 3.1.3. Marcare gli eventi di inattività inferiori a D0 come eventi di lavoro (cfr. tabella per i valori di D0).
- 3.1.4. Calcolare la durata degli eventi di inattività rimanenti.

3.2. Fase 2

Unire gli eventi di lavoro brevi ($\leq D2$) in eventi di inattività.

3.2.1. Unire gli eventi di lavoro di durata inferiore a $D0$ con gli eventi di inattività circostanti di durata superiore a $D1$.

3.3. Fase 3

Escludere gli eventi di lavoro successivi agli eventi di inattività lunghi (fase di avvio).

3.3.1. Considerare come eventi di inattività quegli eventi che seguono lunghi ($> D2$) eventi di inattività fino a che la temperatura dei gas di scarico non raggiunge 523 K o fino a che non siano trascorsi $D3$ minuti (cfr. la tabella per i valori di $D1$), a seconda di quale condizione si verifichi prima.

3.4. Fase 4

Includere gli eventi di inattività successivi agli eventi di lavoro.

3.4.1. Includere $D1$ minuti dell'evento di inattività alla fine di ogni evento di lavoro (cfr. la tabella per i valori di $D1$).

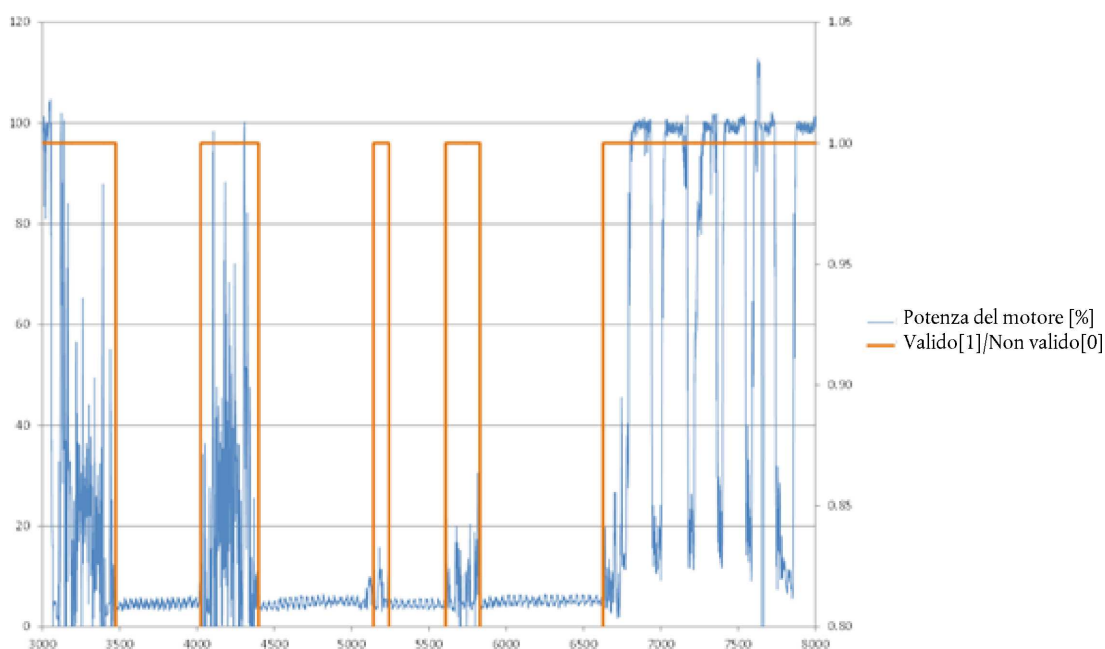
Tabella

Valori per i parametri $D0$, $D1$, $D2$ e $D3$

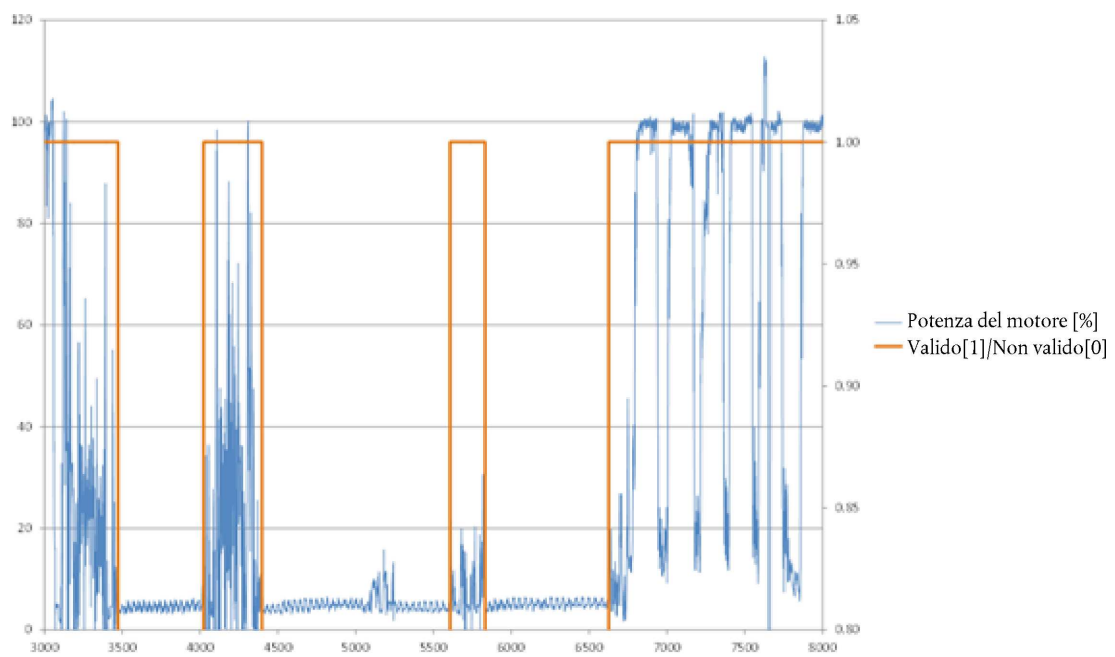
Parametri	Valore
$D0$	2 minuti
$D1$	2 minuti
$D2$	10 minuti
$D3$	4 minuti

4. Esempi

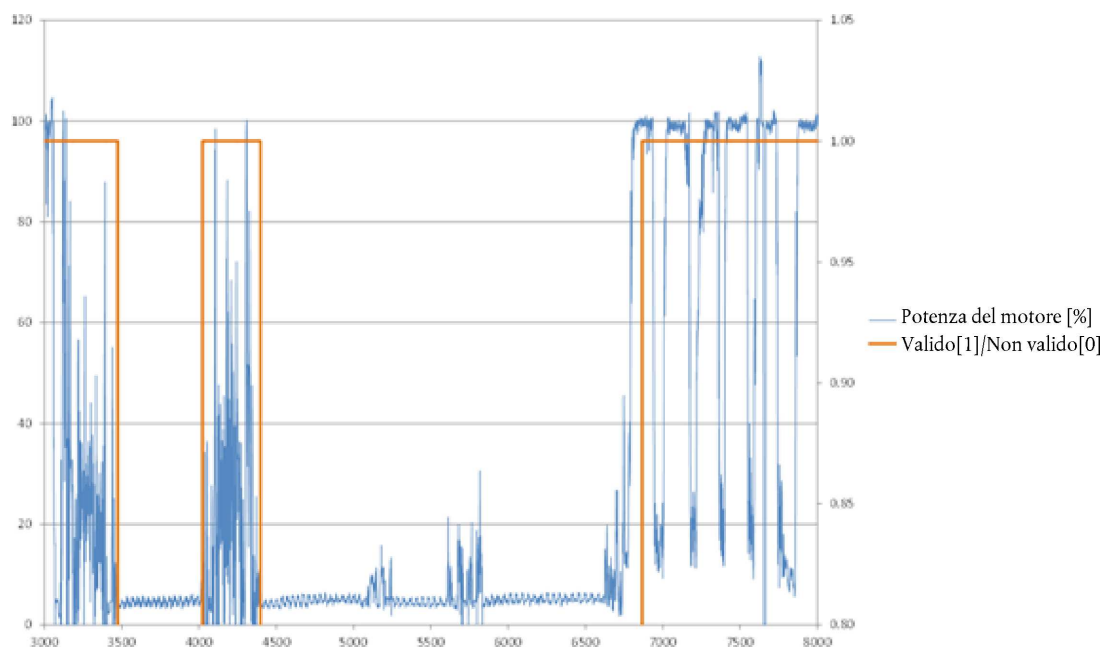
4.1. Esclusioni di dati di inattività alla fine della fase 1



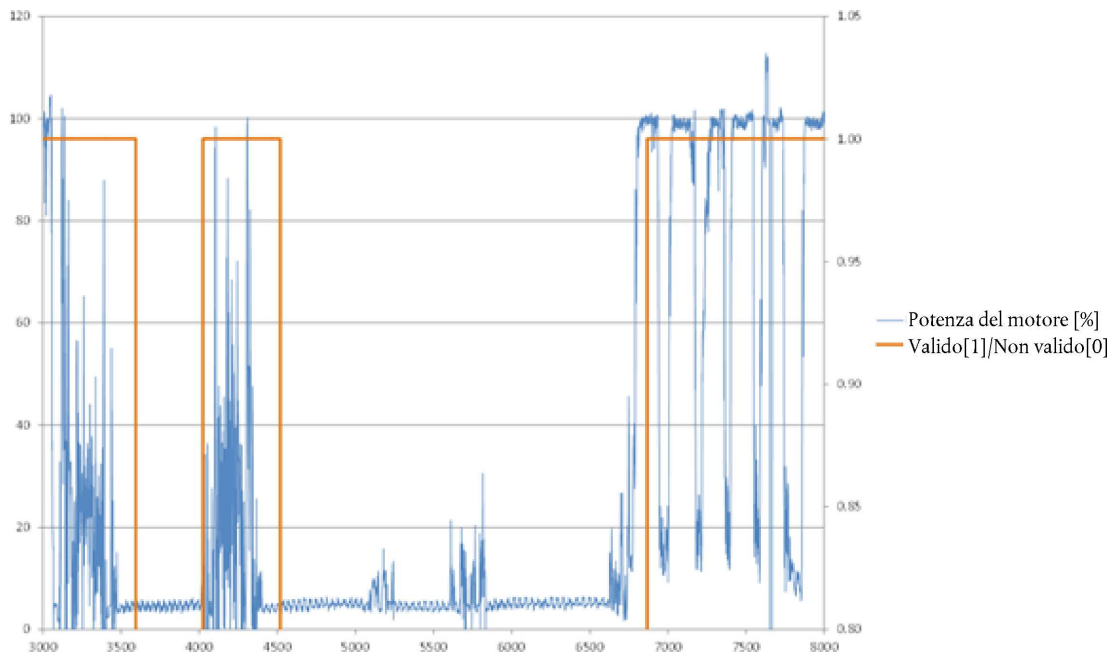
4.2. Esclusioni di dati di inattività alla fine della fase 2



4.3. Esclusioni di dati di inattività alla fine della fase 3



4.4. Fine della fase 4 — finale



—

Appendice 5

Calcolo delle emissioni di inquinanti gassosi**1. Calcolo delle emissioni istantanee di inquinanti gassosi**

La massa istantanea delle emissioni di inquinanti gassosi deve essere calcolata in base alla concentrazione istantanea delle emissioni di inquinanti gassosi misurata durante la prova di monitoraggio in servizio e in conformità alla procedura di cui all'allegato VII, punti 2 o 3 del regolamento delegato (UE) 2017/654 relativo ai requisiti tecnici e generali.

2. Determinazione delle emissioni di inquinanti gassosi della finestra della media e dei fattori di conformità**2.1. Metodo della finestra della media**

La finestra della media è un sottoinsieme dell'insieme completo dei dati calcolati durante la prova di monitoraggio in servizio il cui lavoro o massa di CO₂ è pari al lavoro o massa di CO₂ del motore misurati nel ciclo NRTC di laboratorio di riferimento.

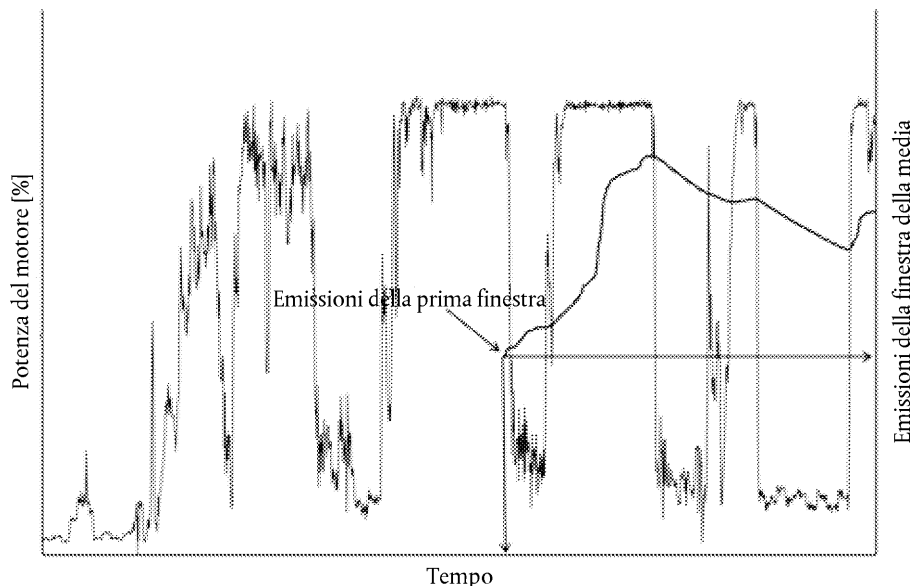
La massa delle emissioni di inquinanti gassosi e i fattori di conformità devono essere calcolati usando il metodo della finestra della media mobile, basato sul lavoro di riferimento (procedura di cui al punto 2.2) e sulla massa di CO₂ di riferimento (procedura di cui al punto 2.3) misurati nel ciclo NRTC di laboratorio di riferimento.

I calcoli devono essere eseguiti in conformità ai seguenti requisiti generali.

- 2.1.1. Tutti i dati esclusi a norma dell'appendice 4 non devono essere considerati per il calcolo del lavoro o della massa di CO₂ e delle emissioni di inquinanti gassosi e dei fattori di conformità delle finestre della media.
- 2.1.2. Per calcolare la finestra della media mobile si applica un incremento temporale Δt pari al periodo di campionamento dei dati.
- 2.1.3. La massa delle emissioni di inquinanti gassosi per ciascuna finestra della media (mg/finestra della media) si ottiene integrando nella finestra della media la massa delle emissioni istantanee di inquinanti gassosi.
- 2.1.4. I calcoli devono essere effettuati e presentati per entrambe le procedure: sia la massa di CO₂ di riferimento sia il lavoro di riferimento.

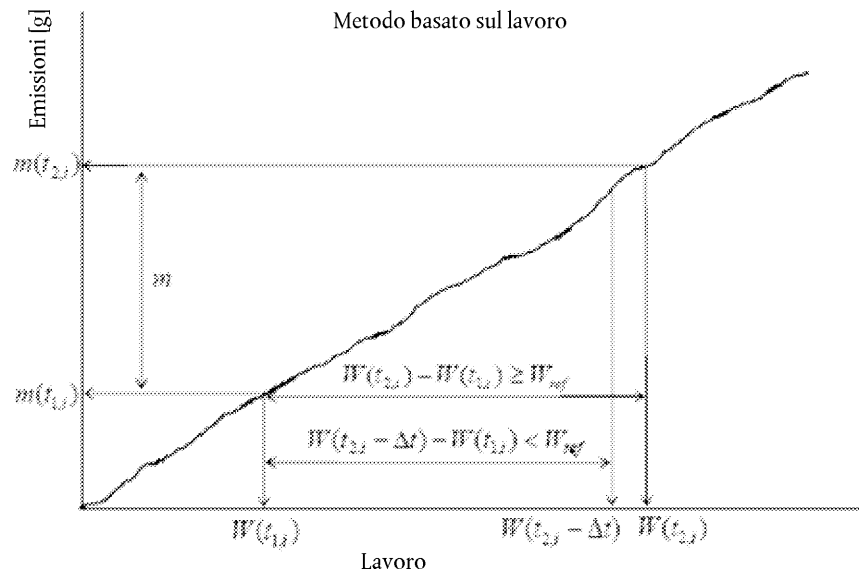
Figura 1

Potenza del motore rispetto al tempo e finestra della media delle emissioni di inquinanti gassosi, a partire dalla prima finestra della media, rispetto al tempo



2.2. Metodo basato sul lavoro

Figura 2

Metodo basato sul lavoro

La durata $(t_{2,i} - t_{1,i})$ della j -esima finestra della media è determinata da:

$$W(t_{2,i}) - W(t_{1,i}) \geq W_{ref}$$

in cui:

- $W(t_{j,i})$ è il lavoro del motore misurato tra l'inizio e il tempo $t_{j,i}$, kWh,
- W_{ref} è il lavoro del motore per il ciclo NRTC, kWh,
- $t_{2,i}$ deve essere scelto in modo che:

$$W(t_{2,i} - \Delta t) - W(t_{1,i}) < W_{ref} \leq W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})$$

in cui Δt è il periodo di campionamento dei dati pari o inferiore a 1 secondo.

2.2.1. Calcolo delle emissioni specifiche al banco frenato istantanee di inquinanti gassosi

Le emissioni specifiche al banco frenato di inquinanti gassosi e_{gas} (g/kWh) devono essere calcolate per ciascuna finestra della media e per ciascun inquinante gassoso nel modo seguente:

$$e_{gas} = \frac{m}{W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})}$$

in cui:

- m è l'emissione massica dell'inquinante gassoso, mg/finestra della media,
- $W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})$ è il lavoro del motore durante l' i -esima finestra della media, kWh.

2.2.2. Scelta delle finestre della media valide

Le finestre della media valide sono quelle finestre della media la cui potenza media supera la soglia di potenza del 20 % della potenza massima del motore. La percentuale di finestre della media valide deve essere pari o superiore al 50 %.

2.2.2.1. La prova deve essere considerata nulla se la percentuale di finestre della media valide è inferiore al 50 %.

2.2.3. Calcolo dei fattori di conformità

I fattori di conformità devono essere calcolati per ciascuna finestra della media valida e per ciascun inquinante gassoso nel modo seguente:

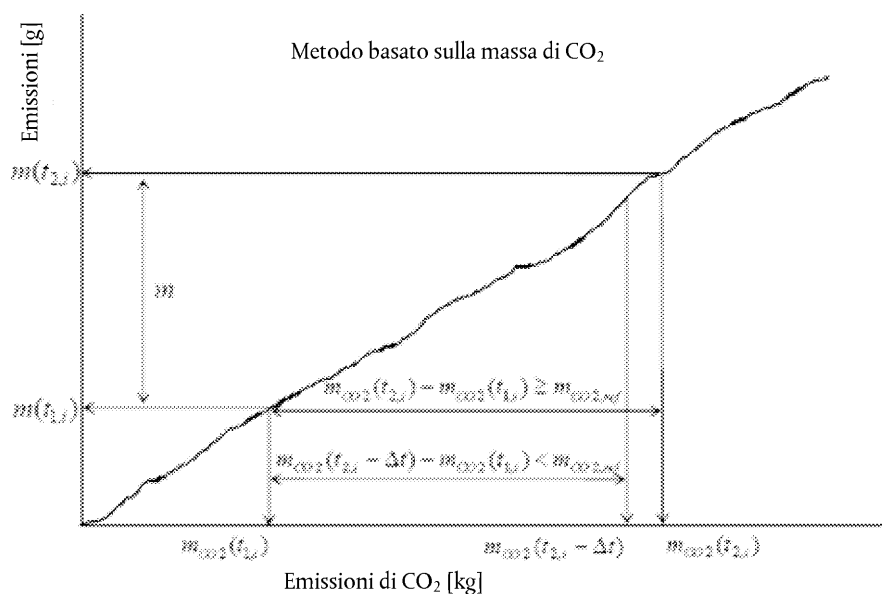
$$CF = \frac{\ell}{L}$$

in cui:

- ℓ sono le emissioni specifiche al banco frenato dell'inquinante gassoso, g/kWh,
- L è il limite applicabile, g/kWh.

2.3. Metodo basato sulla massa di CO₂

Figura 3

Metodo basato sulla massa di CO₂

La durata $(t_{2,i} - t_{1,i})$ della j_a finestra della media è determinata da:

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

in cui:

- $m_{\text{CO}_2}(t_{j,i})$ è la massa di CO₂ misurata tra l'inizio della prova e il tempo $t_{j,i}$, kg,
- $m_{\text{CO}_2,\text{ref}}$ è la massa di CO₂ determinata per il ciclo NRTC, kg,
- $t_{2,i}$ deve essere scelto in modo che:

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

in cui Δt è il periodo di campionamento dei dati pari a 1 secondo o meno.

Le masse di CO₂ sono calcolate nelle finestre della media integrando le emissioni istantanee di inquinanti gassosi calcolate secondo i requisiti di cui al punto 1.

2.3.1. Scelta delle finestre della media valide

Le finestre della media valide sono quelle la cui durata non supera la durata massima calcolata come segue:

$$D_{\text{max}} = 3\,600 \cdot \frac{W_{\text{ref}}}{0,2 \cdot P_{\text{max}}}$$

in cui:

- D_{max} è la durata massima della finestra della media, s,
- P_{max} è la potenza massima del motore, kW.

La percentuale di finestre della media valide deve essere pari o superiore al 50 %.

2.3.2. Calcolo dei fattori di conformità

I fattori di conformità devono calcolati per ciascuna finestra della media valida e per ciascun inquinante nel modo seguente:

$$CF = \frac{CF_I}{CF_C}$$

Con $CF_I = \frac{m}{m_{CO_2}(t_{2,i}) - m_{CO_2}(t_{1,i})}$ (rapporto in servizio) e

$CF_C = \frac{m_L}{m_{CO_2,ref}}$ (rapporto di certificazione)

in cui:

- m è l'emissione massica dell'inquinante gassoso, mg/finestra della media,
- $m_{CO_2}(t_{2,i}) - m_{CO_2}(t_{1,i})$ è la massa di CO_2 durante l'ia finestra della media, kg,
- $m_{CO_2,ref}$ è la massa di CO_2 del motore determinata per il ciclo NRTC, kg,
- m_L è l'emissione massica dell'inquinante gassoso corrispondente al limite applicabile nel ciclo NRTC, mg.

3. Arrotondamento del calcolo delle emissioni di inquinanti gassosi

In conformità alla norma ASTM E 29-06b (Standard Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications) il risultato finale della prova deve essere arrotondato in un unico passaggio al numero di decimali a destra della virgola indicato nella norma sulle emissioni applicabile, più un'ulteriore cifra significativa. Non è ammesso l'arrotondamento dei valori intermedi da cui si ricava il risultato finale delle emissioni specifiche al banco frenato di inquinanti gassosi.

4. Risultati delle emissioni di inquinanti gassosi

I seguenti risultati devono essere comunicati in conformità al punto 10 del presente allegato:

- a) la concentrazione istantanea delle emissioni di inquinanti gassosi misurata durante la prova di monitoraggio in servizio;
- b) la media della concentrazione delle emissioni di inquinanti gassosi per l'intera prova di monitoraggio in servizio;
- c) la massa istantanea delle emissioni di inquinanti gassosi calcolata in conformità al punto 1;
- d) la massa integrata delle emissioni di inquinanti gassosi per l'intera prova di monitoraggio in servizio, calcolata sommando la massa delle emissioni istantanee di inquinanti gassosi calcolata in conformità al punto 1;
- e) la distribuzione dei fattori di conformità per le finestre della media valide, calcolati in conformità ai punti 2.2.3 e 2.3.2 (minimo, massimo e 90° percentile cumulativo);
- f) la distribuzione dei fattori di conformità per le finestre della media valide, calcolati in conformità ai punti 2.2.3 e 2.3.2 senza la determinazione dei dati validi in conformità all'appendice 4 e senza la determinazione delle finestre valide di cui ai punti 2.2.2 e 2.3.1 (minimo, massimo e 90° percentile cumulativo).

*Appendice 6***Conformità del segnale di coppia della ECU****1. Metodo della coppia massima**

- 1.1. Il metodo della coppia massima consiste nel confermare che durante la prova di monitoraggio in servizio si è raggiunto un punto sulla curva di riferimento della coppia massima in funzione della velocità del motore.
- 1.2. Se durante la prova di monitoraggio in servizio non si è raggiunto un punto sulla curva di riferimento della coppia massima in funzione della velocità del motore, il costruttore può modificare l'attività di carico della macchina mobile non stradale e/o la durata minima della prova stabilita al punto 2 dell'appendice 2 nella misura necessaria a consentire tale conferma dopo la prova di monitoraggio in servizio.
- 1.3. Il requisito di cui al punto 1.2 non si applica nel caso in cui, secondo il costruttore e previo consenso dell'autorità di omologazione, non sia possibile raggiungere un punto sulla curva della coppia massima in condizioni di esercizio normali senza sovraccaricare il motore installato sulla macchina mobile non stradale oppure non sia possibile farlo in condizioni di sicurezza.
- 1.4. In tal caso il costruttore deve proporre all'autorità di omologazione un metodo alternativo per controllare il segnale. Tale metodo alternativo deve essere utilizzato solo se l'autorità di omologazione lo ritiene fattibile e applicabile senza sovraccaricare il motore o porre rischi per la sicurezza.
- 1.5. Il costruttore può proporre all'autorità di omologazione un metodo per controllare la conformità del segnale di coppia della ECU durante la prova di monitoraggio in servizio più accurato e completo rispetto a quello di cui ai punti da 1.1 a 1.4. In tal caso deve essere usato il metodo proposto dal costruttore invece di quello di cui ai punti da 1.1 a 1.4.

2. Impossibilità di verificare la conformità del segnale di coppia della ECU

Qualora il costruttore dimostri all'autorità di omologazione che non è possibile verificare il segnale di coppia della ECU durante la prova di monitoraggio in servizio, la verifica eseguita durante le prove necessarie per l'omologazione UE e indicate nel certificato di omologazione UE deve essere accettata dall'autorità di omologazione.

Appendice 7

Requisiti delle informazioni del flusso di dati della ECU**1. Dati da fornire**

- 1.1. La ECU deve fornire come minimo i dati di misurazione elencati nella tabella 1.

Tabella 1

Dati di misurazione

Parametro	Unità di misura
Coppia del motore ⁽¹⁾	Nm
Regime del motore	giri/min
Temperatura del liquido di raffreddamento del motore	K

⁽¹⁾ Il valore fornito deve essere a) la coppia frenante netta del motore o b) la coppia frenante netta calcolata a partire da altri valori di coppia opportuni, come definito nelle corrispondenti norme di protocollo di cui al punto 2.1.1. La base della coppia netta deve essere il valore netto non corretto della coppia fornito dal motore comprensivo di apparecchiature e dispositivi ausiliari da includere per la prova delle emissioni conformemente all'allegato VI, appendice 2, del regolamento delegato (UE) 2017/654 relativo ai requisiti tecnici e generali.

- 1.2. La ECU deve fornire i valori di pressione ambiente o di temperatura ambiente in conformità alla tabella 2, se non sono misurate da sensori esterni.

Tabella 2

Dati di misurazione aggiuntivi

Parametro	Unità di misura
Temperatura ambiente ⁽¹⁾	K
Pressione ambiente	kPa
Flusso di carburante del motore	g/s

⁽¹⁾ L'utilizzo di un sensore della temperatura dell'aria di aspirazione deve rispettare i requisiti di cui all'appendice 2, punto 5.1, secondo paragrafo.

- 1.3. Qualora la portata massica dei gas di scarico non sia misurata direttamente, deve essere fornito il flusso di carburante del motore in conformità all'appendice 2, punto 1, della tabella dell'appendice 2.

2. Requisiti di comunicazione

- 2.1. Accesso alle informazioni del flusso di dati

- 2.1.1. L'accesso alle informazioni del flusso di dati deve essere fornito in conformità ad almeno una delle seguenti serie di norme:

- a) ISO 27145 con ISO 15765-4 (basata su CAN);
- b) ISO 27145 con ISO 13400 (basata su TCP/IP);
- c) SAE J1939-73.

- 2.1.2. La ECU deve poter supportare i servizi corrispondenti ad almeno una delle norme suddette in modo da fornire i dati di cui alla tabella 1.

L'implementazione nella ECU di caratteristiche aggiuntive della o delle norme è consentita, ma non obbligatoria.

- 2.1.3. L'accesso alle informazioni del flusso di dati deve essere possibile mediante un collegamento via cavo (scanner esterno).

2.2. Comunicazione via cavo basata su CAN

- 2.2.1. La velocità di comunicazione su un collegamento dati via cavo deve essere di 250 kbps o 500 kbps.

- 2.2.2. L'interfaccia di collegamento tra il motore e gli strumenti di misura del PEMS deve essere standardizzata e rispettare tutti i requisiti della norma ISO 15031-3 Type A (alimentazione 12 Vcc), Type B (alimentazione 24 Vcc), o SAE J1939-13 (alimentazione 12 o 24 Vcc).

2.3. Requisiti di documentazione

Nella scheda informativa di cui al regolamento di esecuzione (UE) 2017/656 della Commissione ⁽¹⁾ relativo ai requisiti amministrativi il costruttore deve indicare la norma o le norme usate per fornire l'accesso alle informazioni del flusso di dati in conformità al punto 2.1.1.

—

⁽¹⁾ Regolamento delegato (UE) 2017/656 della Commissione, del 19 dicembre 2016, che stabilisce i requisiti amministrativi relativi ai limiti di emissione e all'omologazione di motori a combustione interna destinati alle macchine mobili non stradali in conformità al regolamento (UE) 2016/1628 del Parlamento europeo e del Consiglio (cfr. pagina 364 della presente Gazzetta ufficiale).

Appendice 8

Verbale di prova per il monitoraggio in servizio**1. Informazioni sul costruttore del motore**

- 1.1. Marca (denominazione o denominazioni commerciali del costruttore):
- 1.2. Ragione sociale e indirizzo del costruttore:
- 1.3. Nome e indirizzo dell'eventuale mandatario del costruttore:
- 1.4. Denominazione/i e indirizzo/i dello/degli stabilimento/i di montaggio/fabbricazione:

2. Informazioni relative al motore

- 2.1. Designazione del tipo/della famiglia di motori
- 2.2. Categoria e sottocategoria del tipo di motore/della famiglia di motori:
- 2.3. Numero di omologazione
- 2.4. Nome o nomi commerciali (se del caso)
- 2.5. Numero di identificazione del motore
- 2.6. Anno e mese di produzione del motore
- 2.7. Motore rifatto
- 2.8. Cilindrata del motore [cm³]
- 2.9. Numero di cilindri
- 2.10. Potenza netta nominale/velocità nominale dichiarata del motore [kW/giri/min]
- 2.11. Potenza netta/velocità massima del motore [kW/giri/min]
- 2.12. Coppia massima/regime di coppia dichiarata/o del motore [Nm/giri/min]
- 2.13. Regime di minimo [giri/min]
- 2.14. Disponibilità della curva della coppia a pieno carico fornita dal costruttore (sì/no)
- 2.15. Numero di riferimento della curva della coppia a pieno carico fornita dal costruttore
- 2.16. Sistema DeNO_x (ad es. EGR, SCR)
- 2.17. Tipo di convertitore catalitico
- 2.18. Tipo di filtro antiparticolato
- 2.19. Sistema di post-trattamento modificato rispetto all'omologazione (sì/no)
- 2.20. Informazioni relative alla ECU (numero di taratura del software)

3. Informazioni sulla macchina mobile non stradale

- 3.1. Proprietario della macchina mobile non stradale
- 3.2. Categoria/e della macchina mobile non stradale
- 3.3. Costruttore della macchina mobile non stradale
- 3.4. Numero di identificazione della macchina mobile non stradale
- 3.5. Numero e paese di immatricolazione (se disponibile) della macchina mobile non stradale
- 3.6. Nome/i commerciale/i (se del caso) della macchina mobile non stradale
- 3.7. Mese e anno di produzione della macchina mobile non stradale

4. Scelta del motore/della macchina mobile non stradale

- 4.1. Metodo di individuazione del motore/della macchina mobile non stradale
- 4.2. Criteri di scelta delle macchine mobili non stradali, dei motori, delle famiglie in servizio
- 4.3. Luogo in cui la macchina mobile non stradale opera abitualmente
- 4.4. Orari di funzionamento all'inizio della prova:
 - 4.4.1. Macchina mobile non stradale [h]
 - 4.4.2. Motore [h]

5. Sistema portatile di misurazione delle emissioni [PEMS]

- 5.1. Alimentazione del PEMS esterna/prelevata dalla macchina mobile non stradale
- 5.2. Marca e tipo degli strumenti di misurazione (PEMS)
- 5.3. Data di taratura degli strumenti di misurazione (PEMS)
- 5.4. Software di calcolo e versione usata (ad es. EMROAD 4.0)
- 5.5. Posizione dei sensori delle condizioni ambientali

6. Condizioni di prova

- 6.1. Data e ora della prova
- 6.2. Durata della prova [s]
- 6.3. Luogo dove si effettua la prova
- 6.4. Condizioni climatiche/ambientali (ad. es. temperatura, umidità, altitudine);
 - 6.4.1. Condizioni ambientali medie (calcolate a partire dai dati istantanei misurati)
- 6.5. Ore di funzionamento per macchina mobile non stradale/motore
- 6.6. Informazioni dettagliate sul funzionamento reale della macchina mobile non stradale
- 6.7. Specifiche del carburante di prova
- 6.8. Specifiche dell'olio lubrificante
- 6.9. Specifiche del reagente (ove applicabile)
- 6.10. Breve descrizione del lavoro eseguito

7. Concentrazione media delle emissioni di inquinanti gassosi

- 7.1. Concentrazione media di HC [ppm] [non obbligatorio]
- 7.2. Concentrazione media di CO [ppm] [non obbligatorio]
- 7.3. Concentrazione media di NO_x [ppm] [non obbligatorio]
- 7.4. Concentrazione media di CO₂ [ppm] [non obbligatorio]
- 7.5. Portata massica media dei gas di scarico [kg/h] [non obbligatorio]
- 7.6. Temperatura media dei gas di scarico [°C] [non obbligatorio]

8. Massa integrata delle emissioni di inquinanti gassosi

- 8.1. Emissioni di THC [g]
- 8.2. Emissioni di CO [g]

- 8.3. Emissioni di NO_x [g]
- 8.4. Emissioni di CO₂ [g]
9. **Fattori di conformità della finestra della media ⁽¹⁾ (calcolati in conformità alle appendici da 2 a 5) (Minimo, massimo e 90° percentile cumulativo);**
- 9.1. Fattore di conformità del THC nella finestra della media del lavoro [-]
- 9.2. Fattore di conformità del CO nella finestra della media del lavoro [-]
- 9.3. Fattore di conformità del NO_x nella finestra della media del lavoro [-]
- 9.4. Fattore di conformità del THC nella finestra della media della massa di CO₂ [-]
- 9.5. Fattore di conformità del CO nella finestra della media della massa di CO₂ [-]
- 9.6. Fattore di conformità del NO_x nella finestra della media della massa di CO₂ [-]
- 9.7. Finestra della media del lavoro: potenza minima e massima nella finestra della media [%]
- 9.8. Finestra della media della massa di CO₂: durata minima e massima nella finestra della media [s]
- 9.9. Finestra della media del lavoro: percentuale delle finestre della media valide
- 9.10. Finestra della media della massa di CO₂: percentuale delle finestre della media valide
- 9.11. Emissioni di CO₂
10. **Fattori di conformità della finestra della media (calcolati in conformità alle appendici 2, 3 e 5 senza la determinazione dei dati validi in conformità all'appendice 4 e senza la determinazione delle finestre valide di cui all'appendice 5, punti 2.2.2 e 2.3.1) (Minimo, massimo e 90° percentile cumulativo)**
- 10.1. Fattore di conformità del THC nella finestra della media del lavoro [-]
- 10.2. Fattore di conformità del CO nella finestra della media del lavoro [-]
- 10.3. Fattore di conformità del NO_x nella finestra della media del lavoro [-]
- 10.4. Fattore di conformità del THC nella finestra della media della massa di CO₂ [-]
- 10.5. Fattore di conformità del CO nella finestra della media della massa di CO₂ [-]
- 10.6. Fattore di conformità del NO_x nella finestra della media della massa di CO₂ [-]
- 10.7. Finestra della media del lavoro: potenza minima e massima nella finestra della media [%]
- 10.8. Finestra della media della massa di CO₂: durata minima e massima nella finestra della media [s]
11. **Verifica dei risultati della prova**
- 11.1. Risultati dei controlli e delle verifiche dello zero e dello span dell'analizzatore di THC, prima e dopo la prova
- 11.2. Risultati dei controlli e delle verifiche dello zero e dello span dell'analizzatore di CO, prima e dopo la prova
- 11.3. Risultati dei controlli e delle verifiche dello zero e dello span dell'analizzatore di NO_x, prima e dopo la prova
- 11.4. Risultati dei controlli e delle verifiche dello zero e dello span dell'analizzatore di CO₂, prima e dopo la prova

⁽¹⁾ La finestra della media è un sottoinsieme dell'insieme completo dei dati calcolati durante la prova di monitoraggio in servizio il cui lavoro o massa di CO₂ è pari al lavoro o massa di CO₂ del motore misurati nel ciclo transitorio non stradale (NRTC) di laboratorio di riferimento.

11.5. Risultati del controllo della coerenza dei dati a norma dell'appendice 3, punto 4

I-1. Dati istantanei misurati

- I-1.1. Concentrazione di THC [ppm]
- I-1.2. Concentrazione di CO [ppm]
- I-1.3. Concentrazione di NO_x [ppm]
- I-1.4. Concentrazione di CO₂ [ppm]
- I-1.5. Portata massica dei gas di scarico [kg/h]
- I-1.6. Temperatura dei gas di scarico [°C]
- I-1.7. Temperatura ambiente [°C]
- I-1.8. Pressione ambiente [kPa]
- I-1.9. Umidità ambiente [g/kg] [non obbligatorio]
- I-1.10. Coppia del motore [Nm]
- I-1.11. Regime del motore [giri/min]
- I-1.12. Flusso di carburante del motore [g/s]
- I-1.13. Temperatura del liquido di raffreddamento [°C]
- I-1.14. Latitudine della macchina mobile non stradale [gradi]
- I-1.15. Longitudine della macchina mobile non stradale [gradi]

I-2. Dati istantanei calcolati

- I-2.1. Massa di THC [g/s]
 - I-2.2. Massa di CO [g/s]
 - I-2.3. Massa di NO_x [g/s]
 - I-2.4. Massa di CO₂ [g/s]
 - I-2.5. Massa totale di THC [g]
 - I-2.6. Massa totale di CO [g]
 - I-2.7. Massa totale di NO_x [g]
 - I-2.8. Massa totale di CO₂ [g]
 - I-2.9. Portata di carburante calcolata [g/s]
 - I-2.10. Potenza del motore [kW]
 - I-2.11. Lavoro del motore [kW/h]
 - I-2.12. Durata della finestra della media del lavoro [s]
 - I-2.13. Potenza media del motore della finestra della media del lavoro [%]
 - I-2.14. Fattore di conformità del THC nella finestra della media del lavoro [-]
 - I-2.15. Fattore di conformità del CO nella finestra della media del lavoro [-]
 - I-2.16. Fattore di conformità dei NO_x nella finestra della media del lavoro [-]
 - I-2.17. Durata della finestra della media della massa di CO₂ [s]
 - I-2.18. Fattore di conformità del THC nella finestra della media della massa di CO₂ [-]
 - I-2.19. Fattore di conformità del CO nella finestra della media della massa di CO₂ [-]
 - I-2.20. Fattore di conformità dei NO_x nella finestra della media della massa di CO₂ [-]
-