

Bruxelles, 2 settembre 2022
(OR. en)

12077/22
ADD 1

ENT 117
MI 632
ENV 834
DELECT 159

NOTA DI TRASMISSIONE

Origine:	Segretaria generale della Commissione europea, firmato da Martine DEPREZ, direttrice
Data:	30 agosto 2022
Destinatario:	Segretariato generale del Consiglio
n. doc. Comm.:	C(2022) 6046 final - ANNEX
Oggetto:	ALLEGATI del REGOLAMENTO DELEGATO (UE) .../... DELLA COMMISSIONE che modifica il regolamento delegato (UE) 2017/655 per quanto riguarda l'adeguamento delle disposizioni sul monitoraggio delle emissioni di inquinanti gassosi da motori a combustione interna in servizio installati su macchine mobili non stradali per includervi i motori di potenza inferiore a 56 kW e superiore a 560 kW

Si trasmette in allegato, per le delegazioni, il documento C(2022) 6046 final - ANNEX.

All.: C(2022) 6046 final - ANNEX



COMMISSIONE
EUROPEA

Bruxelles, 30.8.2022
C(2022) 6046 final

ANNEX

ALLEGATI

del

REGOLAMENTO DELEGATO (UE) .../... DELLA COMMISSIONE

che modifica il regolamento delegato (UE) 2017/655 per quanto riguarda l'adeguamento delle disposizioni sul monitoraggio delle emissioni di inquinanti gassosi da motori a combustione interna in servizio installati su macchine mobili non stradali per includervi i motori di potenza inferiore a 56 kW e superiore a 560 kW

ALLEGATO

L'allegato del regolamento delegato (UE) 2017/655 è così modificato:

(1) dopo il punto 1.2 sono inseriti i seguenti punti 1.2.a e 1.2.b:

1.2.a. Gruppo di motori per il monitoraggio in servizio (gruppo ISM)

Per l'esecuzione delle prove in servizio, tutti i tipi e le famiglie di motori prodotti dal costruttore devono essere raggruppati in base alla sottocategoria di motore come indicato nella tabella 1 e illustrato nella figura 1. Un costruttore può avere un solo gruppo ISM per ciascun tipo di gruppo ISM possibile.

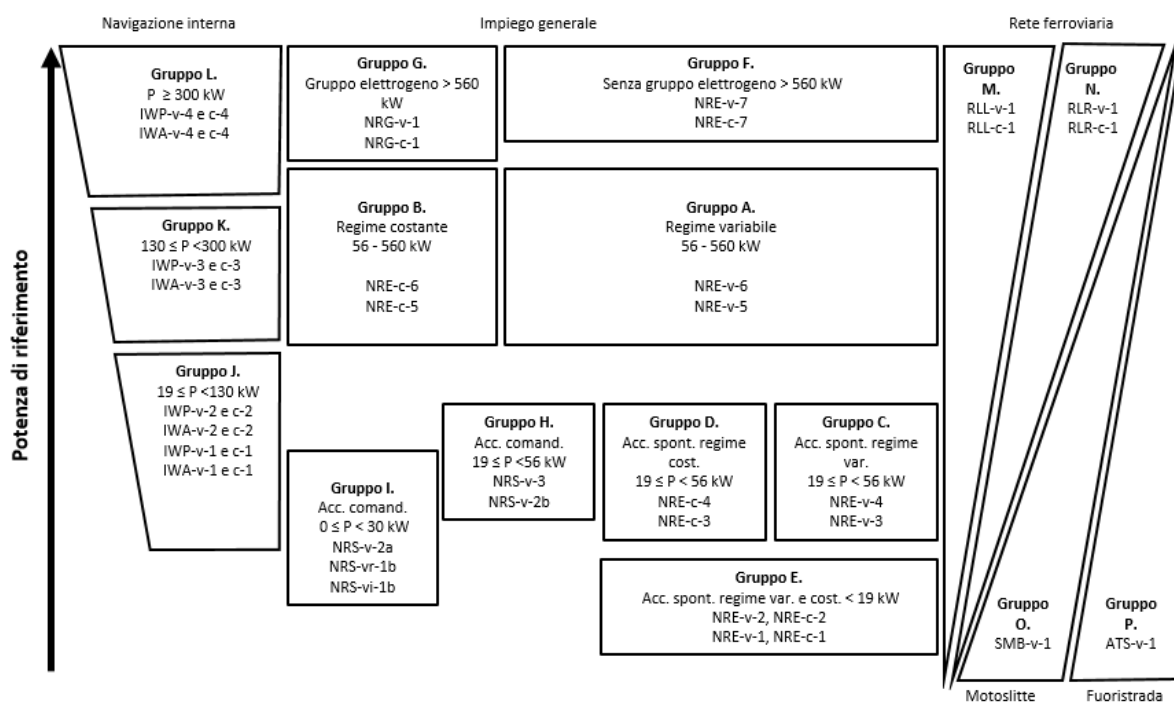
Tabella 1

Gruppi ISM

Gruppo ISM	(Sotto)categorie di motori
A	NRE-v-5, NRE-v-6
B	NRE-c-5, NRE-c-6
C	NRE-v-3, NRE-v-4
D	NRE-c-3, NRE-c-4
E	NRE-v-1, NRE-c-1, NRE-v-2, NRE-c-2
F	NRE-v-7, NRE-c-7
G	NRG-v-1, NRG-c-1
H	NRS-v-2b, NRS-v-3
I	NRS-vr-1b, NRS-vi-1b, NRS-v-2a
J	IWP-v-1, IWP-c-1, IWA-v-1, IWA-c-1, IWP-v-2, IWP-c-2, IWA-v-2, IWA-c-2
K	IWP-v-3, IWP-c-3, IWA-v-3, IWA-c-3
L	IWP-v-4, IWP-c-4, IWA-v-4, IWA-c-4
M	RLL-v-1, RLL-c-1
N	RLR-v-1, RLR-c-1
O	SMB-v-1
P	ATS-v-1

Figura 1

Schema dei gruppi ISM



1.2.b. L'autorità di omologazione che garantisce l'osservanza del presente regolamento deve essere:

- l'autorità di omologazione che ha rilasciato l'omologazione del tipo di motore o della famiglia di motori, nel caso in cui il gruppo ISM contenga un'unica omologazione;
- l'autorità di omologazione che ha rilasciato l'omologazione di vari tipi di motori e/o di famiglie di motori nell'ambito del medesimo gruppo ISM;
- nel caso in cui il gruppo ISM contenga tipi e/o famiglie di motori omologati da diverse autorità, l'autorità di omologazione designata da tutte le autorità di omologazione interessate.

(2) al punto 1.3, la lettera b) è soppressa;

(3) il punto 1.4 è sostituito dal seguente:

"1.4. I motori dotati di centralina elettronica (ECU) e interfaccia di comunicazione per trasmettere i dati necessari indicati nell'appendice 7, ma privi di interfaccia o a cui mancano dei dati, o per i quali non è possibile ottenere una chiara identificazione e convalida dei segnali necessari, non sono ammissibili per la prova di monitoraggio in servizio e al loro posto deve essere scelto un altro motore.

L'autorità di omologazione non deve accettare l'assenza di una ECU o di un'interfaccia oppure l'assenza o la non validità dei segnali o la mancata conformità al segnale di coppia della ECU come motivo per ridurre il numero di motori da sottoporre a prova a norma del presente regolamento.";

(4) il punto 2.1 è sostituito dal seguente:

- "2.1. Il costruttore deve presentare il piano iniziale per il monitoraggio di ciascun gruppo ISM all'autorità di omologazione entro i termini seguenti:
- (a) per il gruppo ISM A, un mese dall'inizio della produzione di qualsiasi tipo di motore o famiglia di motori del gruppo ISM;
 - (b) per ogni altro gruppo ISM, la data posteriore tra le seguenti:
 - i) *[Per l'Ufficio delle pubblicazioni: inserire la data corrispondente a sei mesi dopo l'entrata in vigore del presente regolamento];*
 - ii) un mese dall'inizio della produzione di qualsiasi tipo di motore o famiglia di motori del gruppo ISM.";
- (5) al punto 2.2, la frase introduttiva è sostituita dalla seguente:
- "2.2. Il piano iniziale deve comprendere l'elenco dei tipi e delle famiglie di motori del gruppo ISM unitamente ai criteri utilizzati e alla motivazione della scelta:";
- (6) il punto 2.3 è sostituito dal seguente:
- "2.3. I costruttori devono presentare all'autorità di omologazione un piano aggiornato per il monitoraggio in servizio dei motori ogniqualvolta l'elenco delle famiglie di motori del gruppo ISM o l'elenco dei motori particolari e delle macchine mobili non stradali scelte viene integrato 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. Se cambia il numero di famiglie di motori del gruppo ISM o il volume di produzione annuale per il mercato dell'Unione, il piano con il numero di prove da eseguire in conformità al punto 2.6 deve essere adeguato di conseguenza.";
- (7) i punti da 2.6 a 2.6.4 sono sostituiti dai seguenti:
- "2.6. Criteri di scelta dei motori da sottoporre a prova
- Il numero di motori da sottoporre a prova si riferisce al gruppo ISM e non alle sottocategorie di motori, alle famiglie di motori o ai tipi di motori appartenenti al gruppo ISM.
- Il costruttore deve scegliere motori che rappresentino in modo equilibrato le sottocategorie, le famiglie e i tipi di motori appartenenti al gruppo ISM. Ciò non dovrebbe necessariamente implicare la prova di motori appartenenti a ciascuna sottocategoria, famiglia o tipo di motori.
- Per i gruppi ISM che contengono contemporaneamente le categorie IWP e IWA, la scelta dei motori deve includere, per quanto possibile, motori di entrambe le categorie.
- 2.6.1. Schema di prova per il gruppo ISM "A"
- Il costruttore deve scegliere uno degli schemi di prova per il monitoraggio in servizio descritti ai successivi punti 2.6.1.1 e 2.6.1.2.
- 2.6.1.1. Schema di prova basato sul periodo di durabilità delle emissioni (EDP)
- 2.6.1.1.1 Prova di 9 motori del gruppo ISM con un accumulo di esercizio inferiore al a % dell'EDP, conformemente alla tabella 2. I risultati della prova devono essere presentati all'autorità di omologazione entro il *[Per l'Ufficio delle pubblicazioni: inserire la data corrispondente a ventiquattro mesi dopo l'entrata in vigore del presente regolamento]*.

- 2.6.1.1.2. Prova di 9 motori del gruppo ISM con un accumulo di esercizio superiore al b % dell'EDP, conformemente alla tabella 2. I verbali della prova devono essere presentati all'autorità di omologazione entro il *[Per l'Ufficio delle pubblicazioni: inserire la data corrispondente a quarantotto mesi dopo l'entrata in vigore del presente regolamento]*.
- 2.6.1.1.3. Qualora il costruttore non sia in grado di soddisfare il requisito di cui al punto 2.6.1.1 a causa dell'indisponibilità di motori con l'accumulo di esercizio richiesto al punto 2.6.1.1.2, l'autorità di omologazione può autorizzare la prova dei motori in base al presente punto con un accumulo di esercizio compreso tra il doppio di a % e il b % dell'EDP, a condizione che il costruttore dimostri in maniera incontrovertibile di avere scelto i motori con il massimo accumulo di esercizio disponibile. In alternativa, l'autorità di omologazione deve accettare una modifica dello schema di prova basato su un periodo di quattro anni di cui al punto 2.6.1.2. In tale caso il numero totale di motori da sottoporre a prova a norma del punto 2.6.1.2 deve essere ridotto del numero di motori già sottoposti a prova e comunicato in conformità al punto 2.6.1.1.

Tabella 2

% di valori EDP per il gruppo ISM definito al punto 2.6.1

Potenza di riferimento del motore selezionato (kW)	a	b
$56 \leq P < 130$	20	55
$130 \leq P \leq 560$	30	70

- 2.6.1.2. Schema di prova basato su un periodo di quattro anni
- Ogni costruttore deve sottoporre a prova in media nove motori del gruppo ISM all'anno per quattro anni consecutivi. Per quanto possibile, all'autorità di omologazione devono essere presentati ogni anno anche i verbali di prova. Il calendario di esecuzione delle prove e di presentazione dei risultati deve essere incluso nel piano iniziale di monitoraggio dei motori in servizio, e in ogni suo successivo aggiornamento, presentato dal costruttore, e deve essere approvato dall'autorità di omologazione.
- 2.6.1.2.1. I risultati delle prove dei primi nove motori devono essere presentati entro 24 mesi dall'installazione del primo motore nella macchina mobile non stradale ed entro 30 mesi dall'inizio della produzione del tipo o della famiglia di motori omologata del gruppo ISM.
- 2.6.1.2.2. Qualora il costruttore dimostri all'autorità di omologazione che, entro 30 mesi dall'inizio della produzione, non sono stati installati motori in 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.
- 2.6.1.2.3. Costruttori in piccole serie
- Nel caso dei costruttori in piccole serie, il numero di motori da sottoporre a prova deve essere adeguato nel modo seguente:

- a) i costruttori che producono solo due famiglie di motori nell'ambito di un gruppo ISM devono presentare in media sei risultati di prove di motori all'anno;
- b) i costruttori che producono per il mercato dell'Unione più di 250 motori l'anno di un gruppo ISM contenente una sola famiglia di motori devono presentare in media tre risultati di prove di motori all'anno;
- c) i costruttori che producono per il mercato dell'Unione tra 125 e 250 motori l'anno di un gruppo ISM contenente una sola famiglia di motori devono presentare in media due risultati di prove di motori all'anno;
- d) i costruttori che producono per il mercato dell'Unione meno di 125 motori l'anno di un gruppo ISM contenente una sola famiglia di motori devono presentare in media un risultato di prove di motori all'anno.

L'autorità di omologazione deve verificare che i quantitativi di produzione dichiarati non siano superati durante il periodo di quattro anni nel quale il costruttore effettua le prove. Se tali quantitativi sono superati in un qualsiasi momento, il costruttore deve sottoporre a prova in media nove motori all'anno negli anni restanti del periodo di quattro anni per i quali non sono stati comunicati risultati.

2.6.2. Schema di prova per i gruppi ISM B, F, G, J, K, L, M e N

Il costruttore deve scegliere per ciascun gruppo uno degli schemi di prova per il monitoraggio in servizio descritti ai successivi punti 2.6.2.1 e 2.6.2.2.

2.6.2.1. Schema di prova basato sul periodo di durabilità delle emissioni (EDP)

2.6.2.1.1. Prova di x motori del gruppo ISM con un accumulo di esercizio inferiore al c % dell'EDP, conformemente alla tabella 3. I risultati della prova devono essere presentati all'autorità di omologazione entro il *[Per l'Ufficio delle pubblicazioni: inserire la data corrispondente a ventiquattro mesi dopo l'entrata in vigore del presente regolamento]*.

2.6.2.1.2. Prova di x motori del gruppo ISM con un accumulo di esercizio superiore al d % dell'EDP, conformemente alla tabella 3. I risultati della prova devono essere presentati all'autorità di omologazione entro il *[Per l'Ufficio delle pubblicazioni: inserire la data corrispondente a quarantotto mesi dopo l'entrata in vigore del presente regolamento]*.

2.6.2.1.3. Qualora il costruttore non sia in grado di soddisfare i requisiti di cui ai punti 2.6.2.1.1 e 2.6.2.1.2 a causa dell'indisponibilità di motori con l'accumulo di esercizio richiesto, l'autorità di omologazione può autorizzare la prova dei motori in base al presente punto con un accumulo di esercizio compreso tra il doppio di c % e il d % dell'EDP, a condizione che il costruttore dimostri in maniera incontrovertibile di avere scelto i motori con il massimo accumulo di esercizio disponibile. In alternativa, l'autorità di omologazione deve accettare una modifica dello schema di prova basato su un periodo di quattro anni di cui al punto 2.6.2.2. In tale caso il numero totale di motori da sottoporre a prova a norma del punto 2.6.2.2 deve essere ridotto del numero di motori già sottoposti a prova e comunicato in conformità ai punti 2.6.2.1.1 e 2.6.2.1.2.

2.6.2.1.4. Qualora il verbale di prova di una famiglia di motori della fase IIIB equivalente alla categoria RLL sia utilizzato ai fini di una corrispondente omologazione della fase V per tale famiglia di motori conformemente all'articolo 7, paragrafo 2, del

regolamento di esecuzione (UE) 2017/656 e il costruttore del motore non sia in grado di soddisfare i requisiti di cui ai punti 2.6.2.1.1 e 2.6.2.1.2 a causa dell'indisponibilità di motori della fase V con l'accumulo di esercizio richiesto, l'autorità di omologazione deve accettare la scelta di un motore della fase IIIB per il soddisfacimento dei requisiti di cui ai punti 2.6.2.1.1 e 2.6.2.1.2.

Tabella 3

% di valori EDP per i gruppi ISM definiti al punto 2.6.2.1

Potenza di riferimento del motore selezionato (kW)	c	d
$P < 56$	10	40
$56 \leq P < 130$	20	55
$P \geq 130$	30	70

Tabella 4

**Numero di motori da sottoporre a prova per i gruppi ISM definiti ai
punti 2.6.2, 2.6.3.1 e 2.6.4.1**

N	CA	x
1	-	1
$2 \leq N \leq 4$	-	2
> 4	≤ 50	2
$5 \leq N \leq 6$	> 50	3
≥ 7	> 50	4

in cui:

N = numero totale di famiglie di motori del gruppo ISM prodotte dal costruttore per il mercato UE.

CA = somma della produzione annuale per il mercato UE delle restanti famiglie di motori nell'ambito di un gruppo ISM prodotte dal costruttore, al netto delle quattro famiglie con la produzione annuale per il mercato UE più elevata.

x = numero di motori da sottoporre a prova.

2.6.2.2. Schema di prova basato su un periodo di quattro anni

Prova di x motori in media del gruppo ISM all'anno per quattro anni consecutivi, conformemente alla tabella 4. I verbali di prova devono essere presentati all'autorità di omologazione ogni anno per le prove che sono state eseguite. Il calendario di esecuzione delle prove e di presentazione dei risultati deve essere incluso nel piano iniziale di monitoraggio dei motori in servizio, e in ogni suo successivo aggiornamento, presentato dal costruttore, e deve essere approvato dall'autorità di omologazione.

2.6.2.2.1. I risultati delle prove dei primi x motori devono essere presentati prima della data posteriore tra le seguenti:

- a) [*Per l'Ufficio delle pubblicazioni: inserire la data corrispondente a ventiquattro mesi dopo l'entrata in vigore del presente regolamento*];
- b) 12 mesi dopo l'installazione del primo motore in una macchina mobile non stradale;
- c) 18 mesi dall'inizio della produzione di un tipo di motore omologato o di una famiglia di motori omologata del gruppo ISM.

2.6.2.2.2. Qualora il costruttore dimostri all'autorità di omologazione che, entro 18 mesi dall'inizio della produzione, non sono stati installati motori in 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.

2.6.2.2.3. Costruttori in piccole serie

Nel caso in cui la somma della produzione annuale di tutte le famiglie di motori di un gruppo ISM non superi i 50 motori (costruttori in piccole serie), il numero di motori da sottoporre a prova deve essere adeguato nel modo seguente:

- a) i costruttori che producono complessivamente tra 25 e 50 motori all'anno di tutte le famiglie di un determinato gruppo ISM per il mercato dell'Unione devono presentare:
 - i) un risultato delle prove dei motori con un accumulo di esercizio compreso tra il c % e il d % dei valori dell'EDP di cui alla tabella 3 entro il [*Per l'Ufficio delle pubblicazioni: inserire la data corrispondente a trentasei mesi dopo l'entrata in vigore del presente regolamento*]; oppure
 - ii) in media un risultato di prove di motori all'anno per due anni, a partire da 12 mesi dopo l'installazione del primo motore su una macchina mobile non stradale;
- b) i costruttori che producono per il mercato dell'Unione complessivamente meno di 25 motori all'anno di tutte le famiglie di un determinato gruppo ISM sono esentati dal dover presentare prove di motori, a meno che la produzione non superi i 35 motori in un periodo continuativo di due anni, nel qual caso il costruttore deve seguire lo stesso schema di cui alla lettera a).

L'autorità di omologazione deve verificare che i quantitativi di produzione dichiarati non siano superati durante i periodi di cui al primo comma, lettera a). Se tali quantitativi sono superati in un qualsiasi momento, il costruttore deve optare per uno degli schemi di prova di cui ai punti 2.6.2.1 e 2.6.2.2. In tale caso il numero totale di motori da sottoporre a prova a norma di tali punti deve essere ridotto del numero di motori già sottoposti a prova e comunicato in conformità al presente punto.

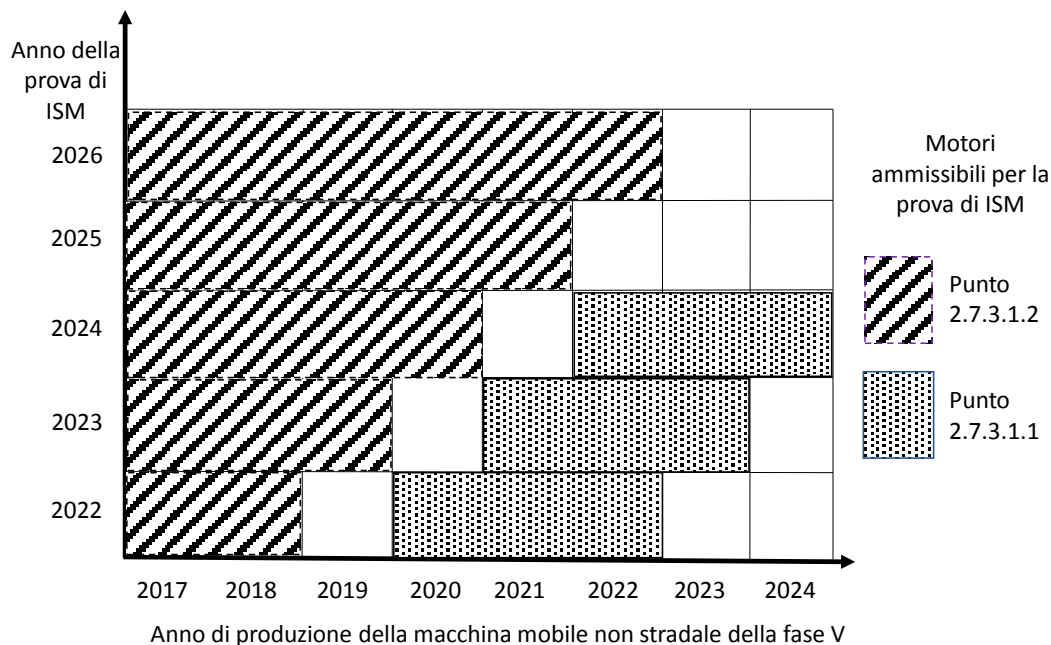
2.6.3. Gruppi ISM C, D, E, H e I

Per ciascun gruppo il costruttore deve scegliere per il monitoraggio in servizio uno degli schemi di prova di cui al punto 2.6.2 oppure lo schema di prova in base all'età dell'apparecchiatura di cui al punto 2.6.3.1.

2.6.3.1. Schema di prova in base all'età della macchina mobile non stradale (cfr. figura 2 a titolo di riferimento)

- 2.6.3.1.1. Prova di x motori del gruppo ISM con anno di produzione della macchina mobile non stradale non antecedente di oltre due anni la data della prova (cfr. figura 2), conformemente alla tabella 4. I risultati della prova devono essere presentati all'autorità di omologazione entro il [*Per l'Ufficio delle pubblicazioni: inserire la data corrispondente a ventiquattro mesi dopo l'entrata in vigore del presente regolamento*].
- 2.6.3.1.2. Prova di x motori del gruppo ISM con anno di produzione della macchina mobile non stradale antecedente di almeno 4 anni la data della prova (cfr. figura 2), conformemente alla tabella 4. I risultati della prova devono essere presentati all'autorità di omologazione entro il [*Per l'Ufficio delle pubblicazioni: inserire la data corrispondente a quarantotto mesi dopo l'entrata in vigore del presente regolamento*].
- 2.6.3.1.2.1. All'autorità di omologazione devono essere fornite prove incontrovertibili del fatto che ciascun motore scelto per la prova in base al punto 2.6.3.1.2 è stato utilizzato ogni anno in modo e in misura analoghi a quelli della popolazione di motori corrispondente immessa sul mercato dell'Unione. Elementi di prova idonei possono essere le caratteristiche che dimostrano la normale usura, i dati sull'utilizzo, i dati sulla manutenzione e i dati sul carburante consumato.
- 2.6.3.1.3. Qualora il costruttore non sia in grado di soddisfare i requisiti di cui ai punti 2.6.3.1.1 e 2.6.3.1.2 a causa dell'indisponibilità di motori con l'anno di produzione della macchina mobile non stradale richiesto o dell'insufficienza di prove che ne attestino l'uso, l'autorità di omologazione deve accettare una modifica dello schema di prova basato su un periodo di quattro anni di cui al punto 2.6.2.2. In tale caso il numero totale di motori da sottoporre a prova a norma del punto 2.6.2.2 deve essere ridotto del numero di motori già sottoposti a prova e comunicato in conformità ai punti 2.6.3.1.1 e 2.6.3.1.2.

Figura 2
Illustrazione dei motori ammissibili per la prova di ISM in base all'età della macchina mobile non stradale



2.6.4. Gruppi ISM O e P

Per ciascun gruppo ISM, il costruttore deve scegliere uno degli schemi di prova di cui al punto 2.6.2. Nel caso in cui scelga lo schema di prova di cui al punto 2.6.2.1, il costruttore ha la possibilità di applicare, nell'ambito dello stesso gruppo ISM, lo schema di prova basato sulla lettura del contachilometri di cui al punto 2.6.4.1.

Se il costruttore sceglie la procedura di cui al punto 2.6.2.1, l'accumulo di esercizio necessario è quello indicato nella tabella 5 invece che quello indicato nella tabella 3.

Tabella 5

% di valori EDP per i gruppi ISM O e P

Gruppo	c	d
O	20	55
P	10	40

- 2.6.4.1. Schema di prova basato sulla lettura del contachilometri della macchina mobile non stradale
- 2.6.4.1.1. Prova di x motori del gruppo ISM per i quali il contachilometri della macchina mobile non stradale indica un accumulo di esercizio inferiore a c (km) conformemente alle tabelle 4 e 6. I risultati della prova devono essere presentati all'autorità di omologazione entro il *[Per l'Ufficio delle pubblicazioni: inserire la data corrispondente a ventiquattro mesi dopo l'entrata in vigore del presente regolamento]*.
- 2.6.4.1.2. Prova di x motori del gruppo ISM per i quali il contachilometri della macchina mobile non stradale indica un accumulo di esercizio superiore a d (km) conformemente alle tabelle 4 e 6. I risultati della prova devono essere presentati all'autorità di omologazione entro il *[Per l'Ufficio delle pubblicazioni: inserire la data corrispondente a quarantotto mesi dopo l'entrata in vigore del presente regolamento]*.

Tabella 6

Accumulo di esercizio per i gruppi ISM O e P

Gruppo	Cilindrata del motore (cm³)	c (km)	d (km)
O	Tutte	1 600	4 400
P	< 100	1 350	5 400
	≥ 100	2 700	10 800

- (8) Dopo il punto 2.6.4.1.2 sono inseriti i seguenti punti 2.6.5 e 2.6.6:
- "2.6.5. Il costruttore può effettuare e comunicare un numero maggiore di prove rispetto a quelle stabilite dagli schemi di prova di cui ai punti 2.6.1, 2.6.2, 2.6.3 e 2.6.4.
- 2.6.6. Sono raccomandate, 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, 2.6.2, 2.6.3 e 2.6.4.";
- (9) Il punto 3.3.2 è sostituito dal seguente:
- "3.3.2. Meno che per il gruppo ISM O, per il quale deve essere pari o superiore a 253 K (-20 °C), la temperatura deve essere pari o superiore a 266 K (-7 °C) e pari o

inferiore alla temperatura determinata con la seguente equazione alla pressione atmosferica indicata:

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

in cui:

- T è la temperatura ambiente, in K;
- p_b è la pressione atmosferica, in kPa."

(10) Il punto 3.4.2 è sostituito dal seguente:

"3.4.2. Per la dimostrazione della conformità al punto 3.4 devono essere prelevati e conservati campioni almeno fino alla più prossima delle scadenze seguenti:

- (a) 12 mesi dopo il completamento della prova, oppure
- (b) 1 mese dopo la presentazione del rispettivo verbale di prova all'autorità di omologazione da parte del costruttore.";

(11) dopo il punto 3.5 è inserito il seguente punto 3.6:

"3.6. Qualora la prova sia eseguita al di fuori dell'Unione, il costruttore deve dimostrare all'autorità di omologazione che le condizioni seguenti sono rappresentative delle condizioni di prova a cui la macchina mobile non stradale sarebbe soggetta se fosse sottoposta a prova nell'Unione:

- (a) funzionamento della macchina mobile non stradale;
- (b) condizioni ambientali;
- (c) olio lubrificante, carburante e reagente; e
- (d) condizioni di funzionamento.";

(12) il punto 4.1.1 è soppresso.

(13) Il punto 4.2.2 è sostituito dal seguente:

"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 e lo stesso motore;
- (b) il campionamento di dati combinato relativo alle prove eseguite a una temperatura ambiente superiore a 273,15 K deve contenere un massimo di tre sequenze di funzionamento;
- (c) il campionamento di dati combinato relativo alle prove eseguite a una temperatura ambiente pari o inferiore a 273,15 K deve contenere un massimo di sei sequenze di funzionamento;
- (d) il periodo trascorso tra la prima e l'ultima sequenza di funzionamento deve essere di massimo 72 ore;
- (e) il campionamento di dati combinato non deve essere utilizzato nel caso in cui si verifichi un malfunzionamento del motore, come stabilito all'appendice 2, punto 8;
- (f) ai fini dell'ammissibilità del campionamento di dati combinato, ciascuna sequenza di funzionamento di una prova di monitoraggio in servizio deve

contenere la seguente quantità minima di lavoro (kWh) o di massa di CO₂ (g/ciclo):

- i) per i motori dei gruppi ISM A e C, il lavoro di riferimento o la massa di CO₂ di riferimento di almeno un ciclo NRTC con avviamento a caldo;
- ii) per i motori del gruppo ISM H, il lavoro di riferimento o la massa di CO₂ di riferimento di almeno un ciclo LSI-NRTC;
- iii) per i motori di tutti gli altri gruppi ISM, il lavoro di riferimento o la massa di CO₂ di riferimento di almeno un ciclo stazionario, determinato utilizzando il metodo di cui all'appendice 9;
- iv) per i motori la cui prova di monitoraggio in servizio è effettuata a 0 °C o a temperatura inferiore, almeno tre quarti del lavoro di riferimento o della massa di CO₂ di riferimento durante la prima sequenza di funzionamento e almeno la metà del lavoro di riferimento con ciclo stazionario o della massa di CO₂ di riferimento per le successive sequenze di funzionamento, determinata con il metodo di cui all'appendice 9.

In caso di prova in servizio di un tipo di motore appartenente a una famiglia di motori, il valore di riferimento deve essere quello del tipo di motore capostipite;

- (g) prima di unire le sequenze di funzionamento, per ogni sequenza devono essere completati singolarmente tutti i necessari pretrattamenti conformemente ai requisiti di cui al punto 6.3;
- (h) le sequenze di funzionamento nel campionamento di dati combinato devono essere unite in ordine cronologico includendo tutti i dati non esclusi dalla lettera f);
- (i) il campionamento di dati combinato deve essere considerato un'unica prova di ISM;
- (j) la determinazione degli eventi di lavoro di cui al punto 6.4 e i calcoli di cui al punto 8 devono essere applicati all'intero campionamento di dati combinato.";

(14) dopo il punto 4.2.2 è inserito il seguente punto 4.3:

"4.3 Perdita temporanea del segnale

La registrazione dei parametri deve raggiungere una completezza dei dati non inferiore al 98 %, ossia da ciascuna sequenza di funzionamento può essere escluso un massimo del 2 % di dati senza periodi consecutivi di durata superiore a 30 secondi a causa di uno o più episodi di perdita temporanea involontaria del segnale verificatisi nella registrazione originaria dei dati. Non devono verificarsi perdite di segnale durante il pretrattamento, la combinazione o il post-trattamento di qualsiasi sequenza di funzionamento.";

(15) i punti da 5 a 5.2.2 sono sostituiti dal seguente:

"5. Flusso di dati della centralina elettronica (ECU)

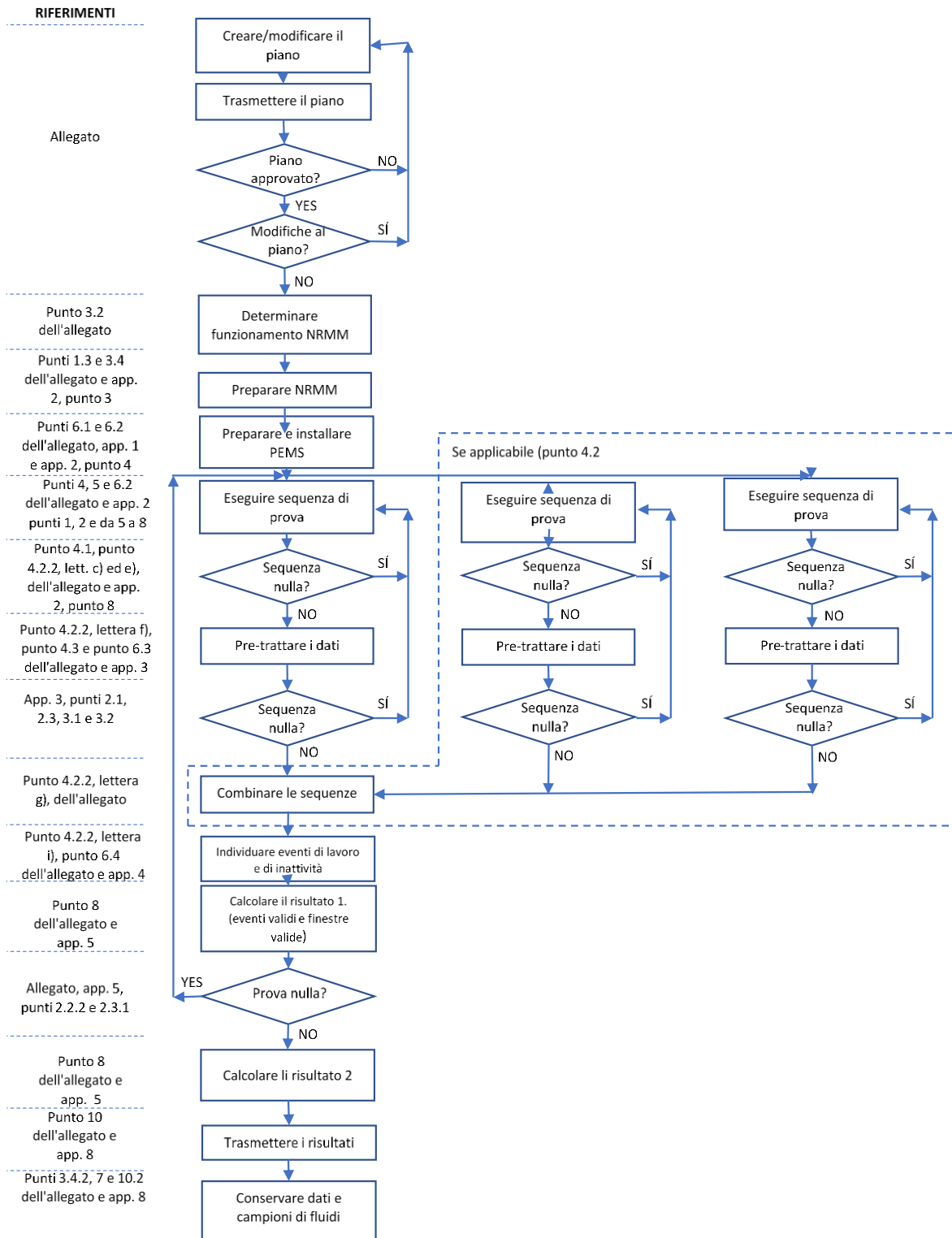
5.1. I motori dotati di ECU e di interfaccia di comunicazione devono fornire le informazioni del flusso di dati agli strumenti di misurazione o al registratore di dati (data logger) del PEMS in conformità ai requisiti di cui all'appendice 7.

5.2. Prima della prova in servizio deve essere accertata la disponibilità dei dati di misurazione previsti dall'appendice 7.

- (16) Dopo il punto 5.2 sono inseriti i punti da 5.3 a 5.4:
- 5.3. La conformità del segnale di coppia della ECU deve essere convalidata durante il monitoraggio in servizio conformemente al metodo di cui all'appendice 6.
- 5.4. Qualora un motore dotato di ECU e di interfaccia di comunicazione non consenta di ottemperare ai requisiti di cui ai punti 5.1, 5.2 e 5.3, si applica il punto 1.4.";
- (17) il punto 6.4 è sostituito dal seguente:
- "6.4. I costruttori devono seguire le procedure di cui all'appendice 4 per determinare gli eventi di lavoro e di inattività per il calcolo delle emissioni di inquinanti gassosi dopo il monitoraggio in servizio dei motori installati nelle macchine mobili non stradali usando un PEMS.";
- (18) dopo il punto 6.4 sono inseriti i seguenti punti 6.5 e 6.6:
- "6.5. In conformità al punto 4.2.2, qualora sia utilizzato il campionamento di dati combinato, i requisiti di cui ai punti da 6.1 a 6.3 si applicano singolarmente a ogni sequenza di funzionamento prima della combinazione delle sequenze di funzionamento. La determinazione degli eventi di lavoro e di inattività di cui al punto 6.4 e i calcoli di cui al punto 8 devono essere applicati all'intero campionamento di dati combinato.
- 6.6. La figura 3 illustra la sequenza completa di esecuzione del monitoraggio in servizio, inclusi la pianificazione, la preparazione e l'installazione del PEMS, le procedure di prova e il pretrattamento, il calcolo e la convalida dei dati.

Figura 3

Illustrazione della sequenza completa di svolgimento del monitoraggio in servizio



(19) i punti 7 e 8 sono sostituiti dai seguenti:

"7. Disponibilità dei dati di prova

Non è consentito modificare o cancellare dati dal file o dai file di dati grezzi utilizzati per il completamento del punto 6. Tali file di dati grezzi devono essere conservati dal costruttore per almeno 10 anni e messi a disposizione dell'autorità di omologazione e della Commissione qualora ne facciano richiesta.

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 nelle macchine mobili non stradali usando un PEMS.

8.1. Nel caso dei motori dotati di ECU prodotti con un'interfaccia di comunicazione che consente la raccolta dei dati relativi alla coppia e al regime del motore di cui alla tabella 1 dell'appendice 7, i calcoli devono essere eseguiti, e i risultati comunicati, sia per il metodo basato sul lavoro, sia per il metodo basato sulla massa di CO₂. In tutti gli altri casi i calcoli devono essere eseguiti, e i risultati comunicati, solo per il metodo basato sulla massa di CO₂.

8.2. In tutti i casi i calcoli devono essere eseguiti due volte dopo il pretrattamento dei dati in conformità al punto 6.3 del presente allegato:

- (a) la prima volta utilizzando solo gli eventi di lavoro determinati conformemente al punto 6.4 del presente allegato e le finestre valide; e
- (b) la seconda volta utilizzando tutti i dati non esclusi dal punto 6.3 del presente allegato, senza applicare il punto 6.4 del presente allegato e senza escludere le finestre non valide di cui ai punti 2.2.2 e 2.3.1 dell'appendice 5.";

(20) l'appendice 1 è così modificata:

(a) al punto 1, la lettera b) è sostituita dalla seguente:

"

- (b) un misuratore della portata dei gas di scarico basato sul tubo di Pitot automediante o su un principio equivalente, ad eccezione dei casi in cui può essere applicata la misurazione indiretta della portata dei gas di scarico secondo quanto consentito dalla nota (3) relativa alla tabella di cui al punto 1 dell'appendice 2;"

(b) i punti da 2 a 2.2.2 sono sostituiti dai seguenti:

"2. Requisiti degli 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 della Commissione*, fatte salve le eccezioni previste ai punti 2.1.1 e 2.1.2. 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;
- (b) la verifica della risposta e dell'aggiornamento-registrazione dell'analizzatore di gas di cui all'allegato VI, punto 8.1.5, del regolamento delegato (UE) 2017/654.

- 2.1.1. Le frequenze minime per la verifica della linearità dell'analizzatore di gas e della conversione del convertitore NO₂-NO di cui alle tabelle 6.4 e 6.5 dell'allegato VI del regolamento delegato (UE) 2017/654 possono essere aumentate a tre mesi.
- 2.1.2 La frequenza minima dei controlli delle prestazioni e della taratura del misuratore della portata dei gas di scarico e le informazioni relative a tali controlli devono essere quelli indicati dal costruttore dello strumento.
- 2.2. Gli strumenti di misurazione devono rispettare le specifiche di cui all'allegato VI, punto 9.4, del regolamento delegato (UE) 2017/654.

*Regolamento delegato (UE) 2017/654 della Commissione, del 19 dicembre 2016, che integra il regolamento (UE) 2016/1628 del Parlamento europeo e del Consiglio, in relazione ai requisiti tecnici e generali relativi ai limiti di emissione e all'omologazione per i motori a combustione interna destinati alle macchine mobili non stradali (GU L 102 del 13.4.2017, pag. 1).";

- (c) dopo il punto 2.2 sono inseriti i seguenti punti 2.3 e 3:
- 2.3. 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.";
- "3. Requisiti del condotto di trasferimento e della sonda di campionamento
- 3.1. Il condotto di trasferimento deve rispettare i requisiti di cui all'allegato VI, punto 9.3.1.2, del regolamento delegato (UE) 2017/654.
- 3.2. La sonda di campionamento deve rispettare i requisiti di cui all'allegato VI, punto 9.3.1.1, del regolamento delegato (UE) 2017/654.";
- (21) l'appendice 2 è così modificata:
- (a) i punti da 1. a 4.1. sono sostituiti dai seguenti:

"1. Parametri di prova

- 1.1 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.
- 1.2. Qualora il costruttore dimostri all'autorità di omologazione che non è pratico combinare le portate di diversi tubi di scarico e se vi è somiglianza nella configurazione tecnica e nel funzionamento delle parti dei motori che scaricano in ciascun tubo, deve essere sufficiente misurare le emissioni e la portata massica dei gas di scarico di un solo tubo di scarico. In tale caso, al momento dei calcoli di cui all'appendice 5, la portata massica istantanea delle emissioni provenienti dal tubo sottoposto a misurazione deve essere moltiplicata per il numero totale di tubi per ottenere la portata massica istantanea totale delle emissioni del motore.
- 1.3 I parametri di cui alla tabella devono essere misurati e registrati con un periodo di campionamento dei dati pari o inferiore a 1 secondo durante la prova di monitoraggio in servizio:

Tabella
Parametri di prova

Parametro	Unità di misura ⁽¹⁾	Fonte
Concentrazione di HC ⁽²⁾	ppm	Analizzatore di gas
Concentrazione di CO ⁽²⁾	ppm	Analizzatore di gas
Concentrazione di NOx ⁽²⁾	ppm	Analizzatore di gas
Concentrazione di CO ₂ ⁽²⁾	ppm	Analizzatore di gas
Portata massica dei gas di scarico ⁽³⁾	kg/h	EFM
Temperatura dei gas di scarico ⁽⁴⁾	K	EFM o ECU o sensore
Temperatura ambiente ⁽⁵⁾	K	Sensore
Pressione ambiente	kPa	Sensore
Umidità relativa	%	Sensore
Coppia del motore ^{(6) (7)}	Nm	ECU o sensore
Regime del motore ⁽⁷⁾	giri/min	ECU o sensore
Flusso di carburante del motore ⁽⁷⁾	g/s	ECU o sensore
Temperatura del liquido di raffreddamento del motore ⁽⁸⁾	K	ECU o sensore
Temperatura dell'aria di aspirazione del motore	K	ECU o sensore
Latitudine della macchina mobile non stradale	grado	GPS (opzionale)
Longitudine della macchina mobile non stradale	grado	GPS (opzionale)

⁽¹⁾ Qualora siano utilizzate per esso unità di misura diverse da quelle previste dalla tabella, il flusso di dati disponibile deve essere convertito nelle unità prescritte durante il pretrattamento dei dati di cui all'appendice 3.

⁽²⁾ Misurata o corretta nel valore su umido.

⁽³⁾ 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;
- 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;
- c) il motore da sottoporre a prova ha una potenza di riferimento superiore a 560 kW oppure è installato in una nave adibita alla navigazione interna o in un veicolo ferroviario e il costruttore dimostra all'autorità di omologazione che l'installazione di un EFM non è praticabile a causa delle dimensioni o della posizione dello scarico sull'NRMM;
- d) il motore è della categoria SMB e il costruttore dimostra all'autorità di omologazione che l'installazione di un EFM non è praticabile a causa della posizione dello scarico sull'NRMM.

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 della portata dei gas di scarico (partendo dai flussi di carburante e aria di aspirazione, oppure dal flusso di carburante e dal bilancio di carbonio).

⁽⁴⁾ Per determinare la fase di avvio (take-off) dopo una lunga inattività per i motori dotati di dispositivo di post-trattamento utilizzato per la riduzione degli NOx, 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 NOx. Qualora l'installazione di un sensore entro una distanza di 30 cm danneggi il post-trattamento, il sensore deve essere installato il più vicino possibile a tale punto.

- (5) Usare il sensore della temperatura ambiente o un sensore della temperatura dell'aria di aspirazione. Per l'utilizzo di un sensore della temperatura dell'aria di aspirazione devono essere rispettati i requisiti di cui al punto 5.1, secondo comma.
 - (6) Il valore registrato deve essere a) la coppia netta; oppure 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.
 - (7) Non necessario per i motori sottoposti a prova a norma del presente regolamento che non sono progettati per disporre di un'interfaccia di comunicazione in grado di fornire tali flussi di dati.
 - (8) Nel caso dei motori raffreddati ad aria, al posto della temperatura del liquido di raffreddamento deve essere registrata la temperatura presso il punto di riferimento di cui all'allegato I, appendice 3, PARTE C, punto 3.7.2.2.1, del regolamento di esecuzione (UE) 2017/656.
-

2. Durata della prova

2.1. La durata della prova, comprendente tutte le sequenze di funzionamento, deve essere abbastanza lunga da ottenere la quantità seguente di eventi di lavoro:

- (a) per i motori dei gruppi ISM A e C, tra cinque e sette volte il lavoro di riferimento in kWh eseguito nel ciclo NRTC con avviamento a caldo durante la prova di omologazione, o produrre tra cinque e sette volte la massa di CO₂ di riferimento in g/ciclo nel ciclo NRTC con avviamento a caldo della prova di omologazione, secondo le indicazioni dei punti 11.3.1 e 11.3.2 dell'addendum del certificato di omologazione UE del tipo o della famiglia di motori di cui all'allegato IV del regolamento di esecuzione (UE) 2017/656;
- (b) per i motori del gruppo ISM H, tra cinque e sette volte il lavoro di riferimento in kWh eseguito nel ciclo LSI-NRTC durante la prova di omologazione, o produrre tra cinque e sette volte la massa di CO₂ di riferimento in g/ciclo nel ciclo LSI-NRTC durante la prova di omologazione, secondo le indicazioni dei punti 11.3.1 e 11.3.2 dell'addendum del certificato di omologazione UE del tipo o della famiglia di motori di cui all'allegato IV del regolamento di esecuzione (UE) 2017/656;
- (c) per i motori dei gruppi ISM E, I, O e P, tra tre e cinque volte il lavoro di riferimento applicabile in kWh o la massa di CO₂ di riferimento in g/ciclo determinata a partire dal risultato della prova di omologazione utilizzando il metodo di cui all'appendice 9;
- (d) per i motori dei gruppi ISM non indicati alle lettere a), b) o c), tra cinque e sette volte il lavoro di riferimento applicabile in kWh o la massa di CO₂ di riferimento in g/ciclo determinata a partire dal risultato della prova di omologazione utilizzando il metodo di cui all'appendice 9.

2.2. Tutti i dati raccolti durante tutte le sequenze di funzionamento devono essere assemblati cronologicamente anche se viene superata la quantità massima di lavoro o di massa di CO₂ di cui al punto 2.1, lettere da a) a d). In tale caso, nel calcolo di cui all'appendice 5 del presente regolamento:

- (a) quando la quantità di lavoro o di massa di CO₂ di riferimento degli eventi di lavoro supera tale quantità massima, il calcolo deve essere troncato alla fine dell'incremento temporale nel quale si verifica tale superamento; nonché

- (b) i risultati registrati per la prova di ISM conformemente al punto 10 dell'allegato del presente regolamento devono essere quelli di tale calcolo troncato.

3. Preparazione della macchina mobile non stradale

La preparazione della macchina mobile non stradale il cui motore è stato selezionato per la prova conformemente al punto 1.3 del presente allegato deve comprendere almeno le seguenti operazioni:

- (a) il controllo del motore: i problemi eventualmente individuati e risolti devono essere registrati e indicati all'autorità di omologazione;
- (b) la sostituzione di olio, carburante ed eventualmente del reagente, qualora non siano disponibili prove documentate della conformità del fluido in questione alle specifiche indicate nel fascicolo di omologazione applicabile al tipo di motore e tale sostituzione sia fattibile dal punto di vista pratico ed economico;
- (c) i motori dotati di ECU e di interfaccia di comunicazione devono essere conformi al punto 5 del presente allegato.

4. Installazione del PEMS

4.1 Specifiche di installazione

- 4.1.1. L'installazione del PEMS non deve influenzare le prestazioni o le emissioni di inquinanti gassosi della macchina mobile non stradale.
- 4.1.2. 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.
- 4.1.3. Qualora per i motori dei gruppi ISM M e N non sia possibile installare i sistemi PEMS senza superare la sagoma limite applicabile alla rete ferroviaria, l'applicazione del punto 3.2.2 del presente allegato deve comprendere la prova del veicolo ferroviario fermo utilizzando un ciclo di lavoro di prova rappresentativo determinato dal costruttore e concordato con l'autorità di omologazione.
- 4.1.4. Per i motori dei gruppi ISM E, I, O e P, il motore può essere rimosso dalla macchina mobile non stradale e la prova di monitoraggio in servizio eseguita su un banco di prova dinamometrico. In tale caso:
 - (a) il motore comprensivo dell'intero sistema di controllo delle emissioni deve essere rimosso dalla macchina mobile non stradale e montato sul banco di prova dinamometrico senza regolazione del sistema di controllo delle emissioni;
 - (b) non è necessario dimostrare all'autorità di omologazione che non è possibile rispettare il punto 3.2.1 del presente allegato;
 - (c) fatte salve le lettere a) e b), la prova di monitoraggio in servizio deve essere eseguita conformemente al presente regolamento;
 - (d) la procedura di rimozione del motore dalla macchina mobile non stradale e di installazione nella camera di prova per riprodurre il funzionamento nella macchina mobile non stradale deve essere concordata con l'autorità di omologazione prima di effettuare la prova di ISM;

- (e) deve essere utilizzato un ciclo di lavoro di prova rappresentativo determinato dal costruttore e concordato con l'autorità di omologazione in conformità al punto 3.2.2 del presente allegato;
 - (f) il ciclo di lavoro di prova di cui alla lettera e) deve coprire un intervallo di regime e di carico che rappresenti il funzionamento della macchina selezionata quando viene utilizzata sul campo. I metodi per stabilire tale intervallo devono comprendere, tra l'altro, la registrazione dei dati sul funzionamento di una o più macchine comparabili utilizzate sul campo;
 - (g) per determinare i dati sulla misura in cui i risultati ottenuti con l'uso di un sistema PEMS differiscono da quelli ottenuti con l'uso di un sistema di banco di prova, le misurazioni del monitoraggio in servizio effettuate al banco di prova dinamometrico utilizzando il sistema PEMS possono essere integrate da misurazioni concomitanti effettuate utilizzando la strumentazione del banco di prova e un sistema di misurazione delle emissioni conforme ai requisiti dell'allegato VI, punto 9, del regolamento delegato (UE) 2017/654, impiegato conformemente ai requisiti del punto 8 di tale allegato;
 - (h) i requisiti di cui ai punti 6, 7, 8 e 10 del presente allegato si applicano inoltre a eventuali misurazioni concomitanti effettuate conformemente alla lettera g) e i dati di prova e il verbale di prova devono includere tali misurazioni.";
- (b) il punto 4.6 è sostituito dal seguente:
- "4.6. Registratore di dati (data logger)
- Qualora debbano essere utilizzati i dati della ECU del motore, a quest'ultima deve essere collegato un registratore di dati per registrare i parametri del motore disponibili indicati nella tabella 1 dell'appendice 7 e, ove applicabile, i parametri del motore indicati nella tabella 2 dell'appendice 7.";
- (c) il punto 5.1 è sostituito dal seguente:
- "5.1. Misurazione della temperatura ambiente
- La temperatura ambiente deve essere misurata almeno all'inizio e alla fine della sequenza di funzionamento. La misurazione deve essere eseguita a una distanza ragionevole dalla macchina mobile non stradale. È possibile usare un sensore o un segnale ECU per la temperatura dell'aria di aspirazione del motore.
- Se si usa la 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. ";
- (d) i punti da 6 a 8.2 sono sostituiti dai seguenti:
- "6. Registrazione dei dati della prova di monitoraggio in servizio**
- 6.1. Prima della sequenza di funzionamento
- 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 sequenza di funzionamento
- 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 sequenza di funzionamento del monitoraggio in servizio.

6.3. Dopo la sequenza di funzionamento

Alla fine della sequenza di funzionamento del 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.

7. Controllo degli analizzatori dei gas

7.1. Verifica periodica dello zero durante la sequenza di funzionamento

Ove ciò sia fattibile e sicuro, la verifica dello zero degli analizzatori dei gas può essere effettuata ogni 2 ore durante una sequenza di funzionamento.

7.2. Correzione periodica dello zero durante la sequenza di funzionamento

I risultati ottenuti mediante i controlli eseguiti in conformità al punto 7.1 possono essere usati per effettuare una correzione della deriva dello zero durante la sequenza di funzionamento di cui sopra.

7.3. Verifica della deriva dopo la sequenza di funzionamento

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

7.3.1. Entro 30 minuti dal completamento della sequenza di funzionamento 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 eseguiti come stabilito al punto 5.4.

8. Malfunzionamento del motore o della macchina

8.1. Nel caso si verifichi un malfunzionamento durante una sequenza di funzionamento che influisce sul funzionamento del motore e:

- (a) tale malfunzionamento 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; oppure
- (b) la macchina mobile non stradale non sia dotata di un sistema di diagnostica dei malfunzionamenti o di avvertimento, ma il malfunzionamento sia chiaramente segnalato con mezzi acustici o visivi;

la sequenza di funzionamento deve essere considerata nulla.

8.2. Eventuali malfunzionamenti devono essere risolti prima di passare ad altre sequenze di funzionamento del motore.";

(22) all'appendice 3, i punti da 2 a 6 sono sostituiti dai seguenti:

"2. Esclusione di dati

2.1. Perdita temporanea del segnale

2.1.1 Devono essere individuati tutti gli episodi di perdita temporanea del segnale.

2.1.2. Conformemente al punto 4.3 dell'allegato, da ciascuna sequenza di funzionamento può essere escluso un massimo del 2 % di dati senza periodi consecutivi di durata superiore a 30 secondi a causa di uno o più episodi di perdita temporanea involontaria del segnale verificatisi nella registrazione originaria dei dati.

2.1.3. Nel caso in cui la sequenza di prova contenga episodi di perdita di segnale per una percentuale superiore al 2 % dei dati o per un periodo consecutivo di durata superiore a 30 secondi, l'intera sequenza deve essere considerata nulla e si deve procedere a una nuova prova.

2.2. Controlli periodici degli strumenti di misurazione

2.2.1. Devono essere individuati tutti i punti di rilevamento corrispondenti al controllo degli analizzatori dei gas in conformità al punto 7 dell'appendice 2 ed esclusi dalla successiva elaborazione di una sequenza di funzionamento, salvo quanto necessario per eseguire la correzione in funzione della deriva di cui al punto 3 della presente appendice.

2.3. Condizioni ambientali

2.3.1. Devono essere individuati tutti i punti di rilevamento di una sequenza di funzionamento corrispondenti a condizioni ambientali non conformi ai requisiti di cui al punto 3.3 del presente allegato.

2.3.2. Se la percentuale di punti di rilevamento individuati di cui al punto 2.3.1 della presente appendice supera l'1 %, l'intera sequenza deve essere considerata nulla e si deve eseguire una nuova prova.

2.3.2 Nel caso in cui le condizioni ambientali siano misurate unicamente all'inizio e alla fine della prova, l'intera sequenza di prova deve essere considerata nulla se anche una sola delle due misurazioni non è conforme ai requisiti di cui al punto 3.3 dell'allegato.

2.4 Dati di avviamento a freddo

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

2.4.1. Motori raffreddati a liquido

Il rilevamento dei dati misurati validi per il calcolo delle emissioni di inquinanti gassosi deve cominciare dopo che la temperatura del liquido di raffreddamento del motore ha raggiunto per la prima volta i 343 K (70 °C) o che si è stabilizzata entro ± 2 K per un periodo di 5 minuti, o entro ± 5 K per un periodo di 5 minuti nel caso delle prove eseguite a temperatura ambiente pari o inferiore a 273,15 K, a seconda di quale condizione si verifichi prima; in ogni caso deve cominciare entro 20 minuti dall'avvio del motore.

2.4.2. Motori raffreddati ad aria

Il rilevamento dei dati misurati validi per il calcolo delle emissioni di inquinanti gassosi deve cominciare dopo che la temperatura misurata nel punto di riferimento identificato all'allegato I, appendice 3, parte C, punto 3.7.2.2.1, del regolamento di

esecuzione (UE) 2017/656 si è stabilizzata entro ± 5 % in un periodo di 5 minuti; in ogni caso deve cominciare entro 20 minuti dall'avvio del motore.

3. Correzione della deriva

3.1. Deriva massima consentita

Le derive delle risposte di zero 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 tenere conto della deriva in conformità al punto 3.2;
- (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 tenere conto della deriva in conformità al punto 3.2. Se non vengono effettuate correzioni, la prova deve essere considerata nulla.

3.2. Correzione della deriva

3.2.1. La concentrazione corretta tenuto 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.

3.2.2. 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 %, la prova deve essere considerata nulla.

3.2.2.1 Ciascun valore delle emissioni di inquinanti gassosi specifiche al banco frenato deve essere calcolato a partire dalla massa integrata delle emissioni di inquinanti gassosi della sequenza di prova divisa per il lavoro totale eseguito durante la sequenza di prova. Tale calcolo si esegue prima della determinazione degli eventi di lavoro conformemente all'appendice 4 o del calcolo delle emissioni di inquinanti gassosi conformemente all'appendice 5.

3.2.3. 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.

4. 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 rilevanti per il calcolo delle emissioni di inquinanti gassosi devono essere allineati in conformità ai punti da 4.1 a 4.4.

4.1. Dati degli analizzatori di gas

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

4.2. 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 4.4.

4.3. Dati del sistema 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 4.4.

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

I parametri della prova indicati nella tabella dell'appendice 2 sono suddivisi in tre 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 (analizzatori di gas e dati EFM) con categoria 3 (dati del motore): portata massica dei gas di scarico dall'EFM con coppia dalla centralina;
- (b) categoria 1 con categoria 2: concentrazione di CO₂ e portata massica dei gas di scarico;
- (c) categoria 1 con categoria 3: concentrazione di CO₂ e flusso di carburante del motore.

4.4.1 Nel caso dei motori che non sono progettati per disporre di un'interfaccia di comunicazione in grado di consentire la raccolta dei dati della ECU come specificato nell'appendice 7, la correlazione di cui al punto 4.4, lettere a) e c), deve essere omessa.

4.4.2 Nel caso dei motori per i quali la misurazione diretta della portata massica dei gas di scarico è stata omessa in applicazione della nota (3) relativa alla tabella dell'appendice 2, la correlazione di cui al punto 4.4, lettera a), deve essere omessa.

5. Controllo della coerenza dei dati

5.1. Dati degli analizzatori di gas e dell'EFM

Per i motori progettati per disporre di un'interfaccia di comunicazione in grado di indicare il flusso di carburante conformemente alla tabella 2 dell'appendice 7, 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.

È necessario effettuare una regressione lineare per i valori del flusso di carburante misurati e calcolati. Usare il metodo dei minimi quadrati con un'equazione di interpolazione ottimale avente la forma:

$$y = mx + b$$

in cui:

- a) y è il flusso di carburante calcolato [g/s];
- b) m è il coefficiente angolare della linea di regressione;
- c) x è il flusso di carburante misurato [g/s];
- d) b è l'intercetta su y della linea di regressione

Il coefficiente angolare (m) e il coefficiente di determinazione (r^2) vanno calcolati per ciascuna linea di regressione. Si raccomanda di effettuare questa analisi nell'intervallo compreso fra il 15 % del valore massimo e il valore massimo e ad una frequenza superiore o pari a 1 Hz. Affinché una prova sia considerata valida si devono valutare i due criteri a seguire:

Tabella 1

Tolleranze

Coefficiente angolare della linea di regressione, m	da 0,9 a 1,1 – raccomandato
Coefficiente di determinazione, r^2	min. 0,90 – obbligatorio

5.2. Dati della centralina elettronica relativi alla coppia

Se nel calcolo devono essere utilizzati i dati della ECU relativi alla coppia, la coerenza di tali dati 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.

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

Se sono disponibili dati della ECU, 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;
- (b) il lavoro calcolato utilizzando i dati della centralina elettronica (coppia del motore e regime del motore).

5.4. Pressione ambiente

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

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

6. 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.

7. Correzione degli NOx in funzione dell'umidità e della temperatura

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

(23) all'appendice 4, i punti 2 e 3 sono sostituiti dai seguenti:

"2. Procedura per determinare gli eventi di inattività

2.1. Gli eventi di inattività sono quelli in cui:

(a) per i motori non progettati per disporre di un'interfaccia di comunicazione in grado di trasmettere dati sulla coppia e sul regime conformemente alla tabella 1 dell'appendice 7, la potenza istantanea approssimativa determinata secondo la procedura di cui all'appendice 10, oppure;

(b) in tutti gli altri casi, la potenza istantanea del motore

è inferiore al 10 % della potenza di riferimento del motore, come definita all'articolo 3, paragrafo 26, del regolamento (UE) 2016/1628 e indicata nell'allegato I di tale regolamento per ciascuna (sotto)categoria di motori, per i tipi di motore soggetti alla prova di ISM.

2.1.1 Per i motori sottoposti a prova a norma del presente regolamento che non sono progettati per disporre di un'interfaccia di comunicazione in grado di trasmettere i dati relativi alla coppia e al regime conformemente alla tabella 1 dell'appendice 7, la potenza istantanea approssimativa deve essere calcolata secondo la procedura illustrata nell'appendice 10 prima di applicare la procedura di cui alla presente appendice.

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. tabella 2 per i valori di D0).

2.2.2. gli eventi di inattività più brevi di D0 all'interno di eventi di inattività di durata superiore a D1 devono essere considerati di inattività e uniti agli eventi di inattività circostanti (cfr. tabella 2 per i valori di D1)

2.2.3. Per i motori dotati di un dispositivo di post-trattamento utilizzato per la riduzione degli NOx e la misurazione della temperatura dei gas di scarico in applicazione della nota (4) relativa alla tabella dell'appendice 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 raggiunge 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. tabella 2 per i valori di D2 e D3).

2.2.4. Per tutti gli eventi di inattività, i primi D1 minuti dell'evento devono essere considerati di lavoro.

3. Algoritmo di marcatura "lavoro della macchina" per l'attuazione dei requisiti di cui al punto 2

L'attuazione del punto 2 deve avvenire nella sequenza di cui ai punti da 3.1 a 3.4

- 3.1. Fase 1: rilevare e separare gli eventi in eventi di lavoro e eventi di inattività:
- (a) individuare gli eventi di lavoro e gli eventi di inattività in conformità al punto 2.1;
 - (b) calcolare la durata degli eventi di inattività;
 - (c) marcare come eventi di lavoro gli eventi di inattività più brevi di D0;
 - (d) calcolare la durata degli eventi di lavoro.
- 3.2. Fase 2: unire gli eventi di lavoro brevi ($\leq D0$) in eventi di inattività.
Marcare come eventi di inattività gli eventi di lavoro più brevi di D0 che sono preceduti e seguiti da eventi di inattività rimanenti di durata superiore a D1.
- 3.3. Fase 3: escludere gli eventi di lavoro successivi a eventi di inattività lunghi (fase di avvio).
Se si applica il punto 2.2.3, marcare come eventi di inattività gli eventi di lavoro successivi agli eventi di inattività lunghi ($> D2$) fino a che:
- (a) la temperatura dei gas di scarico non raggiunge i 523 K; oppure
 - (b) non trascorrono D3 minuti;
- a seconda di quale condizione si verifichi prima.
- 3.4. Fase 4: includere gli eventi di inattività successivi agli eventi di lavoro.
Includere D1 minuti dell'evento di inattività alla fine di ogni evento di lavoro come parte di tale evento di lavoro.

Tabella 2

Valori per i parametri D0, D1, D2 e D3

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

”;

(24) all'appendice 5, i punti da 2.1. a 2.3.2 sono sostituiti dai seguenti:

”2.1. Metodo della finestra della media

2.1.1. Prescrizioni generali

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 alla massa di CO₂ del motore misurati nel ciclo di prova 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 di prova di laboratorio di riferimento.

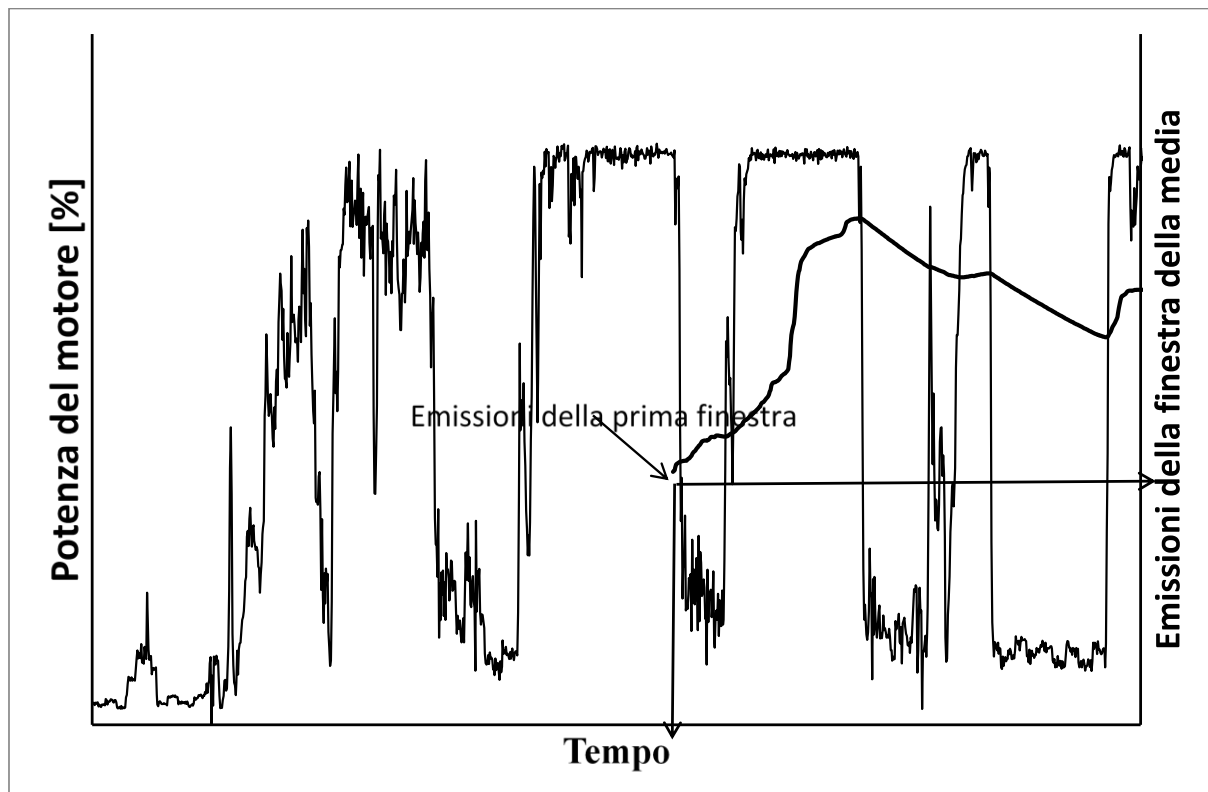
Potenza del motore rispetto al tempo e finestra della media delle emissioni di inquinanti gassosi, a partire dalla prima finestra della media.

I calcoli devono essere eseguiti in conformità a quanto segue:

- (a) nessun dato escluso a norma dell'appendice 4 deve essere considerato 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, fatto salvo quanto previsto al punto 4, lettera f), della presente appendice;
- (b) per calcolare la finestra della media mobile si deve applicare un incremento temporale Δt pari al periodo di campionamento dei dati. Il valore all'inizio della finestra della media mobile deve essere incrementato di tale quantità ad ogni iterazione;
- (c) la massa delle emissioni di inquinanti gassosi per ciascuna finestra della media (mg/finestra della media) deve essere ottenuta integrando nella finestra della media la massa delle emissioni istantanee di inquinanti gassosi;
- (d) nel caso dei motori con una ECU progettati con un'interfaccia di comunicazione destinata a consentire la raccolta dei dati relativi alla coppia e al regime del motore indicati nella tabella 1 dell'appendice 7, il calcolo deve essere eseguito, e i risultati comunicati, sia per il metodo basato sul lavoro, sia per il metodo basato sulla massa di CO₂. In tutti gli altri casi il calcolo deve essere eseguito, e i risultati comunicati, solo per il metodo basato sulla massa di CO₂.

Figura 4

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



2.1.2. Valori di riferimento

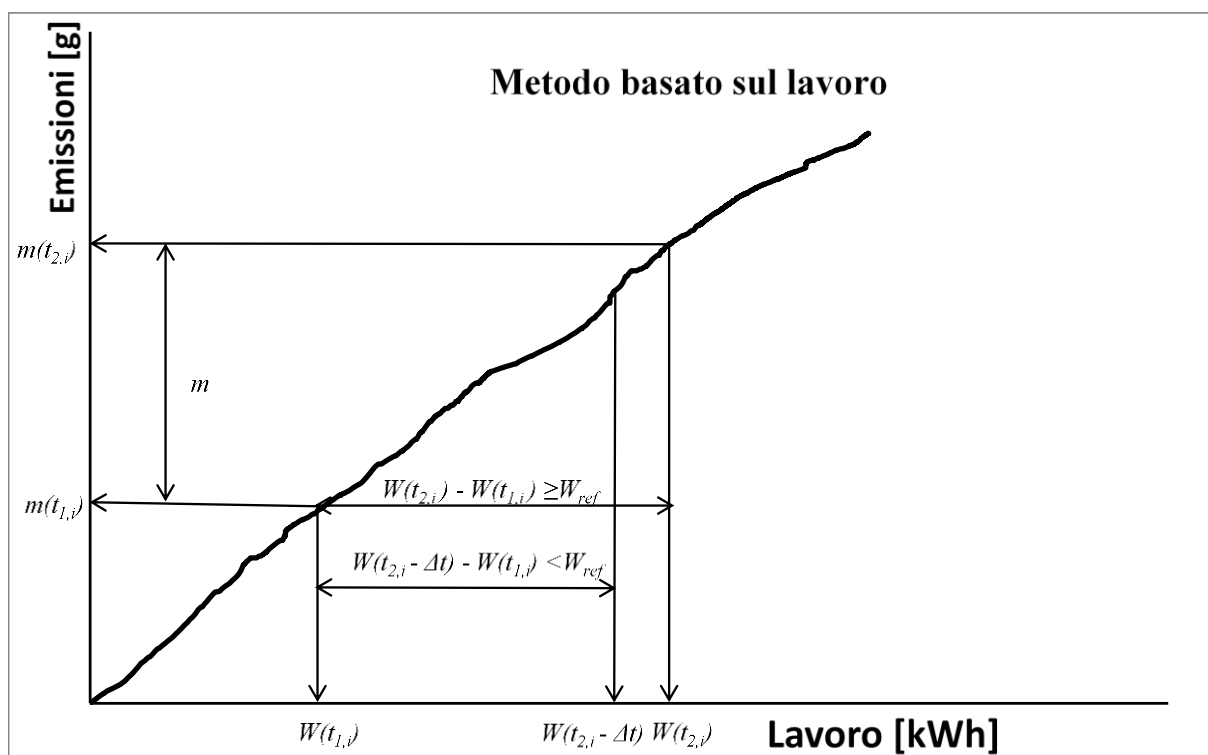
Il lavoro di riferimento e la massa di CO₂ di riferimento per un tipo di motore, o per tutti i tipi di motore di una stessa famiglia di motori, devono essere determinati come segue:

- (a) per i motori dei gruppi ISM A e C, i valori del ciclo NRTC con avviamento a caldo della prova di omologazione del motore capostipite di cui ai punti 11.3.1 e 11.3.2 dell'addendum del certificato di omologazione UE del tipo o della famiglia di motori, come stabilito nell'allegato IV del regolamento di esecuzione (UE) 2017/656;
- (b) per i motori del gruppo ISM H, i valori del ciclo LSI-NRTC della prova di omologazione del motore capostipite;
- (c) per i motori dei gruppi ISM non indicati alle lettere a) e b), i valori determinati a partire dal risultato della prova di omologazione del motore capostipite usando il metodo di cui all'appendice 9.

2.2 Metodo basato sul lavoro

Figura 5

Metodo basato sul lavoro



La durata ($t_{2,i} - t_{1,i}$) della i^a 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 $t_{j,i}$, in kWh,

- W_{ref} è il lavoro di riferimento del motore determinato secondo il punto 2.1.2, in 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 a 1 secondo o meno.

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

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

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

in cui:

- m_i è l'emissione massica dell'inquinante gassoso nel corso dell' i^a finestra della media, g/finestra della media,
- $W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})$ è il lavoro del motore durante l'intervallo medio i^a , in kWh.

2.2.2. Scelta delle finestre della media valide

Le finestre della media valide sono quelle la cui potenza media supera la soglia di potenza del 20 % della potenza di riferimento, quale definita all'articolo 3, paragrafo 26, del regolamento (UE) 2016/1628 e indicata nell'allegato I di tale regolamento per ciascuna (sotto)categoria di motori, per il tipo di motore sottoposto alla prova di ISM, ad eccezione dei motori della categoria ATS, per i quali la potenza di riferimento è la potenza al regime intermedio, di cui all'allegato VI, punto 5.2.5.4, lettera f), del regolamento delegato (UE) 2017/654. La percentuale di finestre della media valide deve essere pari o superiore al 50 %.

2.2.2.1. Se la percentuale di finestre valide è inferiore al 50 %, la valutazione dei dati deve essere ripetuta utilizzando soglie di potenza inferiori. La soglia di potenza va progressivamente ridotta dell'1 % dal 20 % finché la percentuale di finestre valide è pari o superiore al 50 %.

2.2.2.2. In ogni caso, la soglia di potenza minima non deve essere inferiore al 10 %.

2.2.2.3. La prova deve essere considerata nulla se la percentuale di finestre della media valide è inferiore al 50 % a una soglia di potenza del 10 %.

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:

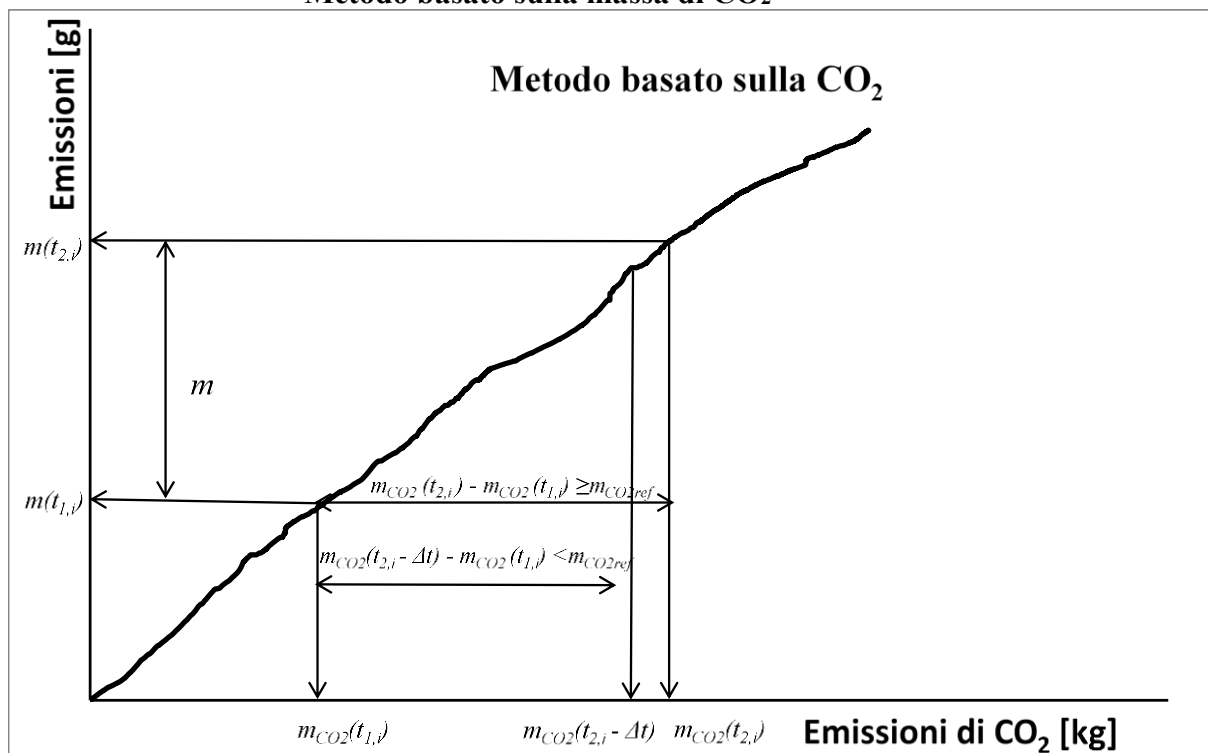
$$CF = \frac{e_{gas}}{L}$$

in cui:

- e_{gas} 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 6
Metodo basato sulla massa di CO₂



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

$$m_{CO_2}(t_{2,i}) - m_{CO_2}(t_{1,i}) \geq m_{CO_2,ref}$$

in cui:

- $m_{CO_2}(t_{1,i})$ è la massa di CO₂ misurata tra l'inizio della prova e il tempo $t_{1,i}$, g;
- $m_{CO_2,ref}$ è la massa di CO₂ di riferimento determinata in grammi (g) in conformità al punto 2.1.2,
- — $t_{2,i}$ deve essere selezionato in modo che:

$$m_{CO_2}(t_{2,i} - \Delta t) - m_{CO_2}(t_{1,i}) < m_{CO_2,ref} \leq m_{CO_2}(t_{2,i}) - m_{CO_2}(t_{1,i})$$

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:

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

in cui:

- D_{max} è la durata massima della finestra della media, in s,

- P_{max} è la potenza di riferimento, quale definita all'articolo 3, paragrafo 26, del regolamento (UE) 2016/1628 e indicata nell'allegato I di tale regolamento per ciascuna (sotto)categoria di motori, per il tipo di motori sottoposto alla prova di ISM, ad eccezione dei motori della categoria ATS, per i quali la potenza di riferimento è la potenza al regime intermedio, come definito all'allegato VI, punto 5.2.5.4, lettera f), del regolamento delegato (UE) 2017/654.

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

- 2.3.1.1. Se la percentuale di finestre valide è inferiore al 50 %, la valutazione dei dati va ripetuta utilizzando finestre più lunghe. Ciò si ottiene riducendo gradualmente di 0,01 alla volta il valore di 0,2 nella formula di cui al punto 2.3.1. finché la percentuale di finestre valide non sia pari o superiore al 50 %.
- 2.3.1.2. In ogni caso, nella formula precedente il valore più basso non deve essere inferiore a 0,10.
- 2.3.1.3. La prova deve essere annullata se la percentuale di finestre valide è inferiore al 50 % alla durata massima della finestra calcolata in conformità ai punti 2.3.1, 2.3.1.1 e 2.3.1.2.

2.3.2. Calcolo dei fattori di conformità

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

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

con

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

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

in cui:

- m_i è l'emissione massica dell'inquinante gassoso nel corso dell' i^a finestra della media, in g/finestra della media,
 - $m_{CO_2}(t_{2,i}) - m_{CO_2}(t_{1,i})$ è la massa di CO₂ durante l' i^a finestra della media, in g/finestra della media,
 - $m_{CO_2,ref}$ è la massa di CO₂ del motore di riferimento determinata in conformità al punto 2.1.2, lettera g),
 - m_L è l'emissione massica dell'inquinante gassoso corrispondente al limite applicabile nel ciclo di prova di riferimento, in g.
- m_L è determinato come segue:

$$m_L = L \cdot W_{ref}$$

in cui:

- L è il limite applicabile, in g/kWh,
- W_{ref} è il lavoro di riferimento del motore determinato secondo il punto 2.1.2, in kWh.";

(25) nell'appendice 6, il punto 2 è sostituito dal seguente:

"2. Impossibilità di verificare la conformità del segnale di coppia dell'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, l'autorità di omologazione è tenuta ad accettare la verifica eseguita in conformità ai requisiti di cui all'allegato VI, appendice 3, del regolamento delegato (UE) 2017/654 durante le prove necessarie per l'omologazione UE indicate nel certificato di omologazione UE.

Per i motori dei gruppi ISM diversi da A, C, e H, l'autorità di omologazione può accettare una dimostrazione separata effettuata in conformità ai requisiti di cui all'allegato VI, appendice 3, del regolamento delegato (UE) 2017/654, utilizzando tuttavia le procedure di mappatura seguenti previste da tale allegato:

- (a) per i motori del gruppo ISM I e i motori a regime variabile dei gruppi ISM E, F, G, J, K, L, M e N, la procedura di mappatura di cui al punto 7.6.1;
- (b) per tutti gli altri motori, la procedura di mappatura di cui al punto 7.6.3.

Qualora la mappatura sia eseguita a regime costante in conformità alla lettera b), deve essere sufficiente misurare e confrontare i valori della coppia misurati dal dinamometro e quelli trasmessi dalla ECU in corrispondenza del singolo punto di potenza nominale netta.";

(26) all'appendice 7, i punti da 1 a 1.3 sono sostituiti dai seguenti:

"1. Dati da fornire

1.1 Qualora una ECU sia utilizzata per trasmettere i valori della coppia, del regime o della temperatura del liquido di raffreddamento del motore, tali dati devono essere forniti come minimo in conformità alla tabella 1.

Tabella 1

Dati di misurazione

Parametro	Unità di misura ⁽¹⁾
Coppia del motore ⁽²⁾	Nm
Regime del motore	giri/min
Temperatura del liquido di raffreddamento del motore	K

⁽¹⁾ Qualora siano utilizzate per esso unità di misura diverse da quelle previste dalla tabella, il flusso di dati disponibile deve essere convertito nelle unità prescritte durante il pretrattamento dei dati di cui all'appendice 3.

⁽²⁾ 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.

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 ⁽¹⁾
Temperatura ambiente ⁽²⁾	K
Pressione ambiente	kPa
Flusso di carburante del motore	g/s

⁽¹⁾ Qualora siano utilizzate per esso unità di misura diverse da quelle previste dalla tabella, il flusso di dati disponibile deve essere convertito nelle unità prescritte durante il pretrattamento dei dati di cui all'appendice 3.

⁽²⁾ 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 alla tabella dell'appendice 2";

(27) nell'appendice 7, il punto 2.1.1 è sostituito dal seguente:

"2.1.1. Deve essere fornito accesso alle informazioni del flusso di dati conformemente ad almeno una delle seguenti serie di norme:

- a) ISO 27145 con ISO 15765-4 (protocollo CAN);
- b) ISO 27145 con ISO 13400 (protocollo TCP/IP);
- c) SAE J1939-73;
- d) ISO 14229."

(28) l'appendice 8 è così modificata:

(a) le voci da 2 a 2.20 sono sostituite dalle voci seguenti:

"2. Informazioni relative al motore

- 2.1. Gruppo ISM
- 2.2. Categoria e sottocategoria del tipo di motore/della famiglia di motori
- 2.3. Numero di omologazione
- 2.4. Denominazione o denominazioni commerciali (se del caso)
- 2.5 Designazione della famiglia di motori (se membro di una famiglia)
- 2.6 Lavoro di riferimento [kWh]
- 2.7 Massa di CO₂ di riferimento [g]
- 2.8 Designazione del tipo di motore
- 2.9. Numero di identificazione del motore
- 2.10. Anno e mese di produzione del motore
- 2.11. Motore ricostruito (sì/no)
- 2.12. Cilindrata totale del motore [cm³]
- 2.13. Numero di cilindri

- 2.14. Potenza netta nominale/regime nominale dichiarato del motore [kW/giri/min]
- 2.15. Potenza netta/regime massimo del motore [kW/giri/min]
- 2.16. Coppia massima / regime di coppia dichiarata/o del motore [Nm/giri/min]
- 2.17. Regime di minimo [giri/min]
- 2.18. Disponibilità della curva della coppia a pieno carico fornita dal costruttore (sì/no)
- 2.19. Numero di riferimento della curva della coppia a pieno carico fornita dal costruttore
- 2.20. Sistema DeNO_x installato (ad es. EGR, SCR) (se del caso)
- 2.21. Tipo di convertitore catalitico installato (se del caso)
- 2.22. Tipo di sistema di post-trattamento del particolato installato (se del caso)
- 2.23. Sistema di post-trattamento modificato rispetto all'omologazione (sì/no)
- 2.24. Informazioni relative alla centralina elettronica (ECU) del motore installata (numero di taratura del software)";

(b) le voci da 9 a 9.11 sono sostituite dalle voci seguenti:

"9. Fattori di conformità della finestra della media ⁽¹⁾ (determinati in conformità alle appendici da 3 a 5)

(Minimo, massimo e 90° percentile cumulativo)

- 9.1. Fattore di conformità del THC nella finestra della media del lavoro [-] ⁽²⁾
- 9.2. Fattore di conformità del CO nella finestra della media del lavoro [-]
- 9.3. Fattore di conformità degli NO_x nella finestra della media del lavoro [-] ⁽³⁾ (se del caso)
- 9.4. Fattore di conformità di THC + NO_x nella finestra della media del lavoro [-] ⁽⁴⁾ (se del caso)
- 9.5. Fattore di conformità del THC nella finestra della media della massa di CO₂ [-] ⁽⁵⁾
- 9.6. Fattore di conformità del CO nella finestra della media della massa di CO₂ [-]
- 9.7. Fattore di conformità degli NO_x nella finestra della media della massa di CO₂ [-] ⁽⁶⁾ (se del caso)
- 9.8. Fattore di conformità di THC + NO_x nella finestra della media della massa di CO₂ [-] ⁽⁷⁾ (se del caso)

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 la cui massa di CO₂ è pari al lavoro o alla massa di CO₂ di riferimento del motore misurati nel ciclo NRTC o NRSC di laboratorio di riferimento del motore capostipite applicabile.

² Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano limiti separati per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

³ Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano limiti separati per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

⁴ Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano un limite di emissione combinato per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

⁵ Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano limiti separati per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

⁶ Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano limiti separati per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

- 9.9. Finestra della media del lavoro: potenza minima e massima nella finestra della media [%]
- 9.10. Finestra della media della massa di CO₂: durata minima e massima nella finestra della media [s]
- 9.11. Finestra della media del lavoro: percentuale di finestre della media valide
- 9.12. Finestra della media della massa di CO₂: percentuale di finestre della media valide";
- (c) le voci da 10 a 10.8 sono sostituite dalle voci seguenti:
- "10. Fattori di conformità della finestra della media (determinati in conformità alle appendici 3 e 5 senza la determinazione degli eventi di lavoro e di inattività in conformità all'appendice 4 e senza l'esclusione delle finestre non 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 [-] ⁽⁸⁾
- 10.2. Fattore di conformità del CO nella finestra della media del lavoro [-]
- 10.3. Fattore di conformità degli NO_x nella finestra della media del lavoro [-] ⁽⁹⁾ (se del caso)
- 10.4. Fattore di conformità di THC + NO_x nella finestra della media del lavoro [-] ⁽¹⁰⁾ (se del caso)
- 10.5. Fattore di conformità del THC nella finestra della media della massa di CO₂ [-] ⁽¹¹⁾
- 10.6. Fattore di conformità del CO nella finestra della media della massa di CO₂ [-]
- 10.7. Fattore di conformità degli NO_x nella finestra della media della massa di CO₂ [-] ⁽¹²⁾ (se del caso)
- 10.8. Fattore di conformità di THC + NO_x nella finestra della media della massa di CO₂ [-] ⁽¹³⁾ (se del caso)
- 10.9. Finestra della media del lavoro: potenza minima e massima nella finestra della media [%]
- 10.10. Finestra della media della massa di CO₂: durata minima e massima nella finestra della media [s]";
- (d) le voci da I-2 a I-2.20 sono sostituite dalle seguenti:

⁷ Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano un limite di emissione combinato per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

⁸ Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano limiti separati per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

⁹ Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano limiti separati per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

¹⁰ Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano un limite di emissione combinato per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

¹¹ Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano limiti separati per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

¹² Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano limiti separati per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

¹³ Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano un limite di emissione combinato per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

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] (se del caso)

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] (se del caso)

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 [-] ⁽¹⁴⁾

I-2.15. Fattore di conformità del CO nella finestra della media del lavoro [-]

I-2.16. Fattore di conformità degli NO_x nella finestra della media del lavoro [-] ⁽¹⁵⁾ (se del caso)

I-2.17. Fattore di conformità di THC + NO_x nella finestra della media del lavoro [-] ⁽¹⁶⁾ (se del caso)

I-2.18. Durata della finestra della media della massa di CO₂ [s]

I-2.19. Fattore di conformità del THC nella finestra della media della massa di CO₂ [-] ⁽¹⁷⁾

I-2.20. Fattore di conformità del CO nella finestra della media della massa di CO₂ [-]

I-2.21. Fattore di conformità degli NO_x nella finestra della media della massa di CO₂ [-] ⁽¹⁸⁾ (se del caso)

I-2.22. Fattore di conformità di THC + NO_x nella finestra della media della massa di CO₂ [-] ⁽¹⁹⁾ (se del caso)";

(29) sono aggiunte le seguenti appendici 9 e 10:

¹⁴ Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano limiti separati per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

¹⁵ Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano limiti separati per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

¹⁶ Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano un limite di emissione combinato per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

¹⁷ Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano limiti separati per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

¹⁸ Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano limiti separati per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

¹⁹ Applicabile solo alle (sotto)categorie di motori che presentano un limite di emissione combinato per gli HC e gli NO_x conformemente all'allegato II del regolamento (UE) 2016/1628.

Determinazione del lavoro di riferimento e della massa di CO₂ di riferimento per i tipi di motore per i quali il ciclo di prova applicabile della prova di omologazione è esclusivamente un ciclo di prova stazionario non stradale (NRSC)

1. Informazioni generali

Il lavoro di riferimento e la massa di CO₂ di riferimento dei gruppi ISM A e C sono desunti dal ciclo NRTC con avviamento a caldo della prova di omologazione del motore capostipite; per il gruppo ISM H, invece, dal ciclo LSI-NRTC della prova di omologazione del motore capostipite, come stabilito all'appendice 5, punto 2.1.2. La presente appendice delinea le modalità di determinazione del lavoro di riferimento e della massa di CO₂ di riferimento per i tipi di motori appartenenti a tutti i gruppi ISM tranne A, C e H.

Ai fini della presente appendice, il ciclo di prova di laboratorio applicabile deve essere il ciclo NRSC in modalità discreta o il ciclo RMC-NRSC della corrispondente (sotto)categoria di motori di cui all'allegato IV, tabelle IV-1 e IV-2 e da IV-5 a IV-10, del regolamento (UE) 2016/1628.

2. Determinazione di W_{ref} e $m_{CO_2,ref}$ a partire dal ciclo RMC NRSC

2.1. Il lavoro di riferimento W_{ref} , in kWh, è uguale al lavoro effettivo W_{act} , in kWh, di cui all'allegato VII, punto 2.4.1.1, del regolamento delegato (UE) 2017/654 sui requisiti tecnici e generali.

2.2 La massa di CO₂ di riferimento, $m_{CO_2,ref}$, in g, è uguale alla massa di CO₂ per il ciclo di prova di laboratorio m_{CO_2} , in g, calcolata in conformità all'allegato VII, punto 2.1.2, 2.2.1, 3.5.1 o 3.6.1, del regolamento delegato (UE) 2017/654 sui requisiti tecnici e generali, a seconda che si utilizzi il campionamento dei gas di scarico grezzi oppure diluiti e che si applichi un calcolo basato sulla massa oppure sulla mole.

3. Determinazione di W_{ref} e $m_{CO_2,ref}$ a partire dal ciclo NRSC in modalità discreta

3.1. Il lavoro di riferimento W_{ref} , in kWh, deve essere calcolato con l'equazione 9-1.

$$W_{ref} = \sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i) \cdot \frac{t_{ref}}{3600} \quad (9-1)$$

in cui:

P_i è la potenza del motore per la modalità i , in kW, con $P_i = P_{m,i} + P_{AUX}$ (cfr. l'allegato VI, punti 6.3 e 7.7.1.3, del regolamento delegato (UE) 2017/654 sui requisiti tecnici e generali);

WF_i è il fattore di ponderazione per la modalità i [-];

t_{ref} è il tempo di riferimento, in s, (cfr. la tabella);

W_{ref} è il ciclo di lavoro di riferimento prodotto dal motore capostipite nel ciclo di prova di laboratorio di riferimento, in kWh;

i è il numero di modalità;

N_{mode} è il numero totale di modalità nel ciclo di prova.

- 3.2 La massa di CO₂ di riferimento $m_{CO_2,ref}$, in kg, deve essere determinata a partire dalla portata massica media di CO₂ $q_{mCO_2,i}$, in g/h, per ciascuna modalità i calcolata conformemente all'allegato VII, punto 2 o 3, del regolamento delegato (UE) 2017/654 sui requisiti tecnici e generali con l'equazione 9-2.

$$m_{CO_2,ref} = \sum_{i=1}^{N_{mode}} (q_{mCO_2,i} \cdot WF_i) \cdot \frac{t_{ref}}{3600} \quad (9-2)$$

in cui:

$q_{mCO_2,i}$ è la portata massica media di CO₂ per la modalità i , in g/h;

WF_i è il fattore di ponderazione per la modalità i [-];

t_{ref} è il tempo di riferimento, in s, (cfr. la tabella);

$m_{CO_2,ref}$ è la massa di CO₂ di riferimento emessa dal motore capostipite nel ciclo di prova di laboratorio di riferimento, in g;

i è il numero di modalità;

N_{mode} è il numero totale di modalità nel ciclo di prova.

- 3.3 Il tempo di riferimento t_{ref} è la durata totale del ciclo modale con rampe di transizione (RMC) equivalente di cui all'appendice 2 dell'allegato XVII del regolamento delegato (UE) 2017/654 sui requisiti tecnici e generali. Tali valori sono indicati nella tabella.

Tabella

Tempo di riferimento t_{ref} per ciascun ciclo NRSC in modalità discreta

NRSC	t_{ref} [s]
C1	1800
C2	1800
D2	1200
E2	1200
E3	1200
F	1200
G1	1800
G2	1800
H	1200

Determinazione della potenza istantanea approssimativa a partire dalla portata massica di CO₂

1. Informazioni generali

Per "potenza approssimativa" (o "sostitutiva") si intende un valore ottenuto mediante interpolazione lineare semplice al solo scopo di determinare gli eventi validi durante il monitoraggio in servizio conformemente alle disposizioni dell'appendice 4. Tale metodologia si applica ai motori progettati senza un'interfaccia di comunicazione in grado di trasmettere dati sulla coppia e sul regime conformemente alla tabella 1 dell'appendice 7. Il calcolo si basa sul presupposto che, per tutti i tipi di motore di una famiglia di motori:

- a) il rapporto tra lavoro e massa di CO₂ nel ciclo di prova di laboratorio di riferimento sia simile;
- b) esista una relazione lineare tra la potenza e la portata massica di CO₂; nonché
- c) un motore in funzione che non produce potenza netta non emette CO₂.

2. Calcolo della potenza istantanea approssimativa

2.1. Ai soli fini dei calcoli di cui all'appendice 4, deve essere calcolata una potenza istantanea per il motore sottoposto alla prova di ISM a partire dalla portata massica di CO₂ misurata in un incremento temporale pari al periodo di campionamento dei dati. Per tale calcolo deve essere utilizzata una costante semplificata di CO₂ specifica per la famiglia di motori ("Veline").

2.2. La costante Veline deve essere calcolata a partire dai valori di riferimento applicabili di cui all'appendice 5, punto 2.1.2.

La costante Veline, K_{veline} , deve essere calcolata a partire dalla massa di CO₂ di riferimento emessa dal motore capostipite al momento dell'omologazione divisa per il lavoro eseguito dal motore capostipite al momento dell'omologazione con l'equazione 10-1.

$$K_{veline} = \frac{m_{CO_2,ref}}{W_{ref}} \quad (10-1)$$

in cui:

K_{veline} è la costante "Veline", in g/kWh;

$m_{CO_2,ref}$ è la massa di CO₂ di riferimento emessa dal motore capostipite nel ciclo di prova di laboratorio di riferimento, in g;

W_{ref} è il lavoro di riferimento svolto dal motore capostipite nel ciclo di prova di laboratorio di riferimento, in kWh.

2.3. La potenza istantanea approssimativa del motore sottoposto alla prova di ISM è calcolata a partire dalla portata massica istantanea di CO₂ con l'equazione 10-2:

$$P_{i,proxy} = 3600 \cdot \frac{\dot{m}_{CO_2,i}}{K_{veline}} \quad (10-2)$$

in cui:

$P_{i,proxy}$ è la potenza istantanea approssimativa, in kW;

$\dot{m}_{CO_2,i}$ è la portata massica istantanea di CO₂ emessa dal motore sottoposto a prova, in g/s.".