

Ciclo di funzionamento sul banco dinamometrico a rulli

Numero sequenza	Tipo di funzionamento	Fasi	Acceleraz. (m/s ²)	Veloc. (km/h)	durata di ciasc.		Durata totale (s)	Materia da utilizzare con cambio meccanico
					sequenza (s)	fase (s)		
1	Minimo	1			11	11	11	6 sec. PM/5 sec. K (*)
2	Accelerazione	2	1,04	0-15	4	4	15	
3	Velocità costante	3		15	8	8	23	vedi punto 2.3. K
4	Decelerazione	4	-0,69	15-10	2		25	
5	Decelerazione a friz. disinn.	5	-0,92	10-0	3		28	16 sec. PM/5 sec. K
6	Minimo	6			21	21	49	
7	Accelerazione	7	0,74	0-32	12	12	61	vedi punto 2.3. K
8	Velocità costante	8		32	24	24	85	
9	Decelerazione	9	-0,75	32-10	8		93	16 sec. PM/5 sec. K
10	Decelerazione a friz. disinn.	10	-0,92	10-0	3		96	
11	Minimo	11			21	21	117	vedi punto 2.3. K
12	Accelerazione	12	0,53	0-50	26	26	143	
13	Velocità costante	13		50	12	12	155	vedi punto 2.3.
14	Decelerazione	14	-0,52	50-35	8	8	163	
15	Velocità costante	15		35	13	13	176	K
16	Decelerazione	16	-0,68	35-10	9		185	
17	Decelerazione a friz. disinn.	17	-0,92	10-0	3		188	7 sec. PM
18	Minimo	18			7	7	195	

(*) PM: cambio in folle, frizione innestata
K: frizione disinnestata

3. MOTOCICLO O TRICICLO E CARBURANTE

3.1. Motociclo o triciclo da provare

- 3.1.1. Il motociclo o triciclo deve essere in buone condizioni meccaniche. Esso deve essere rodato ed aver percorso almeno 1 000 km prima della prova. Il laboratorio può decidere se un motociclo o un triciclo che abbia percorso meno di 1 000 km prima della prova possa essere accettato.
- 3.1.2. Il dispositivo di scarico non deve presentare perdite che rischino di ridurre la quantità di gas raccolti, che deve essere quella uscente dal motore.
- 3.1.3. Può essere verificata l'ermeticità del sistema di aspirazione per accertare che la carburazione non sia alterata da un'entrata d'aria accidentale.
- 3.1.4. Il motociclo o il triciclo è regolato come previsto dal costruttore.
- 3.1.5. Il laboratorio può verificare che il motociclo o il triciclo abbia prestazioni conformi alle specifiche del costruttore e sia utilizzabile per la guida normale e, in particolare, sia in grado di partire sia a freddo che a caldo.

3.2. Carburante

Usare per la prova il carburante di riferimento, le cui caratteristiche sono specificate nell'allegato IV. Se il motore è lubrificato a miscela, la qualità e il dosaggio dell'olio aggiunto al carburante di riferimento devono essere conformi alle raccomandazioni del costruttore.

4. APPARECCHIATURA DI PROVA

4.1. Banco dinamometrico a rulli

Il banco deve presentare le seguenti caratteristiche principali:

contatto fra rullo e pneumatico di ogni ruota motrice:

— diametro del rullo ≥ 400 mm

— equazione della curva di assorbimento di potenza: il banco deve consentire di riprodurre, con una tolleranza di $\pm 15\%$, a partire da una velocità iniziale di 12 km/h, la potenza sviluppata dal motore quando il motociclo o il triciclo circolano su tratto piano e con velocità del vento praticamente nulla. La potenza assorbita dai freni e dagli attriti interni del banco verrà calcolata secondo le prescrizioni di cui al punto 11 della sottoappendice 4 dell'appendice 1 oppure dovrà essere pari a:

$$k V^3 \pm 5\% \quad k V^3 \pm 5\% \quad \text{di } P_{V50}$$

— inerzie addizionali: di 10 kg (*).

- 4.1.1. La distanza effettivamente percorsa deve essere misurata con contagiri fatto girare dal rullo che, a sua volta, aziona il freno e i volani d'inerzia.

4.2. Apparecchiature per il campionamento dei gas e per la misurazione del loro volume

- 4.2.1. Nelle sottoappendici 2 e 3 è indicato uno schema delle apparecchiature per la raccolta, la diluizione, il campionamento e la misurazione del volume dei gas di scarico durante la prova.

- 4.2.2. Nei punti successivi sono descritti gli elementi che compongono l'apparecchiatura di prova (per ciascun elemento viene indicato il simbolo di riferimento che figura sui disegni delle sottoappendici 2 e 3). Il servizio tecnico che effettua la prova può autorizzare l'uso di un apparecchiatura diversa che dia risultati equivalenti:

- 4.2.2.1. un dispositivo per la raccolta di tutti i gas di scarico prodotti durante la prova; si tratta generalmente di un dispositivo del tipo aperto, che mantiene la pressione atmosferica nel tubo o nei tubi di scarico. Se però sono rispettate le condizioni di contropressione (con $\pm 1,25$ kPa), si potrà utilizzare un sistema chiuso. La raccolta dei gas deve avvenire senza condensazione che rischi di alterare in modo rilevante la natura dei gas di scarico alla temperatura di prova;

- 4.2.2.2. un tubo di raccordo (Tu) che collega detto dispositivo e il sistema di prelievo dei campioni di gas. Detto raccordo ed il dispositivo di raccolta sono di acciaio inossidabile oppure di altro materiale che non alteri la composizione dei gas raccolti e che resista alla loro temperatura;

(*) Queste masse addizionali possono essere eventualmente sostituite da un dispositivo elettronico purché sia dimostrata l'equivalenza dei risultati.

- 4.2.2.3. uno scambiatore di calore (S_c) in grado di limitare la variazione di temperatura dei gas diluiti all'entrata della pompa a $\pm 5^\circ\text{C}$ durante l'intera prova. Tale scambiatore deve essere munito di un sistema di preriscaldamento in grado di portare i gas alla sua temperatura di funzionamento (con una tolleranza di $\pm 5^\circ\text{C}$) prima dell'inizio della prova;
- 4.2.2.4. una pompa volumetrica (P_1) destinata ad aspirare i gas diluiti, azionata da un motore a più velocità rigorosamente costanti. La mandata deve essere sufficiente per garantire l'aspirazione della totalità dei gas di scarico. Può essere usato anche un dispositivo che utilizza un tubo di Venturi a flusso critico;
- 4.2.2.5. un dispositivo che consenta la registrazione continua della temperatura dei gas diluiti che entrano nella pompa;
- 4.2.2.6. una sonda (S_3) fissata a livello del dispositivo di raccolta dei gas, all'esterno di quest'ultimo, che consenta di raccogliere tramite una pompa, un filtro ed un flussometro, un campione a flusso costante di aria di diluizione durante l'intera prova;
- 4.2.2.7. una sonda (S_2) diretta a monte del flusso di gas diluiti, collocata a monte della pompa volumetrica, che consenta di prelevare, tramite una pompa, un filtro ed un flussometro, un campione a flusso costante della miscela di gas diluiti per l'intera durata della prova. La portata minima del flusso di gas nei due sistemi di prelievo suddetti deve essere di almeno 150 l/h;
- 4.2.2.8. due filtri (F_2 e F_3), disposti rispettivamente dopo le sonde S_2 e S_3 , destinati a trattenere le particelle solide in sospensione nel flusso del campione inviato nei sacchi di raccolta. Si farà attenzione in particolare che essi non modifichino le concentrazioni dei componenti gassosi dei campioni;
- 4.2.2.9. due pompe (P_2 e P_3) che prelevano i campioni mediante rispettivamente le sonde S_2 ed S_3 e riempiono i sacchi S_a e S_b ;
- 4.2.2.10. due valvole a regolazione manuale (V_2 e V_3) montate in serie rispettivamente con le pompe P_2 e P_3 , che consentono di regolare la mandata del campione convogliato nei sacchi;
- 4.2.2.11. due flussometri (R_2 e R_3) disposti in serie nelle successioni «sonda, filtro, pompa, valvole, sacco» (S_2, F_2, P_2, V_2, S_a e rispettivamente S_3, F_3, P_3, V_3, S_b) per consentire un controllo visivo immediato del flusso istantaneo del campione prelevato;
- 4.2.2.12. sacchi di prelievo stagni che raccolgono l'aria di diluizione e la miscela di gas diluiti, di capacità sufficiente per non ostacolare il normale flusso dei campioni. Detti sacchi devono essere muniti di chiusura automatica su un lato e poter essere fissati rapidamente ed ermeticamente sia sul circuito di prelievo del campione sia su quello di analisi a fine prova;
- 4.2.2.13. due manometri (g_1 e g_2) a pressione differenziale disposti:
- g_1 : davanti alla pompa P_1 per determinare la depressione della miscela «gas di scarico e aria di diluizione» rispetto all'atmosfera;
- g_2 : dopo e prima della pompa P_1 per valutare l'aumento della pressione indotta nel flusso di gas;
- 4.2.2.14. un contagiri totalizzatore (CT) dei giri della pompa volumetrica rotativa P_1 ;
- 4.2.2.15. valvole a tre vie nei suddetti circuiti di prelievo, che dirigono i flussi dei campioni sia verso l'esterno che verso i rispettivi sacchi di raccolta durante l'intera prova. Le valvole devono essere ad azione rapida ed essere fabbricate con materiali che non provocano alterazioni della composizione dei gas; esse devono inoltre avere sezioni di mandata e forme tali da minimizzare, per quanto tecnicamente possibili, le perdite di carico.
- 4.3. **Apparecchiatura di analisi**
- 4.3.1. Determinazione della concentrazione di idrocarburi
- 4.3.1.1. La concentrazione degli idrocarburi incombusti nei campioni raccolti nei sacchi S_a e S_b durante la prova è determinata con un analizzatore a ionizzazione di fiamma.
- 4.3.2. Determinazione delle concentrazioni di CO e CO₂
- 4.3.2.1. Le concentrazioni di monossido di carbonio CO e di anidride carbonica CO₂ nei campioni raccolti nei sacchi S_a e S_b durante le prove sono determinate con un analizzatore non dispersivo ad assorbimento nell'infrarosso.

- 4.3.3. Determinazione delle concentrazioni di NO_x
- 4.3.3.1. La concentrazione degli ossidi di azoto NO_x nei campioni raccolti nei sacchi S_a e S_b durante le prove è determinata con un analizzatore del tipo a chemiluminescenza.
- 4.4. Accuratezza degli apparecchi e delle misurazioni
- 4.4.1. Dato che il freno è tarato mediante una prova separata, non è necessario indicare l'accuratezza del banco dinamometrico a rulli. L'inerzia totale delle masse rotanti, compresa quella dei rulli e del rotore del freno (vedasi punto 5.2) è indicata con un'approssimazione di $\pm 2\%$.
- 4.4.2. La velocità del motociclo e del triciclo è determinata in base alla velocità di rotazione dei rulli collegati al freno e ai volani d'inerzia, con un'approssimazione di ± 2 km/h nella fascia da 0 a 10 km/h e di ± 1 km/h per velocità superiori a 10 km/h.
- 4.4.3. La temperatura di cui al punto 4.2.2.5 deve poter essere misurata con un'approssimazione di $\pm 1^\circ\text{C}$. La temperatura di cui al punto 6.1.1 deve poter essere misurata con un'approssimazione di $\pm 2^\circ\text{C}$.
- 4.4.4. La pressione atmosferica è misurata con un'approssimazione di $\pm 0,133$ kPa.
- 4.4.5. La depressione della miscela dei gas diluiti all'entrata nella pompa P_1 (vedasi punto 4.2.2.13) rispetto alla pressione atmosferica deve essere misurata con un'approssimazione di $\pm 0,4$ kPa. La differenza di pressione dei gas diluiti tra le sezioni situate a monte ed a valle della pompa P_1 (vedasi punto 4.2.2.13) deve essere misurata con un'approssimazione di $\pm 0,4$ kPa.
- 4.4.6. Il volume spostato ad ogni rotazione completa della pompa P_1 ed il valore dello spostamento alla velocità di pompaggio più ridotta possibile, registrata dal contagiri totalizzatore, deve permettere di determinare il volume globale della miscela «gas di scarico/aria di diluizione» spostato da P_1 durante la prova con un'approssimazione di $\pm 2\%$.
- 4.4.7. La scala di misurazione degli analizzatori deve consentire l'accuratezza di $\pm 3\%$ richiesta per la misurazione dei tenori dei diversi inquinanti, senza tener conto dell'accuratezza dei gas di taratura.
- L'analizzatore a ionizzazione di fiamma per la determinazione della concentrazione degli HC deve poter giungere al 90 % del valore massimo della scala in un tempo inferiore a 1 secondo.
- 4.4.8. Il tenore dei gas di taratura non deve scostarsi di oltre $\pm 2\%$ dal rispettivo valore di riferimento. Il diluente è l'azoto.
5. PREPARAZIONE DELLA PROVA
- 5.1. Regolazione del freno
- 5.1.1. Il freno deve essere regolato in modo da riprodurre il funzionamento del motociclo e del triciclo alla velocità costante compresa tra 45 km/h e 55 km/h su strada piana e asciutta.
- 5.1.2. La regolazione del freno viene effettuata come segue.
- 5.1.2.1. Nel dispositivo di regolazione dell'alimentazione del carburante deve essere montato un arresto regolabile che limita la velocità massima tra 45 km/h e 55 km/h. La velocità del motociclo o del triciclo è misurata con un tachimetro di precisione o dedotta dalla misura del tempo per una data distanza, su strada piana e asciutta, nei due sensi, con l'arresto bloccato. Le misurazioni, che sono ripetute almeno tre volte nei due sensi, sono effettuate su un percorso di almeno 200 m e con un tratto di accelerazione sufficientemente lungo. Si determina la velocità media.
- 5.1.2.2. Potranno essere inoltre accettati altri metodi di misurazione della potenza necessaria alla propulsione del veicolo (ad es. misurazione della coppia alla trasmissione, della decelerazione, ecc.).
- 5.1.2.3. Il motociclo o il triciclo viene successivamente disposto sul banco dinamometrico a rulli regolando il freno in modo da ottenere la stessa velocità raggiunta nella prova su strada (dispositivo di regolazione dell'alimentazione in posizione di arresto e stessa marcia). Questa regolazione del freno è mantenuta per tutta la durata della prova. Dopo la regolazione del freno si toglie l'arresto del dispositivo di alimentazione del carburante.
- 5.1.2.4. La regolazione del freno eseguita a partire da prove su strada può essere effettuata soltanto se, tra la strada ed il locale del banco dinamometrico a rulli, la pressione barometrica non varia di oltre $\pm 1,33$ kPa e la temperatura dell'aria di $\pm 8^\circ\text{C}$.

5.1.3. Se non si può applicare il metodo precedente, il banco viene regolato conformemente ai valori della tabella del punto 5.2. I valori della tabella indicano la potenza in funzione della massa di riferimento alla velocità di 50 km/h. Questa potenza è determinata con il metodo indicato nella sottoappendice 4.

5.2. Adattamento delle inerzie equivalenti alle inerzie di traslazione del motociclo o del triciclo

Il volano o i volani d'inerzia sono regolati in modo da ottenere un'inerzia totale delle masse rotanti corrispondente alla massa di riferimento del motociclo o del triciclo conformemente ai seguenti limiti:

Massa di riferimento (RM) (in kg)	Inerzie equivalenti (in kg)	Potenza assorbita (in kW)
RM ≤ 105	100	0,88
105 < RM ≤ 115	110	0,90
115 < RM ≤ 125	120	0,91
125 < RM ≤ 135	130	0,93
135 < RM ≤ 150	140	0,94
150 < RM ≤ 165	150	0,96
165 < RM ≤ 185	170	0,99
185 < RM ≤ 205	190	1,02
205 < RM ≤ 225	210	1,05
225 < RM ≤ 245	230	1,09
245 < RM ≤ 270	260	1,14
270 < RM ≤ 300	280	1,17
300 < RM ≤ 330	310	1,21
330 < RM ≤ 360	340	1,26
360 < RM ≤ 395	380	1,33
395 < RM ≤ 435	410	1,37
435 < RM ≤ 480	450	1,44
480 < RM ≤ 540	510	1,50
540 < RM ≤ 600	570	1,56
600 < RM ≤ 650	620	1,61
650 < RM ≤ 710	680	1,67
710 < RM ≤ 770	740	1,74
770 < RM ≤ 820	800	1,81
820 < RM ≤ 880	850	1,89
880 < RM ≤ 940	910	1,99
940 < RM ≤ 990	960	2,05
990 < RM ≤ 1 050	1 020	2,11
1 050 < RM ≤ 1 110	1 080	2,18
1 110 < RM ≤ 1 160	1 130	2,24
1 160 < RM ≤ 1 220	1 190	2,30
1 220 < RM ≤ 1 280	1 250	2,37
1 280 < RM ≤ 1 330	1 300	2,42
1 330 < RM ≤ 1 390	1 360	2,49
1 390 < RM ≤ 1 450	1 420	2,54
1 450 < RM ≤ 1 500	1 470	2,57
1 500 < RM ≤ 1 560	1 530	2,62
1 560 < RM ≤ 1 620	1 590	2,67
1 620 < RM ≤ 1 670	1 640	2,72
1 670 < RM ≤ 1 730	1 700	2,77
1 730 < RM ≤ 1 790	1 760	2,83
1 790 < RM ≤ 1 870	1 810	2,88
1 870 < RM ≤ 1 980	1 930	2,97
1 980 < RM ≤ 2 100	2 040	3,06
2 100 < RM ≤ 2 210	2 150	3,13
2 210 < RM ≤ 2 320	2 270	3,20
2 320 < RM ≤ 2 440	2 380	3,34
2 440 < RM	2 490	3,48

5.3. Condizionamento del motociclo o del triciclo

- 5.3.1. Prima della prova, il motociclo o il triciclo deve essere mantenuto in un ambiente ad una temperatura relativamente costante compresa tra 20 ° e 30 °C finché l'olio del motore e l'eventuale refrigerante hanno raggiunto la temperatura dell'ambiente con una tolleranza di ± 2 k. Dopo aver fatto funzionare il motore al minimo per 40 secondi, si eseguono due cicli completi prima di raccogliere i gas di scarico.
- 5.3.2. La pressione dei pneumatici è quella specificata dal costruttore e usata durante la prova preliminare su strada per la regolazione del freno. Nondimeno, se il diametro dei rulli è inferiore a 500 mm, la pressione dei pneumatici può essere aumentata del 30-50 %.
- 5.3.3. Il carico sulla ruota motrice è uguale a quello del motociclo o del triciclo in condizioni normali di impiego con un conducente del peso di 75 kg.

5.4. Regolazione dell'apparecchiatura d'analisi**5.4.1. Taratura degli analizzatori**

Inviare nell'analizzatore, tramite il flussometro e il manometro applicati su ciascuna bombola, la quantità di gas alla pressione indicata compatibile con il corretto funzionamento dell'apparecchiatura. Regolare l'apparecchio in modo che indichi, quale valore stabilizzato, il valore indicato sulla bombola del gas di taratura. Tracciare, a partire dalla regolazione ottenuta con la bombola a livello massimo, la curva delle deviazioni dell'apparecchio in funzione del contenuto delle varie bombole di gas di taratura utilizzate. Per l'analizzatore a ionizzazione di fiamma si devono usare per la taratura periodica, da eseguirsi almeno una volta al mese, delle miscele di aria e propano (oppure esano) con delle concentrazioni nominali di idrocarburo pari al 50 % ed al 90 % del valore massimo della scala. Per gli analizzatori non dispersivi ad assorbimento nell'infrarosso, ai fini della stessa taratura periodica si devono misurare miscele di azoto con CO e CO₂ nelle concentrazioni nominali del 10 %, 40 %, 60 %, 85 % e 90 % del valore massimo della scala. Per la taratura dell'analizzatore di NO_x a chemiluminescenza, si devono utilizzare miscele di protossido d'azoto (N₂O) diluite in azoto con una concentrazione nominale pari al 50 % ed al 90 % del valore massimo della scala. Per la taratura di controllo, da eseguirsi prima di ogni serie di prove, si devono utilizzare per tutti i tre tipi di analizzatori delle miscele contenenti i gas da misurare in una concentrazione pari all'80 % del valore massimo della scala. Per diluire un gas di taratura da una concentrazione del 100 % alla concentrazione voluta può essere applicato un dispositivo di diluizione.

6. PROCEDIMENTO PER LE PROVE SUL BANCO**6.1. Condizioni particolari di esecuzione del ciclo**

- 6.1.1. Durante la prova, la temperatura del locale del banco dinamometrico a rulli deve essere compresa tra 20 ° e 30 °C ed essere per quanto possibile vicina a quella del locale di condizionamento del motociclo o del triciclo.
- 6.1.2. Il motociclo o il triciclo deve essere per quanto possibile orizzontale durante la prova per evitare una distribuzione anormale del carburante.
- 6.1.3. Alla fine del primo periodo di minimo di 40 secondi (vedasi punto 6.2.2), il motociclo od il triciclo viene sottoposto ad un flusso d'aria di velocità variabile. Seguono due cicli completi durante i quali non vengono raccolti i gas di scarico. Il sistema di ventilazione deve comprendere un meccanismo controllato dalla velocità del rullo del banco di modo che, nella fascia compresa tra 10 e 50 km/h, la velocità lineare dell'aria alla bocchetta di mandata sia uguale alla velocità relativa del rullo con un'approssimazione del 10 %. Per velocità del rullo inferiore a 10 km/h, la velocità dell'aria di ventilazione può essere nulla. La sezione della bocchetta di mandata deve avere le seguenti caratteristiche:
- i) una superficie di almeno 0,4 m²;
 - ii) un'altezza dal suolo del suo bordo inferiore compresa tra 0,15 e 0,20 m;
 - iii) una distanza dall'estremità anteriore del motociclo o del triciclo compresa tra 0,3 e 0,45 m.
- 6.1.4. Durante la prova si registra la velocità in funzione del tempo per controllare la validità dei cicli eseguiti.
- 6.1.5. Possono essere registrate le temperature dell'acqua di raffreddamento e dell'olio del carter del motore.

- 6.2. **Avviamento del motore**
- 6.2.1. Dopo aver eseguito le operazioni preliminari sull'apparecchiatura di raccolta, di diluizione, di analisi e di misurazione dei gas (vedasi punto 7.1 qui appresso) si mette in moto il motore usando i dispositivi di avviamento previsti a tal fine: starter, valvola di avviamento, ecc., conformemente alle istruzioni del costruttore.
- 6.2.2. Il motore è mantenuto al minimo per una durata massima di 40 secondi. L'inizio del primo ciclo di prova coincide con l'inizio del prelievo dei campioni e della misurazione delle rotazioni della pompa.
- 6.3. **Impiego dello starter a comando manuale**
- Lo starter è disinserito il più presto possibile e, di massima, prima dell'accelerazione da 0 a 50 km/h. Se non è possibile attenersi a tale prescrizione, è indicato il momento della chiusura effettiva. Lo starter è regolato conformemente alle istruzioni del costruttore.
- 6.4. **Minimo**
- 6.4.1. **Cambio manuale**
- 6.4.1.1. Le fasi di minimo si effettuano con frizione innestata e cambio in folle.
- 6.4.1.2. Per poter effettuare normalmente le accelerazioni, si inserisce la prima marcia del motociclo o del triciclo con frizione disinnestata nei 5 secondi precedenti la fase di accelerazione successiva al periodo di minimo.
- 6.4.1.3. Il primo periodo di minimo all'inizio del ciclo si compone di 6 secondi con cambio in folle, frizione innestata, e di 5 secondi con prima marcia inserita, frizione disinnestata.
- 6.4.1.4. Per le fasi intermedie di minimo di ciascun ciclo, i tempi corrispondenti sono rispettivamente di 16 secondi in folle e di 5 secondi con prima marcia inserita, frizione disinnestata.
- 6.4.1.5. L'ultima fase di minimo del ciclo deve avere una durata di 7 secondi durante i quali il cambio è in folle con frizione innestata.
- 6.4.2. **Cambio semiautomatico**
- Si applicano le indicazioni del costruttore per la guida in città o, in mancanza di queste, le prescrizioni relative ai cambi di velocità manuali.
- 6.4.3. **Cambio automatico**
- Il selettore non dev'essere azionato durante tutta la prova salvo indicazioni contrarie del costruttore. In questo caso si applicherà la procedura prevista per i cambi manuali.
- 6.5. **Accelerazioni**
- 6.5.1. Le accelerazioni vengono effettuate in modo da ottenere il valore più costante possibile per tutta la durata della fase.
- 6.5.2. Se le possibilità di accelerazione del motociclo o del triciclo non sono sufficienti per effettuare le fasi di accelerazione nei limiti di tolleranza prescritti, il motociclo o il triciclo viene utilizzato con il gas completamente aperto fino a raggiungere la velocità prescritta per il ciclo, che prosegue in seguito normalmente.
- 6.6. **Decelerazioni**
- 6.6.1. Tutte le decelerazioni vengono effettuate chiudendo totalmente il gas e con la frizione innestata. Quest'ultima viene disinnestata alla velocità di 10 km/h.
- 6.6.2. Se la decelerazione è più debole di quella prevista per la fase corrispondente, si utilizzano i freni del veicolo per rispettare il ciclo.

- 6.6.3. Se la decelerazione è più forte di quella prevista per la fase corrispondente, si ristabilisce la concordanza con il ciclo teorico mediante un periodo a regime stabilizzato o di minimo, collegato con la fase a regime stabilizzato o di minimo successiva. In questo caso non si applica il punto 2.4.3.
- 6.6.4. Al termine della fase di decelerazione (arresto del motociclo o del triciclo sui rulli) il cambio viene passato in folle e la frizione innestata.
- 6.7. Velocità costante
- 6.7.1. Sarà evitato il «pompaggio» o la chiusura del gas durante il passaggio dall'accelerazione alla velocità costante successiva.
- 6.7.2. Le fasi a velocità costante sono effettuate mantenendo fissa la posizione dell'acceleratore.
7. PROCEDIMENTO DI PRELIEVO, DI ANALISI E DI MISURAZIONE DEL VOLUME DELLE EMISSIONI
- 7.1. Operazioni che precedono l'avviamento del motociclo o del triciclo.
- 7.1.1. Svuotare e chiudere i sacchi di raccolta dei campioni S_a e S_b .
- 7.1.2. Avviare la pompa rotante volumetrica P_1 mantenendo fermo il contagiri.
- 7.1.3. Azionare le pompe P_2 e P_3 di prelievo dei campioni, disponendo le valvole di deviazione in modo da scaricare nell'atmosfera. Regolare il flusso con le valvole V_2 e V_3 .
- 7.1.4. Mettere in funzione i registratori dei termometri T e dei manometri g_1 e g_2 .
- 7.1.5. Azzerare il contagiri totalizzatore CT e il contagiri del rullo.
- 7.2. Inizio delle operazioni di prelievo e misurazione del volume
- 7.2.1. Dopo 40 secondi di funzionamento preliminare del motore al minimo e due cicli preliminari (istante iniziale del primo ciclo) svolgere con una rigorosa contemporaneità le operazioni indicate ai punti 7.2.2-7.2.5 che seguono.
- 7.2.2. Disporre le valvole di deviazione per la raccolta nei sacchi S_a e S_b dei campioni prelevati in continuo dalle sonde S_2 e S_3 , precedentemente deviate nell'atmosfera.
- 7.2.3. L'istante dell'inizio della prova è indicato sui grafici dei registratori analogici collegati con i termometri T e i manometri differenziali g_1 e g_2 .
- 7.2.4. Avviare il contagiri totalizzatore CT della pompa P_1 .
- 7.2.5. Azionare il sistema di ventilazione che invia sul motociclo o sul triciclo il flusso d'aria di cui al punto 6.1.3.
- 7.3. **Fine delle operazioni di prelievo e di misurazione del volume**
- 7.3.1. Alla fine del quarto ciclo di prova, svolgere con una rigorosa contemporaneità le operazioni di cui ai punti 7.3.2-7.3.5 che seguono.
- 7.3.2. Disporre le valvole di deviazione per la chiusura dei sacchi S_a e S_b e lo scarico nell'atmosfera dei campioni aspirati dalle pompe P_2 e P_3 attraverso le sonde S_2 e S_3 .
- 7.3.3. L'istante della fine della prova è indicato sui grafici dei registratori analogici (punto 7.2.3).

7.3.4. Fermare il contagiri totalizzatore CT della pompa P₁.

7.3.5. Fermare il sistema di ventilazione che invia al motociclo o al triciclo il flusso d'aria di cui al punto 6.1.3.

7.4. **Analisi dei campioni contenuti nei sacchi**

Non appena possibile e non oltre 20 minuti dopo la fine delle prove, si iniziano le analisi per determinare:

- la concentrazione di idrocarburi, di monossido di carbonio, di ossidi di azoto e di anidride carbonica nel campione di aria di diluizione contenuto nel sacco S_b;
- la concentrazione di idrocarburi, di monossido di carbonio e di ossidi di azoto e di anidride carbonica nei campioni di gas di scarico diluiti contenuti nel sacco S_a.

7.5. **Misurazione della distanza percorsa**

La distanza S effettivamente percorsa si ottiene moltiplicando il numero di giri letto sul contagiri totalizzatore (punto 4.1.1) per la circonferenza del rullo. Questa distanza è espressa in km.

8. **DETERMINAZIONE DELLE EMISSIONI DI INQUINANTI GASSOSI**

8.1. La massa di monossido di carbonio emessa durante la prova è determinata mediante la formula:

$$CO_M = \frac{1}{S} \cdot V \cdot d_{CO} \cdot \frac{CO_c}{10^6}$$

dove

8.1.1. CO_M è la massa di monossido di carbonio emessa durante la prova in g/km;

8.1.2. S è la distanza definita al punto 7.5;

8.1.3. d_{CO} è la densità del monossido di carbonio alla temperatura di 0 °C e alla pressione di 101,33 kPa (= 1,250 kg/m³);

8.1.4. CO_c è la concentrazione volumetrica, espressa in p.p.m., di monossido di carbonio nei gas diluiti, corretta per tener conto dell'inquinamento dell'aria di diluizione;

$$CO_c = CO_e - CO_d \left(1 - \frac{1}{DF}\right)$$

dove

8.1.4.1. CO_e è la concentrazione di monossido di carbonio, misurata in p.p.m., nel campione di gas diluiti contenuto nel sacco S_b;

8.1.4.2. CO_d è la concentrazione di monossido di carbonio, misurata in p.p.m., nel campione di aria di diluizione accumulato nel sacco S_a;

8.1.4.3. DF è il coefficiente definito al punto 8.4 qui appresso;

8.1.5. V è il volume totale, espresso in m³/prova, dei gas diluiti alla temperatura di riferimento di 0 °C (273 °K) e alla pressione di riferimento di 101,33 kPa:

$$V = V_0 \cdot \frac{N (P_a - P_i) \cdot 273}{101,33 \cdot (T_p + 273)}$$

dove

8.1.5.1. V₀ è il volume di gas trasferito dalla pompa P₁ in una rotazione, espresso in m³/giro. Detto volume è funzione delle diverse pressioni tra le sezioni di aspirazione e di mandata della pompa stessa;

- 8.1.5.2. N è il numero di rotazioni effettuato dalla pompa P₁ durante i quattro cicli della prova;
- 8.1.5.3. P_a è la pressione ambiente espressa in kPa;
- 8.1.5.4. P_i è il valore medio della depressione nella sezione di aspirazione della pompa P₁ durante l'esecuzione dei quattro cicli, espressa in kPa;
- 8.1.5.5. T_p è il valore della temperatura dei gas diluiti misurata nella sezione di aspirazione della pompa P₁ durante l'esecuzione dei quattro cicli.

- 8.2. La massa di idrocarburi incombusti emessa dallo scarico del motociclo o del triciclo durante la prova è calcolata nel modo seguente:

$$HC_M = \frac{1}{S} \cdot V \cdot d_{HC} \cdot \frac{HC_c}{10^6}$$

dove

- 8.2.1. HC_M è la massa di idrocarburi emessi durante la prova, in g/km;
- 8.2.2. S è la distanza definita al punto 7.5;
- 8.2.3. d_{HC} è la densità degli idrocarburi alla temperatura di 0 °C e alla pressione di 101,33 kPa per una rapporto medio carbonio/ idrogeno di 1:1,85 (pari a 0,619 kg/m³);
- 8.2.4. HC_c è la concentrazione dei gas diluiti espressa in p.p.m. di carbonio equivalente (per es.: la concentrazione di propano moltiplicata per 3), corretta per tener conto dell'aria di diluizione

$$HC_c = HC_e - HC_d \left(1 - \frac{1}{DF}\right)$$

dove

- 8.2.4.1. HC_e è la concentrazione di idrocarburi espressa in p.p.m. di carbonio equivalente nel campione di gas diluiti, raccolti nel sacco S_b;
- 8.2.4.2. HC_d è la concentrazione di idrocarburi espressa in p.p.m. di carbonio equivalente nel campione dell'aria di diluizione raccolta nel sacco S_d;
- 8.2.4.3. DF è il coefficiente definito al punto 8.4;
- 8.2.5. V è il volume totale (vedasi punto 8.1.5).

- 8.3. La massa degli ossidi di azoto emessa attraverso lo scarico del motociclo o del triciclo durante la prova deve essere calcolata con la seguente formula:

$$NO_{xM} = \frac{1}{S} \cdot V \cdot d_{NO_2} \cdot \frac{NO_{xc} \cdot K_h}{10^6}$$

dove

- 8.3.1. NO_{xM} è la massa degli ossidi di azoto emessa durante la prova, espressa in g/km;
- 8.3.2. S è la distanza definita al precedente punto 7.5;
- 8.3.3. d_{NO₂} è la densità degli ossidi di azoto nei gas di scarico, espressi in equivalente biossido di azoto, alla temperatura di 0 °C ed alla pressione di 101,33 kPa (= 2,05 kg/m³);
- 8.3.4. NO_{xc} è la concentrazione di ossido di azoto dei gas diluiti espressa in p.p.m., corretta per tener conto dell'aria di diluizione:

$$NO_{xc} = NO_{xe} - NO_{xd} \left(1 - \frac{1}{DF}\right)$$

dove

8.3.4.1. NO_{xe} è la concentrazione degli ossidi di azoto, espressa in p.p.m., nel campione di gas diluiti raccolto nel sacco S_b ;

8.3.4.2. NO_{xd} è la concentrazione degli ossidi di azoto, espressa in p.p.m., nel campione di aria di diluizione raccolto nel sacco S_a ;

8.3.4.3. DF è il coefficiente definito al punto 8.4 qui appresso;

8.3.5. Kh è il fattore di correzione per l'umidità:

$$\text{Kh} = \frac{1}{1 - 0,0329 (H - 10,7)}$$

dove

8.3.5.1. H è l'umidità assoluta in grammi di acqua per kg di aria secca

$$H = \frac{6,2111 \cdot U \cdot P_d}{P_a - P_d \frac{U}{100}} \quad (\text{g/kg})$$

dove

8.3.5.1.1. U è il grado di umidità espresso percentualmente;

8.3.5.1.2. P_d è la pressione del vapore acqueo saturo alla temperatura di prova, in kPa;

8.3.5.1.3. P_a è la pressione atmosferica in kPa;

8.4. DF è un coefficiente dato dalla formula:

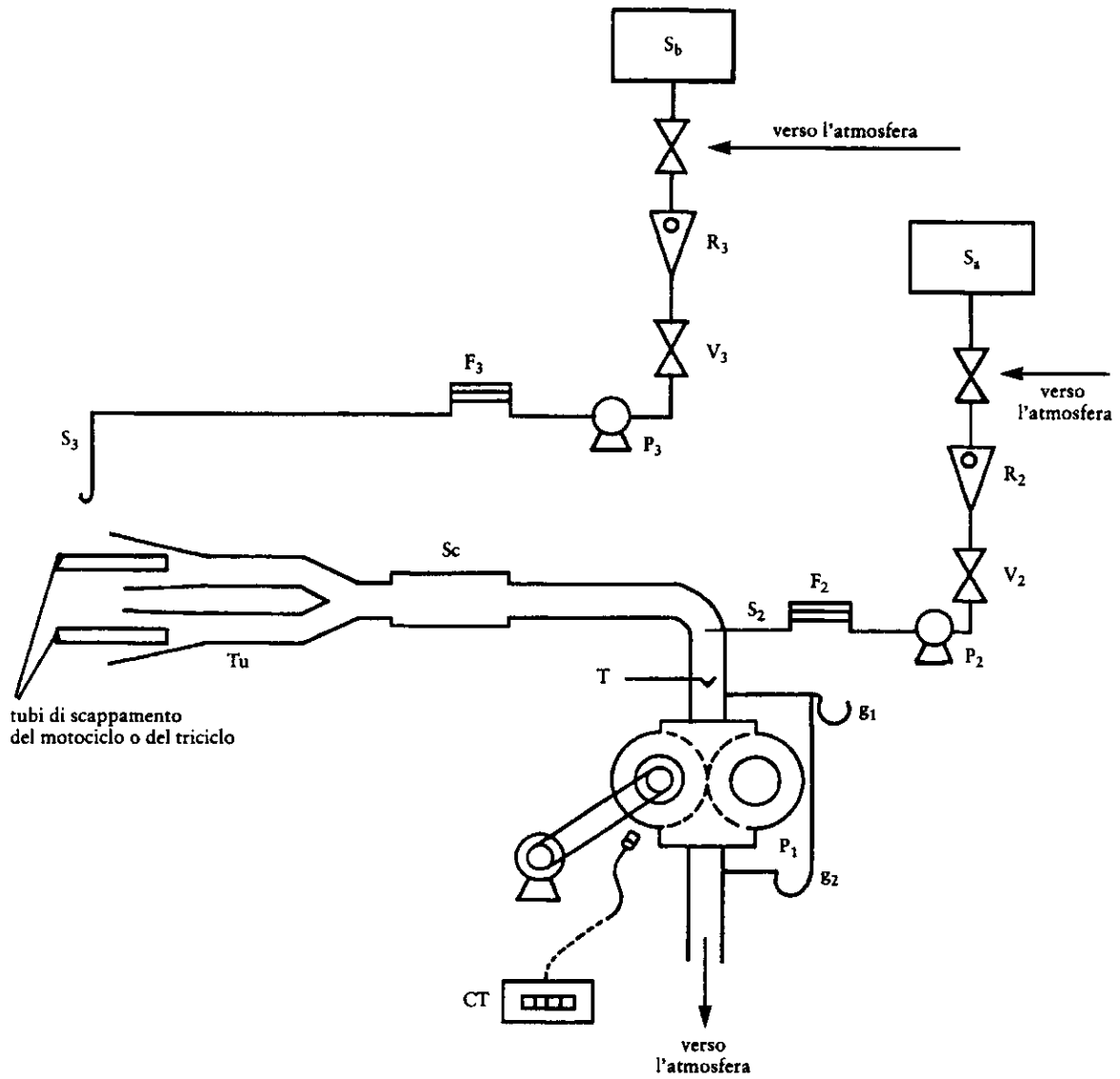
$$\text{DF} = \frac{14,5}{\text{CO}_2 + 0,5 \text{CO} + \text{HC}}$$

dove

8.4.1. CO, CO_2 e HC sono concentrazioni di monossido di carbonio, di anidride carbonica e di idrocarburi, espresse in percentuale, nel campione di gas diluiti contenuto nel sacco S_a .

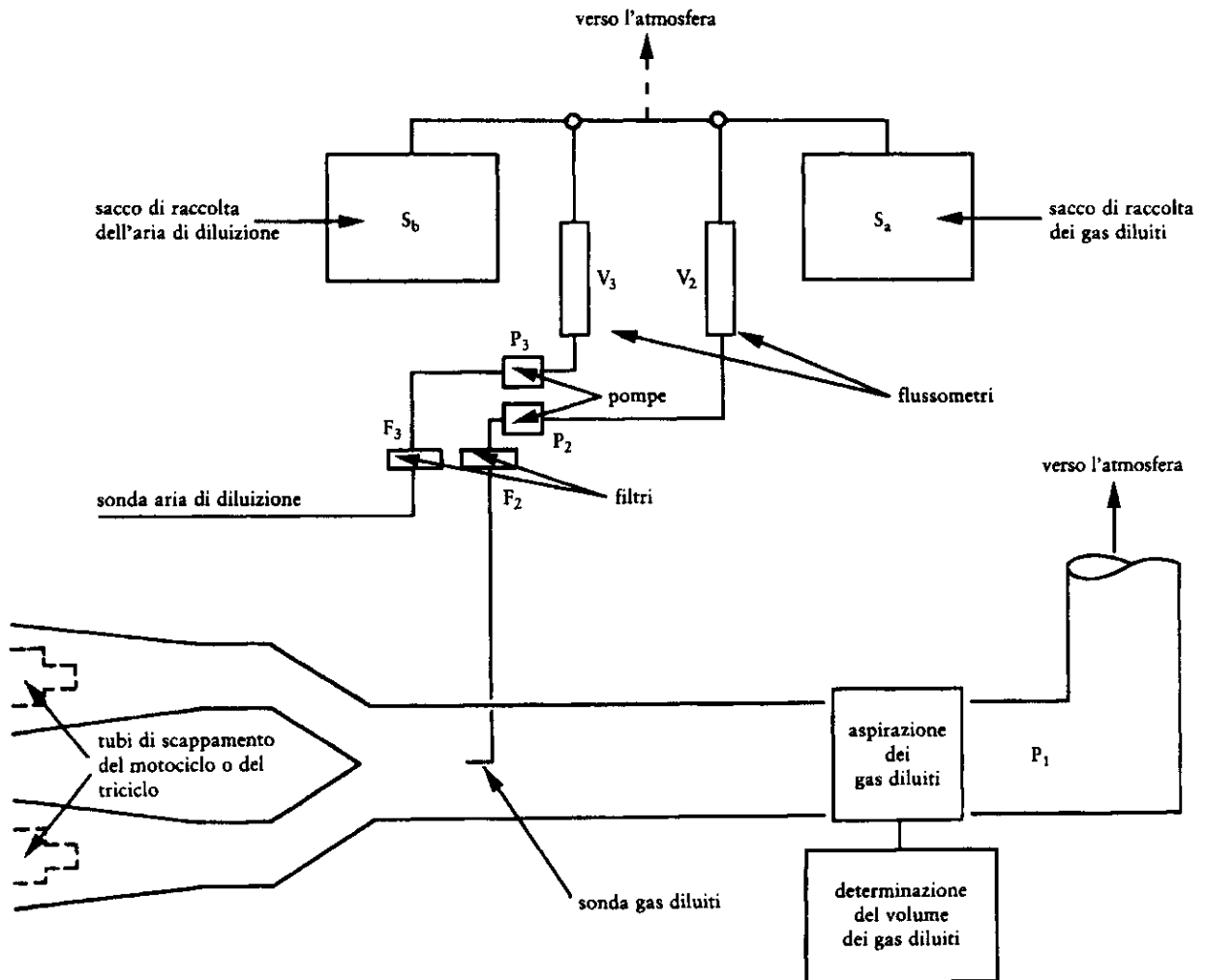
Sottoappendice 2

Esempio n. 1 di sistema di raccolta dei gas di scarico



Sottoappendice 3

Esempio n. 2 di sistema di raccolta dei gas di scarico



Sottoappendice 4

Metodo di taratura della potenza assorbita su strada dal banco dinamometrico a rulli per i motocicli e i tricicli

La presente sottoappendice descrive il metodo da applicare per determinare la potenza assorbita su strada con un banco dinamometrico a rulli.

La potenza assorbita su strada comprende la potenza assorbita dall'attrito e la potenza assorbita dal dispositivo di assorbimento della potenza. Il banco dinamometrico a rulli è messo in funzione ad una velocità superiore alla velocità massima di prova. Il dispositivo utilizzato per mettere in movimento il banco dinamometrico a rulli è disinserito dal banco, per cui la velocità di rotazione del o dei rulli diminuisce.

L'energia cinetica del dispositivo è dissipata dall'unità di assorbimento della potenza del banco dinamometrico a rulli e dall'attrito del banco. Tale metodo non tiene conto delle variazioni degli attriti interni dei rulli dovute alla massa in rotazione del motociclo o del triciclo. La differenza tra il tempo di arresto del rullo libero posteriore e del rullo motore anteriore può essere trascurata nel caso di un banco dinamometrico a rulli a due rulli.

Si applica la seguente procedura:

1. Misurare, se non è già stato fatto, la velocità di rotazione del rullo. A tale scopo si può usare un'apposita ruota addizionale, un contagiri o qualsiasi altro metodo.
2. Collocare il motociclo o il triciclo sul banco dinamometrico a rulli oppure usare un altro metodo per avviare il banco.
3. Utilizzare il volano di inerzia o qualsiasi altro sistema di simulazione di inerzia per la categoria di massa dei motocicli o dei tricicli usata più correntemente con il banco dinamometrico a rulli.
4. Portare il banco alla velocità di 50 km/h.
5. Annotare la potenza assorbita.
6. Portare il banco dinamometrico a rulli alla velocità di 60 km/h.
7. Disinnestare il dispositivo impiegato per avviare il banco dinamometrico a rulli.
8. Annotare il tempo impiegato dal banco dinamometrico a rulli per passare dalla velocità di 55 km/h alla velocità di 45 km/h.
9. Regolare il dispositivo di assorbimento di potenza su un valore diverso.
10. Ripetere le operazioni da 4 a 9 un numero di volte sufficiente per coprire la gamma delle potenze usate su strada.
11. Calcolare la potenza assorbita con la formula:

$$P_d = \frac{M_1 (V_1^2 - V_2^2)}{2\,000\ t} = \frac{0,03858\ M_1}{t}$$

dove

P_d : potenza in kW

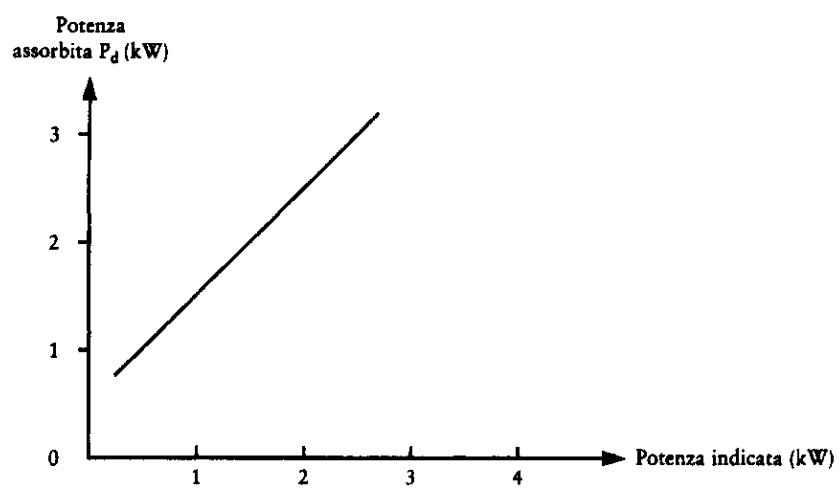
M_1 : inerzia equivalente in kg

V_1 : velocità iniziale in m/s (55 km/h = 15,28 m/s)

V_2 : velocità finale in m/s (45 km/h = 12,50 m/s)

t : tempo impiegato dai rulli per passare da 55 km/h a 45 km/h.

12. Diagramma della potenza assorbita dal banco dinamometrico a rulli in funzione della potenza indicata per la velocità di prova di 50 km/h considerata alla fase 4.



Appendice 2

Prova di tipo II

(Misurazione delle emissioni di monossido di carbonio al minimo)

1. INTRODUZIONE

Nella presente appendice è descritto il metodo da applicare per la prova di tipo II di cui al punto 2.2.1.2 dell'allegato II.

2. CONDIZIONI DI MISURAZIONE

- 2.1. Il carburante utilizzato è quello descritto nell'allegato IV.
- 2.2. Il tenore in volume di monossido di carbonio è misurato immediatamente dopo la prova di tipo I, con il motore al minimo.
- 2.3. Per i motocicli o per i tricicli a cambio manuale o semiautomatico, la prova è svolta in folle con frizione innestata.
- 2.4. Per i motocicli o i tricicli a trasmissione automatica, la prova viene svolta con il selettore in posizione «zero» o «parcheggio».

3. PRELIEVO DEI GAS DI SCARICO

- 3.1. L'uscita del tubo di scarico deve essere munita di una prolunga abbastanza stagna affinché la sonda di prelievo dei gas di scarico possa essere introdotta per almeno 60 cm senza aumentare la contropressione di più di 1,25 kPa e senza perturbare il funzionamento del motociclo o del triciclo. La forma della prolunga sarà tuttavia prevista in modo da evitare, nella zona in cui è collocata la sonda, una considerevole diluizione dei gas di scarico nell'aria. Se il motociclo o il triciclo sono dotati di più di un tubo di scarico, si devono raccordare le uscite ad un tubo comune, rilevare il tenore di monossido di carbonio in ciascuna di esse, calcolando poi la media aritmetica dei valori ottenuti.
- 3.2. Le concentrazioni di CO (C_{CO}) e di CO₂ (C_{CO_2}) sono determinate in base alla lettura degli strumenti o delle registrazioni utilizzando appropriati grafici di taratura.
- 3.3. La concentrazione corretta di monossido di carbonio per i motori a due tempi è la seguente:

$$C_{CO \text{ corr}} = C_{CO} \frac{10}{C_{CO} + C_{CO_2}} \quad (\% \text{ vol})$$

- 3.4. La concentrazione corretta di monossido di carbonio per i motori a quattro tempi è la seguente:

$$C_{CO \text{ corr}} = C_{CO} \frac{15}{C_{CO} + C_{CO_2}} \quad (\% \text{ vol})$$

- 3.5. Non è necessario correggere la concentrazione di C_{CO} (punto 3.2) misurata secondo le formule di cui ai punti 3.3 o 3.4, se la somma delle concentrazioni misurate ($C_{CO} + C_{CO_2}$) è superiore o uguale a 10 per i motori a due tempi e a 15 per i motori a quattro tempi.

ALLEGATO III

PRESCRIZIONI RELATIVE ALLE MISURE CONTRO L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO VISIBILE PRODOTTO DAI VEICOLI A MOTORE A DUE O A TRE RUOTE MUNITI DI UN MOTORE AD ACCENSIONE SPONTANEA**1. DEFINIZIONE**

Ai sensi del presente capitolo s'intende per:

- 1.1. «tipo di veicolo» i veicoli a motore che non differiscono sostanzialmente fra loro per quanto concerne le caratteristiche del veicolo e del motore definite nell'allegato V.

2. PRESCRIZIONI PER LE PROVE**2.1. Considerazioni generali**

I componenti che possono influire sulle emissioni di inquinanti visibili devono essere progettati, costruiti e montati in modo che il veicolo, in condizioni normali di impiego e malgrado le vibrazioni cui può essere soggetto, possa soddisfare le prescrizioni del presente allegato.

2.2. Prescrizioni relative al dispositivo di avviamento a freddo

- 2.2.1. Il dispositivo di avviamento a freddo deve essere progettato e realizzato in modo che non possa essere mantenuto o messo in azione quando il motore funziona normalmente.

- 2.2.2. Le disposizioni del punto 2.2.1 non si applicano se è soddisfatta almeno una delle seguenti condizioni:

- 2.2.2.1. il coefficiente di assorbimento della luce da parte dei gas emessi dal motore a regimi stabilizzati, misurato con il procedimento descritto all'appendice 1, con il dispositivo di avviamento a freddo in funzione, resta nei limiti fissati nell'appendice 3;

- 2.2.2.2. il dispositivo di avviamento a freddo, mantenuto in funzione, provoca l'arresto del motore entro un periodo di tempo ragionevole.

2.3. Prescrizioni relative alle emissioni di inquinanti visibili

- 2.3.1. Le emissioni di inquinanti visibili del tipo di veicolo presentato all'omologazione devono essere misurate con i metodi descritti nelle appendici 1 e 2, che trattano rispettivamente delle prove in regimi stabilizzati e delle prove in accelerazione libera.

- 2.3.2. Le emissioni di inquinanti visibili, misurate con il metodo descritto nell'appendice 1, non devono superare i limiti descritti nell'appendice 3.

- 2.3.3. Per i motori a compressore di sovralimentazione, il coefficiente di assorbimento misurato in accelerazione con cambio in folle non deve superare il limite prescritto nell'appendice 3 per il valore del flusso nominale corrispondente al coefficiente di assorbimento massimo misurato durante le prove in regimi stabilizzati maggiorato di $0,5 \text{ m}^{-1}$.

- 2.3.4. È consentito l'uso di apparecchiature di misurazione equivalenti. Se viene utilizzato un apparecchio diverso da quelli descritti nell'appendice 4, se ne deve dimostrare l'equivalenza per il motore considerato.

3. CONFORMITÀ DELLA PRODUZIONE

- 3.1. Per il controllo della conformità della produzione si applicano le disposizioni del paragrafo 1 dell'allegato VI della direttiva 92/61/CEE.

- 3.2. Per il controllo della conformità prescritto al punto 3.1 prelevare un veicolo dalla linea di produzione.

- 3.3. Verificare la conformità del veicolo al tipo omologato in base alla descrizione contenuta nel certificato di omologazione. Effettuare inoltre le prove nelle seguenti condizioni:
- 3.3.1. sottoporre un veicolo non ancora utilizzato alla prova in accelerazione libera di cui all'appendice 2.
- Il veicolo è ritenuto conforme al tipo omologato se il coefficiente di assorbimento determinato non è superiore di oltre $0,5 \text{ m}^{-1}$ al valore corretto del coefficiente di assorbimento indicato nel certificato di omologazione. Su richiesta del costruttore, anziché il carburante di riferimento può essere utilizzato carburante disponibile in commercio. In casi controversi deve essere usato il carburante di riferimento.
- 3.3.2. Se il valore determinato nella prova di cui al punto 3.3.1 è superiore di oltre $0,5 \text{ m}^{-1}$ al valore indicato nel certificato di omologazione, il motore del veicolo deve essere sottoposto alla prova a velocità stabilizzate sulla curva di pieno carico, come prescritto nell'appendice 1. I livelli delle emissioni visibili non devono superare i limiti di cui all'appendice 3.
-

Appendice 1

Prova in regimi stabilizzati sulla curva di pieno carico

1. INTRODUZIONE
 - 1.1. Nella presente appendice è descritto il metodo per determinare le emissioni di inquinanti visibili a vari regimi stabilizzati sulla curva di pieno carico.
 - 1.2. La prova può svolgersi su un motore oppure su un veicolo.
2. PRINCIPIO DELLA MISURAZIONE
 - 2.1. Si misura l'opacità dei gas di scarico prodotti dal motore quando quest'ultimo funziona a pieno carico in regime stabilizzato.
 - 2.2. Si eseguono almeno sei misurazioni suddivise tra il regime nominale massimo e il regime nominale minimo: i punti di misura estremi devono essere situati alle estremità dell'intervallo definito in precedenza e un punto di misura coincide con il regime al quale il motore sviluppa la potenza massima e il regime al quale sviluppa la coppia massima.
3. CONDIZIONI DI PROVA
 - 3.1. **Veicolo o motore**
 - 3.1.1. Il motore o il veicolo devono essere presentati in buone condizioni meccaniche. Il motore deve essere rodato.
 - 3.1.2. Il motore deve essere provato con le apparecchiature di cui all'allegato V.
 - 3.1.3. Qualora venga provato un motore, la sua potenza è misurata in conformità della direttiva particolare relativa alla potenza massima applicando però le tolleranze di cui al punto 3.1.4. Qualora la prova venga eseguita su un veicolo, occorre controllare che la mandata del carburante non sia inferiore a quella dichiarata dal costruttore.
 - 3.1.4. Per quanto concerne la potenza del motore misurata al banco durante la prova a regimi stabilizzati sulla curva di pieno carico, si possono ammettere le seguenti tolleranze rispetto alla potenza dichiarata dal costruttore:
 - potenza massima $\pm 2 \%$,
 - agli altri punti di misura $+ 6 \%/ - 2 \%$.
 - 3.1.5. Il dispositivo di scarico non deve presentare alcuna apertura che possa provocare un diluizione dei gas emessi dal motore. Se il motore ha più di un tubo di scarico, queste uscite devono essere raccordate ad un'uscita unica nella quale sarà svolta la misurazione di opacità.
 - 3.1.6. Il motore deve essere nelle condizioni normali di impiego previste dal costruttore. In particolare, l'acqua di raffreddamento e l'olio devono essere alla temperatura normale prevista dal costruttore.
 - 3.2. **Carburante**

Per le prove si deve usare il carburante diesel di riferimento le cui specifiche sono indicate nell'allegato IV.
 - 3.3. **Laboratorio di prova**
 - 3.3.1. Viene misurata la temperatura assoluta T , espressa in K, dell'aria (*) immessa nel motore, ad un massimo di 15 cm a monte dell'entrata del filtro dell'aria oppure, in mancanza del filtro dell'aria, ad un massimo di 15 cm dalla presa d'aria. È inoltre misurata la pressione atmosferica a secco p_s , espressa in kPa, e il fattore atmosferico f_a è determinato conformemente alle prescrizioni seguenti:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{0,65} \cdot \left(\frac{T}{298} \right)^{0,5}$$

dove

 - p_s = $p_b - p_{\mu}$
 - p_b = pressione atmosferica
 - p_{μ} = pressione del vapore acqueo

(*) La prova può essere eseguita in una camera di prova climatizzata nella quale le condizioni atmosferiche possono essere regolate.

3.3.2. Affinché una prova sia riconosciuta valida, il parametro fa deve essere tale che $0,98 < fa < 1,02$.

3.4. **Apparecchiatura di prelievo e di misurazione**

Il coefficiente di assorbimento della luce dei gas di scarico deve essere misurato con un opacimetro che soddisfi alle prescrizioni dell'appendice 4, installato in conformità delle prescrizioni dell'appendice 5.

4. **VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO**

4.1. Per ciascuno dei regimi di rotazione ai quali sono eseguite le misurazioni del coefficiente di assorbimento in applicazione del punto 2.2, si calcola il flusso nominale di gas con le seguenti formule:

— per i motori a due tempi $G = \frac{Vn}{60}$

— per i motori a quattro tempi $G = \frac{Vn}{120}$

dove

G = flusso nominale di gas, in litri al secondo (l/s)

V = cilindrata del motore espressa in litri (l)

n = regime di rotazione espresso in giri/min.

4.2. Se il valore del flusso nominale non coincide con uno dei valori di cui alla tabella dell'appendice 3, il valore limite da considerare è determinato attraverso un'interpolazione di valori proporzionali.

Appendice 2

Prova in accelerazione libera

1. CONDIZIONI DI PROVA

- 1.1. La prova è eseguita su un motore installato su un banco di prova o su un veicolo.
- 1.1.1. Se la prova è eseguita su un motore al banco, deve essere svolta il più presto possibile dopo la prova di controllo dell'opacità a pieno carico a regime stabilizzato. In particolare, l'acqua di raffreddamento e l'olio devono avere le temperature normali indicati dal costruttore.
- 1.1.2. Quando la prova è svolta su un veicolo fermo, il motore deve essere stato portato preventivamente alle condizioni normali di impiego dopo un percorso su strada o una prova dinamica. La prova di misurazione deve essere svolta il più presto possibile dopo la fine di detto periodo di riscaldamento.
- 1.2. La camera di combustione non deve essere stata raffreddata o sporcata da un prolungato periodo di funzionamento al minimo prima della prova.
- 1.3. Si applicano le condizioni di prova di cui ai punti 3.1, 3.2 e 3.3 dell'appendice 1.
- 1.4. Si applicano le condizioni relative all'apparecchiatura di prelievo e di misurazione di cui al punto 3.4 dell'appendice 1.

2. METODO DI PROVA

- 2.1. Quando la prova è eseguita al banco, il motore deve essere disinserito dal freno, che dovrà essere sostituito dagli organi che rimangono in rotazione quando il cambio è in folle oppure da un'inerzia circa equivalente a quella di tali organi.
- 2.2. Quando la prova è eseguita su un veicolo, il comando del cambio dev'essere in folle e la frizione innestata.
- 2.3. Con il motore al minimo si aziona rapidamente e gradualmente il comando dell'acceleratore in modo da ottenere la mandata massima della pompa di iniezione. Tale posizione è mantenuta fino a raggiungere il regime massimo del motore e l'entrata in funzione del regolatore. Non appena raggiunto tale regime, si lascia l'acceleratore fino a quando il motore raggiunge nuovamente il minimo e l'opacimetro ritorna nelle condizioni corrispondenti.
- 2.4. Ripetere l'operazione descritta al precedente punto 2.3 almeno sei volte per ripulire il dispositivo di scarico e poter eventualmente azzerare l'apparecchiatura. Prendere nota dei valori massimi di opacità rilevati per ciascuna accelerazione successiva fino a quando non si ottengono valori stabilizzati. Non si tiene conto dei valori rilevati durante il periodo di minimo che segue ciascuna accelerazione. I valori letti sono considerati stabilizzati quando quattro valori consecutivi sono compresi in una gamma non superiore a $0,25 \text{ m}^{-1}$ e non formano una serie decrescente. Il coefficiente di assorbimento X_M da considerare è la media aritmetica di questi quattro valori.
- 2.5. I motori muniti di compressore di sovralimentazione sono soggetti, secondo i casi, alle seguenti prescrizioni particolari:
 - 2.5.1. per i motori a compressore di sovralimentazione azionato dal motore stesso attraverso un giunto o meccanicamente e disinseribile, eseguire due cicli preliminari completi di misurazione con accelerazione, una volta con il compressore inserito e la seconda volta con il compressore disinserito. Il risultato della misurazione preso in considerazione è quello più elevato tra i due risultati ottenuti;
 - 2.5.2. se il motore ha più tubi di scarico, si eseguono le prove riunendo tutte le uscite in un dispositivo adeguato che garantisca la miscelazione dei gas e termini con un unico orifizio. Tuttavia, le prove in accelerazione libera possono essere svolte su ciascuna delle uscite. In questo caso, il valore utilizzato per il calcolo della correzione del coefficiente di assorbimento è la media aritmetica dei valori rilevati su ciascun tubo e la prova è considerata valida soltanto se i valori estremi misurati non differiscono di più di $0,15 \text{ m}^{-1}$.

3. DETERMINAZIONE DEL VALORE CORRETTO DEL COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO

Le seguenti disposizioni si applicano se il coefficiente di assorbimento in regime stabilizzato è stato effettivamente determinato sullo stesso tipo derivato di motore.

3.1. Simboli

Si designa con

X_M : valore del coefficiente di assorbimento in accelerazione con cambio in folle, misurato come previsto al punto 2.4;

X_L : valore corretto del coefficiente di assorbimento in accelerazione libera;

S_M : valore del coefficiente di assorbimento misurato in regime stabilizzato (punto 2.1 dell'appendice 1) più prossimo al valore limite prescritto corrispondente allo stesso flusso nominale;

S_L : valore del coefficiente di assorbimento prescritto al punto 4.2 dell'appendice 1 per il flusso nominale corrispondente al punto di misura che ha dato il valore S_M .

3.2. Poiché i coefficienti di assorbimento sono espressi in m^{-1} il valore corretto X_L è dato dalla più piccola delle due seguenti espressioni:

$$X_L = \frac{S_L \cdot X_M}{S_M}$$

oppure

$$X_L = X_M + 0,5$$

Appendice 3

Valori limite applicabili per la prova in regimi stabilizzati

Flusso nominale G (litri/secondo)	Coefficiente di assorbimento k (m ⁻¹)
< 42	2,26
45	2,19
50	2,08
55	1,985
60	1,90
65	1,84
70	1,775
75	1,72
80	1,665
85	1,62
90	1,575
95	1,535
100	1,495
105	1,465
110	1,425
115	1,395
120	1,37
125	1,345
130	1,32
135	1,30
140	1,27
145	1,25
150	1,225
155	1,205
160	1,19
165	1,17
170	1,155
175	1,14
180	1,125
185	1,11
190	1,095
195	1,08
> 200	1,065

Nota: Sebbene i valori di cui sopra siano arrotondati allo 0,01 e allo 0,005 più prossimi, ciò non significa che le misurazioni debbano essere svolte con tale precisione.

Appendice 4

Caratteristiche degli opacimetri

1. CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente appendice definisce le condizioni cui debbono soddisfare gli opacimetri impiegati nelle prove descritte nelle appendici 1 e 2.

2. SPECIFICHE DI BASE PER GLI OPACIMETRI

2.1. Il gas oggetto della misurazione è contenuto in un involucro la cui superficie interna non è riflettente.

2.2. La lunghezza effettiva del percorso dei raggi luminosi attraverso il gas da misurare è determinata tenendo conto del possibile influsso dei dispositivi di protezione della sorgente luminosa e della cellula fotoelettrica. Tale lunghezza è indicata sull'apparecchio.

2.3. L'indicatore di misura dell'opacimetro è dotato di due scale di misura, la prima in unità assolute di assorbimento della luce da 0 a ∞ (m^{-1}) e l'altra lineare da 0 a 100; le due scale di misura si estendono da 0 per il flusso luminoso totale fino al massimo della scala per l'oscuramento completo.

3. SPECIFICHE DI COSTRUZIONE

3.1. Osservazioni generali

L'opacimetro dev'essere tale per cui, in condizioni di funzionamento a regimi stabilizzati, la camera di fumo sia riempita di un fumo di opacità uniforme.

3.2. Camera di fumo a carter dell'opacimetro

3.2.1. L'arrivo sulla cellula fotoelettrica di luce parassita dovuta ai riflessi interni oppure agli effetti di diffusione deve essere ridotto al minimo (per es.: rivestendo le superfici interne di nero opaco e creando condizioni generali adeguate).

3.2.2. Le caratteristiche ottiche devono essere tali per cui l'effetto combinato della diffusione e della riflessione non superi una unità della scala lineare quando la camera di fumo è riempita di un fumo con un coefficiente di assorbimento a $1,7 m^{-1}$.

3.3. Sorgente luminosa

È costituita da una lampada ad incandescenza con una temperatura di colore compresa fra 2 800 e 3 250 °K.

3.4. Ricevitore

3.4.1. Il ricevitore è costituito da una cellula fotoelettrica con una curva di risposta spettrale analoga alla curva fotopica dell'occhio umano (massimo di risposta nella fascia 550/570 nm, meno del 4 % di tale risposta massima al di sotto di 430 nm e al di sopra di 680 nm).

3.4.2. La costruzione del circuito elettrico comprendente l'indicatore di misura deve essere tale che la corrente di uscita della cellula fotoelettrica sia una funzione lineare dell'intensità della luce ricevuta nella gamma delle temperature di funzionamento della cellula fotoelettrica.

3.5. Scala di misura

3.5.1. Il coefficiente di assorbimento della luce k è calcolato con la formula $\varnothing = \varnothing_0 \cdot e^{-kL}$, dove L è la lunghezza effettiva del percorso dei raggi luminosi attraverso il gas da misurare, \varnothing_0 il flusso incidente e \varnothing il flusso emergente. Quando la lunghezza effettiva L di un tipo di opacimetro non può essere valutata direttamente in base alla sua geometria, la lunghezza effettiva L è determinata:

— con il metodo descritto al punto 4, oppure

— facendo il raffronto con un altro tipo di opacimetro di cui si conosca la lunghezza effettiva.

- 3.5.2. Il rapporto fra la scala lineare da 0 a 100 e il coefficiente di assorbimento k è dato dalla formula:

$$k = \frac{-1}{L} \log_e \left(1 - \frac{N}{100}\right)$$

dove N rappresenta una lettura della scala lineare e k il valore corrispondente del coefficiente di assorbimento.

- 3.5.3. L'indicatore di misura dell'opacimetro dovrebbe consentire di leggere un coefficiente di assorbimento di $1,7 \text{ m}^{-1}$ con una precisione di $0,025 \text{ m}^{-1}$.

3.6. Regolazione e controllo dell'apparecchio di misurazione

- 3.6.1. Il circuito elettrico della cellula fotoelettrica e dell'indicatore deve essere regolabile per poter riportare l'indice a zero quando il flusso luminoso attraversa la camera di fumo riempita di aria pulita oppure una camera di caratteristiche identiche.

- 3.6.2. Con la lampada spenta ed il circuito elettrico di misurazione aperto o in cortocircuito, la lettura sulla scala dei coefficienti di assorbimento è ∞ e con il circuito di misura reinserito, il valore letto deve rimanere sull' ∞ .

- 3.6.3. Deve essere effettuata una verifica intermedia introducendo nella camera di fumo un filtro che rappresenti un gas il cui coefficiente di assorbimento noto k , misurato come indicato al punto 3.5.1, sia compreso fra $1,6 \text{ m}^{-1}$ e $1,8 \text{ m}^{-1}$. Il valore di k deve essere noto con una precisione di $0,025 \text{ m}^{-1}$. La verifica consiste nel controllare che tale valore non differisca di più di $0,05 \text{ m}^{-1}$ da quello letto sull'indicatore di misura quando il filtro è introdotto tra la fonte luminosa e la cellula fotoelettrica.

3.7. Risposta dell'opacimetro

- 3.7.1. Il tempo di risposta del circuito elettrico di misurazione, corrispondente al tempo necessario all'indicatore per raggiungere una deviazione totale del 90 % della scala completa quando è inserito uno schermo che oscuri totalmente la cellula fotoelettrica, deve essere compreso fra 0,9 e 1,1 secondi.

- 3.7.2. L'ammortizzatore del circuito di misura elettrica deve essere tale che il superamento iniziale del valore finale stabile, dopo eventuali variazioni istantanee del valore di entrata (ad es.: il filtro di verifica), non superi il 4 % di tale valore in unità della scala lineare.

- 3.7.3. Il tempo di risposta dell'opacimetro dovuto ai fenomeni fisici nella camera di fumo è il periodo trascorso fra l'inizio dell'entrata dei gas nell'apparecchio di misurazione e il riempimento completo della camera di fumo; tale periodo non dev'essere superiore a 0,4 secondi.

- 3.7.4. Le suddette disposizioni sono applicabili soltanto agli opacimetri utilizzati per le misure di opacità in accelerazione libera.

3.8. Pressione dei gas da misurare e dell'aria di ricambio

- 3.8.1. La pressione dei gas di scarico nella camera di fumo non deve differire da quella dell'aria ambiente di oltre $0,75 \text{ kPa}$.

- 3.8.2. Le variazioni di pressione dei gas da misurare e dell'aria di ricambio non devono provocare una variazione del coefficiente di assorbimento superiore a $0,05 \text{ m}^{-1}$ per un gas da misurare corrispondente ad un coefficiente di assorbimento di $1,7 \text{ m}^{-1}$.

- 3.8.3. L'opacimetro dev'essere munito di adeguati dispositivi per la misurazione della pressione nella camera di fumo.

- 3.8.4. I limiti di variazione della pressione dei gas e dell'aria di ricambio nella camera di fumo sono indicati dal costruttore dell'apparecchio.

3.9. Temperatura dei gas da misurare

- 3.9.1. In ogni punto della camera di fumo, la temperatura dei gas al momento della misurazione deve essere compresa tra $70 \text{ }^\circ\text{C}$ e una temperatura massima specificata dal costruttore dell'opacimetro, in modo che le letture all'interno di tale intervallo di temperatura non varino di oltre $0,1 \text{ m}^{-1}$ quando la camera è riempita di un gas con un coefficiente di assorbimento di $1,7 \text{ m}^{-1}$.

3.9.2. L'opacimetro deve essere munito di adeguati dispositivi per la misurazione della temperatura nella camera di fumo.

4. LUNGHEZZA EFFETTIVA «L» DELL'OPACIMETRO

4.1. Considerazioni generali

4.1.1. In alcuni tipi di opacimetro, i gas tra la sorgente luminosa e la cellula fotoelettrica, oppure fra i componenti trasparenti che proteggono la sorgente e la cellula fotoelettrica, non hanno un'opacità costante. In questi casi la lunghezza effettiva L è quella di una colonna di gas di opacità uniforme che comporta un assorbimento della luce uguale a quello osservato quando il gas attraversa normalmente l'opacimetro.

4.1.2. La lunghezza effettiva del percorso dei raggi luminosi si ottiene confrontando la lettura N sull'opacimetro che funziona normalmente con la lettura N_0 ottenuta con l'opacimetro modificato in modo che il gas di prova riempia una lunghezza L_0 ben definita.

4.1.3. Procedere a letture comparative in rapida successione per determinare la posizione corretta dello zero.

4.2. Metodo di valutazione di L

4.2.1. I gas di prova devono essere gas di scarico di opacità costante o gas assorbenti con una densità analoga a quella dei gas di scarico.

4.2.2. Determinare con esattezza una colonna L_0 dell'opacimetro che può essere riempita uniformemente con i gas di prova e le cui basi sono per quanto possibile perpendicolari alla direzione dei raggi luminosi. Tale lunghezza L_0 deve essere prossima alla lunghezza effettiva supposta dell'opacimetro.

4.2.3. Misurare la temperatura media dei gas di prova nella camera di fumo.

4.2.4. Se necessario, introdurre nel canale di prelievo, il più vicino possibile alla sonda, un vaso di espansione di forma compatta e di capacità sufficiente per smorzare le pulsazioni. Può inoltre essere montato un dispositivo di raffreddamento. L'aggiunta del vaso di espansione e del dispositivo di raffreddamento non deve alterare la composizione dei gas di scarico.

4.2.5. La prova per la determinazione della lunghezza effettiva consiste nel far passare un campione del gas di prova alternativamente attraverso l'opacimetro funzionante normalmente ed attraverso lo stesso apparecchio modificato come indicato al punto 4.1.2.

4.2.5.1. I valori forniti dall'opacimetro devono essere registrati continuamente durante la prova con un registratore avente un tempo di risposta per quanto possibile identico a quello dell'opacimetro.

4.2.5.2. Con l'opacimetro funzionante normalmente, la lettura della scala lineare è N e quella della temperatura media dei gas espressa in gradi Kelvin è T .

4.2.5.3. Con la lunghezza nota L_0 riempita dello stesso gas di prova, la lettura della scala lineare è N_0 e quella della temperatura media dei gas espressi in gradi Kelvin è T_0 .

4.2.6. La lunghezza effettiva è

$$L = L_0 \frac{T \log \left(1 - \frac{N}{100}\right)}{T_0 \log \left(1 - \frac{N_0}{10}\right)}$$

4.2.7. La prova deve essere ripetuta con almeno quattro gas di prova che comportino valori distribuiti regolarmente sulla scala lineare da 20 a 80.

4.2.8. La lunghezza effettiva L dell'opacimetro è la media aritmetica delle lunghezze effettive ottenute come indicato al punto 4.2.6 per ciascuno dei gas di prova.

Appendice 5

Installazione e uso dell'opacimetro

1. CAMPO D'APPLICAZIONE

Nella presente appendice si definiscono l'installazione e l'uso degli opacimetri utilizzati nelle prove di cui alle appendici 1 e 2.

2. OPACIMETRO A PRELIEVO

2.1. Installazione per le prove in regimi stabilizzati

2.1.1. Il rapporto tra la superficie della sezione della sonda e quella del tubo di scarico deve essere almeno 0,05. La contropressione misurata nel tubo di scarico all'entrata della sonda non deve essere superiore a 0,75 kPa.

2.1.2. La sonda è costituita da un tubo con un'estremità aperta verso l'avanti nell'asse del tubo di scarico o dell'eventuale prolunga necessaria. Essa deve trovarsi in una sezione in cui la distribuzione dei gas è approssimativamente uniforme. Per ottenere queste condizioni, la sonda deve essere collocata il più possibile a valle del tubo di scarico oppure, se necessario, in un tubo di prolunga in modo che essendo D il diametro del tubo di scarico all'uscita, l'estremità della sonda sia collocata su una parte rettilinea avente una lunghezza di almeno $6 D$ a monte del punto di prelievo e $3 D$ a valle. Qualora venga utilizzata una prolunga, devono essere evitate le entrate d'aria nel punto di giunzione.

2.1.3. La pressione nel tubo di scarico e le caratteristiche di caduta di pressione nel canale di prelievo devono essere tali che la sonda raccolga un campione per quanto possibile equivalente a quello che si sarebbe ottenuto mediante un prelievo isocinetico.

2.1.4. Se necessario, introdurre nel canale di prelievo, il più vicino possibile alla sonda, un vaso di espansione di forma compatta e di capacità sufficiente per smorzare le pulsazioni. Può inoltre essere montato un dispositivo di raffreddamento. Il vaso di espansione e il dispositivo di raffreddamento devono avere caratteristiche tali da non alterare la composizione dei gas di scarico.

2.1.5. Nel tubo di scarico può essere collocata, almeno a $3 D$ a valle della sonda di prelievo, una valvola a farfalla o qualsiasi altro dispositivo che aumenti la pressione del prelievo.

2.1.6. I tubi tra la sonda, il dispositivo di raffreddamento, il vaso di espansione (se necessario) e l'opacimetro devono essere i più corti possibile pur rispondendo ai requisiti di pressione e di temperatura previsti ai punti 3.8 e 3.9 dell'appendice 4. I tubi devono presentare una pendenza ascendente dal punto di prelievo all'opacimetro e deve essere evitata la presenza di eventuali gomiti in cui possa accumularsi la fuliggine. Qualora non sia incorporata nell'opacimetro, va prevista a monte una valvola «by-pass».

2.1.7. Nel corso della prova verificare che siano rispettate le prescrizioni del punto 3.8 dell'appendice 4 relative alla pressione, e quelle del punto 3.9 relative alla temperatura nella camera di misurazione.

2.2. Installazione per le prove in accelerazione libera

2.2.1. Il rapporto tra la superficie della sezione della sonda e quella del tubo di scarico deve essere di almeno 0,05. La contropressione misurata nel tubo di scarico all'entrata della sonda non deve essere superiore a 0,75 kPa.

2.2.2. La sonda è costituita da un tubo con un'estremità aperta verso l'avanti nell'asse del tubo di scarico o dell'eventuale prolunga. Essa deve trovarsi in una sezione in cui la distribuzione dei gas è approssimativamente uniforme. Per ottenere queste condizioni, la sonda deve essere collocata il più possibile a valle del tubo di scarico oppure, se necessario, in un tubo di prolunga in modo che essendo D il diametro del tubo di scarico all'uscita, l'estremità della sonda sia collocata su una parte rettilinea avente una lunghezza di almeno $6 D$ a monte del punto di prelievo e $3 D$ a valle. Qualora venga utilizzata una prolunga, devono essere evitate le entrate d'aria nel punto di giunzione.

2.2.3. Il sistema di prelievo deve essere tale che per tutti i regimi del motore la pressione del campione nell'opacimetro sia nei limiti specificati al punto 3.8.2 dell'appendice 4. Ciò può essere verificato rilevando la pressione del campione al minimo e alla velocità massima senza carico. Secondo le caratteristiche dell'opacimetro, il controllo della pressione del campione può essere ottenuto attraverso una strozzatura fissa oppure con una valvola a farfalla nel tubo di scarico o nella prolunga. Qualunque sia il metodo utilizzato, la contropressione misurata nel tubo di scarico all'entrata della sonda non deve superare 0,75 kPa.

- 2.2.4. I tubi di raccordo all'opacimetro devono essere i più corti possibile. Il tubo deve presentare una pendenza ascendente dal punto di prelievo all'opacimetro e deve essere evitata la presenza di eventuali gomiti in cui potrebbe accumularsi la fuliggine. Prima dell'opacimetro può essere prevista una valvola «by-pass» per isolarla dai gas di scarico quando non si stia effettuando la misurazione.

3. OPACIMETRO A FLUSSO TOTALE

Le sole precauzioni generalmente necessarie per le prove in regimi stabilizzati e in accelerazione libera sono le seguenti:

- 3.1. I raccordi fra il tubo di scarico e l'opacimetro non devono consentire l'entrata di aria esterna.
- 3.2. I tubi di raccordo con l'opacimetro devono essere i più corti possibile come previsto per gli opacimetri a prelievo. Il sistema di tubi deve presentare una pendenza ascendente dal tubo di scarico verso l'opacimetro e devono essere evitati eventuali curve acute in cui possa accumularsi la fuliggine. A monte dell'opacimetro può essere prevista una valvola «by-pass» per isolare il flusso di gas di scarico quando non si stia effettuando la misurazione.
- 3.3. Può essere necessario anche un sistema di raffreddamento a monte dell'opacimetro.
-

ALLEGATO IV

SPECIFICHE DEL CARBURANTE DI RIFERIMENTO (BENZINA)

Caratteristiche tecniche del carburante di riferimento: CEC 08-A-85 (tipo: benzina super, senza piombo) da utilizzare per la prova dei veicoli a due o tre ruote

Caratteristiche	Limiti ed unità		Metodo ASTM (*)
	min.	max.	
Numero di ottano Research (R.M.)	95,0		D 2699
Numero di ottano Motor (M.M.)	85,0		D 2700
Densità a 15 °C	0,748	0,762	D 1298
Pressione di vapore (metodo Reid)	0,56 bar	0,64 bar	D 323
Distillazione			
Punto di ebollizione iniziale	24 °C	40 °C	D 86
— Punto 10 % vol.	42 °C	58 °C	D 86
— Punto 50 % vol.	90 °C	110 °C	D 86
— Punto 90 % vol.	155 °C	180 °C	D 86
Punto di ebollizione finale	190 °C	215 °C	D 86
Residuo		2 %	D 86
Analisi degli idrocarburi			
— olefinici		20 % vol.	D 1319
— aromatici	(compreso 5 % vol. massimo di benzene) (*)	45 % vol.	(*) D 3606/D 2267
— saturi		complemento	D 1319
Rapporto idrocarburi/idrogeno		rapporto	
Resistenza all'ossidazione	480 min.		D 525
Gomma attuale		4 mg/100 ml	D 381
Tenore in zolfo		0,04 % in massa	D 1266/D 2622/D 2785
Corrosione foglio di rame 50 °C		1	D 130
Tenore in piombo		0,005 g/l	D 3237
Tenore in fosforo		0,0013 g/l	D 3231

(*) Sigla dell'American Society for Testing and Materials, 1916 Race St., Filadelfia, Pensilvania 19103, Stati Uniti d'America.

(*) N.B.: Vietata l'aggiunta di ossigenati.