

ALLEGATO III

L'allegato III del decreto del Ministro dei trasporti e della navigazione 20 dicembre 1999, di attuazione della direttiva 97/68/CE, è modificato come segue::

1) Il paragrafo 1.2 è sostituito dal seguente:

«1.2. Scelta della procedura di prova

La prova si esegue con il motore montato su un banco di prova e collegato a un dinamometro.

1.2.1. Procedura di prova per le fasi I, II, IIIA, IIIB e IV

La prova va effettuata secondo la procedura descritta nel presente allegato oppure, a scelta del fabbricante, secondo la procedura di prova di cui all'allegato 4B del regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03.

Si applicano inoltre i seguenti requisiti:

- i) requisiti di durabilità, descritti nell'appendice 5 del presente allegato;
- ii) disposizioni relative all'ambito di prova del motore di cui al paragrafo 8.6 dell'allegato I (solo motori conformi alla fase IV);
- iii) Obblighi di segnalazione della CO₂, descritti nell'appendice 6 del presente allegato per motori sottoposti a prova secondo la procedura di cui al presente allegato. In caso di motori sottoposti a prova secondo la procedura di cui all'allegato 4B del regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, si applica l'appendice 7 del presente allegato;
- iv) nei motori sottoposti a prova secondo le prescrizioni del presente allegato si usa il carburante di riferimento di cui all'allegato V della presente direttiva. Si usa il carburante di riferimento di cui all'allegato V della presente direttiva anche nei motori sottoposti a prova secondo le prescrizioni di cui all'allegato 4B del regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03.

1.2.1.1. Se, ai sensi dell'allegato I, paragrafo 8.6.2, il fabbricante sceglie, per la prova dei motori conformi alle fasi I, II, IIIA o IIIB, il procedimento di prova dell'allegato 4B del regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, deve ricorrere ai cicli di prova di cui al paragrafo 3.7.1.»

2) L'appendice 5 è sostituita dalla seguente:

«Appendice 5

REQUISITI DI DURABILITÀ

1. VERIFICA DELLA DURABILITÀ DEI MOTORI AD ACCENSIONE SPONTANEA CONFORMI ALLE FASI IIIA E IIIB

La presente appendice si applica solo a motori ad accensione spontanea (*Compression Ignition* — CI) conformi alle fasi IIIA e IIIB.

1.1. Per tutte le famiglie di motori conformi alle fasi IIIA e IIIB, il fabbricante determina un fattore di deterioramento (*Deterioration Factor* — DF) per ciascun inquinante regolamentato. I valori di tali DF sono utilizzati per l'omologazione e per le prove della linea di produzione.

1.1.1. Le prove per determinare i valori dei DF vanno eseguite come qui di seguito indicato.

1.1.1.1. Il fabbricante esegue la prova di durabilità per accumulare ore di funzionamento del motore secondo un programma di prove elaborate in base a criteri di buona pratica ingegneristica e rappresentative del funzionamento del motore in condizioni d'uso sotto il profilo del deterioramento del livello delle emissioni. La prova di durabilità deve rappresentare di solito l'equivalente di almeno un quarto del periodo di durabilità delle emissioni (*Emission Durability Period* — EDP).

Le ore di funzionamento possono essere accumulate su banco dinamometrico o in condizioni di impiego normale effettivo della macchina. È possibile eseguire prove di durata accelerate, caratterizzate da un programma di accumulo di ore di funzionamento eseguite con un fattore di carico più elevato di quello caratteristico delle normali condizioni d'uso. Il fattore di accelerazione che mette in relazione il numero di ore della prova di durata del motore con il numero equivalente di ore dell'EDP viene determinato dal fabbricante del motore in base a criteri di buona pratica ingegneristica.

Nel periodo di effettuazione della prova di durata nessuna componente in grado di incidere sulle emissioni dev'essere riparata o sostituita al di fuori del consueto programma di manutenzione raccomandato dal costruttore.



Il motore di prova, i sottosistemi o le componenti da usare per determinare i valori dei DF delle emissioni di scarico per una famiglia di motori, o per famiglie di motori dotate di una tecnologia equivalente riguardo al sistema di controllo delle emissioni, vengono scelti dal fabbricante in base a criteri di buona pratica ingegneristica. Il criterio è che il motore provato deve essere rappresentativo delle caratteristiche di deterioramento delle emissioni delle famiglie di motori cui saranno applicati a fini dell'omologazione i risultanti valori DF. Motori caratterizzati da differenze di alesaggio, corsa, configurazione, sistemi di alimentazione dell'aria e del combustibile possono essere considerati equivalenti sotto il profilo delle caratteristiche di deterioramento delle emissioni se tali differenze si basano su ragioni tecniche.

È possibile applicare i valori DF di un altro fabbricante se esistono validi motivi per ritenere equivalenti le tecnologie sotto il profilo del deterioramento delle emissioni e se è dimostrabile che le prove sono state effettuate secondo le apposite prescrizioni. Le prove relative alle emissioni vengono effettuate, per il motore di prova, con i procedimenti definiti nella presente direttiva dopo il rodaggio iniziale ma prima di ogni prova di accumulo di ore di funzionamento e a ultimazione avvenuta della prova di durata. Le prove relative alle emissioni possono anche essere effettuate a intervalli durante il periodo delle prove di accumulo di ore di funzionamento: i valori ottenuti possono essere utilizzati per determinare l'andamento del deterioramento.

1.1.1.2. Alle prove di accumulo di ore di funzionamento e a quelle volte a determinare il deterioramento dei livelli delle emissioni, la presenza dell'autorità di omologazione non è necessaria.

1.1.1.3. Determinazione dei valori DF in base alle prove di durabilità

Un fattore di deterioramento è detto "DF aggiuntivo" se ottenuto sottraendo il valore delle emissioni determinato all'inizio dell'EDP dal valore delle emissioni determinato per rappresentare il livello delle emissioni alla fine dell'EDP.

Un fattore di deterioramento è detto "DF moltiplicativo" se ottenuto dividendo il livello delle emissioni determinato per la fine dell'EDP per il valore delle emissioni registrato all'inizio dell'EDP.

Per ciascun inquinante le cui emissioni sono soggette a limitazioni di legge vanno stabiliti fattori di deterioramento distinti. Il valore di un DF aggiuntivo relativo alla norma $\text{NO}_x + \text{HC}$ è determinato in base alla somma degli inquinanti, a prescindere dal fatto che un valore negativo di deterioramento per un inquinante possa non compensare il deterioramento intervenuto per l'altro. Per un DF moltiplicativo relativo a $\text{NO}_x + \text{HC}$ occorre determinare separatamente il DF per gli HC e per gli NO_x ; tali valori vanno applicati separatamente nel calcolo dei livelli di deterioramento delle emissioni sulla base del risultato di una prova di emissione prima di combinare i valori di deterioramento risultanti per gli NO_x e per gli HC al fine di stabilire l'osservanza della norma.

Se le prove non vengono svolte nell'intero EDP, i valori delle emissioni alla fine di quest'ultimo sono determinati estrapolando all'intero EDP l'andamento del deterioramento delle emissioni stabilito per il periodo di prova

Se i risultati delle prove sulle emissioni sono stati raccolti a scadenze periodiche nel corso della prova di durata di accumulo di ore di funzionamento, occorre applicare tecniche standard di elaborazione statistica sulla base delle buone pratiche per determinare i livelli delle emissioni al termine dell'EDP. Nella determinazione dei valori definitivi relativi alle emissioni è possibile applicare prove di significatività statistica.

Se il risultato del calcolo è inferiore a 1,00 per un DF moltiplicativo o a 0,00 per un DF aggiuntivo, il valore del DF è fissato rispettivamente a 1,00 e a 0,00.

1.1.1.4. Previa approvazione dell'autorità di omologazione, un fabbricante può utilizzare valori di DF risultanti da prove di durabilità svolte al fine di ottenere valori di DF per la certificazione di motori HD (*Heavy Duty*) ad accensione spontanea per macchine stradali. Tale uso sarà consentito se esiste equivalenza tecnologica tra la famiglia cui appartiene il motore stradale sottoposto a prova e quella del motore non stradale, che applicano i valori del DF per la certificazione. I valori di DF ricavati dalle prove di durabilità relative alle emissioni effettuate sui motori stradali devono essere calcolati sulla base dei valori dell'EDP indicati alla sezione 3.

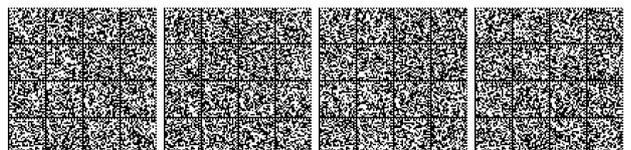
1.1.1.5. Per calcolare un fattore di deterioramento di una famiglia di motori che usa una tecnologia consolidata, invece delle prove, e con l'accordo dell'autorità di omologazione, si può effettuare un'analisi basata sulla buona pratica ingegneristica.

1.2. Informazioni sui DF nelle domande di omologazione

1.2.1. Nelle domande di omologazione relative a famiglie di motori ad accensione spontanea non muniti di dispositivi di post-trattamento devono essere indicati i DF aggiuntivi per ciascun inquinante.

1.2.2. Nelle domande di omologazione relative a famiglie di motori ad accensione spontanea muniti di dispositivi di post-trattamento devono essere indicati i DF moltiplicativi per ciascun inquinante.

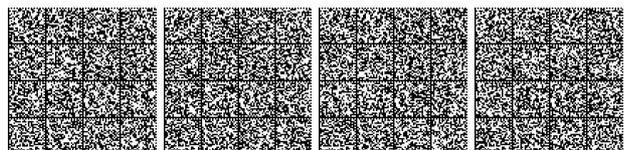
1.2.3. Su richiesta, il fabbricante è tenuto a fornire all'autorità di omologazione informazioni atte a dimostrare la fondatezza dei valori di DF. La documentazione in questione comprende in genere i risultati delle prove di emissione, i programmi di accumulo di ore di funzionamento, le procedure di manutenzione ed eventualmente informazioni atte a corroborare la valutazione ingegneristica dell'equivalenza tecnologica.



2. VERIFICA DELLA DURABILITÀ DEI MOTORI AD ACCENSIONE SPONTANEA CONFORMI ALLA FASE IV
- 2.1. **Aspetti generali**
- 2.1.1. La presente sezione si applica ai motori ad accensione spontanea conformi alla fase IV. A richiesta del fabbricante può essere applicata anche ai motori ad accensione spontanea conformi alle fasi IIIA e IIIB al posto delle disposizioni di cui alla sezione 1 della presente appendice.
- 2.1.2. La presente sezione 2 illustra le procedure di scelta dei motori da sottoporre a prova con un programma di accumulo di ore di funzionamento al fine di determinare fattori di deterioramento per l'omologazione dei motori conformi alla fase IV e le valutazioni di conformità della produzione. I fattori di deterioramento saranno applicati ai sensi del paragrafo 2.4.7 alle emissioni misurate in conformità all'allegato III della presente direttiva.
- 2.1.3. Alle prove di accumulo di ore di funzionamento e a quelle volte a determinare il deterioramento dei livelli delle emissioni, non è necessario che assista l'autorità di omologazione.
- 2.1.4. La presente sezione 2 descrive inoltre sia la manutenzione relativa alle emissioni che quella non relativa alle emissioni che può o dovrebbe essere eseguita sui motori sottoposti a un programma di accumulo di ore di funzionamento. Tale manutenzione sarà conforme a quella effettuata su motori in servizio e deve essere comunicata ai proprietari di motori nuovi.
- 2.1.5. Su richiesta del fabbricante, l'autorità di omologazione può autorizzare l'uso di fattori di deterioramento calcolati con procedure diverse da quelle di cui ai paragrafi da 2.4.1 a 2.4.5. Il fabbricante deve però dimostrare all'autorità di omologazione che le diverse procedure utilizzate non sono meno rigorose di quelle di cui ai paragrafi da 2.4.1 a 2.4.5.
- 2.2. **Definizioni**
- Si applicano alla sezione 2 dell'Appendice 5.
- 2.2.1. "Ciclo d'invecchiamento" indica le condizioni di funzionamento della macchina o del motore (velocità, carico, potenza) da riprodurre durante il periodo di accumulo di ore di funzionamento;
- 2.2.2. "Componenti fondamentali in relazione alle emissioni" indica componenti progettate con lo scopo precipuo di controllare le emissioni: tutti i sistemi di post-trattamento del gas di scarico, la centralina elettronica (ECU) con relativi sensori e attuatori e il sistema EGR, e relativi filtri, refrigeranti, valvole di controllo e tubi;
- 2.2.3. "Manutenzione fondamentale in relazione alle emissioni" indica la manutenzione da eseguire sulle componenti fondamentali connesse alle emissioni;
- 2.2.4. "Manutenzione con conseguenze sulle emissioni" indica la manutenzione che influisce in modo decisivo sulle emissioni o che può incidere sul deterioramento delle emissioni del veicolo o del motore durante il funzionamento in condizioni d'uso normali;
- 2.2.5. "Famiglia di motori riguardo al sistema di post-trattamento" indica un raggruppamento di motori, deciso dal fabbricante, che soddisfa la definizione di famiglia di motori; i motori sono poi ulteriormente raggruppati in una famiglia di famiglie di motori che utilizzano lo stesso sistema di post-trattamento del gas di scarico;
- 2.2.6. "Manutenzione senza conseguenze sulle emissioni" indica la manutenzione che non influisce in modo decisivo sulle emissioni e priva di effetto durevole sul deterioramento delle emissioni del veicolo o del motore durante il funzionamento in condizioni d'uso normali;
- 2.2.7. "Programma di accumulo di ore di funzionamento" indica il ciclo di invecchiamento e il periodo di accumulo di ore di funzionamento che serve a determinare i fattori di deterioramento per la famiglia di motori riguardo al sistema di post-trattamento.
- 2.3. **Scelta dei motori per stabilire i fattori di deterioramento del periodo di durabilità delle emissioni**
- 2.3.1. In seno a una famiglia di motori definita alla sezione 6 dell'allegato I della presente direttiva, si scelgono i motori su cui effettuare le prove d'emissione per stabilire i fattori di deterioramento del periodo di durabilità delle emissioni.
- 2.3.2. Motori appartenenti a diverse famiglie di motori possono essere raggruppati in altre famiglie in base al tipo di sistema di post-trattamento del gas di scarico utilizzato. Per inserire nella stessa famiglia di motori riguardo al sistema di post-trattamento, motori aventi un numero di cilindri diverso e diversamente configurati ma specifiche tecniche e modalità di installazione dei sistemi di post-trattamento analoghe, il fabbricante deve fornire all'autorità di omologazione dati che dimostrino che la riduzione delle emissioni di tali motori è simile.
- 2.3.3. Il fabbricante del motore seleziona un motore, che rappresenti la famiglia di motori riguardo al sistema di post-trattamento degli scarichi in conformità al paragrafo 2.3.2, per la prova sul programma di accumulo di ore di funzionamento di cui al punto 2.4.2; ciò va comunicato all'autorità di omologazione prima dell'inizio di qualsiasi prova.



- 2.3.3.1. Se l'autorità di omologazione decide che il peggior caso di emissioni della famiglia di motori riguardo al sistema di post-trattamento degli scarichi può essere meglio caratterizzato da un motore diverso, il motore di prova sarà scelto dall'autorità di omologazione e dal fabbricante del motore insieme.
- 2.4. **Stabilire i fattori di deterioramento del periodo di durabilità delle emissioni**
- 2.4.1. *Aspetti generali*
- I fattori di deterioramento applicabili a una famiglia motori riguardo ai sistemi di post-trattamento degli scarichi si desumono dai motori selezionati secondo un programma d'accumulo di ore di funzionamento che prevede prove periodiche sulle emissioni gassose e di particolato con cicli di prova NRSC e NRTC.
- 2.4.2. *Programma d'accumulo di ore di funzionamento*
- Il fabbricante può eseguire programmi di accumulo di ore di funzionamento facendo funzionare su una macchina il motore scelto con un programma di accumulo di ore "in servizio" (*in-service accumulation schedule*) o con un programma di accumulo di ore "su dinamometro" (*dynamometer service accumulation schedule*).
- 2.4.2.1. Accumulo di ore di funzionamento del tipo "in servizio" e del tipo "su dinamometro"
- 2.4.2.1.1. Il fabbricante stabilisce forma e durata dell'accumulo di ore di funzionamento nonché il ciclo di invecchiamento dei motori coerentemente a buone pratiche ingegneristiche.
- 2.4.2.1.2. Il fabbricante deve stabilire i punti di prova in cui saranno misurate le emissioni gassose e di particolato durante i cicli NRTC e NRSC a caldo. Occorrono almeno 3 punti di prova, uno all'inizio, uno a metà circa e uno alla fine del programma di accumulo di ore di funzionamento.
- 2.4.2.1.3. I valori d'emissione all'inizio e alla fine dell'EDP calcolato in conformità al paragrafo 2.4.5.2 saranno compresi entro valori limite applicabili alla famiglia di motori; il risultato di singole emissioni rilevate ai punti di prova può tuttavia superare tali valori limite.
- 2.4.2.1.4. A richiesta del fabbricante e d'accordo con l'autorità di omologazione, per ciascun punto di prova è sufficiente effettuare un solo ciclo di prova (NRTC o NRSC a caldo); l'altro ciclo di prova sarà eseguito solo all'inizio e alla fine del programma di accumulo di ore di funzionamento.
- 2.4.2.1.5. Nei motori a regime di giri costante, di potenza inferiore a 19 kW, di potenza superiore a 560 kW, destinati a essere installati su navi per la navigazione interna e destinati alla propulsione di automotrici ferroviarie e locomotive, occorre effettuare ad ogni punto di prova il solo ciclo NRSC.
- 2.4.2.1.6. I programmi di accumulo di ore di funzionamento possono essere diversi per le diverse famiglie di motori riguardo ai sistemi di post-trattamento degli scarichi.
- 2.4.2.1.7. I programmi di accumulo di ore di funzionamento possono essere più brevi del periodo di durabilità delle caratteristiche di emissione ma non inferiori all'equivalente di almeno un quarto del pertinente periodo di durabilità delle emissioni (cfr. sezione 3 della presente appendice).
- 2.4.2.1.8. È consentito accelerare l'invecchiamento, modificando il programma d'accumulo di ore di funzionamento in base al consumo di carburante. Tale aggiustamento si baserà sul rapporto tra consumo di carburante tipico della prova "in servizio" e il consumo tipico del ciclo di invecchiamento, badando che il secondo non superi il primo di oltre il 30 %.
- 2.4.2.1.9. A richiesta del fabbricante, e d'accordo con l'autorità di omologazione, è consentito ricorrere a metodi alternativi di accelerazione dell'invecchiamento.
- 2.4.2.1.10. Il programma d'accumulo di ore di funzionamento va descritto dettagliatamente nella domanda di omologazione e comunicato all'autorità di omologazione prima che le prove abbiano inizio.
- 2.4.2.2. Se l'autorità di omologazione decide che sono necessarie ulteriori misurazioni tra i punti scelti dal fabbricante, essa ne deve informare il fabbricante. Il fabbricante preparerà il programma modificato d'accumulo di ore di funzionamento e lo sottoporrà all'approvazione dell'autorità di omologazione.
- 2.4.3. *Prove del motore*
- 2.4.3.1. Stabilizzazione del sistema motore



- 2.4.3.1.1. Per ogni famiglia di motori riguardo al sistema di post-trattamento, il fabbricante calcola il numero di ore di funzionamento della macchina o del motore necessarie a stabilizzare il sistema di post-trattamento. A richiesta dell'autorità di omologazione, il fabbricante fornisce i dati e le analisi usati per effettuare tale calcolo. In alternativa, per stabilizzare il sistema di post-trattamento, il fabbricante può scegliere di far funzionare il motore o la macchina in ciclo di invecchiamento per un periodo tra 60 e 125 ore o per una durata equivalente.
- 2.4.3.1.2. Il punto finale del periodo di stabilizzazione di cui al paragrafo 2.4.3.1.1 si considera punto iniziale del programma d'accumulo di ore di funzionamento.
- 2.4.3.2. Prove di accumulo di ore di funzionamento
- 2.4.3.2.1. Dopo la stabilizzazione, il motore segue il programma di accumulo di ore di funzionamento scelto dal fabbricante come descritto al paragrafo 2.3.2. Agli intervalli periodici nel programma di accumulo di ore di funzionamento stabilito dal fabbricante e secondo quanto eventualmente disposto dall'autorità di omologazione ai sensi del paragrafo 2.4.2.2, si misurano le emissioni gassose e di particolato del motore mediante cicli di prova NRSC e NRTC a caldo.

Il fabbricante può scegliere di misurare le emissioni di inquinanti prima di un sistema di post-trattamento del gas di scarico separatamente dalle emissioni di inquinanti dopo un sistema di post-trattamento del gas di scarico.

Ai sensi del paragrafo 2.4.2.1.4, se si decide di eseguire a ogni punto di prova un solo ciclo di prova (NRSC o NRTC a caldo), allora l'altro (NRSC o NRTC a caldo) va eseguito all'inizio e alla fine del programma di accumulo di ore di funzionamento.

Ai sensi del paragrafo 2.4.2.1.5, nei motori a regime di giri costante, di potenza inferiore a 19 kW, di potenza superiore a 560 kW, destinati a essere installati su navi per la navigazione interna e destinati alla propulsione di automotrici ferroviarie e locomotive, occorre effettuare ad ogni punto di prova il solo ciclo NRSC.

- 2.4.3.2.2. Durante il programma di accumulo di ore di funzionamento, sul motore va effettuata la manutenzione di cui al paragrafo 2.5.
- 2.4.3.2.3. Durante il programma di accumulo di ore di funzionamento, sul motore o sulla macchina si può effettuare una manutenzione non programmata, per esempio se il normale sistema diagnostico del fabbricante rileva un problema che indichi all'operatore della macchina l'esistenza di un malfunzionamento.
- 2.4.4. *Resoconti*
- 2.4.4.1. I risultati di tutte le prove di emissione (NRSC e NRTC a caldo) effettuate durante il programma di accumulo di ore di funzionamento vanno messi a disposizione dell'autorità di omologazione. Se viene invalidata una prova di emissione, il fabbricante fornisce una spiegazione dei motivi che hanno portato alla sua invalidazione. In tal caso, si effettua un'altra serie di prove d'emissione con un ulteriore accumulo di 100 ore di funzionamento.
- 2.4.4.2. Il fabbricante registra tutte le informazioni sulle prove d'emissione e sulla manutenzione effettuata sul motore durante il programma di accumulo di ore di funzionamento. Tali informazioni vanno trasmesse all'autorità di omologazione insieme ai risultati delle prove d'emissione effettuate durante il programma di accumulo di ore di funzionamento.

2.4.5. *Determinazione dei fattori di deterioramento*

- 2.4.5.1. Per ogni inquinante misurato a ogni punto di prova con cicli NRSC e NRTC a caldo durante il programma di accumulo di ore di funzionamento, si effettua un'analisi di regressione lineare *best fit* in base a tutti i risultati di prova. I risultati di ciascuna prova per ogni inquinante saranno espressi con lo stesso numero di cifre decimali del valore limite per tale inquinante, come previsto per la famiglia di motori, più una cifra decimale aggiuntiva.

Ai sensi dei paragrafi 2.4.2.1.4 o 2.4.2.1.5, se si esegue a ogni punto di prova un solo ciclo di prova (NRSC o NRTC a caldo), l'analisi di regressione avviene solo sui risultati della prova del ciclo eseguito a ogni punto di prova.

A richiesta del fabbricante e d'accordo con l'autorità di omologazione, è consentita una regressione non lineare.

- 2.4.5.2. I valori d'emissione di ogni sostanza inquinante all'inizio del programma di accumulo di ore di funzionamento e alla fine del periodo di durabilità delle emissioni applicabile al motore in prova, si desumono dall'equazione di regressione. Se il programma di accumulo di ore di funzionamento è inferiore al periodo di durabilità delle caratteristiche di emissione, i valori delle emissioni alla fine dell'EDP va determinato estrapolando l'equazione di regressione illustrata al paragrafo 2.4.5.1.



Se per famiglie di motori nella stessa famiglia di post-trattamento degli scarichi si usano valori di emissione con EDP diversi, allora i valori delle emissioni alla fine dell'EDP va ricalcolato per ogni periodo di durabilità delle emissioni, estrapolando o interpolando l'equazione di regressione illustrata al paragrafo 2.4.5.1.

2.4.5.3. Per ogni sostanza inquinante, si dice fattore di deterioramento (DF) il rapporto tra i valori d'emissione applicati alla fine dell'EDP e quelli applicati all'inizio del programma di accumulo di ore di funzionamento (DF moltiplicativo).

A richiesta del fabbricante e previa autorizzazione dell'autorità di omologazione, per ogni inquinante si può applicare un DF aggiuntivo. Il DF aggiuntivo si definisce come differenza tra i valori d'emissione calcolati alla fine dell'EDP e quelli calcolati all'inizio del programma di accumulo di ore di funzionamento.

Un esempio per determinare i DF utilizzando la regressione lineare è illustrato alla figura 1 per emissioni di NO_x.

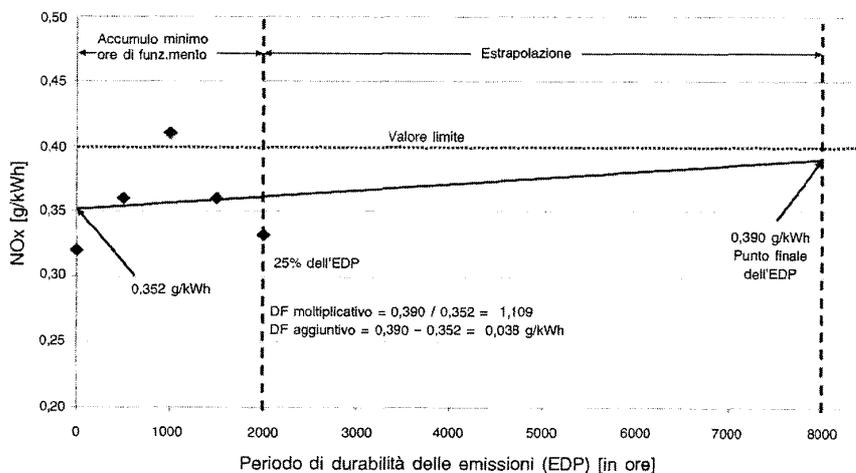
All'interno di una serie di inquinanti non è consentito mescolare DF moltiplicativi e aggiuntivi.

Se per un DF moltiplicativo il valore risultante è inferiore a 1.00 o, per un DF aggiuntivo, è inferiore a 0.00, il valore del DF si fissa rispettivamente a 1,0 e a 0,00.

Ai sensi del paragrafo 2.4.2.1.4, se si decide di eseguire un solo ciclo di prova (NRSC o NRTC a caldo) in ciascun punto di prova e di eseguire l'altro ciclo (NRSC o NRTC a caldo) solo all'inizio e alla fine del programma di accumulo di ore di funzionamento, il DF calcolato per il ciclo di prova eseguito in ciascun punto si applica anche all'altro ciclo di prova.

Figura 1:

Esempio di determinazione del DF



2.4.6. Fattori di deterioramento predefiniti

2.4.6.1. Anziché usare un programma di accumulo di ore di funzionamento per determinare i DF, i fabbricanti di motori possono scegliere di usare i seguenti DF moltiplicativi predefiniti

Ciclo di prova	CO	HC	NO _x	PM
NRTC	1,3	1,3	1,15	1,05
NRSC	1,3	1,3	1,15	1,05

Non si assegnano DF aggiuntivi. Non è consentito trasformare DF moltiplicativi predefiniti in DF aggiuntivi.



Se si usano DF predefiniti, il fabbricante consegna all'autorità di omologazione prove incontrovertibili del fatto che dalle componenti di controllo delle emissioni si può ragionevolmente attendere una durabilità d'emissione associata a tali fattori predefiniti. Le prove possono basarsi su analisi del progetto, su test o su una combinazione di entrambi.

2.4.7. *Applicazione dei fattori di deterioramento*

2.4.7.1. Per ogni inquinante, i motori devono rientrare nei rispettivi limiti d'emissione che valgono per la famiglia di motori, previa applicazione dei fattori di deterioramento al risultato della prova misurata in conformità all'allegato III (emissioni specifiche per particolato e ogni singolo gas, ponderate per ciclo). A seconda del tipo di DF, si applicano le seguenti disposizioni:

— moltiplicativo: (emissione specifica ponderata per ciclo) * DF ≤ limite d'emissione

— aggiuntivo: (emissione specifica ponderata per ciclo) + DF ≤ limite d'emissione

Se il fabbricante, in base all'opzione di cui al paragrafo 1.2.1 del presente allegato, sceglie di usare la procedura di cui all'allegato 4 del regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, l'emissione specifica ponderata per ciclo può eventualmente comprendere l'aggiustamento per rigenerazione non frequente.

2.4.7.2. Per un DF moltiplicativo relativo a $\text{NO}_x + \text{HC}$ occorre determinare DF separati per gli HC e gli NO_x e nel calcolo dei livelli di deterioramento delle emissioni in base al risultato di una prova d'emissione, essi vanno applicati separatamente prima di combinare i valori deteriorati risultanti per gli NO_x e gli HC per stabilire l'osservanza con il limite d'emissione.

2.4.7.3. Il fabbricante può scegliere di trasferire i DF, calcolati per una determinata famiglia di motori riguardo ai sistemi di post-trattamento, a un sistema motore che non rientri nella stessa famiglia di motori riguardo ai sistemi di post-trattamento. In tali casi, il fabbricante deve dimostrare all'autorità di omologazione che il sistema motore, per il quale era stata in origine provata la famiglia di motori riguardo ai sistemi di post-trattamento, e il sistema motore sul quale vengono trasferiti i DF hanno specifiche tecniche e requisiti di installazione sulla macchina simili e che sono simili anche le emissioni di tale motore o sistema motore.

Se i DF sono trasferiti a un sistema motore con un diverso periodo di durabilità delle emissioni, essi devono essere allora ricalcolati per il periodo di durabilità delle emissioni applicabile mediante estrapolazione o interpolazione dell'equazione di regressione, di cui al paragrafo 2.4.5.1.

2.4.7.4. Il DF per ciascun inquinante per ciascun ciclo di prova deve essere registrato nella scheda dei risultati della prova descritta all'allegato VII, appendice I.

2.4.8. *Controllo conformità della produzione*

2.4.8.1. La conformità della produzione dal punto di vista del rispetto dei limiti delle emissioni viene controllata in base alla sezione 5 dell'allegato I.

2.4.8.2. Il fabbricante può scegliere di misurare le emissioni inquinanti a monte di un sistema di trattamento del gas di scarico nello stesso momento in cui viene eseguita la prova di omologazione. Il fabbricante può così ricavare DF informali distinti per il motore e per il sistema di post-trattamento che gli potrà servire nelle verifiche alla fine della linea di produzione.

2.4.8.3. Ai fini dell'omologazione, si registrano nella scheda dei risultati della prova di cui all'allegato VII, appendice I, solo i DF calcolati in conformità ai paragrafi 2.4.5 o 2.4.6.

2.5. **Manutenzione**

Ai fini del programma di accumulo di ore di funzionamento, si effettua la manutenzione stabilita dal manuale di uso e manutenzione del fabbricante.

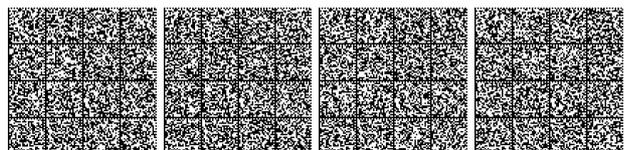
2.5.1. *Interventi di manutenzione programmata che hanno relazione con le emissioni*

2.5.1.1. Interventi di manutenzione programmata in relazione con le emissioni, a motore acceso, tesi a eseguire un programma di accumulo di ore di funzionamento, vanno effettuati a intervalli equivalenti a quelli specificati nelle istruzioni di manutenzione del fabbricante per il proprietario della macchina o del motore. Il programma di manutenzione può essere eventualmente aggiornato attraverso il programma di accumulo di ore di funzionamento purché nessun intervento di manutenzione sia cancellato dal programma di manutenzione dopo la sua esecuzione sul motore di prova.

2.5.1.2. Per il programma di accumulo di ore di funzionamento, il fabbricante del motore specifica regolazione, pulizia, eventuale manutenzione e sostituzione programmata delle parti che seguono:

— filtri e refrigeranti nel sistema di ricircolo dei gas di scarico

— eventuale valvola di ventilazione positiva del basamento



- estremità degli iniettori del carburante (è consentita solo la pulizia)
 - iniettori del carburante
 - turbocompressore
 - unità elettronica di controllo del motore con relativi sensori e attuatori
 - Sistema di post-trattamento del particolato (e relative componenti)
 - sistema di post-trattamento degli NO_x (e relative componenti)
 - sistema di ricircolo del gas di scarico, tubi e valvole di controllo compresi
 - qualsiasi altro sistema di post-trattamento del gas di scarico.
- 2.5.1.3. Interventi programmati di manutenzione fondamentale relativi alle emissioni vanno effettuati solo in condizioni d'uso e vanno comunicati al proprietario della macchina.
- 2.5.2. *Cambiamenti della manutenzione programmata*
- 2.5.2.1. Il fabbricante chiederà l'autorizzazione dell'autorità di omologazione per nuovi interventi di manutenzione programmata che egli desidera effettuare durante il programma di accumulo di ore di funzionamento, da raccomandare poi ai proprietari dei motori o delle macchine. La relativa domanda va corredata da dati che dimostrino la necessità dei nuovi interventi di manutenzione programmata e dell'intervallo di manutenzione raccomandato.
- 2.5.3. *Interventi di manutenzione programmata che non hanno relazione con le emissioni*
- 2.5.3.1. Interventi di manutenzione programmata che non riguardano le emissioni ma ragionevoli e tecnicamente necessari (cambio dell'olio, sostituzione del filtro dell'olio, del filtro del carburante, del filtro dell'aria, manutenzione del sistema di raffreddamento, regolazione del regime minimo, regolatore, coppia di serraggio del motore, gioco delle valvole e degli iniettori, regolazione della tensione delle cinghie ecc.) possono essere eseguiti sui motori o sulle macchine, scelti per il programma di accumulo di ore di funzionamento, agli intervalli massimi raccomandati dal costruttore al proprietario (ad esempio non agli intervalli raccomandati per l'uso intenso).
- 2.5.4. *Riparazioni*
- 2.5.4.1. Le riparazioni delle componenti di un motore scelto per un programma di accumulo di ore di funzionamento vanno effettuate solo in seguito a malfunzionamenti della componente o del sistema motore. Riparazioni del motore, del sistema di controllo delle emissioni o del sistema di alimentazione del carburante non sono ammesse tranne nei casi di cui al paragrafo 2.5.4.2.
- 2.5.4.2. Se, durante il programma di accumulo di ore di funzionamento, il motore stesso, il sistema di controllo delle emissioni o quello di alimentazione si guastano, l'accumulo di ore viene annullato e si avvia un nuovo accumulo con un nuovo sistema motore, a meno di non sostituire le componenti guaste con altre equivalenti, già sottoposte a un analogo accumulo di ore di funzionamento.
3. PERIODO DI DURABILITÀ DELLE EMISSIONI PER MOTORI CONFORMI ALLE FASI IIIA, IIIB E IV
- 3.1. I costruttori devono utilizzare il periodo di durabilità delle emissioni di cui alla tabella I della presente sezione.

Tabella I

Periodo di durabilità delle emissioni per motori ad accensione spontanea conformi alle fasi IIIA, IIIB e IV (in ore)

Categoria (fascia di potenza)	Periodo di durabilità delle emissioni (in ore)
≤ 37 kW (motori a regime di rotazione costante)	3 000
≤ 37 kW (motori a regime di rotazione variabile)	5 000
> 37 kW	8 000
Motori destinati alla propulsione di navi per la navigazione interna:	10 000
Motori destinati alla propulsione di automotrici ferroviarie e locomotive	10 000»



- 3) sono aggiunte le seguenti Appendici 6 e 7:

«Appendice 6

Determinazione delle emissioni di CO₂ dei motori conformi alle fasi I, II, IIIA, IIIB e IV

1. Introduzione

- 1.1. La presente appendice fissa le disposizioni e le procedure di prova per registrare le emissioni di CO₂ di tutte le fasi da I a IV. Se il fabbricante, in base all'opzione di cui al paragrafo 1.2.1 del presente allegato, sceglie di usare la procedura di cui all'allegato 4B del regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, si applica l'appendice 7 del presente allegato.

2. Requisiti generali

- 2.1. Le emissioni di CO₂ si misurano attraverso il relativo ciclo di prova, descritto all'allegato III, paragrafo 1.1, in conformità alla sezione 3 (NRSC) o, rispettivamente, alla sezione 4 (avviamento a caldo NRTC), dell'allegato III. Per la fase IIIB, le emissioni di CO₂ si misurano attraverso il ciclo di prova NRTC con avviamento a caldo.
- 2.2. I risultati delle prove si registrano come valori medi specifici del ciclo effettuato al banco e si esprimono in g/kWh.
- 2.3. Se il fabbricante sceglie di effettuare il ciclo NRSC come ciclo graduato modale, si applicano i riferimenti al ciclo NRTC di cui alla presente appendice oppure le prescrizioni dell'allegato III, appendice 7.

3. Determinazione delle emissioni di CO₂

3.1. Misurazione del gas di scarico grezzo

Si applica la presente sezione se la CO₂ è misurata nel gas di scarico grezzo.

3.1.1. Misurazione

La CO₂ nel gas di scarico grezzo emesso dal motore sottoposto a prova si misura con un analizzatore non dispersivo nell'infrarosso (*non-dispersive infrared* — NDIR) in conformità al paragrafo 1.4.3.2 (NRSC) o, rispettivamente, al paragrafo 2.3.3.2 (NRTC) dell'allegato III, appendice 1.

Il sistema di misurazione deve rispettare i requisiti di linearità del paragrafo 1.5 dell'allegato III, appendice 2.

Il sistema di misurazione deve rispettare i requisiti del paragrafo 1.4.1 (NRSC) o, rispettivamente, del paragrafo 2.3.1 (NRTC) dell'allegato III, appendice 1.

3.1.2. Valutazione dei dati

I dati pertinenti vanno raccolti e salvati in conformità al paragrafo 3.7.4 (NRSC) o, rispettivamente, al paragrafo 4.5.7.2. (NRTC) dell'allegato III.

3.1.3. Calcolo dell'emissione media del ciclo

Se la misurazione viene effettuata a secco, si applica la correzione da secco a umido in conformità al paragrafo 1.3.2 (NRCS) o, rispettivamente, al paragrafo 2.1.2.2 (NRTC) dell'allegato III, appendice 3.

Per il ciclo NRSC, la massa di CO₂ (g/h) si calcola per ogni singola modalità in conformità al paragrafo 1.3.4 dell'allegato III, appendice 3. I flussi del gas di scarico vanno determinati in conformità ai paragrafi da 1.2.1 a 1.2.5 dell'allegato III, appendice 1.

Per il ciclo NRTC, la massa di CO₂ (g/h) si calcola in conformità al paragrafo 2.1.2.1 dell'allegato III, appendice 3. I flussi del gas di scarico vanno determinati in conformità al paragrafo 2.2.3 dell'allegato III, appendice 1.

3.2. Misurazione nel gas diluito

Si applica la presente sezione se la CO₂ è misurata nel gas di scarico diluito.

3.2.1. Misurazione

La CO₂ nel gas di scarico diluito emesso dal motore sottoposto a prova si misura con un analizzatore non dispersivo nell'infrarosso (*non-dispersive infrared* — NDIR) in conformità al paragrafo 1.4.3.2 (NRSC) o, rispettivamente, al paragrafo 2.3.3.2 (NRTC) dell'allegato III, appendice 1. La diluizione del gas di scarico deve essere effettuata con aria ambiente filtrata, aria sintetica o azoto. La capacità di flusso del sistema di diluizione a flusso totale deve essere sufficientemente elevata da evitare del tutto la condensazione dell'acqua nei sistemi di diluizione e campionamento.

Il sistema di misurazione deve rispettare i requisiti di linearità del paragrafo 1.5 dell'allegato III, appendice 2.

Il sistema di misurazione deve rispettare i requisiti del paragrafo 1.4.1 (NRSC) o, rispettivamente, del paragrafo 2.3.1 (NRTC) dell'allegato III, appendice 1.



3.2.2. Valutazione dei dati

I dati pertinenti vanno raccolti e salvati in conformità al paragrafo 3.7.4 (NRSC) o, rispettivamente, al paragrafo 4.5.7.2. (NRTC) dell'allegato III.

3.2.3. Calcolo dell'emissione media del ciclo

Se la misurazione viene effettuata a secco, si applica la correzione da secco a umido in conformità al paragrafo 1.3.2 (NRCS) o, rispettivamente, al paragrafo 2.1.2.2 (NRTC) dell'allegato III, appendice 3.

Per il ciclo NRSC, la massa di CO₂ (g/h) si calcola per ogni singola modalità in conformità al paragrafo 1.3.4 dell'allegato III, appendice 3. I flussi del gas di scarico diluito vanno determinati in conformità al paragrafo da 1.2.6 dell'allegato III, appendice 1.

Per il ciclo NRTC, la massa di CO₂ (g/h) si calcola in conformità al paragrafo 2.2.3 dell'allegato III, appendice 3. I flussi del gas di scarico diluito vanno determinati in conformità al paragrafo 2.2.1 dell'allegato III, appendice 3.

La correzione del fondo avviene in conformità all'allegato III, appendice 3, paragrafo 2.2.3.1.1.

3.3. Calcolo delle emissioni specifiche al banco

3.3.1. NRSC

Le emissioni specifiche al banco e_{CO_2} (g/kWh) si calcolano nel modo che segue:

$$e_{CO_2} = ((\sum_{i=1}^n (CO_{2, mass, i} \times W_{F, i})) / (\sum_{i=1}^n (P_i \times W_{F, i}))) \text{ in cui:}$$

$$P_i = P_{m, i} + P_{AE, i}$$

e

$CO_{2, mass, i}$ è la massa di CO₂ della modalità singola (g/h)

$P_{m, i}$ è la potenza misurata della modalità singola (kW)

$P_{AE, i}$ è la potenza dei dispositivi ausiliari della modalità singola (kW)

$W_{F, i}$ è il fattore di ponderazione della modalità singola.

3.3.2. NRTC

Il ciclo di lavoro necessario al calcolo delle emissioni specifiche di CO₂ al banco dev'essere determinato in conformità all'allegato III, paragrafo 4.6.2.

Le emissioni specifiche al banco e_{CO_2} (g/kWh) si calcolano nel modo che segue:

$$e_{CO_2} \approx \frac{m_{CO_2, hot}}{W_{act, hot}}$$

in cui:

$m_{CO_2, hot}$ è l'emissione massica di CO₂ nella prova con avviamento a caldo NRTC (g)

$W_{act, hot}$ è il ciclo di lavoro effettivo della prova con avviamento a caldo NRTC (kWh)



Appendice 7

Determinazione alternativa delle emissioni di CO₂**1. Introduzione**

Se il fabbricante, in base all'opzione di cui al paragrafo 1.2.1 del presente allegato, sceglie di usare la procedura di cui al regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, allegato 4B, per registrare le emissioni di CO₂ si applicano le disposizioni e le procedure di prova fissate dalla presente appendice.

2. Requisiti generali

2.1. Le emissioni di CO₂ si calcolano con il ciclo di prova NRTC con avviamento a caldo in conformità al paragrafo 7.8.3 del regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, allegato 4B.

2.2. I risultati delle prove si registrano come valori medi specifici del ciclo effettuato al banco e si esprimono in g/kWh.

3. Determinazione delle emissioni di CO₂**3.1. Misurazione del gas di scarico grezzo**

Si applica la presente sezione se la CO₂ è misurata nel gas di scarico grezzo.

3.1.1. Misurazione

La CO₂ presente nel gas di scarico grezzo emesso dal motore sottoposto a prova si misura con un analizzatore non dispersivo nell'infrarosso (*non-dispersive infrared* — NDIR) in conformità al regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, allegato 4B, paragrafo 9.4.6.

Il sistema di misurazione deve soddisfare i requisiti di linearità di cui al regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, allegato 4B, paragrafo 8.1.4.

Il sistema di misurazione deve soddisfare i requisiti del regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, allegato 4B, paragrafo 8.1.9.

3.1.2. Valutazione dei dati

I dati pertinenti devono essere registrati e memorizzati in conformità al regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, allegato 4B, paragrafo 7.8.3.2.

3.1.3. Calcolo dell'emissione media del ciclo

Se la misurazione viene effettuata a secco, la correzione da secco a umido, in conformità al regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, appendice 7, paragrafo A.7.3.2, oppure appendice 8, paragrafo A.8.2.2, va applicata ai valori di concentrazione istantanea prima di procedere ad ulteriori calcoli.

La massa di CO₂ (g/prova) si calcola moltiplicando concentrazioni istantanee di CO₂ allineate temporalmente e flussi dei gas di scarico con successiva integrazione nel ciclo di prova, in conformità a una delle prescrizioni che seguono:

a) regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, allegato 4B, appendice 8, paragrafo A.8.2.1.2 e paragrafo A.8.2.5, utilizzando i valori *u* di CO₂ di cui alla tabella A.8.1 oppure calcolando i valori *u* in conformità al regolamento UNECE n. 96, serie di emendamenti 03, allegato 4B, appendice 8, paragrafo A.8.2.4.2;

b) regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, allegato 4B, appendice 7, paragrafo A.7.3.1 e paragrafo A.7.3.3.

3.2. Misurazione nel gas diluito

Si applica la presente sezione se la CO₂ è misurata nel gas di scarico diluito.

3.2.1. Misurazione

La CO₂ presente nel gas di scarico diluito emesso dal motore sottoposto a prova si misura con un analizzatore non dispersivo nell'infrarosso (*non-dispersive infrared* — NDIR) in conformità al regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, allegato 4B, paragrafo 9.4.6. La diluizione del gas di scarico deve essere effettuata con aria ambiente filtrata, aria sintetica o azoto. La capacità di flusso del sistema di diluizione a flusso totale deve essere sufficientemente elevata da evitare del tutto la condensazione dell'acqua nei sistemi di diluizione e campionamento.

Il sistema di misurazione deve soddisfare i requisiti di linearità di cui al regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, allegato 4B, paragrafo 8.1.4.

Il sistema di misurazione deve soddisfare i requisiti del regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, allegato 4B, paragrafo 8.1.9.



3.2.2. Valutazione dei dati

I dati pertinenti devono essere registrati e memorizzati in conformità al regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, allegato 4B, paragrafo 7.8.3.2.

3.2.3. Calcolo dell'emissione media del ciclo

Se la misurazione viene effettuata a secco, la correzione da secco a umido, in conformità al regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, appendice 7, paragrafo A.7.4.2, oppure appendice 8, paragrafo A.8.3.2, va applicata ai valori di concentrazione istantanea prima di procedere ad ulteriori calcoli.

La massa di CO₂ (g/prova) si calcola moltiplicando concentrazioni di CO e flussi di gas di scarico diluito in conformità a una delle prescrizioni che seguono:

- regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, allegato 4B, appendice 8, paragrafo A.8.3.1 e paragrafo A.8.3.4, utilizzando i valori u di CO₂ di cui alla tabella A.8.2 oppure calcolando i valori u in conformità al regolamento UNECE n. 96, serie di emendamenti 03, allegato 4B, appendice 8, paragrafo A.8.3.3;
- regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, allegato 4B, appendice 7, paragrafo A.7.4.1 e paragrafo A.7.4.3.

La correzione del fondo si applica in conformità al regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, allegato 4B, appendice 8, paragrafi A.8.3.2.4 oppure A.7.4.1.

3.3. Calcolo delle emissioni specifiche al banco

Il ciclo di lavoro necessario al calcolo delle emissioni specifiche di CO₂ al banco dev'essere determinato in conformità al regolamento UNECE n. 96, serie di modifiche 03, allegato 4B, paragrafo 7.8.3.4.

Le emissioni specifiche al banco e_{CO_2} (g/kWh) si calcolano nel modo che segue:

$$e_{CO_2} = \frac{m_{CO_2, hot}}{W_{act, hot}}$$

in cui:

$m_{CO_2, hot}$ è l'emissione massica di CO₂ nella prova con avviamento a caldo NRTC (g)

$W_{act, hot}$ è il ciclo di lavoro effettivo della prova con avviamento a caldo NRTC (kWh)»

