

5. La normativa sulle emissioni dei veicoli con motore a combustione interna

Introduzione

La prima legge italiana riguardante l'inquinamento atmosferico fu la legge n° 615 del 16/07/1966, nota con il titolo di "Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico". Tale legge riguardava tutte le possibili fonti di emissione di inquinanti sia fisse che mobili. Per i veicoli dotati di motore a combustione interna la legge prevedeva che:

- i veicoli non dovevano produrre emanazioni inquinanti oltre certi limiti;
- doveva essere limitata, nei gas di scarico, l'emanazione di prodotti tossici, comunque nocivi o molesti;
- poteva essere resa obbligatoria l'applicazione di dispositivi ritenuti efficienti per una sensibile riduzione della tossicità dei gas di scarico;
- l'opacità dei fumi emessi dallo scarico di un veicolo con motore diesel non doveva superare certi limiti;
- in sede di revisione doveva essere accertato che i veicoli non producessero emanazioni inquinanti oltre certi limiti;
- la revisione di singoli veicoli poteva essere disposta anche nei casi in cui si fosse avuto motivo di ritenere che le emissioni non fossero nei limiti stabiliti.

La legge restò inapplicata in quanto rimandava l'individuazione dei limiti ad un Regolamento di esecuzione che non fu approvato nei sei mesi previsti. Nel 1971 furono emanati il D.P.R. n° 323 del 22/02 e la legge n° 437 del 3/06 che stabilivano rispettivamente:

- i limiti di opacità dei fumi dei veicoli diesel validi sia per i veicoli nuovi che per quelli in circolazione;
- i limiti per gli autoveicoli alimentati a benzina validi solo per quelli nuovi di fabbrica e per quelli ai quali fossero state modificate le caratteristiche costruttive essenziali.

Per tali veicoli erano previsti limiti alle emissioni di CO ed HC da misurare in tre diversi tipi di prove.

In realtà le norme tecniche contenute nella legge 437/71 riproducevano fedelmente quanto stabilito nella direttiva europea 70/220/CEE che, all'epoca dell'emanazione della legge, non poteva essere recepita in Italia per mancanza di uno strumento giuridico idoneo. Bisognerà aspettare fino al 1973 quando, con la Legge del 27/12/1973 n° 942, fu approntato lo strumento legislativo idoneo che permise di recepire tutte le Direttive CEE adottate a partire da tale data.

La direttiva 70/220/CEE, emanata dal Consiglio il 20 marzo 1970 (G.U. n. L 76 del 06.04.1970), può essere considerata la più importante delle direttive in materia di emissioni dei veicoli dotati di motori a combustione interna in quanto, oltre a stabilirne per la prima volta, nei paesi dell'allora Comunità Europea, i limiti alle emissioni, tutte le direttive successive sono state emanate come emendamenti ad essa.

Da quella data ad oggi le numerose direttive emanate hanno avuto notevolissime conseguenze sia sul livello delle emissioni dai veicoli motorizzati che sullo sviluppo tecnologico dei motori stessi che, proprio in virtù di limiti sempre più stringenti, sono stati riprogettati tenendo in considerazione non solo le prestazioni motoristiche ma anche l'impatto ambientale che tale tipo di propulsione comporta.

Un'altra importantissima direttiva è la direttiva 70/156/CEE¹ emanata il 06/02/1970. Tale direttiva, recepita in Italia con il D.M. n° 105 del 23.04.1974², oltre ad essere un puntiglioso elenco di tutte le parti che compongono un veicolo, costituisce il primo atto europeo che stabilisce le norme per l'omologazione, valida in ambito comunitario, di tutti i veicoli a motore ed i loro rimorchi. Tutte le direttive che riguardano l'omologazione dei veicoli o di parti di essi, compresa la direttiva 70/220, sono direttive particolari della 70/156/CEE

Per comprendere quali siano stati i risultati conseguiti in tema di limitazioni delle emissioni dai veicoli a motore qui di seguito viene riportata una breve cronistoria delle principali normative del settore, con alcuni commenti limitati agli aspetti più rilevanti che l'applicazione di tali normative ha introdotto.

¹ La direttiva 70/156/CEE è stata modificata dalla 92/53/CEE, dalla 93/81/CEE, dalla 98/14/CEE e dalla 98/91/CEE.

² Le direttive europee sono state recepite in Italia con appositi decreti ministeriali. Nel caso specifico i ministeri competenti sono il Ministero della Salute (ex della Sanità), il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (ex Trasporti e Navigazione Civile) ed il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (ex Ministero dell'Ambiente). In alcuni casi i decreti di approvazione sono stati decreti interministeriali in altri, invece, i vari ministeri hanno promulgato decreti separati e quindi le date di recepimento in Italia delle varie direttive europee possono essere, in quest'ultimo caso, diverse tra loro.

5.1 - La classificazione dei veicoli

I veicoli equipaggiati con motore a combustione interna vengono classificati sia in base al loro utilizzo che in base alla loro massa. La classificazione ONU-ECE prevede tre categorie di veicoli M, N, L come appresso suddivise:

- **Categoria M: veicoli a motore destinati al trasporto di persone ed aventi almeno quattro ruote**
 - **M1:** veicoli destinati al trasporto di persone, aventi al massimo otto posti a sedere oltre al sedile del conducente (autovetture passeggeri);
 - **M2:** veicoli destinati al trasporto di persone, aventi più di otto posti a sedere oltre al sedile del conducente e massa massima non superiore a 5 t (minibus);
 - **M3:** veicoli destinati al trasporto di persone, aventi più di otto posti a sedere oltre al sedile del conducente e massa massima superiore a 5 t (autobus);
- **Categoria N: veicoli a motore destinati al trasporto di merci, aventi almeno quattro ruote;**
 - **N1:** veicoli destinati al trasporto di merci, aventi massa massima non superiore a 3,5 t (veicoli commerciali leggeri);
 - **N2:** veicoli destinati al trasporto di merci, aventi massa massima superiore a 3,5 t ma non superiore a 12 t (veicoli merci pesanti);
 - **N3:** veicoli destinati al trasporto di merci, aventi massa massima superiore a 12 t (veicoli merci pesantissimi);
- **Categoria L: motoveicoli**
 - **L1:** veicoli a due ruote la cilindrata del cui motore (se si tratta di motore termico) non supera i 50 cc e la cui velocità massima di costruzione (qualunque sia il sistema di propulsione) non supera i 50 km/h;
 - **L2:** veicoli a tre ruote la cilindrata del cui motore (se si tratta di motore termico) non supera i 50 cc e la cui velocità massima di costruzione (qualunque sia il sistema di propulsione) non supera i 50 km/h;
 - **L3:** veicoli a due ruote la cilindrata del cui motore (se si tratta di motore termico) supera i 50 cc o la cui velocità massima di costruzione (qualunque sia il sistema di propulsione) supera i 50 km/h;
 - **L4:** veicoli a tre ruote asimmetriche rispetto all'asse longitudinale mediano, la cilindrata del cui motore (se si tratta di motore termico) supera i 50 cc o la cui velocità massima di costruzione (qualunque sia il sistema di propulsione) supera i 50 km/h (motocicli con carrozzetta laterale);
 - **L5:** veicoli a tre ruote simmetriche rispetto all'asse longitudinale mediano, la cilindrata del cui motore (se si tratta di motore termico) supera i 50 cc o la cui velocità massima di costruzione (qualunque sia il sistema di propulsione) supera i 50 km/h;
 - **Quadricicli**

All'interno della categoria motocicli sono compresi anche i veicoli a quattro ruote noti come quadricicli che sono suddivisi in:

- *quadricicli leggeri* la cui massa a vuoto è inferiore a 350 kg, esclusa la massa delle batterie per i veicoli elettrici, la cui velocità massima è inferiore o uguale a 50 km/h e la cui cilindrata del motore è inferiore o uguale a 50 cc per i motori ad accensione comandata (o la cui potenza massima netta è inferiore a 4 kW per gli altri tipi di motore a combustione interna o la cui potenza continua massima è inferiore o uguale a 4 kW per i motori elettrici). I quadricicli leggeri sono considerati ciclomotori;
- *quadricicli diversi da quelli leggeri* la cui massa a vuoto è inferiore o pari a 400 kg (550 kg per i veicoli destinati al trasporto di merci) esclusa la massa delle batterie per i veicoli elettrici e la cui potenza massima netta del motore è inferiore o uguale a 15 kW. Tali veicoli sono considerati come tricicli e sono conformi alle prescrizioni tecniche applicabili ai tricicli della categoria L5.

Per ciascuna di queste tre categorie esistono normative specifiche che, per quanto attiene alle emissioni, prevedono limitazioni ai quantitativi in massa per quattro tipi di inquinanti:

- CO monossido di Carbonio
- HC idrocarburi incombusti
- NO_x ossidi di azoto
- PM materiale particolato.

Gli inquinanti vengono misurati durante cicli di prova codificati eseguiti secondo opportune modalità. Per i veicoli leggeri compresi i ciclomotori ed i motocicli, le prove vengono effettuate su un apposito banco dinamometrico del tipo a rulli sull'intero veicolo, mentre per i veicoli pesanti le prove dinamiche o stazionarie vengono effettuate, sempre su un banco dinamometrico, ma solo sul motore.

Nelle normative sulle emissioni vengono distinti i limiti validi per l'omologazione ed i limiti validi per la conformità alla produzione³. I limiti validi per la conformità alla produzione sono meno severi di quelli validi per l'omologazione. Nelle normative sono inoltre distinte anche le date di entrata in vigore dei limiti differenziando quelle valide per i nuovi modelli da quelle valide per tutti i modelli.

³ Questa distinzione, come meglio specificato in seguito, è stata abbandonata con la direttiva 93/59/CEE.

5.2 - Normative per i veicoli leggeri ^[1, 2, 3]

Per veicoli leggeri si intendono quei veicoli il cui peso complessivo è superiore a 400 kg ed inferiore alle 3,5 tonnellate. La procedura di prova per tali veicoli fu stabilita con il regolamento ECE R-15⁴ che prevedeva l'esecuzione al banco a rulli di un ciclo di funzionamento ritenuto rappresentativo di un percorso urbano (ciclo UDC: Urban Driving Cycle). Il ciclo completo è formato dalla successione di quattro cicli elementari per un tempo complessivo di 780 secondi e 4,052 km percorsi. Il ciclo doveva essere effettuato con partenza "da freddo", nel senso che prima di effettuare la prova il veicolo doveva essere termostato ad una temperatura compresa tra i 20 ed i 30 °C, avviato e lasciato al minimo per un tempo non superiore ai 40 secondi prima di iniziare le misure. Il ciclo elementare (Figura 5.1) fissava la velocità di avanzamento del veicoli in km/h in funzione del tempo ed i rapporti al cambio da impiegare lungo il percorso. Durante il ciclo elementare, della durata di 195 secondi, la velocità massima prevista era di 50 km/h, mentre la velocità media era pari 18,7 km/h.

Il Regolamento ECE-15 prevedeva, inoltre, tre tipi di prove:

la prova di Tipo I da effettuarsi su banco a rulli dinamico e di cui si è appena detto⁵;

la prova di Tipo II per la determinazione del tenore di CO nei gas di scarico, tenendo il motore al minimo, immediatamente dopo aver effettuato la prova di Tipo I;

la prova di Tipo III per la misura della portata dei gas provenienti dal basamento del motore, causata essenzialmente dai trafiletti di gas di scarico e di miscela fresca attraverso le fasce elastiche

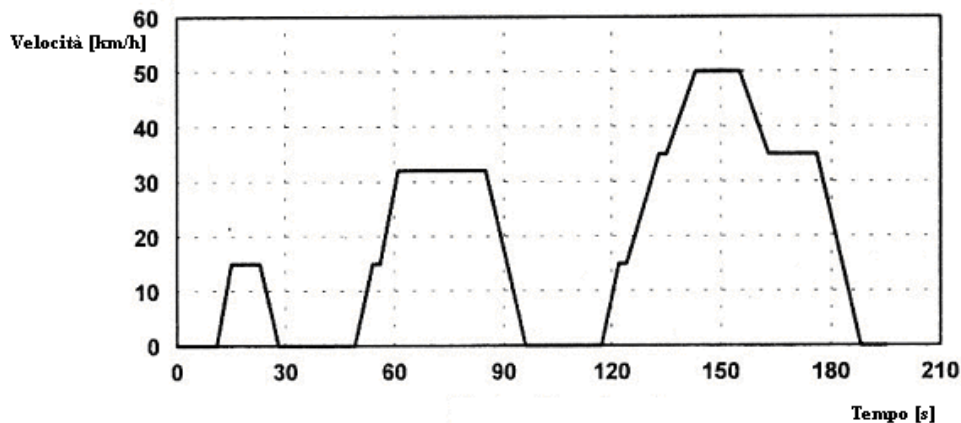


Figura 5.1: Ciclo elementare ECE-UDC

5.2.1 - Le normative dalla 70/220/CEE alla 83/351/CEE

Sulla base del ciclo di prova ECE-UDC fu varata nel 1970 dal Consiglio della Comunità europea la direttiva 70/220/CEE che, come già detto, rappresenta la prima normativa europea sulle emissioni dei veicoli equipaggiati con motori a combustione interna. A questa prima normativa ne seguirono altre, sotto forma di emendamenti al regolamento ECE-15, che stabilirono limiti alle emissioni via via più stringenti. Le date di entrata in vigore delle varie normative europee, unitamente alle date del loro recepimento in Italia, sono riportate in Tabella 5.1, mentre nella Tabella 5.2 sono riportati i valori limite previsti dalla normativa per la prova di tipo I fino all'emendamento 04

Nella direttiva 70/220/CEE venivano fissati limiti alle emissioni di CO e di HC per le sole autovetture a benzina in base al peso dell'autovettura. La successiva direttiva 74/290/CEE (emendamento 01) introdusse restrizioni ai limiti precedenti.

Le direttive 70/220/CEE e 74/290/CEE furono recepite in Italia nel 1975, con un unico decreto del Ministero dei Trasporti (D.M. del 7 marzo 1975). Le prescrizioni contenute nel decreto entravano in vigore in Italia dal 1° ottobre 1975 per le nuove omologazioni (nuovi modelli) e dal 1° ottobre 1976 per tutte le omologazioni (tutti i modelli). Nel decreto erano presenti due *prescrizioni transitorie*. Nella prima si stabiliva che, fino al 30 settembre 1975, per la conformità all'omologazione le emissioni di CO e di HC per la Prova di Tipo I dovevano essere inferiori ai valori riportati nella colonna 00 della Tabella II, ai valori, cioè, previsti dalla 70/220/CEE. Per la conformità alla produzione i valori limite consentiti erano aumentati del 20% per la CO e del 30% per gli HC. I valori riportati alle colonne 01-02, valori previsti dalla 74/240/CEE per la CO e gli HC,

⁴ Nel diritto comunitario il Regolamento è un atto direttamente applicabile e vincolante in ogni Stato membro. Esso entra in vigore, salvo diversa disposizione, nel ventesimo giorno successivo a quello della sua pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee

⁵ Nel seguito, ove non specificato, per "limiti alle emissioni" si intendono quelli relativi alla prova di tipo I.

entravano in vigore dal 1° ottobre 1975 per le nuove omologazioni e dal 1° ottobre 1976 per tutte le omologazioni.

Nella seconda prescrizione transitoria si stabiliva che, fino al 30 settembre 1976, la prova di tipo II, fermo restando che il valore del tenore di CO doveva essere inferiore al 4,5% in volume, poteva essere condotta in maniera semplificata. Fino al 1° gennaio 1982, per i veicoli diversi da quelli della categoria M1 e per i veicoli muniti di trasmissione automatica, sia i limiti per l'omologazione che quelli per la conformità alla produzione potevano essere aumentati di un fattore 1,25.

Il Decreto del Ministero dei Trasporti del 12 febbraio 1977 recepì nell'ordinamento nazionale le prescrizioni ai limiti alle emissioni degli autoveicoli a benzina previsti dalla direttiva 77/102/CEE (emendamento 02) come *aggiornamenti 1976* del Decreto 7 marzo 1975. Con tale decreto furono introdotti i limiti per le emissioni di NO_x lasciando, però, inalterati i limiti alle emissioni per gli altri gas (CO e HC).

Con la direttiva 78/665 (emendamento 03), recepita in Italia con il decreto del Ministero dei Trasporti del 20/12/1978, furono imposti, sempre per le sole autovetture a benzina, limiti più severi per le emissioni di CO, HC, ed NO_x e per la prova di tipo II il valore della concentrazione nei gas di scarico delle emissioni di CO fu abbassato al 3,5%.

Per le emissioni delle autovetture diesel bisognerà attendere fino al 1983 anno in cui fu emanata la direttiva 83/351/CEE (emendamento 04), recepita in Italia con il D.M. del 30/11/83. Con tale direttiva, inoltre, furono ulteriormente abbassati i limiti alle emissioni di CO e furono introdotti limiti alle emissioni della massa combinata HC+NO_x in sostituzioni ai limiti separati per questi due inquinanti previsti dalle direttive precedenti. La direttiva però non prevedeva limiti alle emissioni di particolato dalle autovetture diesel in quanto, il regolamento ECE 24 in vigore nello stesso periodo, fissava solo dei limiti all'opacità dei fumi allo scarico misurati con un metodo ottico

Direttiva Comunitaria	Anno di emanazione	Prescrizioni	Anno di recepimento in Italia
Direttiva 70/156	06.02.1970	Procedure di omologazione	D.M. Trasporti del 23/04/1974
Direttiva 70/220 (Regolamento ECE 15)	20.03.1970	Autovetture a benzina. Prova di Tipo I: vengono stabiliti limiti alle emissioni di CO ed HC Prova di tipo II: CO [4,5% Prova di tipo III: non sono ammesse emissioni dal basamento.	D.M. Trasporti del 7/3/1975
Direttiva 74/290 (Regolamento ECE 15-01)	28.05.1974	Autovetture a benzina. Prova di tipo I: restrizione per il CO e gli HC.	D.M. Trasporti del 7/3/1975
Direttiva 77/102 (Regolamento ECE 15-02)	30.02.1976	Autovetture a benzina. Prova di tipo I: introduzione limiti NO _x per le autovetture a benzina	D.M. Trasporti del 12/2/1977
Direttiva 78/665 (Regolamento ECE 15-03)	14.07.1978	Autovetture a benzina. Prova di tipo I: restrizione dei limiti per CO, HC, NO _x Prova di tipo II: CO [3,5%	D.M. Trasporti del 20/12/1978
Direttiva 83/351 (Regolamento ECE 15-04)	16.07.1983	Estensione delle prescrizioni ai veicoli a benzina categorie M1 ed N1. Estensione dei limiti alle emissioni gassose ai veicoli Diesel. Ulteriori riduzione dei limiti per il CO e introduzione di limiti per la massa combinata di NO _x +HC. Introduzione del CVS.	D.M. Trasporti del 30/11/1983

Tabella 5.1: Direttive europee e date di recepimento in Italia

Altra importante novità fu l'introduzione del CVS. Fino all'emendamento 04 e per la prova di Tipo I, la misura degli inquinanti veniva effettuata campionando i gas emessi allo scarico che, dopo opportuna separazione mediante condensazione dell'acqua in essi contenuta sotto forma di vapore in quantità non trascurabili, venivano inviati a dei sacchi di materiale plastico inerte. Il campionamento aveva una durata pari a quello dell'intero ciclo di prova. Successivamente i gas di scarico così raccolti venivano inviati agli strumenti di misura che restituivano il valore delle concentrazioni dei singoli inquinanti nel volume raccolto. La misura procedeva fino allo svuotamento totale del sacco. La conoscenza delle concentrazioni e quella del volume totale permettevano la determinazione delle masse dei singoli inquinanti. Tale procedura, però, presentava alcuni inconvenienti in quanto i singoli componenti la miscela raccolta tendevano a separarsi per

stratificazione rendendo la miscela disomogenea. Inoltre la misura del volume campionato non risultava sufficientemente precisa.

A partire dalla data di entrata in vigore dell'emendamento 04 le emissioni sono state determinate mediante la tecnica denominata CVS (Constant Volume Sampling) già adottata negli USA. Secondo tale tecnica i gas di scarico vengono fortemente diluiti mediante aria ambiente opportunamente filtrata e la portata complessiva, aria di diluizione e gas di scarico, viene mantenuta costante. Dalla miscela così ottenuta ne viene prelevata, durante tutta la durata del ciclo, una piccola quantità che viene inviata a dei sacchi, sempre si materiale inerte, dai quali vengono poi effettuati i prelievi per le analisi.

La tecnica della diluizione, oltre a riprodurre in un certo modo condizioni più realistiche in quanto gli inquinanti emessi vengono misurati in condizioni più vicine a quanto avviene nella realtà, evita la necessità della condensazione del vapor d'acqua e in una certa misura congela gli equilibri chimici grazie al forte abbassamento della temperatura ed alla forte riduzione delle concentrazioni.

Regolamento ECE 15 e successivi emendamenti										
	CO [g/prova]				HC [g/prova]			NO _x [g/prova]		HC+NO _x [g/prova]
	00	01-02	03	04	00	01-02	03	02	03	04
ECE 15										
PROVA I										
Peso rifer. (kg)										
< 750	100	80	65	58	8,0	6,8	6,0	10,0	8,5	19,0
751-850	109	87	71	58	8,4	7,1	6,3	10,0	8,5	19,0
851-1020	117	94	76	58	8,7	7,4	6,5	10,0	8,5	19,0
1021-1250	134	107	87	67	9,4	8,0	7,1	12,0	10,2	20,5
1251-1470	152	122	99	76	10,1	8,6	7,6	14,0	11,9	22,0
1471-1700	169	135	110	86	10,8	9,2	8,1	14,5	12,3	23,5
1701-1930	186	149	121	93	11,4	9,7	8,6	15,0	12,8	25,0
1931-2150	203	162	132	101	12,1	10,3	9,1	15,5	13,2	26,5
>2150	220	176	143	110	12,8	10,9	9,6	16,0	13,6	28,0
PROVA II Tutti i veicoli	La massima concentrazione in volume di CO alla fine dell'ultimo ciclo urbano deve essere inferiore al 4,5 % per l'emendamento 02 ed inferiore al 3,5% per gli emendamenti 03 e 04.									
PROVA III Tutti i veicoli	Non sono ammesse emissioni dal basamento del motore									
Note	Gli emendamenti 01/02/03 si applicano alle sole autovetture a benzina. L'emendamento 04 si applica anche ai veicoli diesel; I valori limite sono espressi in g/prova; I limiti indicati nella tabella sono relativi alle prove di omologazione; per la conformità alla produzione è consentito un aumento del 30% per gli HC e del 20% per il CO e gli NO _x . Relativamente all'emendamento 04 il limite di tolleranza per la massa combinata di HC+NO _x è del 25%.									

Tabella 5.2: Limiti alle emissioni allo scarico. Regolamento ECE 15 e successivi emendamenti.

5.2.2 - Le direttive 88/76/CEE, 88/436/CEE e 89/458/CEE

Nel 1988 con la direttiva 88/76/CEE, recepita in Italia con il D.M. del Ministero dell'Ambiente del 05/06/1989, venne introdotto il regolamento ECE 83 che, pur mantenendo inalterato il ciclo di prova rivide i criteri di classificazione delle autovetture che vennero distinte non più in base al peso ma in base alla cilindrata. Con la direttiva furono ulteriormente abbassati i limiti alle emissioni gassose previsti dall'emendamento 04 e si decise di introdurre limiti alle emissioni di particolato per le autovetture diesel senza, però, fissarne i valori. Nella Tabella 5.3 sono riportati i nuovi valori limite e come si vede essi sono espressi ancora in g/prova. Le date di applicazione sono relative alle sole emissioni gassose.

Direttiva 88/76/CEE						
Benzina	Limiti [g/prova]				Validità dei limiti	Date di applicazione della direttiva per le emissioni gassose
	CO ^c	HC+NO _x	NO _x	PM ^b		
cc>2000	25	6,5	3,5		Omologazione	Nuovi modelli 1/10/88
	30	8,1	4,4		Conf. produzione	Tutti i modelli 1/10/89
1400<cc<2000	30	8	-		Omologazione	Nuovi modelli 1/10/91
	36	10	-		Conf. produzione	Tutti i modelli 1/10/93
cc<1400	45	15	6		Omologazione	Nuovi modelli 1/10/90
	54	19	7,5		Conf. produzione	Tutti i modelli 1/10/91
	30 ^a	8 ^a	-		Omologazione	Nuovi modelli 1/10/92
	36	10	-		Conf. produzione	Tutti i modelli 1/10/93
Diesel^d						
cc>2000	30	8	-	1,1	Omologazione	Nuovi modelli 1/10/88
	36	10	-	1,4	Conf. produzione	Tutti i modelli 1/10/89
1400<cc<2000	30	8	-	1,1	Omologazione	Nuovi modelli 1/10/91
	36	10	-	1,4	Conf. produzione	Tutti i modelli 1/10/93
cc<1400	45	15	6	1,1	Omologazione	Nuovi modelli 1/10/90
	54	19	7,5	1,4	Conf. produzione	Tutti i modelli 1/10/91
	30 ^a	8 ^a	-	1,1	Omologazione	Nuovi modelli 1/1/91
	36	10	-	1,4	Conf. produzione	

a) Limiti adottati dal Consiglio europeo nel novembre 1988 (Luxembourg Agreement). Con la 89/458/CEE i limiti per la CO e per gli HC + NO_x furono ulteriormente ridotti, limitatamente alle autovetture con cilindrata inferiore a 1400 cc, a 19g/prova e a 5g/prova rispettivamente.
b) I limiti alle emissioni di particolato furono precisati con la direttiva 88/436/CEE.
c) Le misure vengono effettuate secondo quanto previsto nel Regolamento ECE-15.
d) Per i veicoli diesel ad iniezione diretta l'applicazione della norma decorre dal 01/10/1994 per i nuovi modelli e dal 01/10/1996 per tutti i modelli.

Tabella 5.3: Limiti previsti dalla direttiva 88/76/CEE

Sempre nel 1988 venne emanata la direttiva 88/436/CEE recepita in Italia con lo stesso decreto con il quale era stata recepita la 88/76/CEE, che specificava i limiti per le emissioni di particolato pari rispettivamente a 1,1 g/prova per la conformità all'omologazione ed a 1,4 g/prova per la conformità alla produzione a partire dal 1/10/89 per i nuovi modelli e dal 1/10/90 per tutti i modelli. Con la successiva direttiva 89/458/CEE, in considerazione dell'elevato contributo all'inquinamento in area urbana, vennero ulteriormente ridotti i limiti alle emissioni per il CO (19 g/prova) e per la massa combinata di HC + NO_x (5 g/prova) per le sole autovetture con cilindrata inferiore a 1400 cc

In pratica le prescrizioni della 88/76 non furono mai rese pienamente operative da nessuno dei paesi membri della Comunità Europea in previsione della imminente approvazione della **Direttiva Consolidata sulle Emissioni**^[4].

Per avere un'idea dei progressi fatti nel campo delle limitazioni alle emissioni dai veicoli passeggeri equipaggiati con motori a combustione interna in Figura 5.2 sono riportati i valori dei limiti previsti dalle normative dal 1972 al 1992. I valori si riferiscono ad una autovettura a benzina di 2000 cc di cilindrata.

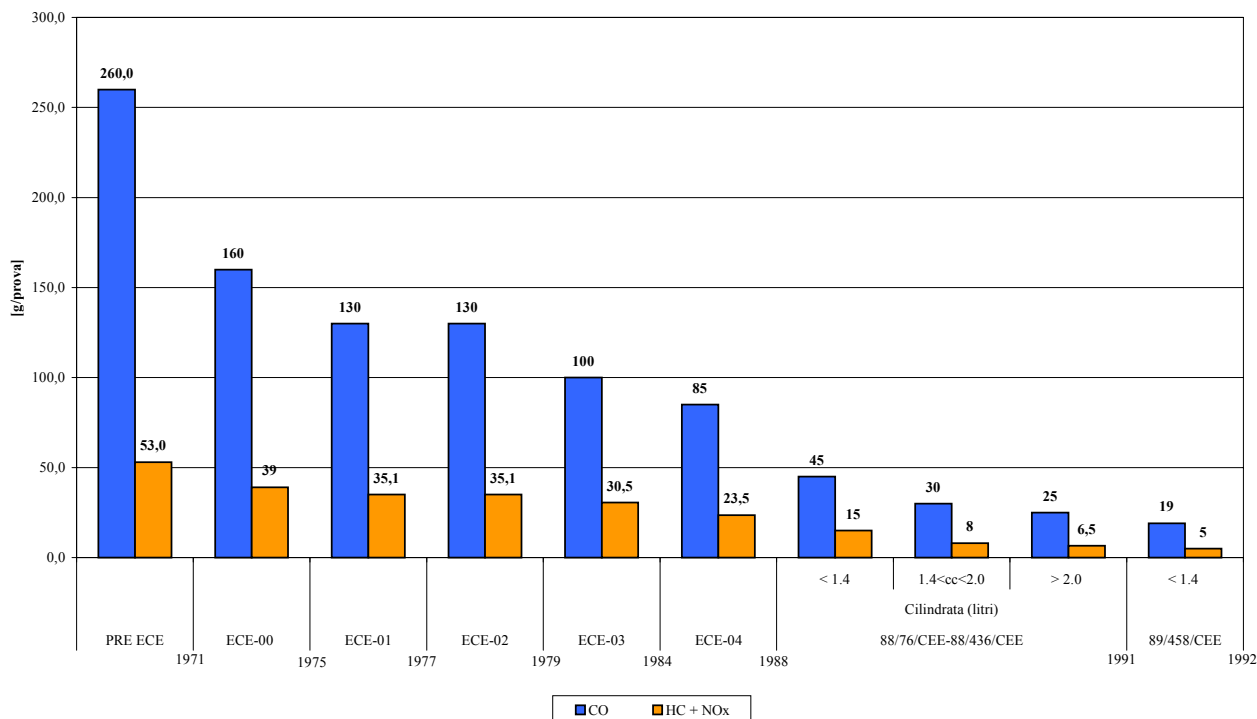


Figura 5.2: Valori limite alle emissioni previsti dalla normativa dal 1971 al 1992. I valori si riferiscono ad una autovettura a benzina di cilindrata 2000 cc^[1].

5.2.3 - La direttiva consolidata sulle emissioni 91/441/CEE (Euro I) e la 94/12/CEE (Euro II)

Gli sforzi per ridurre l'inquinamento dell'aria causato dai veicoli a motore sono proseguiti con la direttiva 91/441/CEE emanata dal Consiglio il 26/06/1991 e recepita nell'ordinamento italiano con il D.M. Ambiente del 28/12/1991 e con la direttiva 94/12/CEE emanata il 23/03/1994 e recepita con il D.M. Trasporti 29/02/96. Con la 91/441/CEE, nota come "Direttiva Consolidata sulle Emissioni"⁶ vennero fissati limiti alle emissioni che di fatto imponevano l'adozione della marmitta catalitica e vennero introdotte alcune significative novità:

- venne introdotto il regolamento ECE 83-01 con il quale fu aggiornato il ciclo di prova che divenne ciclo UDC + EUDC: il nuovo ed attuale ciclo di prova, riportato in Figura 5.3, consiste nella esecuzione, alla fine del quarto modulo del ciclo urbano, di un ciclo extraurbano (EUDC = Extra Urban Driving Cycle) in cui la velocità massima è di 120 km/h e la velocità media è pari a 62,6 km/h. L'intero ciclo di omologazione, pertanto, ha una durata complessiva di 1.180 secondi nei quali il veicolo percorre 10,807 km con una velocità media di 33 km/h. Questa modifica al ciclo di omologazione dei veicoli venne introdotta in quanto il precedente ciclo UDC, in cui la velocità massima era di 50 km/h, non permetteva una valutazione realistica delle emissioni di NO_x;
- non venne più fatta distinzione tra autovetture a benzina ed autovetture diesel;
- scomparve la distinzione tra cilindrata;
- i limiti alle emissioni allo scarico non vennero più espressi in g/prova ma in g/km.

Inoltre vennero introdotte:

- la prova di tipo IV (veicoli a benzina): per la prima volta furono stabiliti dei limiti alle emissioni evaporative; ad emissioni, quindi, diverse da quelle allo scarico. Durante la prova, della durata di tre ore, il veicolo veniva posto all'interno di una cella a tenuta dove il serbatoio contenente la benzina veniva riscaldata da 15 a 30 °C e le emissioni evaporative conseguenti non dovevano superare il limite previsto di 2 g/prova⁷.

⁶ Per «consolidamento» s'intende l'integrazione in un unico testo, non ufficiale, di un atto di base della legislazione comunitaria e delle sue successive modifiche e rettifiche. Gli atti «consolidati» hanno unicamente valore di strumento documentario e le istituzioni non assumono alcuna responsabilità quanto al loro contenuto.

⁷ Per questo tipo di prova il limite è espresso in grammi prova in quanto il test viene effettuato con il veicolo fermo.

- la prova di tipo V relativa alla durata dei dispositivi anti-inquinamento sia per i veicoli a benzina che per i veicoli diesel. La prova prevedeva o la misura delle emissioni dopo un invecchiamento del dispositivo di 80.000 km o, in alternativa, l'applicazione di opportuni fattori di deterioramento da applicare ai valori misurati nella prova di tipo I. Nel caso si fosse scelta quest'ultima opzione i valori limite riportati nella Tabella erano moltiplicati per i seguenti fattori:

Tipo di veicolo	HC + NOx	CO	PM
Benzina	1,2	1,2	-
Diesel	1,0	1,1	1,2

Nello schema che segue (Tab. 5.4) sono riportate le varie opzioni per l'omologazione dei veicoli previste dalla 91/441/CEE.

Prova omologazione	Veicoli ad accensione comandata		Veicoli ad accensione spontanea	
	Veicoli M1 con massa [2,5 t e con al massimo 6 posti	Veicoli riportati nelle note 1, 2, 3.	Veicoli M1 con massa [2,5 t e con al massimo 6 posti	Veicoli riportati nelle note 1, 2, 3.
Tipo I	Sì Parte prima + Parte seconda	Sì (m [3,5 t) solo Parte prima	Sì Parte prima + Parte seconda	Sì (m [3,5 t) solo Parte prima
Tipo II	-	sì	-	-
Tipo III	sì	sì	-	-
Tipo IV	sì	-	-	-
Tipo V	sì	-	sì	-

(1) veicoli diversi da quelli della categoria M1;
(2) veicoli adibiti al trasporto passeggeri della categoria M1 concepiti per il trasporto di più di 6 persone compreso il conducente o la cui massa supera 2.500 kg;
(3) veicoli fuori strada quali definiti nell'allegato I della direttiva 70/156/CEE modificata da ultimo dalla direttiva 87/403/CEE

Tabella 5.4: Differenti opzioni per l'omologazione previsti dalla 91/441/CEE.

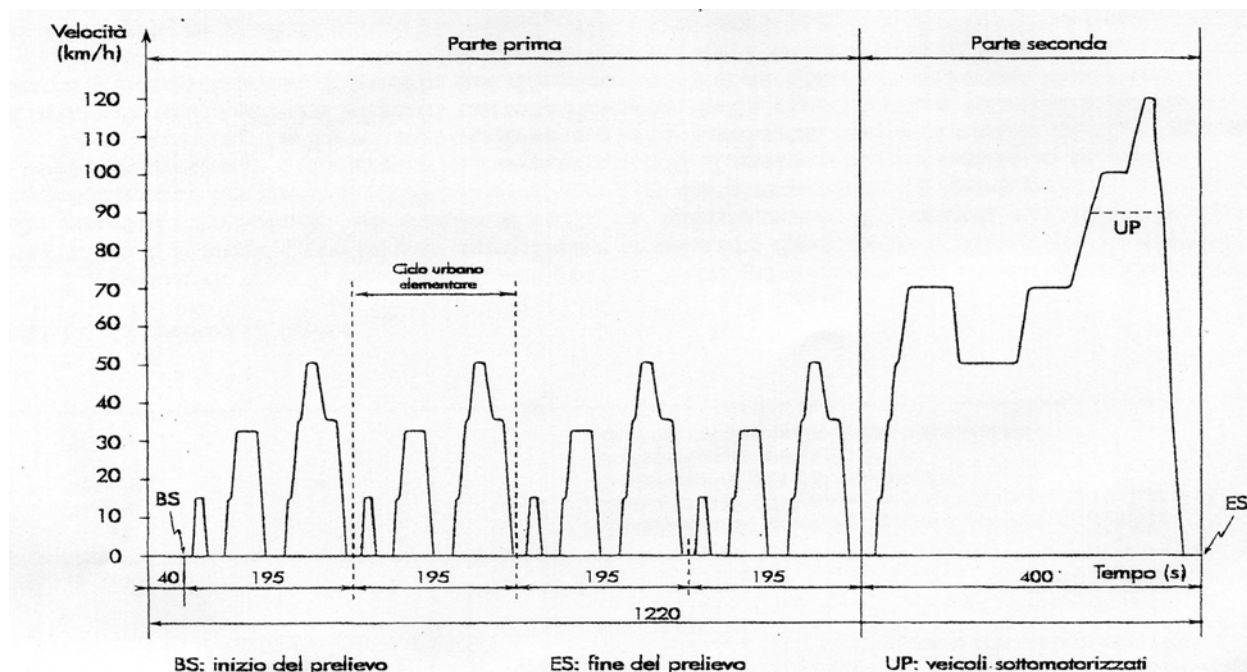


Figura 5.3: Ciclo di prova UDC + EUDC

Come si può dedurre dallo schema riportato, la direttiva 91/441/CEE era applicata a tutti i veicoli appartenenti alla categoria M1 esclusi quelli con più di sei posti, quelli con massa superiore a 2.500 kg e i fuori strada. I limiti alle emissioni previsti dalla 91/441/CEE sono riportati in Tabella 5.5.

Direttiva 91/441/CEE (EURO I)					
Limiti	Inquinanti				Date di applicazione ⁽²⁾
	CO [g/km]	HC + NO _x [g/km]	PM ⁽¹⁾ [g/km]	Evaporative [g/prova]	
Omologazione	2,72	0,97	0,14	2	Nuovi modelli dal 1/7/1992 Tutti i modelli dal 31/12/1992
Conf.Produzione	3,16	1,13	0,18	2	

(1) Solo per i veicoli diesel
(2) Per i veicoli diesel ad iniezione diretta i limiti per la massa combinata di HC + NO_x sono aumentati sia per i valori validi per l'omologazione che per quelli validi per la conformità alla produzione di un fattore 1,4 fino al 30.06.1994.

Tabella 5.5: Limiti alle emissioni previsti nella direttiva europea 91/441/CEE

Per i veicoli diversi dalla categoria M1; per i veicoli adibiti al trasporto passeggeri della categoria M1 concepiti per il trasporto di più di 6 persone compreso il conducente o la cui massa massima supera i 2.500 kg e per i veicoli fuori strada, i limiti alle emissioni erano ancora espressi in g/prova ed erano riferiti alla massa di riferimento del veicolo (vedi Tab. 5.6).

	Limiti per l'omologazione		Limiti per la conformità alla produzione	
	CO [g/prova]	HC + NO _x [g/prova]	CO [g/prova]	HC + NO _x [g/prova]
Massa di riferimento. (kg)				
≤ 1020	58	19,0	70	23,8
1021-1250	67	20,5	80	25,6
1251-1470	76	22,0	91	27,5
1471-1700	86	23,5	101	29,4
1701-1930	93	25,0	112	31,3
1931-2150	101	26,5	121	33,1
>2150	110	28,0	132	35,0

Tabella 5.6: Limiti alle emissioni previsti nella direttiva europea 91/441/CEE validi per i veicoli non contemplati nella Tabella 5.5.

Confrontando la precedente tabella con la Tabella 5.2 è facile vedere come i limiti, per questa categoria di veicoli, siano rimasti gli stessi della Direttiva 83/351 (ECE 15-04). Anche il ciclo di prova, inoltre, restò quello previsto dalla 83/351/CEE relativo, cioè, al solo tratto urbano (ciclo UDC).

Con la direttiva 93/59/CEE, che stabilì i limiti alle emissioni degli autoveicoli della categoria N1 e di cui si parlerà in seguito, furono introdotte alcune novità di rilievo che riguardavano anche i veicoli passeggeri.

Dal 01/10/1993 per le nuove omologazioni e dal 01/10/1994 per tutte le omologazioni cessano le deroghe:

- per i veicoli diversi dalla categoria M1;
- per i veicoli adibiti al trasporto passeggeri della categoria M1 concepiti per il trasporto di più di 6 persone compreso il conducente o la cui massa massima supera i 2.500 kg;
- per i veicoli fuori strada.

La Tabella 5.4 fu, infatti, modificata come riportato in Tab. 5.7

Prova omologazione	Veicoli delle categorie M1 e N1 con motore ad accensione comandata	Veicoli delle categorie M1 ed N1 con motore ad accensione spontanea
Tipo I	Sì (massa [3,5 t)	Sì (massa [3,5 t)
Tipo II	Sì (massa > 3,5 t)	-
Tipo III	Sì	-
Tipo IV	Sì (massa [3,5 t)	-
Tipo V	Sì (massa [3,5 t)	Sì (massa [3,5 t)

Tabella 5.7: Differenti opzioni per l'omologazione previsti dalla 93/59/CEE

Inoltre fu stabilito che, a partire dal 1° gennaio 1996 per le nuove omologazioni e dal 1° gennaio 1997⁸ per tutte le omologazioni, non sarebbero stati più applicati i valori limite aumentati per il controllo della conformità alla produzione.

Ulteriori restrizioni ai limiti alle emissioni sono stati stabiliti con la **direttiva 94/12/CEE** (vedi Tab. 5.8) che però ha reintrodotto la distinzione tra auto a benzina ed auto diesel e, conformemente a quanto stabilito dalla 93/59/CEE, ha abolito i limiti per la conformità alla produzione. Nella 94/12/CEE, infatti, si afferma che "...le norme proposte saranno applicate sia per l'omologazione di nuovi tipi di veicoli sia al controllo della conformità della produzione, dato che il metodo modificato del campionamento e di valutazione statistica consente di sopprimere le tolleranze sui valori limite accordate in occasione delle precedenti fasi previste dalla direttiva 70/220/CEE" e successive modificazioni".

Direttiva 94/12/CEE (EURO II)						
Limiti		Inquinanti				Date di applicazione
		CO [g/km]	HC + NO_x [g/km]	PM [g/km]	Evaporative [g/prova]	
Omologazione	Benzina	2,2	0,5	-	2,0	Nuovi modelli dal 01/01/1996
	Diesel IDI	1,0	0,7	0,08	-	Tutti i modelli dal 01/01/1997
	Diesel DI	1,0	0,9	0,1	-	Validi fino al 29/09/1999
	Diesel DI	1,0	0,7	0,08	-	Validi dal 30/09/1999

Tabella 5.8: Limiti alle emissioni previsti nella direttiva europea 94/12/CEE.

⁸ In pratica le nuove procedure di controllo della conformità alla produzione venivano rimandate all'emanazione della Direttiva 94/12/CEE.

5.2.4 - La direttiva 98/69/CEE: i limiti alle emissioni per il 2000 (Euro III) ed per il 2005 (Euro IV)

Dall'intensa attività di ricerca svolta nell'ambito dei programmi comunitari EPEFE ed Auto Oil I, programmi finalizzati a stabilire correlazioni tra la qualità dei carburanti ed i limiti alle emissioni con gli standard di qualità dell'aria, è scaturita la **direttiva 98/69 CEE**, nota anche come direttiva **Auto Oil**. Con tale Direttiva, recepita in Italia con I D.M dei Trasporti del 21/12/1999, sono stati stabiliti i limiti alle emissioni per la prova di tipo I per gli anni 2000 e 2005 sia per i veicoli appartenenti alla categoria M1 che per quelli appartenenti alla categoria N1 (vedi Tab. 5.12). Uno degli obiettivi principali della normativa è quello di garantire, sia per le motorizzazioni a benzina che per quelle diesel, il rispetto dei limiti nel tempo: 80.000 km per la fase I (EURO III) e 100.000 km per la fase II (EURO IV). Ciò ha imposto alle industrie automobilistiche, alle industrie per la componentistica ed alle industrie petrolifere un notevole sforzo e l'adozione di "Best Available Technology". Oltre all'inseverimento dei limiti, le novità introdotte dalla 98/69 CEE sono:

- inseverimento del ciclo: eliminazione dei 40 secondi iniziali al minimo, previsti dalla precedente normativa, durante i quali non venivano effettuate misurazioni delle emissioni⁹;
- limiti alle emissioni di HC (1,8 g/km) e di CO (15 g/km) sul tratto urbano del ciclo con temperatura di -7°C ¹⁰;
- installazione a bordo delle autovetture di un sistema di monitoraggio delle emissioni noto con l'acronimo di OBD¹¹: On Bord Diagnostic. Con questo sistema vengono stabiliti dei nuovi limiti, detti Threshold (vedi Tab. 5.10), al di sopra dei quali deve accendersi una spia di malfunzionamento (MI Malfunction Indicator) che avverte il conducente del veicolo mediante un segnale ottico od acustico del funzionamento anomalo di uno dei componenti relativo alle emissioni collegato al sistema OBD, o del sistema OBD stesso. L'installazione dell'EOBD è obbligatoria per i veicoli ad **accensione comandata** appartenenti alla categoria M1, ad eccezione di quelli la cui massa massima supera 2.500 kg, ed alla categoria N1 classe I dal 1° gennaio 2000 per i nuovi modelli e dal 1° gennaio 2001 per tutti i modelli. Per i veicoli ad **accensione spontanea** appartenenti alla categoria M1, l'obbligatorietà scatta dal 1° gennaio 2003 per i nuovi modelli e dal 1° gennaio 2004 per tutti i modelli fatta eccezione per i veicoli destinati a trasportare più di sei passeggeri compreso il conducente ed i veicoli la cui massa massima è superiore a 2.500 kg. Per quest'ultimo tipo di veicolo e per i nuovi veicoli appartenenti alla categoria N1 classe I l'obbligatorietà dell'OBD parte dal 1° gennaio 2005. Infine, sempre per i nuovi tipi di veicoli con motore ad accensione spontanea, appartenenti alla categoria N1 classi II e III l'installazione del sistema OBD è obbligatoria dal 1° gennaio 2006 (vedi Tab. 5.11)
- inseverimento della prova per la misura delle emissioni evaporative. Il limite di 2g/prova resta invariato mentre la durata della prova viene prolungata a 24 ore e tutta l'autovettura, e non solo, quindi, la benzina, viene riscaldata a 35 °C;
- controllo della conformità dei veicoli in circolazione. Oltre a quanto stabilito dalla 93/59/CEE, con la 98/69/CEE vengono introdotti il metodo di campionamento e i procedimenti statistici atti a valutare la conformità alle specifiche sulle emissioni dei veicoli in circolazione. Il procedimento si applica, previo accordo con il proprietario, ai veicoli che hanno percorso almeno 15.000 km o hanno almeno sei mesi di vita, a seconda di quale condizione si verifica per ultima, ed ai veicoli che hanno percorso meno di 80.000 km o che hanno meno di cinque anni di età, a seconda di quale condizione si verifica per prima. Nel caso che il veicolo non superi la prova di conformità la normativa prevede un "Programma di ripristino" in cui si concede al costruttore la possibilità di apportare le modifiche necessarie a riportare il veicolo a norma.
- Reintroduzione, per i veicoli a benzina, di limiti separati per gli NO_x e gli HC

Dalle iniziali tre prove previste dalla 70/220/CEE, con la 98/69/CEE le prove di omologazione sono diventate sette:

Prova di tipo I	Controllo delle emissioni dallo scarico dopo una partenza a freddo;
Prova di tipo II	Emissioni di ossidi di carbonio con motore al minimo;
Prova di tipo III	Emissioni di gas dal basamento;
Prova di tipo IV	Determinazione delle emissioni per evaporazione dai veicoli con accensione comandata;
Prova di tipo V	Prova di invecchiamento per verificare la durata dei dispositivi antinquinamento;

⁹ Ciò significa che il prelievo dei gas avviene contemporaneamente alla messa in moto del veicolo.

¹⁰ I -7°C vengono devono essere garantiti durante tutto il ciclo che va eseguito, pertanto, in una apposita cella termostata.

¹¹ Nella direttiva il sistema OBD è definito come un sistema di diagnostica di bordo per il controllo delle emissioni in grado di identificare la probabile zona di malfunzionamento mediante codici di guasto inseriti nella memoria di un computer.

Prova di tipo VI

Prova delle emissioni medie di ossido di carbonio e idrocarburi a bassa temperatura dopo la partenza a freddo¹².

Prove OBD

Prova per verificare il funzionamento del sistema OBD mediante simulazione di guasto del sistema di gestione del motore o di controllo delle emissioni. Procedure per determinare la durata degli OBD.

Le opzioni per l'omologazione dei veicoli risultano così modificate (vedi Tabella 5.9):

Prova omologazione	Veicoli delle categorie M e N con motore ad accensione comandata	Veicoli delle categorie M1 ed N1 con motore ad accensione spontanea
Tipo I	Sì (massa [3,5 t)	Sì (massa [3,5 t)
Tipo II	Sì	-
Tipo III	Sì	-
Tipo IV	Sì (massa [3,5 t)	-
Tipo V	Sì (massa [3,5 t)	Sì (massa [3,5 t)
Tipo VI	Sì (veicoli della categoria M1 e della categoria N1, classe I	
Diagnostica di bordo	Sì	Sì

Tabella 5.9: Differenti opzioni per l'omologazione previsti dalla 98/69/CEE

Categoria	Classe	Massa di riferimento (RW) (kg)	CO (g/km)		HC (g/km)		NO _x (g/km)		PM ⁽¹⁾ (g/km)
			Benzina	Diesel	Benzina	Diesel	Benzina	Diesel	Diesel
M ⁽²⁾	tutte		3,2	3,2	0,4	0,4	0,6	1,2	0,18
N1 ^{(3) (4)}	I	RW[1305	3,2	3,2	0,4	0,4	0,6	1,2	0,18
	II	1305<RW[1760	5,8	4,0	0,5	0,5	0,7	1,6	0,23
	III	RW>1760	7,3	4,8	0,6	0,8	0,8	1,9	0,28

(1) Per i motori ad accensione spontanea
(2)Eccettuati i veicoli aventi una massa massima superiore a 2.500 kg
(3)Compresi i veicoli di categoria M di cui alla nota (2)
(4)La proposta Auto-Oil II deve contenere i valori limite per l'OBD per il 2005-2006 per i veicoli delle categorie M1 ed N1

Tabella 5.10: Valori limite oltre i quali il sistema OBD deve indicare il guasto di un componente o di un sistema relativo alle emissioni causa del superamento.

Riguardo all'obbligatorietà dell'installazione a bordo dei veicoli dell'OBD, nella direttiva 98/69/CEE non erano previste date per i veicoli ad **accensione comandata**

- della categoria M1 destinati al trasporto di più di sei passeggeri compreso il conducente o con massa massima superiore a 2.500 kg;
- della categoria N1 classi II e III

mentre per quelli ad **accensione spontanea** erano previste le date solo per i nuovi veicoli

- della categoria M1 destinati al trasporto di più di sei passeggeri compreso il conducente o con massa massima superiore a 2.500 kg;
- della categoria N1 classi I, II e III

Queste "lacune" sono state colmate con la **direttiva 99/102/CEE** del 15 dicembre 1999. Nella Tabella 5.11 è riportato uno schema delle date previste dalle due direttive citate.

¹² Questa prova è applicabile ai nuovi veicoli a partire dal 1° gennaio 2002

Direttiva	Accensione comandata			Accensione spontanea		
	Categoria veicolo	Classe	Date	Categoria veicolo	Classe	Date
98/69/CEE	M1 massa [2,5 t	-	01/01/2000 nuovi veicoli 01/01/2001 tutti i veicoli	M1 massa [2,5 t	-	01/01/2003 nuovi veicoli 01/01/2004 tutti i veicoli
	N1	I		M1 massa > 2,5 t	-	
		II	-	N1	I	
		III	-	N1	II	01/01/2006 nuovi veicoli
			III			
99/102/CEE	M1 massa >2,5t	-	01/01/2001 nuovi veicoli 01/01/2002 tutti i veicoli	M1 massa > 2,5 t	-	01/01/2006 tutti i veicoli
	N1	II		N1	I	
		III	II			
			III			

Tabella 5.11: Date previste dalle Direttive 98/69 e 99/102 per l'installazione a bordo dei veicoli dell'OBD

Direttiva 98/69/CEE													
Categoria	Classe	Massa di riferimento (RW) [kg]	CO [g/km]		HC [g/km]		NOx [g/km]		HC+NOx [g/km]		PM ⁽¹⁾ [g/km]	Date di applicazione	
			Benzina	Diesel	Benzina	Diesel	Benzina	Diesel	Benzina	Diesel	Diesel		
A (2000) EURO III	M ⁽²⁾	Tutte	2,3	0,64	0,20	-	0,15	0,50	-	0,56	0,05	1° gennaio 2000 per i nuovi modelli ⁽²⁾	
	N1 ⁽³⁾	I	RW [1305	2,3	0,64	0,20	-	0,15	0,50	-	0,56	0,05	1° gennaio 2001 per tutti i modelli ⁽²⁾
		II	1305<RW[1760	4,17	0,80	0,25	-	0,18	0,65	-	0,72	0,07	1° gennaio 2001 per i nuovi modelli e per veicoli appartenenti alla categoria M con massa massima superiore a 2.500 kg.
		III	RW>1760	5,22	0,95	0,29	-	0,21	0,78	-	0,86	0,10	1° gennaio 2002 per tutti i modelli e per veicoli appartenenti alla categoria M con massa massima superiore a 2.500 kg.
B (2005) EURO IV	M ⁽²⁾	Tutte	1,0	0,50	0,10	-	0,08	0,25	-	0,30	0,025	1° gennaio 2005 per i nuovi modelli ⁽²⁾	
	N1 ⁽³⁾	I	RW [1305	1,0	0,50	0,10	-	0,08	0,25	-	0,30	0,025	1° gennaio 2006 per tutti i modelli ⁽²⁾
		II	1305<RW[1760	1,81	0,63	0,13	-	0,10	0,33	-	0,39	0,04	1° gennaio 2006 per i nuovi modelli e per veicoli appartenenti alla categoria M con massa massima superiore a 2.500 kg.
		III	RW>1760	2,27	0,74	0,16	-	0,11	0,39	-	0,46	0,06	1° gennaio 2007 per tutti i modelli e per veicoli appartenenti alla categoria M con massa massima superiore a 2.500 kg.

(1) Per i motori ad accensione spontanea

(2) Eccettuati i veicoli aventi massa massima > 2.500 kg

(3) Compresi i veicoli di categoria M di cui alla nota (2)

Tabella 5.12: Limiti alle emissioni previsti nella direttiva europea 98/69/CEE

Nella Fig. 5.4 è riportata una rappresentazione grafica della progressiva riduzione dei limiti alle emissioni previste dalle normative che vanno dall'EURO I all'EURO IV. I limiti sono, ovviamente, quelli validi per la conformità all'omologazione, e vengono riportati, oltre alla CO ed al PM solo i valori della massa combinata di HC ed NO_x in quanto nelle direttive EURO I ed EURO II non erano previsti limiti separati per i due inquinanti. Va tenuto presente, inoltre, che i valori dei limiti alle emissioni previsti dalle EURO III ed EURO IV si riferiscono, relativamente alla prova di tipo I, ad ciclo di omologazione diverso da quello valido per le due direttive precedenti (eliminazione dei 40 secondi iniziali).

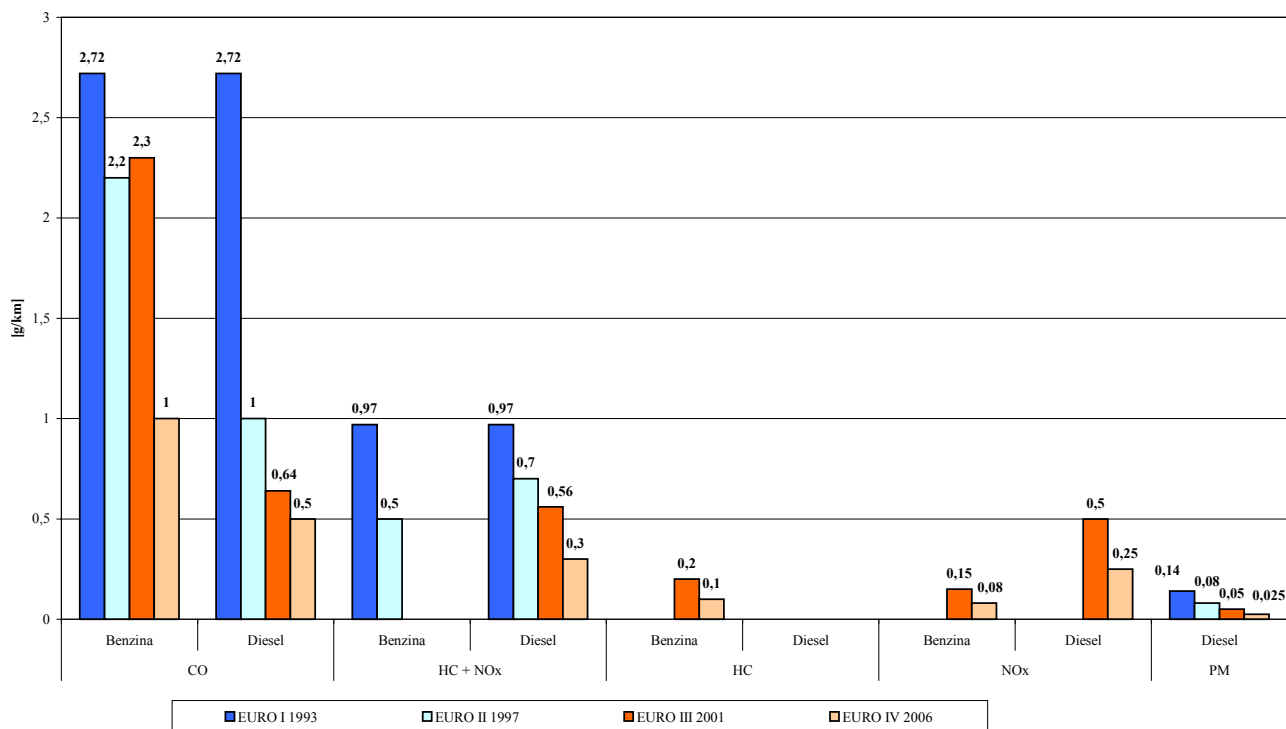


Figura 5.4: Valori limite previsti dalle normative EURO I-EURO IV per i veicoli della categoria M con massa massima inferiore a 2.500 kg e per i veicoli della categoria N1 classe I.

Nella direttiva 98/69/CE i limiti previsti per la prova di tipo VI riguardavano i veicoli della categoria M1 (destinati a trasportare non più di sei passeggeri compreso il conducente e per i veicoli aventi una massa massima ≤ 2,5 t.) e della categoria N1 classe I con motore ad accensione comandata ed erano, come già detto, validi a partire dal 1° gennaio 2002. Con la **direttiva 2001/100/CE** del 7 dicembre 2001, recepita in Italia con DM delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5.11.2002, la Commissione ha fissato i limiti sia per i veicoli ad accensione comandata della categoria M1 per il trasporto di più di sei passeggeri compreso il conducente e per quelli con massa superiore a 2,5 t ed inferiore o uguale a 3,5 t, che per i veicoli, sempre ad accensione comandata, della categoria N1 appartenenti alle classi II e III. I limiti sono validi per ambedue le categorie solo per i nuovi modelli a partire dal 1° gennaio 2003 (vedi Tab. 5.13). Dalla prova sono esclusi i veicoli alimentati a GPL ed a metano.¹³

Direttiva 2001/100/CEE			
Categoria	Classe	CO [g/km]	HC [g/km]
M1	-	15	1,8
N1	II	24	2,7
	III	30	3,2

Tabella 5.13: Limiti per la prova di Tipo VI previsti dalla direttiva 2001/100/CE

¹³ Nei veicoli alimentati a combustibile gassoso sono compresi anche quei veicoli ad alimentazione mista, benzina-combustibile gassoso, in cui il sistema a benzina è utilizzato soltanto in casi d'emergenza o per l'avviamento del motore ed il cui serbatoio per la benzina non può contenere più di 15 litri.

Per avere un'idea dei progressi fatti nel corso degli anni in termini di riduzione delle emissioni, in Fig. 5.5 sono riportati gli andamenti dei limiti, relativamente alla prova di tipo I, per gli inquinanti sottoposti a normativa. I valori del CO e della massa combinata HC+NO_x si riferiscono ad una autovettura a benzina con cilindrata pari a 2000 cc, mentre i valori del PM si riferiscono, ovviamente, alle autovetture diesel. I dati riportati però vanno presi con qualche cautela giacché, come già detto, la prova di tipo I è cambiata nel tempo.

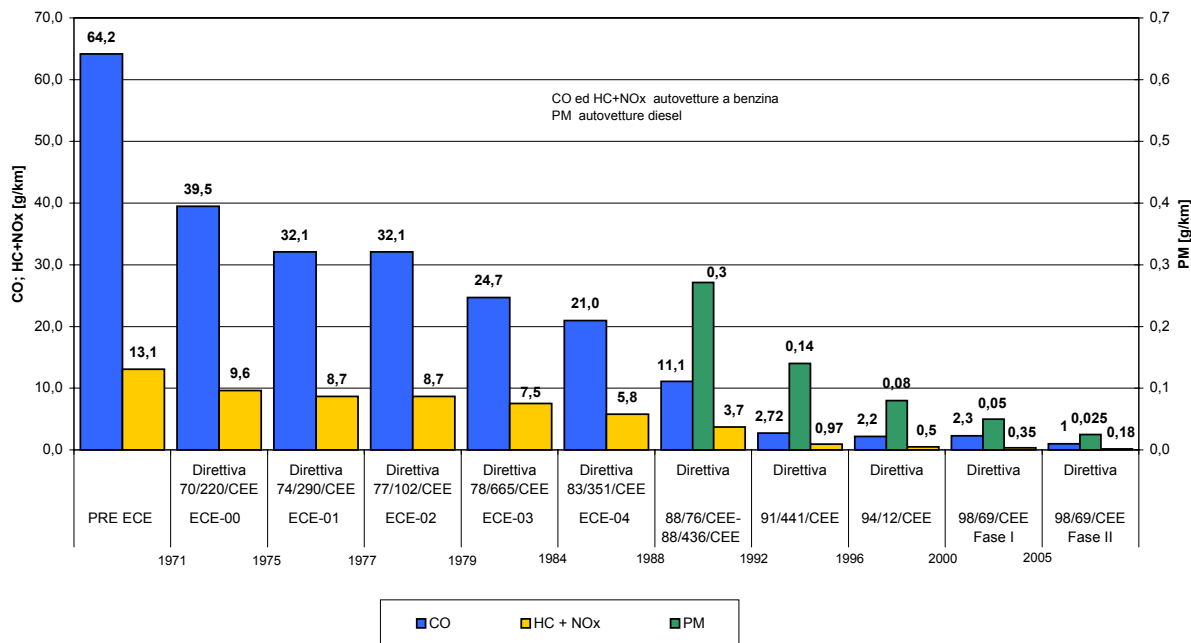


Figura 5.5: Valori limite alle emissioni delle autovetture dalla ECE-00 alla EURO IV

Per completare il quadro sui veicoli leggeri qui di seguito vengono citate e brevemente commentate alcune direttive che pur non fissando nuovi limiti alle emissioni hanno una loro importanza nel quadro normativo generale

5.2.5 - Direttive riguardanti le autovetture alimentate con combustibili alternativi.

Il 2 ottobre del 1998 è stata emanata la **direttiva 98/77/CEE** recepita in Italia con decreto del Ministero dei Trasporti il 13.05.99. Con tale direttiva vengono stabiliti i requisiti tecnici e le procedure per l'omologazione CE dei veicoli alimentati sia con combustibili alternativi (GPL e metano) che con alimentazione mista (benzina-GPL, benzina-metano). Contestualmente vengono fissate le specifiche dei combustibili gassosi di riferimento. Secondo quanto stabilito dalla direttiva a partire dal 1° gennaio 1999 possono essere immatricolati e circolare liberamente nei paesi della comunità veicoli marcianti con i carburanti alternativi menzionati a patto che rispettino le norme sulle emissioni in vigore all'atto dell'immatricolazione. A partire dal 1° ottobre 1999 è vietata l'immatricolazione delle autovetture che non rispettano tale norma. Sempre con la direttiva 98/77 vengono fissate le procedure di prova per l'omologazione dei convertitori catalitici di ricambio da installare a bordo degli autoveicoli appartenenti alle categorie M1 ed N1 dotati di OBD. Analogamente a quanto previsto per i carburanti alternativi dal 1° gennaio 1999 potranno essere installate a bordo degli autoveicoli i convertitori che soddisfino i requisiti previsti dalla direttiva e dal 1° ottobre è vietata l'omologazione, e quindi l'installazione, delle marmitte catalitiche che non li soddisfano. Con la **direttiva 2001/1/CE** del 22 gennaio 2001 anche per i veicoli alimentati a GPL ed a metano viene resa obbligatoria l'installazione a bordo dell'OBD:

- a decorrere dal 1° gennaio 2003 per i nuovi tipi e dal 1° gennaio 2004 per tutti i tipi di veicoli della categoria M1 (la cui massa massima non supera 2500kg) ed i veicoli della categoria N1, classe I, alimentati permanentemente o per parte del tempo con gas di petrolio liquefatto (GPL) o gas naturale, devono essere dotati di un sistema OBD per il controllo delle emissioni;

- a decorrere dal 1° gennaio 2006 per i nuovi tipi e dal 1° gennaio 2007 per tutti i tipi di veicoli della categoria N1, classi II e III, e i veicoli della categoria M1, la cui massa massima supera 2 500 kg, alimentati permanentemente o per parte del tempo con carburanti GPL o gas naturale, devono essere dotati di un sistema OBD per il controllo delle emissioni.

5.2.6 - Direttive sui consumi e sull'emissione di CO₂

Le prima direttiva sui consumi di carburante è stata **la direttiva 80/1268/CEE** del Consiglio emanata il 16 dicembre 1980. Tale direttiva è stata successivamente modificata dalle **direttive: 89/491/CEE** del 17 luglio 1989; **93/116/CEE** del 17 dicembre 1993 e da ultimo dalla **direttiva 1999/100/CE** della Commissione emanata il 15 dicembre 1999 e recepita in Italia con il D.M. dei Trasporti del 16 marzo 2000.

Le direttive indicano la procedura di prova; le categorie di veicoli che devono essere sottoposti alla prova, il tipo di ciclo da utilizzare, le caratteristiche del combustibile da utilizzare nella prova e le formule da utilizzare per il calcolo della CO₂, etc **ma non stabiliscono limiti alle emissioni di CO₂**. In sostanza, le direttive prevedono che i veicoli non possono essere omologati se i valori relativi alle emissioni di CO₂ ed al consumo non sono determinati conformemente alle disposizioni della direttiva 80/1268/CEE e successive modifiche. Le modifiche alla 80/1268/CEE hanno armonizzato le specifiche della prova per la misura della CO₂ alle modifiche alla 70/220 che si sono susseguite nel tempo. Nello specifico, la direttiva 1999/100/CEE ha adeguato il ciclo di prova di tipo I alla 98/69/CEE, eliminando il periodo iniziale di funzionamento al minimo di 40 secondi ed ha esteso l'obbligo di misurare la CO₂ anche ai veicoli alimentati a GPL ed a metano.

5.3 - Normative per i veicoli commerciali leggeri

La direttiva 93/59/CEE, emanata dal Consiglio Europeo il 28/06/1993, e recepita in Italia con il D.M. dei Trasporti il 4/09/1995, è la prima direttiva che riguarda specificatamente i veicoli commerciali leggeri. In realtà la 93/59 è un aggiornamento della 91/441 ma con la sua applicazione cessano, come già detto, le deroghe per i veicoli fuori strada e per i veicoli appartenenti alla categoria N1 presenti nelle direttive precedenti. Tale normativa stabilisce limiti differenziati in funzione della massa di riferimento del veicolo solo i valori limite per i veicoli appartenenti alla categoria N1 sono riportati nella Tab. 5.14

Direttiva 93/59/CEE						
Categoria veicolo ¹⁴	Classe	Massa di riferimento [kg]	CO [g/km]	HC+NO _x [g/km]	PM ^(2,3) [g/km]	Date di entrata in vigore
N1	I	Mr<1.250	2,72	0,97	0,14	Conformità omologaz.
			3,16	1,13	0,18	Conformità produzione ¹⁵
	II	1.250<Mr<1700	5,17	1,40	0,19	Conformità omologaz.
			6,0	1,6	0,22	Conformità produzione
	III	Mr>1700	6,9	1,7	0,25	Conformità omologaz.
			8,0	2,0	0,29	Conformità produzione

1) La direttiva si applica anche ai veicoli adibiti al trasporto di più di sei persone compreso il conducente ed ai veicoli con massa superiore ai 2.500 kg
2) Solo per i veicoli diesel
3) Per i veicoli N1 ad iniezione diretta, i limiti sono aumentati di un fattore 1,4 fino ad ottobre 1994 per l'omologazione e fino ad ottobre 1995 per l'intera produzione.

Tabella 5.14: Limiti alle emissioni previsti nella direttiva europea 93/59/CEE ⁽¹⁾

Il ciclo di omologazione è lo stesso di quello delle autovetture passeggeri (UDC + EUDC) previsto dalla 91/441/CEE ed anche il tipo ed il numero delle prove sono identici. L'unica differenza è che per i veicoli che hanno un rapporto potenza/massa inferiore a 40 kW/t e una velocità massima inferiore a 130 km/h la velocità massima nel ciclo extraurbano (EUDC) è ridotta a 90 km/h. I limiti per le emissioni evaporative e per la durata dei dispositivi anti inquinamento sono quelli previsti dalla 91/441/CEE. Inoltre, come si può notare, i veicoli appartenenti alla Classe I devono rispettare gli stessi limiti imposti per i veicoli passeggeri dalla direttiva 91/441/CEE. Infine, analogamente a quanto previsto da quest'ultima non si fa distinzione tra veicoli a benzina e veicoli diesel.

Con la direttiva 96/69/CE emanata il 08/10/1996 e recepita in Italia con D.M. dei Trasporti del 14/11/1997 i limiti alle emissioni previsti dalla direttiva precedente vengono abbassati (vedi Tab. 5.15), ma analogamente a quanto avvenuto per i veicoli passeggeri con la direttiva 94/12, viene reintrodotta la distinzione tra veicoli a benzina e veicoli diesel.

Con il D.M dei Trasporti del 21/12/1999 è stata recepita, come già detto, la direttiva 98/69/CEE che stabilisce oltre ai limiti alle emissioni per i veicoli appartenenti alla categoria M1, ad eccezione di quelli con massa massima superiore a 2,5 t, anche i limiti alle emissioni per i veicoli appartenenti alla categoria N1, classi I, II e III, validi a partire dal 01.01.2001 e dal 01.01.2006 e già riportati nella Tab. 5.12.

Nelle Figg. 5.6 e 5.7 sono riportati i valori limite previsti dalle direttive europee dalla 93/59/CEE alla 98/69/CEE suddivisi, per chiarezza, in veicoli a benzina e veicoli diesel.

¹⁴ Anche se presenti nella direttiva, per ragioni di chiarezza nella tabella non sono stati riportati i limiti validi per i veicoli appartenenti alla categoria M in quanto già riportati nella Tabella 5.5 relativa ai limiti previsti dalla 91/441/CEE. Da notare che i limiti per i veicoli appartenenti alla classe I della categoria N1 sono identici a quelli previsti per la classe M.

¹⁵ Nella tabella sono inseriti anche i limiti per la conformità alla produzione in quanto, come già detto, i valori limite aumentati per il controllo della conformità alla produzione non sarebbero stati più applicati a partire dal 1° gennaio 1996 per le nuove omologazioni e a partire dal 1° gennaio 1997 per tutte le omologazioni.

Direttiva 96/69/CEE							
Categoria veicolo ¹⁶	Classe	Massa di riferimento [kg]		CO [g/km]	HC+NO _x [g/km]	PM [g/km]	Date di entrata in vigore
N1	I	Mr<1250	Benzina	2,2	0,5	0,08	01/01/1997. Nuovi modelli.
			Diesel IDI	1,0	0,7		01/10/1997 Tutti i modelli.
			Diesel DI ⁽¹⁾	1,0	0,9		
	II	1250<Mr<1700	Benzina	4,0	0,6	0,12	01/01/1998 Nuovi modelli..
			Diesel IDI	1,25	1,0		10/10/1998 Tutti i modelli.
			Diesel DI ⁽¹⁾	1,25	1,0		
III	Mr>1700	Benzina	5,0	0,7	0,17	01/01/1998 Nuovi modelli..	
		Diesel IDI	1,5	1,2		01/10/1998 Tutti i modelli.	
		Diesel DI ⁽¹⁾	1,5	1,6			

(1) validi fino al 30 settembre 1999. Dal 1° ottobre 1999 valgono i limiti previsti per i veicoli diesel IDI

Tabella 5.15: Limiti alle emissioni previsti nella direttiva europea 96/69/CEE

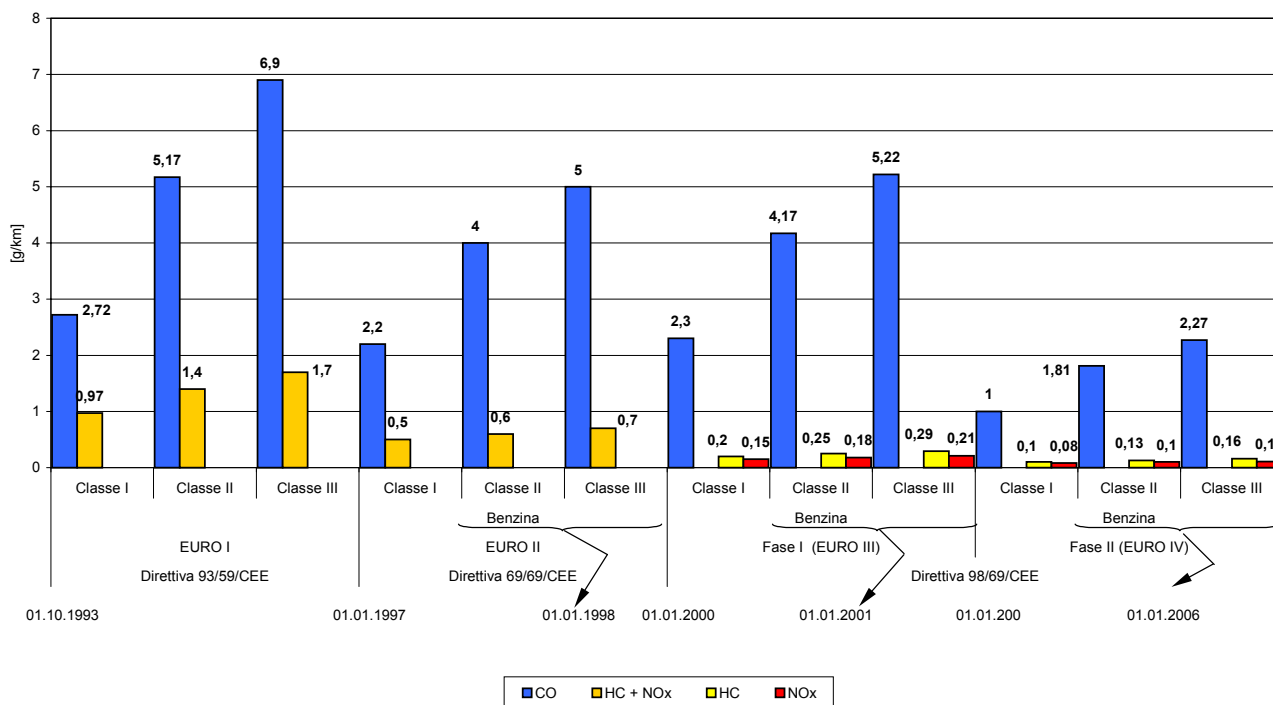


Figura 5.6: Valori limite alle emissioni dei veicoli commerciali leggeri a benzina (categoria N1 classi I,II e III) previsti dalle direttive europee dalla 93/59/CEE alla 98/69/CEE.

¹⁶ Anche se presenti nella direttiva, per ragioni di chiarezza nella tabella non sono stati riportati i limiti validi per i veicoli appartenenti alla categoria M in quanto già riportati nella Tabella 5.8 relativa ai limiti previsti dalla 94/12/CEE. Da notare che i limiti per i veicoli appartenenti alla classe I della categoria N1 sono identici a quelli previsti per la classe M.

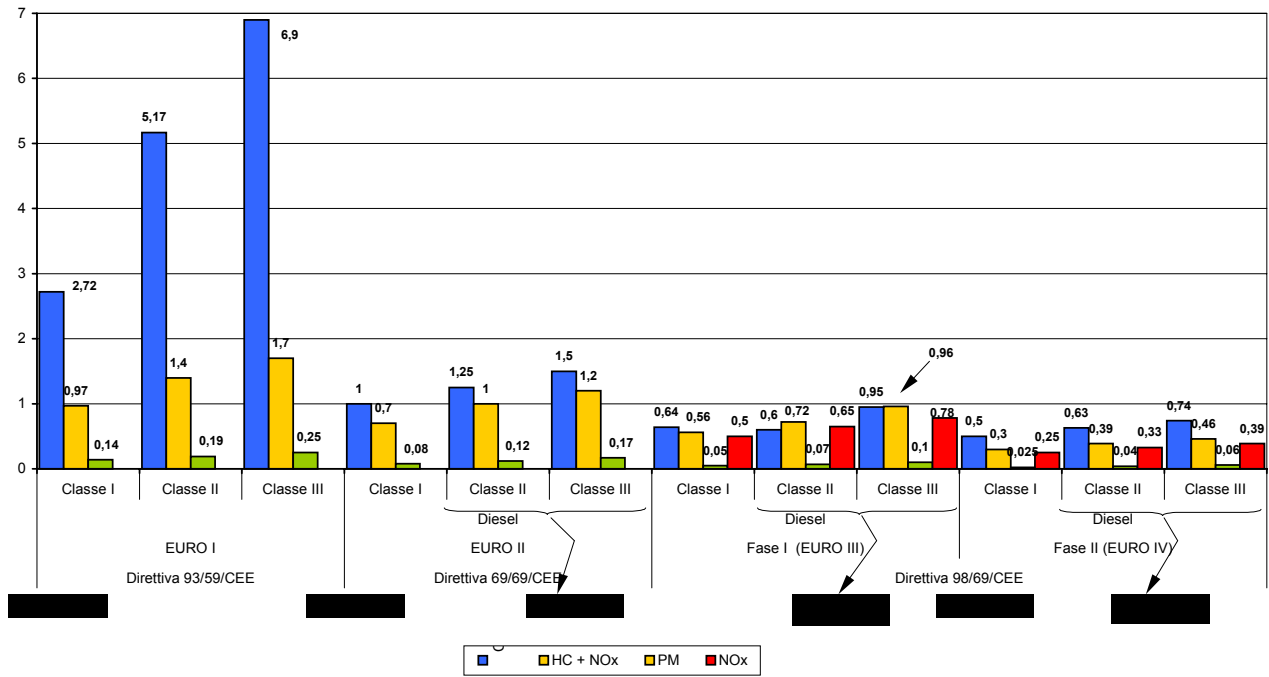


Figura 5.7: Valori limite alle emissioni dei veicoli commerciali leggeri diesel (categoria N1 classi I, II e III) previsti dalle direttive europee dalla 93/59/CEE alla 98/69/CEE.

5.4 – Normative per i veicoli commerciali pesanti¹⁷.

Con il **regolamento ECE R-49** vengono stabilite le procedure di prova ed i limiti alle sole emissioni gassose per i veicoli con peso complessivo superiore a 3,5 t. La procedura di prova è quella del cosiddetto "ciclo dei 13 modi" mutuato, con alcune modifiche, dall'analogo ciclo adottato negli USA. Il ciclo di prova per l'omologazione è completamente diverso da quello prescritto per i veicoli con massa complessiva inferiore alle 3,5 t.. Le maggiori differenze, nel contesto di questo lavoro, sono:

- la prova non viene effettuata sull'intero veicolo posto su un banco a rulli ma solo sul motore montato su un banco prova dinamometrico;
- le prove vengono eseguite in condizioni stazionarie;
- l'unità di misura delle emissioni viene espressa in g/kWh e non in g/km;
- per la massa degli HC e degli NO_x non vengono previsti limiti cumulativi ma vengono stabiliti dei limiti diversi per ciascuno dei due inquinanti.

Senza entrare in eccessivi dettagli, tale procedura prevede che il motore in prova venga fatto funzionare in 13 modalità diverse ciascuna caratterizzata da un punto sul piano carico-velocità di rotazione del motore. Durante ciascuna modalità vengono misurate le concentrazioni volumetriche degli inquinanti. Dalla misura delle concentrazioni così ottenute e da quelle delle portate massiche di aria e di combustibile vengono poi calcolate le portate massiche orarie dei singoli inquinanti relativamente a ciascuno dei 13 modi che vengono pesate con opportuni coefficienti di ponderazione. La sommatoria delle portate massiche così ottenute fornisce il valore, espresso in grammi, dell'emissione del singolo inquinante. Dividendo questo valore per la sommatoria delle potenze registrate durante l'esecuzione dei 13 modi, ciascuna pesata con gli stessi coefficienti di ponderazione, si ottiene il valore in g/kWh da confrontare con i limiti previsti dalla normativa.

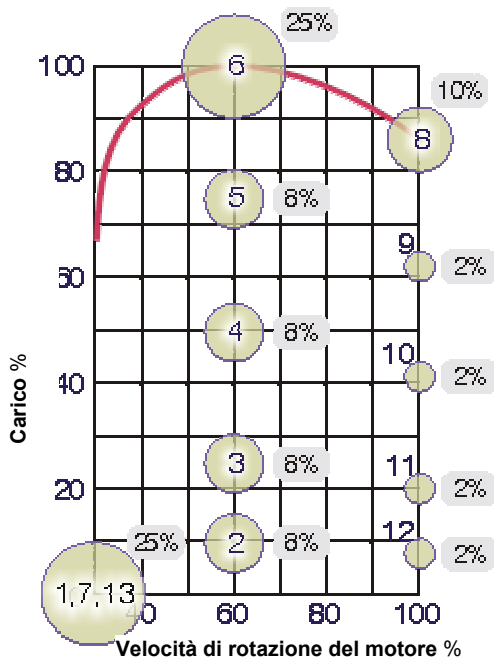


Figura 5.8: Rappresentazione grafica sul piano carico-velocità di rotazione dei 13 modi^[5].

Nella Figura 5.8 e nella Tabella 5.16 sono riportati, rispettivamente, la rappresentazione grafica sul piano carico-velocità di rotazione del motore e la sequenza delle condizioni operative del motore previsti nel ciclo dei "13 modi".

¹⁷ In questa categoria di veicoli rientrano anche gli autobus urbani ed extraurbani (categoria M3)

Sequenza	Velocità di rotazione del motore	Carico %	Coeff. di ponderazione
1	Minima	-	0,25/3
2	Intermedia	10	0,08
3	Intermedia	25	0,08
4	Intermedia	50	0,08
5	Intermedia	75	0,08
6	Intermedia	100	0,25
7	Minima	-	0,25/3
8	Nominale	100	0,10
9	Nominale	75	0,02
10	Nominale	50	0,02
11	Nominale	25	0,02
12	Nominale	10	0,02
13	Minima	-	0,25/3

Tabella 5.16: Sequenza delle condizioni operative del motore nel ciclo R-49

Come si può notare per ciascuna delle tre misurazioni effettuate al minimo il coefficiente di ponderazione è pari a 0,25/3. Ciò comporta che le misurazioni effettuate in queste condizioni contribuiscano complessivamente al 25% del valore finale delle emissioni.

I limiti previsti dal **regolamento ECE R-49**, e dal successivo **emendamento ECE R-49-01** sono riportati in Tabella 5.17.

Regolamento ECE R-49 e ECE R-49-01			
	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NO _x [g/kWh]
ECE R-49	14	3,5	18
ECE R-49.01	11,2	2,4	14,4

Tabella 5.17: Limiti alle emissioni dei veicoli con massa complessiva > 3,5 t

5.4.1 - Le direttive 88/77/CEE e 91/542/CEE

Nel 1989 fu emanata da Consiglio Europeo la **direttiva 88/77 CEE**, recepita in Italia con il DM 5/6/1989, che stabiliva i limiti alle emissioni sia per i motori di nuova omologazione sia per la conformità alla produzione (Tab. 5.18).

Direttiva 88/77/CEE					
Limiti	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	PM [g/kWh]	Date di applicazione
Omologazione	11,2	2,4	14,4	-	Nuovi Modelli 01/04/1988
Conformità alla produzione	12,3	2,6	15,8	-	Tutti i modelli 01/10/1990

Tabella 5.18: Limiti alle emissioni previste dalla direttiva 88/77/CEE

La direttiva 88/77/CEE, che è stata la prima direttiva riguardante i veicoli pesanti, stabiliva i limiti alle sole emissioni gassose ed i valori erano quelli previsti dal regolamento ECE R-49-01. Per le misure di particolato si faceva riferimento al **regolamento ECE 24.03**, adottato dalla direttiva 72/306/CEE, che stabiliva limiti alla opacità dei fumi in condizioni stazionarie. Tale norma è stata superata dalla **direttiva 91/542/CEE**, nota come Direttiva Clean Lorry, adottata dal Consiglio Europeo il 1° ottobre 1991 e recepita in Italia con il DM del Ministero dell'Ambiente del 23/03/1992. In essa si stabilivano, infatti, riduzioni alle emissioni degli inquinanti gassosi e limiti alle emissioni di PM da effettuarsi in due fasi (vedi Tab. 5.19)

Come si può notare, in previsione direttiva della 91/1/CE, i limiti per la conformità alla produzione previsti dalla Fase II, sono identici a quelli validi per l'omologazione. Infatti, con la **direttiva 91/1/CE** del Parlamento e del Consiglio Europeo del 22 gennaio 1996, recepita in Italia con il DM del 22 marzo 1997, viene fissato un metodo di verifica per la conformità alla produzione analogo a quello introdotto dalla 93/59/CEE.

Direttiva 91/542/CEE					
Limiti Fase I (EURO I)	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	PM [g/kWh]	Date di applicazione
Omologazione	4,5	1,1	8,0	0,36 ⁽¹⁾	01/07/1992 Nuovi modelli
Conformità alla produzione	4,9	1,23	9,0	0,4 ⁽¹⁾	01/10/1993 Tutti i modelli
Limiti Fase II (EURO II)					
Omologazione	4,0	1,1	7,0	0,15 ^(1,2)	01/10/1995 Nuovi modelli
Conformità alla produzione	4,0	1,1	7,0	0,15 ^(1,2)	01/10/1996 Tutti i modelli

(1) Per motori di potenza ≤ 85 kW il valore limite per le emissioni di particolato è aumentato di un fattore 1,7
(2) Per motori con cilindrata, per singolo cilindro, inferiore o uguale a 0,7 litri ed ad un regime nominale maggiore di 3000/minuto (small engines) il limite massimo è pari a 0,25 g/kWh fino al 30.09.1997 per i nuovi modelli e fino al 30.09.1998 per tutti i modelli¹⁸.

Tabella 5.19: Limiti alle emissioni previste dalla direttiva 91/542/CEE

5.4.2 - La direttiva 1999/96: i futuri limiti alle emissioni per i veicoli commerciali pesanti

Il 13 dicembre del 1999, il Parlamento Europeo ed il Consiglio dei Ministri dell'Ambiente hanno adottato la **direttiva 1999/96/CEE**, nota anche come EURO III, recepita in Italia con il DM del Ministero dei Trasporti del 25 maggio 2001¹⁹. Tale direttiva, oltre a stabilire limiti più stringenti alle emissioni dei veicoli pesanti, sostituisce il ciclo di omologazione previsto dal Regolamento ECE R-49 con il **ciclo ESC** (European Steady-state Cycle) ed introduce due nuovi cicli: il **ciclo ETC** (European Transient Cycle) ed il **ciclo ELR** (European Load Response per la misura dell'opacità dei fumi). Inoltre, nella direttiva vengono adottati i limiti EURO IV ed EURO V che entreranno in vigore rispettivamente nel 2005 e nel 2008 (Tab. 5.20). I valori previsti da tali limiti renderanno di fatto obbligatoria l'installazione di nuovi dispositivi di post trattamento dei gas di scarico come le trappole per il particolato ed i catalizzatori De-NOx. I limiti previsti per gli ossidi di azoto al 2008 saranno rivisti a dicembre 2002 e saranno confermati o modificati in base alla reale disponibilità ed efficacia di questi nuovi dispositivi anti inquinamento.

Direttiva 1999/96/CEE							
	Ciclo di prova	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	PM [g/kWh]	Fumosità [m ⁻¹]	Date di applicazione
EURO III	ESC & ELR	2,1	0,66	5,0	0,10 0,13 ⁽¹⁾	0,8	01/10/2000 Nuovi modelli 01/10/2001 Tutti i modelli
EURO IV	ETC/ESC & ELR	1,5	0,46	3,5	0,02 ⁽²⁾	0,5	01/10/2005 Nuovi modelli 01/10/2006 Tutti i modelli
EURO V	ETC/ESC & ELR	1,5	0,46	2,0	0,02	0,5	01/10/2008 Nuovi modelli 01/10/2009 Tutti i modelli
Veicoli EEV	Valgono i cicli sopra riportati	1,5	0,25	2,0	0,02	0,15	Valgono le date sopra riportate.

(1) Per i motori con cilindrata inferiore a 0,75 l per cilindro ed ad un regime nominale maggiore di 3000 giri/min.
(2) Con l'entrata in vigore dell'EURO IV cesseranno le deroghe per i motori di cui alla nota (1).

Tabella 5.20: Limiti alle emissioni previste dalla direttiva 1999/96/CEE

Nella Tabella 5.21 e nella Figura 5.9 sono riportati, rispettivamente, la sequenza delle condizioni operative di funzionamento del motore previsti dal ciclo ESC e la rappresentazione grafica sul piano carico-velocità di rotazione del motore.

Fino all'entrata in vigore dell'EURO IV i costruttori potranno scegliere se adottare il ciclo ESC o il ciclo ETC, quando l'EURO IV sarà in vigore le emissioni dovranno essere determinate su entrambi i cicli.

¹⁸ Tale deroga è stata introdotta con la direttiva 91/1/CE

¹⁹ La direttiva prevedeva la data del 30 giugno 2000 come termine ultimo entro il quale gli Stati membri avevano l'obbligo di trasporre i contenuti della direttiva nei loro rispettivi ordinamenti. Il Dipartimento dei trasporti terrestri, in attesa del completamento della procedura di recepimento della direttiva, non compatibile con la suddetta scadenza, ha emanato la circolare U. di G. Motorizzazione B n. 16/2000 del 4 maggio 2000 con la quale rendeva applicabili le disposizioni riportate nella direttiva medesima.

Sequenza	Velocità di rotazione del motore	Carico %	Coeff. di ponderazione	Durata [min]
1	Minima	0	0,15	4
2	A	100	0,08	2
3	B	50	0,10	2
4	B	75	0,10	2
5	A	50	0,05	2
6	A	75	0,05	2
7	A	25	0,05	2
8	B	100	0,09	2
9	B	25	0,10	2
10	C	100	0,08	2
11	C	25	0,05	2
12	C	75	0,05	2
13	C	50	0,05	2

Tabella 5.21: Sequenza delle condizioni operative del motore nel ciclo ESC

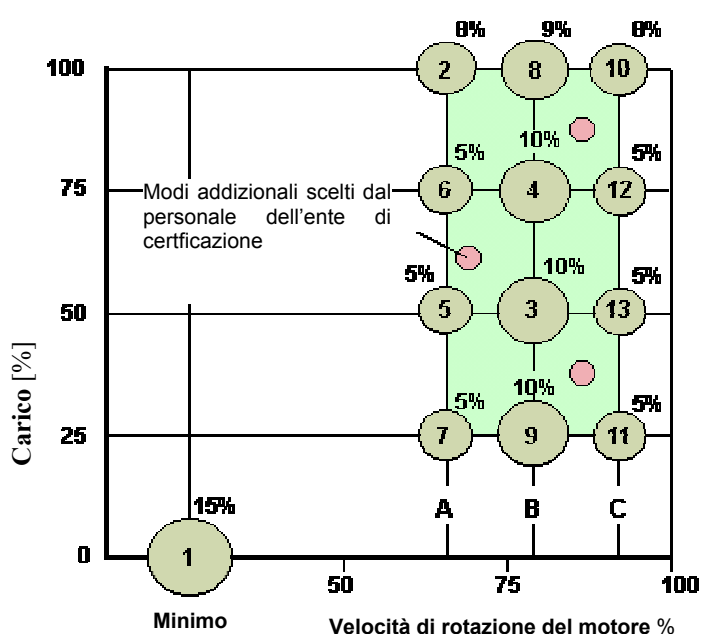


Figura 5.9: Rappresentazione grafica sul piano carico-velocità di rotazione dei 13 modi previsti dal ciclo ESC^[5].

Nella direttiva sono infine previsti limiti (volontari) più stringenti validi per i veicoli extra low emission noti anche come EEVs (Enhanced Environmental friendly Vehicles = veicolo ecologico migliorato) con l'obiettivo di ridurre il contributo dei veicoli pesanti all'inquinamento nelle aree urbane. Con questa direttiva anche per i veicoli pesanti, a partire dal 10.10.2005 per le nuove omologazioni e dal 10.10.2006 per l'intera produzione, viene prevista l'installazione a bordo di un sistema diagnostico di bordo (OBD) o di un sistema di misurazione di bordo (OBM) per il controllo delle emissioni gassose in condizioni di esercizio. In questo caso le velocità di rotazione del motore (A, B, C) vengono determinate mediante opportune formule e, seguendo una procedura analoga a quella del ciclo ECE-49, le emissioni gassose vengono misurate per ciascun modo e mediate, utilizzando i fattori di ponderazione riportati nella tabella, sull'intero ciclo. Le emissioni di particolato, invece, vengono campionate durante l'intero ciclo su un unico filtro.

Come già detto il ciclo ELR è stato introdotto per la misura dell'opacità dei fumi. Il test consiste nell'esecuzione di una sequenza di quattro cicli a diverse velocità di rotazione del motore, i primi tre a velocità A, B, C, determinate come nel ciclo ESC, il quarto ad una velocità compresa tra la C ed una a scelta dal personale dell'ente di certificazione. In ciascuno dei quattro cicli il carico viene fatto variare dal 10% al 100% come riportato in Fig. 5.10.

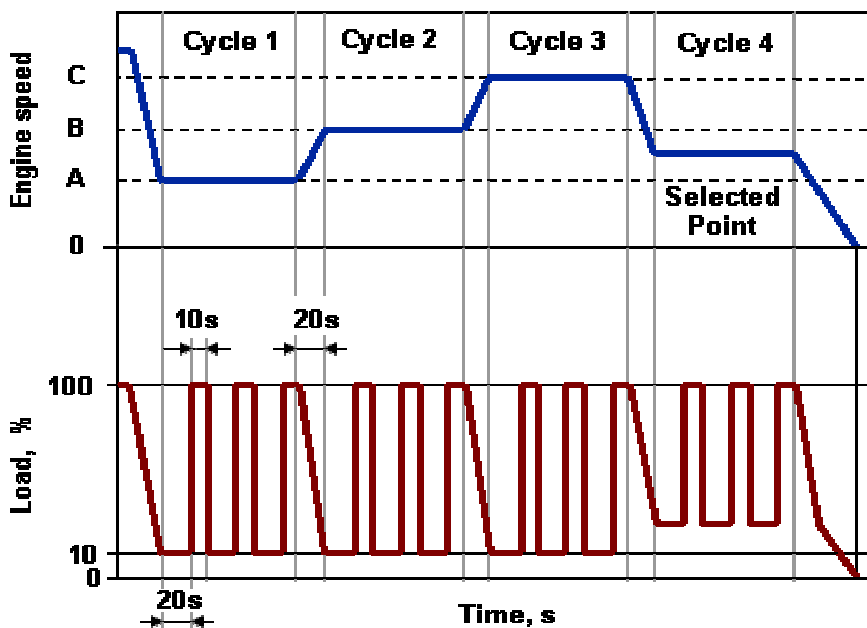


Figura 5.10: Sequenza prevista dal ciclo ELR^[5]

Il ciclo ETC, sviluppato in Germania dall'istituto FIGE, è basato su un ciclo rappresentativo del reale ciclo di guida su strada dei veicoli pesanti. Esistono due versioni del ciclo: uno da eseguire su un apposito banco a rulli per veicoli pesanti (Fig.5.11), l'altro, valido per la certificazione del motore, da eseguire sul solo motore al banco dinamometrico.

Il ciclo da eseguire su banco è composto di tre parti: la prima, con velocità massima pari a 50 km/h, rappresentativa della guida in ambito urbano con frequenti "stop and go" e fasi al minimo; la seconda rappresentativa della guida in ambito extraurbano con velocità media di circa 72 km/h e la terza con velocità media di circa 88 km/h rappresentativa dello stile di guida in autostrada. Ogni parte del ciclo ha una durata di 600 secondi per una durata complessiva di 1800 secondi.

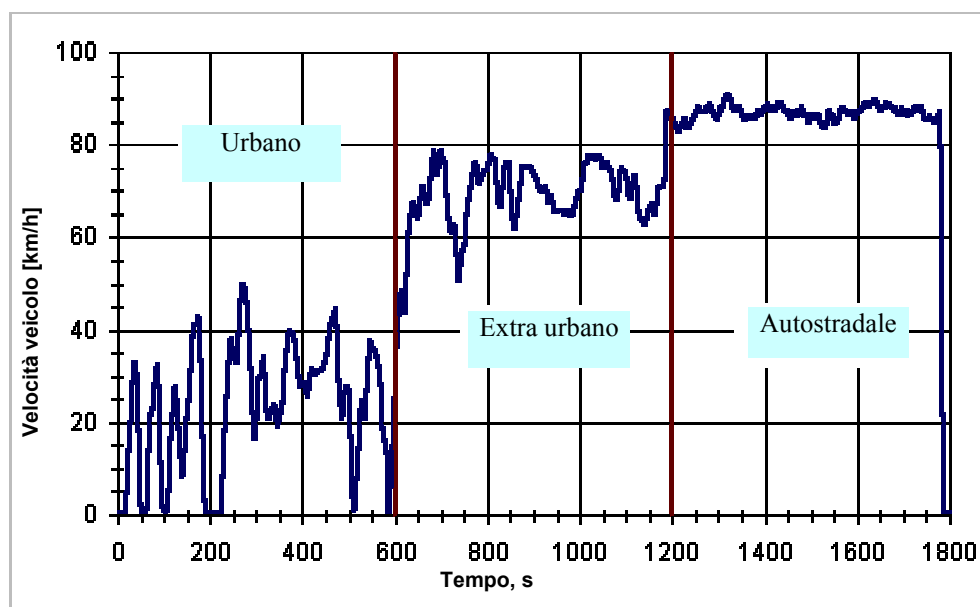


Figura 5.11: Ciclo ETC^[5]

I limiti previsti per i veicoli testati con il ciclo ETC, compresi i veicoli a gas, sono riportati in Tabella 5.22.

Direttiva 1999/96/CEE						
	CO [g/kWh]	NMHC [g/kWh]	CH ₄ ⁽¹⁾ [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	PM ⁽²⁾ [g/kWh]	Date di applicazione
EURO III	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16 0,21 ⁽³⁾	01.10.2000 Nuovi modelli 01.10.2001 Tutti i modelli
EURO IV	4,0	0,55	1,1	3,5	0,03	01.10.2005 Nuovi modelli 01.10.2006 Tutti i modelli
EURO V	4,0	0,55	1,1	2,0	0,03	01.10.2008 Nuovi modelli 01.10.2009 Tutti i modelli
EEV	3,0	0,40	0,65	2,0	0,02	

(1) Solo per i motori a GN.
(2) Non si applica ai motori a gas per le fasi Euro III, IV e V.
(3) Per i motori con cilindrata inferiore a 0,75 l per cilindro ed ad un regime nominale maggiore di 3000 giri/min

Tabella 5.22: Limiti previsti secondo il ciclo ETC

Nella direttiva 1999/96, inoltre, vengono ridefiniti gli inquinanti gassosi che oltre a comprendere i classici CO ed NO_x, introduce gli idrocarburi non metanici, (NMHC supponendo un rapporto CH_{1,85} per il combustibile diesel, CH_{2,525} per il GPL e CH_{2,93} per il GN e metano (supponendo un rapporto CH₄ per il GN)

La **direttiva 2001/27/CE** del 10 aprile 2001 pubblicata sulla GU delle Comunità europee il 18/4/2001, pur non fissando nuovi limiti alle emissioni, riconoscendo che, per quanto riguarda le emissioni di inquinanti dell'aria, i veicoli a gas possono costituire un'alternativa ai veicoli diesel realistica e benefica per l'ambiente, stabilisce che:

“Pur essendo conformi ai limiti di emissione prescritti dalla direttiva 1999/96/CE, taluni motori a gas, in ragione delle loro caratteristiche, non rispondono ai criteri di validità del ciclo di prova per quanto riguarda l'esattezza della risposta del motore a gas ai cambiamenti di velocità, di coppia e i potenza richiesti dalla prova European Transient Cycle (ETC). Per evitare la fissazione di una norma di progettazione dei motori a gas, nel rispetto del principio della libertà di progettazione su cui si basa il sistema dell'omologazione, e per contribuire a stimolare lo sviluppo del mercato dei veicoli alimentati a gas:

- è opportuno consentire, per i soli motori a gas, una modifica dei criteri statistici di valutazione della validità della prova di omologazione;
- è opportuno riesaminare in futuro lo sviluppo della tecnologia dei motori a gas per confermare o modificare questa concessione ai motori a gas;
- è opportuno ridefinire i combustibili di riferimento necessari per la prova dei motori che utilizzano gas naturale allo scopo di prevedere la massima copertura dei combustibili gassosi di varia composizione disponibili sul mercato;
- è altresì opportuno ridefinire i combustibili di riferimento necessari per la prova dei motori che utilizzano gas di petrolio liquefatto, allo scopo, analogamente, di prevedere la massima copertura dei combustibili disponibili sul mercato;
- è opportuno apportare modificazioni tecniche ai metodi di misura e di campionamento attualmente seguiti al fine di consentire l'omologazione CE dei veicoli e dei motori che utilizzano **l'etanolo**.

In pratica nella direttiva vengono stabilite le specifiche tecniche di riferimento dei combustibili alternativi: etanolo, gas naturale e GPL e viene inserita nella lista degli inquinanti anche la molecola CH₃O_{0,5} per i veicoli ad accensione spontanea alimentati ad etanolo

Le progressive riduzioni dei limiti alle emissioni per i veicoli commerciali pesanti sono rappresentati in Figura 5.12

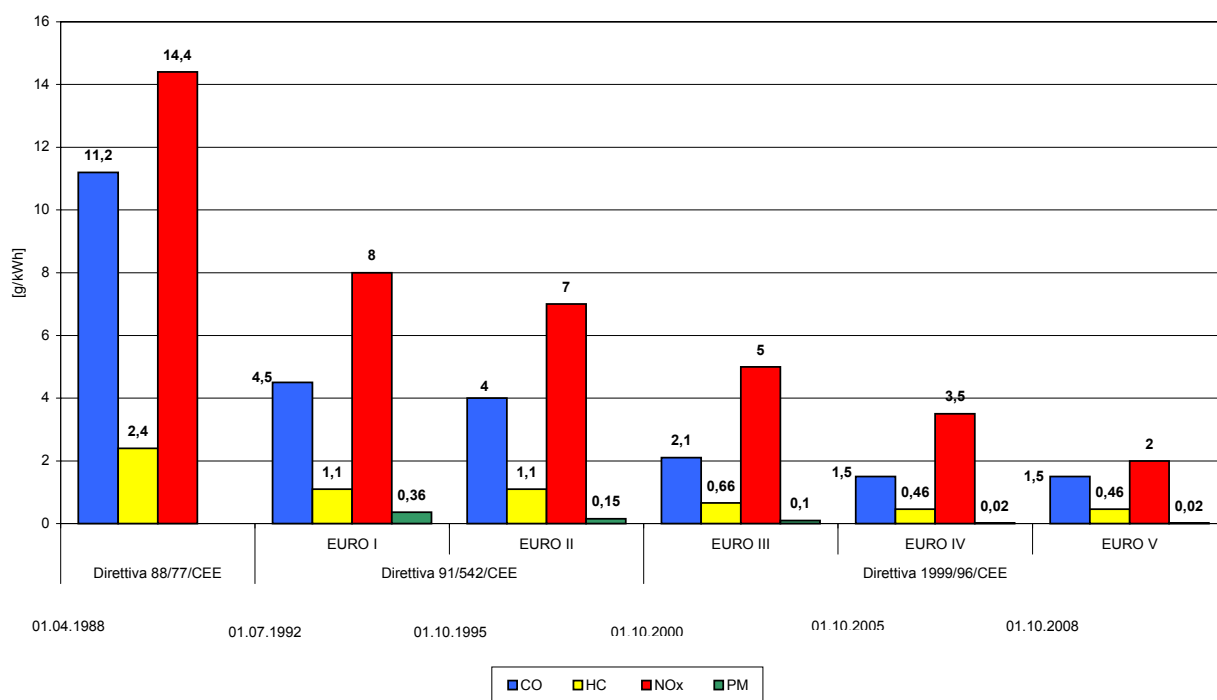


Figura 5.12: Valori limite alle emissioni per i veicoli pesanti previsti dalle direttive europee dalla 88/77/CEE alla 1999/96/CEE

5.5 - Normative per i motocicli e ciclomotori.

Fino al 1992 non esistevano direttive comunitarie in tema di emissioni per l'omologazione dei veicoli a due ruote e nemmeno le norme nazionali prendevano in considerazione le emissioni inquinanti presenti nei gas di scarico di tali veicoli. Le sole norme disponibili in materia erano i **regolamenti ECE-ONU n° 40 per i motocicli e n° 47 per i ciclomotori**. Detti regolamenti adottati in base all'Accordo Internazionale di Ginevra del 20 marzo 1958, stabilivano norme comuni per l'omologazione dei veicoli soltanto a carattere facoltativo. Nei due regolamenti citati erano previsti limiti solamente per le emissioni di CO e HC. Il Regolamento ECE-40, emendato nel 1988 (ECE 40.01), si applicava ai veicoli a due e a tre ruote con peso inferiore ai 400 kg e con velocità massima di progetto superiore a 50 km/h e/o con cilindrata superiore a 50cc. I limiti di emissione per l'omologazione erano diversificati sia in base al tipo di motorizzazione: due tempi e quattro tempi, sia in base alla massa di riferimento così come era previsto per le prime direttive sugli autoveicoli (vedi Tab. 5.23). Il regolamento ECE-47 era applicato ai veicoli a due o tre ruote con peso inferiore a 400 kg e cilindrata inferiore a 50 cc (vedi Tab. 5.24).

Regolamenti ECE 40 ed ECE 40.01				
Motoveicoli	CO [g/km]		HC [g/km]	
	ECE 40	ECE 40.01	ECE 40	ECE 40.01
Massa di riferimento ⁽¹⁾				
Conformità all'omologazione. Motori a quattro tempi				
R<100	25	17,5	7	4,2
100<R<300	25+0,125(R-100)	17,5+0,0875(R-100)	7+0,015(R-100)	4,2+0,009(R-100)
R>300	50	35	10	6
Conformità alla produzione. Motori a quattro tempi				
R<100	30	21	10	6
100<R<300	30+0,15(R-100)	21+0,105(R-100)	10+0,02(R-100)	6+0,012(R-100)
R>300	60	42	14	8,4
Massa di riferimento	Conformità all'omologazione. Motori a due tempi			
R<100	16	12,8	10	8
100<R<300	16+0,12(R-100)	12,8+0,096(R-100)	10+0,025(R-100)	8+0,02(R-100)
R>300	40	32	15	12
Conformità alla produzione. Motori a due tempi				
R<100	20	16	13	10,4
100<R<300	20+0,15(R-100)	16+0,12(R-100)	13+0,04(R-100)	10,4+0,032(R-100)
R>300	50	40	21	16,8

(1) Massa di riferimento=massa del motoveicolo + 75 kg (peso conducente)

Tabella 5.23: Limiti alle emissioni previsti dai regolamenti ECE 40 ed ECE 40.01

Regolamento ECE-47				
Tipo di veicolo	2 ruote		3 ruote	
	CO [g/km]	HC [g/km]	CO [g/km]	HC [g/km] [
Conformità all'omologazione	8,0	5,0	15,0	10,0
Conformità alla produzione	9,6	6,5	18,0	13,0

Tabella 5.24: Limiti alle emissioni previsti dal regolamento ECE 47

5.5.1 - La direttiva 97/24/CE

Il 30 giugno 1992 è stata emanata la **direttiva 92/61/CEE**²⁰ relativa alle procedure di omologazione comunitaria dei veicoli a 2 e 3 ruote, ma le norme obbligatorie sulle emissioni sono state promulgate solo 5 anni dopo con la **direttiva 97/24/CE** pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee del 18 agosto 1997, che rinviava al 1999 l'entrata in vigore obbligatoria delle misure contro l'inquinamento. Le prove da eseguire per l'omologazione, così come previsto dai regolamenti ECE-40 ed ECE-47 sono di due tipi:

²⁰ La direttiva 92/61/CE svolge, nel campo delle due/tre ruote, lo stesso ruolo che la direttiva 70/156/CEE svolge nel campo delle autovetture.

Tipo I: simulazione sul banco a rulli di un ciclo di guida urbano diverso per ciclomotori e motocicli.;
 Tipo II: controllo delle emissioni di CO con motore al minimo, da eseguirsi immediatamente dopo la prova di tipo I.

Prova di tipo I per i motocicli

Analogamente a quanto previsto per le autovetture il ciclo deve essere effettuato con partenza "da freddo", nel senso che prima di effettuare la prova il veicolo deve essere termostato ad una temperatura compresa tra i 20 ed i 30 °C. A termostatazione avvenuta il ciclo di prova per i motocicli è così concepito:

- si avvia il motore e si attendono 40 secondi al minimo;
- si eseguono due cicli elementari di guida identici a quelli previsti per le autovetture relativamente al tratto urbano (ciclo UDC);
- si eseguono altri quattro cicli identici ai primi due durante i quali si effettua il campionamento dei gas di scarico e la misura degli inquinanti.

Rispetto all'analogo ciclo di omologazione delle autovetture, pertanto, sono previsti, oltre ai 40 secondi iniziali, due cicli elementari di "riscaldamento" durante i quali non vengono effettuate misure.

Prova di tipo II per i motocicli

Analogamente alle autovetture, alla fine della prova di tipo I è previsto il controllo del CO con il motore al minimo con il limite alla concentrazione di 4,5% in volume.

Prova di tipo I per i ciclomotori

Il ciclo elementare di guida urbano per i ciclomotori è descritto in Tabella 5.25 e rappresentato in Figura 5.13. L'intera prova di omologazione consiste nell'eseguire otto cicli elementari in successione: i primi quattro sono effettuati per il condizionamento del motore mentre nei secondi quattro viene effettuato il campionamento dei gas di scarico con la stessa metodologia utilizzata per le autovetture (vedi Fig. 5.14).

Fase	Acceleraz.	Velocità	Durata Fase	Durata ciclo
	[m/s ²]	[km/h]	[s]	[s]
Minimo	0	0	8	8
Accelerazione	tutto gas	Da 0 al max	57	65
Velocità Costante	tutto gas	Max		
Decelerazione	-0.56	Da max a 20	36	101
Velocità Costante	0	20		
Decelerazione	-0.93	Da 20 a 0	6	107
Minimo	0	0	5	112

Tabella 5.25: Successioni delle varie fasi della prova di Tipo I

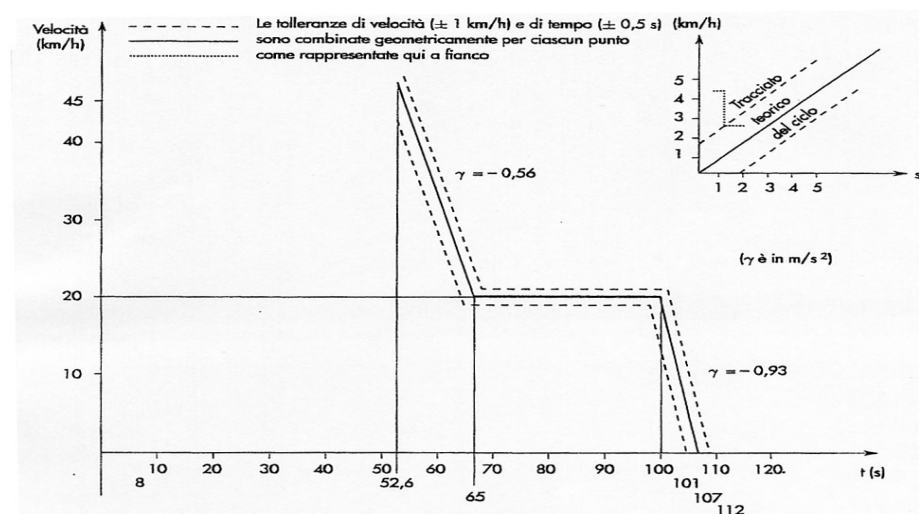


Figura 5.13: Rappresentazione del ciclo elementare di funzionamento su banco a rulli previsto per la prova di tipo I per i ciclomotori.

Occorre notare che, come prescritto dalla direttiva, il ciclo prevede una fase di accelerazione a “tutto gas” e una fase a velocità costante sempre a tutto gas, fino ad incontrare la curva di decelerazione. Non ci sono dunque limiti alla velocità massima, che sarà quella effettivamente raggiungibile dai singoli ciclomotori, con l'unica prescrizione che la durata complessiva delle tre fasi di accelerazione, velocità costante e successiva decelerazione a 20 km/h, sia di 57 sec

Per i ciclomotori i limiti da rispettare con la prova di tipo I sono diversi se essi sono a 2 o 3 ruote; analogamente per i motoveicoli esistono limiti diversi se si tratta di motocicli, di tricicli o di quadricicli, e se il motore è a 2 oppure a 4 tempi. In Tabella 5.26 e Tabella 5.27 sono riportati i limiti previsti dalla direttiva 97/24 per i ciclomotori ed i motocicli. Da notare che, analogamente a quanto avvenuto per le autovetture, non sono più previsti limiti differenziati per l'omologazione e la conformità alla produzione.

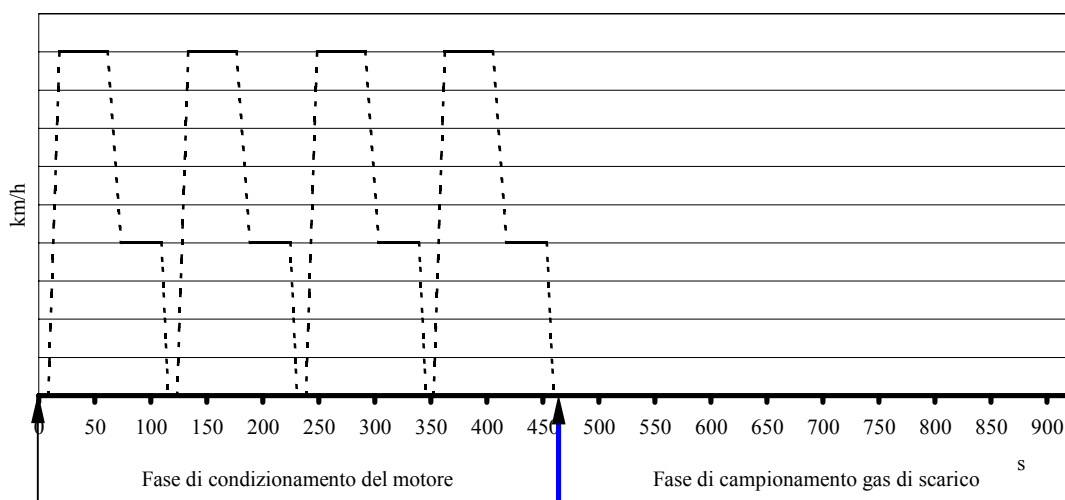


Figura 5.14: Rappresentazione del ciclo di funzionamento su banco a rulli previsto per la prova di tipo I per i ciclomotori.

Prova di tipo II per i ciclomotori

Nella prova di tipo II per i ciclomotori è previsto il controllo delle emissioni di CO ed HC con il motore al minimo, ma attualmente non sono prescritti limiti ma semplicemente una registrazione dei valori misurati.

Direttiva 97/24/CE				
Categoria ciclomotore	Fase I (EURO I)		Fase II (EURO II)	
	Entrata in vigore 17.06.1999		Entrata in vigore 17.06.2002	
	CO [g/km]	HC + NO _x [g/km]	CO [g/km]	HC + NO _x [g/km]
Ciclomotori a 2 ruote	6	3	1	1,2
Ciclomotori a 3 o 4 ruote	12	6	3,5	1,2

Tabella 5.26: Limiti alle emissioni dei ciclomotori previsti dalla direttiva 97/24/CE

Direttiva 97/24/CE			
Categoria motoveicolo	Fase I (EURO I)		
	Entrata in vigore 17.06.1999		
	CO [g/km]	HC [g/km]	NO _x [g/km]
motocicli 2T	8	4	0,1
tricicli e quadricicli 2T	12	6	0,2
motocicli 4T	13	3	0,3
tricicli e quadricicli 4T	19,5	4,5	0,45

Tabella 5.27: Limiti alle emissioni dei motocicli previsti dalla direttiva 97/24/CE

Da notare che diversamente dai ciclomotori per i motocicli non è prevista una Fase II.

Il 18 marzo 2002 è stata emanata la **direttiva 2002/24/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio che abroga la direttiva 92/61/CE relativa ai procedimenti di omologazione dei veicoli a motore a due o tre ruote. La direttiva si applica a tutti i veicoli a motore a due o tre ruote, gemellate o no, ed ai quadricicli destinati a circolare su strada. Nella direttiva, tra le altre cose, vengono definite le categorie di veicoli oggetto della norma così come di seguito specificato.

a) Ciclomotori, ossia veicoli a due ruote (categoria L1e) o veicoli a tre ruote (categoria L2e) aventi una velocità massima per costruzione non superiore a 45 km/h e caratterizzati:

- 1) nel caso dei veicoli a due ruote, da un motore:
 - la cui cilindrata è inferiore o uguale a 50 cm³ se a combustione interna, oppure
 - la cui potenza nominale continua massima è inferiore o uguale a 4 kW per i motori elettrici;
- 2) nel caso dei veicoli a tre ruote, da un motore:
 - la cui cilindrata è inferiore o uguale a 50 cm³ se ad accensione comandata, oppure
 - la cui potenza massima netta è inferiore o uguale a 4 kW per gli altri motori a combustione interna,
 - oppure la cui potenza nominale continua massima è inferiore o uguale a 4kW per i motori elettrici;

b) motocicli, ossia veicoli a due ruote, senza carrozzetta (categoria L3e) o con carrozzetta (categoria L4e), muniti di un motore con cilindrata superiore a 50 cm³ se a combustione interna e/o aventi una velocità massima per costruzione superiore a 45 km/h;

c) tricicli, ossia veicoli a tre ruote simmetriche (categoria L5e) muniti di un motore con cilindrata superiore a 50 cm³ se a combustione interna e/o aventi una velocità massima per costruzione superiore a 45 km/h;

d) quadricicli, ossia ai veicoli a motore a quattro ruote aventi le seguenti caratteristiche:

quadricicli leggeri, la cui massa a vuoto è inferiore o pari a 350 kg (categoria L6e), esclusa la massa delle batterie per i veicoli elettrici, la cui velocità massima per costruzione è inferiore o uguale a 45 km/h e

- la cui cilindrata del motore è inferiore o pari a 50 cm³ per i motori ad accensione comandata; o
- la cui potenza massima netta è inferiore o uguale a 4kW per gli altri motori a combustione interna; o
- la cui potenza nominale continua massima è inferiore o uguale a 4 kW per i motori elettrici.

Tali veicoli sono conformi alle prescrizioni tecniche applicabili ai ciclomotori a tre ruote della categoria L2e salvo altrimenti disposto da una direttiva particolare.

e) quadricicli diversi da quelli di cui alla lettera d), la cui massa a vuoto è inferiore o pari a 400 kg (categoria L7e) (550 kg per i veicoli destinati al trasporto di merci), esclusa la massa delle batterie per i veicoli elettrici, e la cui potenza massima netta del motore è inferiore o uguale a 15 kW. Tali veicoli sono considerati come tricicli e sono conformi alle prescrizioni tecniche applicabili ai tricicli della categoria L5e salvo altrimenti disposto da una direttiva particolare.

5.5.2 - La direttiva 2002/51/CE: i futuri limiti per i motocicli

Recentemente con la **direttiva 2002/51/CE** del 19 luglio 2002, è stata modificata la 97/24/CE. La direttiva stabilisce nuovi limiti alle emissioni per i soli motocicli in quanto per questa categoria di veicoli la 97/24/CE, come già accennato, non era prevista una Fase II di limitazione alle emissioni. I nuovi limiti per la prova di tipo I sono riportati nella Tabella 5.28. Come si vede è stata individuata una unica serie di limiti per la prova di tipo I da applicare, a partire dal 2003 a tutti i motocicli mentre, per i soli motocicli a due ruote²¹, è prevista una seconda fase a partire dal 2006.

Direttiva 2002/51/CE					
Valori limite per i motocicli (due ruote) ai fini dell'omologazione e della conformità alla produzione					Date di applicazione
	Classe	CO [g/km]	HC [g/km]	NO _x [g/km]	
A	I (< 150 cc)	5,5	1,2	0,3	01/03/2003 per i nuovi veicoli
	II (μ 150 cc)	5,5	1,0	0,3	01/07/2004 per tutti i veicoli
B	I (< 150 cc) UDC a freddo ⁽¹⁾	2,0	0,8	0,15	01/01/2006 per i nuovi veicoli
	II (μ150 cc) UDC + EUDC a freddo ⁽²⁾	2,0	0,3	0,15	01/01/2007 per tutti i veicoli
Valori limite per i tricicli ed i quadricicli ai fini dell'omologazione e della conformità alla produzione (accensione comandata)					
A	tutte	7,0	1,5	0,4	01/03/2003 per i nuovi veicoli 01/07/2004 per tutti i veicoli
Valori limite per i tricicli ed i quadricicli ai fini dell'omologazione e della conformità alla produzione (accensione spontanea)					
A	tutte	2,0	1,0	0,65	01/03/2003 per i nuovi veicoli 01/07/2004 per tutti i veicoli
<small>(1) Ciclo di prova: ciclo ECE 40 con misurazione delle emissioni per tutte e sei le fasi (inizio prelievo T=0)</small>					
<small>(2) Ciclo di prova ECE 40 + EUDC (misurazione delle emissioni per tutte le fasi – inizio del prelievo T=0), con velocità massima di 120 km/h²²</small>					

Tabella 5.28: Limiti alle emissioni dei motocicli previsti dalla direttiva 2002/51/CE

La 2002/51/CE ha introdotto numerose novità rispetto alla 97/24/CE che qui riassumiamo sinteticamente.

- È scomparsa la distinzione tra due tempi e quattro tempi ed è stata introdotta, per i soli motocicli a due ruote una distinzione in base alla cilindrata;
- per i tricicli ed i quadricicli i limiti alle emissioni sono differenziati in base al tipo di accensione: comandata (veicoli a benzina o a combustibili gassosi) o spontanea (veicoli a gasolio);
- sempre per prova di tipo I a partire dal 2006 il ciclo di omologazione per i motocicli con cilindrata inferiore a 150 cc, pur restando quello previsto dal regolamento ECE-40 (solo tratto urbano), oltre ad inglobare, nella fase di prelievo dei gas, i primi due cicli elementari di riscaldamento, analogamente a quanto avviene per le autovetture l'inizio del prelievo parte all'accensione del motore (eliminazione dei 40 secondi al minimo senza marcia innestata);
- per i motocicli con cilindrata superiore a 150 cc il ciclo di omologazione è identico a quello delle autovetture: quattro cicli elementari per la parte urbana con velocità massima di 50 km/h ed un ciclo elementare per la parte extraurbana con velocità massima di 120 km/h; inizio del prelievo all'accensione del motore;
- per le caratteristiche dei carburanti con i quali eseguire le prove di omologazione si rimanda direttamente alle caratteristiche dei carburanti previste per le prove di omologazione delle autovetture dalla direttiva 70/220/CE e successive modifiche.

²¹ Per i motocicli a due ruote del tipo Trial ed Enduro la fase A è prorogata al 1° gennaio 2004 per i nuovi modelli ed al 1° gennaio 2005 per tutti i modelli.

²² Per i motocicli la cui velocità massima ammessa è di 110 km/h la velocità massima è limitata a 90 km/h nel ciclo di prova extraurbano (EUDC).

Lo scopo della direttiva 2002/51/CE è quello di armonizzare il quadro normativo dei motocicli a quello delle autovetture ed in quest'ottica, oltre alla riduzione dei limiti alle emissioni, sono previste una serie di azioni da intraprendere nell'immediato futuro che renderanno di fatto il quadro normativo relativo alle emissioni dei ciclomotori e dei motocicli analogo a quello delle autovetture. Qui di seguito ne è riportata una ampia sintesi.

Dispositivi antinquinamento

Articolo 5

- I certificati di omologazione devono confermare anche la funzionalità dei dispositivi antinquinamento per tutto il normale ciclo di vita dei veicoli a due o a tre ruote a decorrere dal 1° gennaio 2006 per i nuovi tipi di veicoli e dal 1° gennaio 2007 per tutti i tipi di veicoli fino ad una percorrenza di 30 000 km. A tal fine la Commissione entro il 31 dicembre 2002 deve presentare al Parlamento europeo ed al Consiglio una proposta di regolamentazione integrativa che definisce il «normale ciclo di vita».

Articolo 6

- A decorrere dal 1° gennaio 2006 per i nuovi tipi di veicoli a motore a due o a tre ruote, e a decorrere dal 1° gennaio 2007 per tutti i tipi di veicoli, i certificati di omologazione sono condizionati anche alla conferma della funzionalità dei dispositivi antinquinamento per tutto il normale ciclo di vita del veicolo in normali condizioni di esercizio (conformità dei veicoli in circolazione sottoposti a corretta manutenzione e correttamente utilizzati). A tal fine la Commissione deve presentare al Parlamento europeo e al Consiglio una proposta di regolamentazione integrativa che definisce il «normale ciclo di vita»..

Emissioni di CO₂ e consumo di combustibile

Articolo 7

- A decorrere dal 1° gennaio 2006, gli Stati membri non possono più rilasciare l'omologazione CE e rifiutano l'omologazione di portata nazionale per i veicoli a due o a tre ruote se le emissioni di CO₂ e il consumo di carburante non sono stati rilevati conformemente alle disposizioni pertinenti.
- A decorrere dal 1° gennaio 2007, gli Stati membri cessano di considerare validi i certificati di conformità che accompagnano i nuovi veicoli a motore a due ruote con una cilindrata superiore a 150 cc, e rifiutano l'immatricolazione, vietano la vendita o l'immissione in circolazione di veicoli nuovi se i valori relativi alle emissioni di CO₂ e al consumo dei medesimi non sono stati rilevati conformemente alle disposizioni pertinenti²³..

Nuovo ciclo di omologazione, emissioni di particolato, emissioni per evaporazioni ed OBD

Articolo 8

1. La Commissione esamina la possibilità di emanare norme più severe sulle emissioni dei veicoli che rientrano nell'ambito di applicazione della presente direttiva, tenendo conto di quanto segue:
 - a) lo sviluppo tecnico nel campo delle tecnologie di controllo delle emissioni e la fattibilità tecnica ed economica della loro applicazione ai motocicli e la loro applicazione ai diversi mercati ai quali questi veicoli si rivolgono;
 - b) i progressi ottenuti nella messa a punto di un ciclo di prova più rappresentativo per i motocicli, che corregga le limitazioni dell'attuale ciclo di prova, come la partenza a freddo e la dinamica della guida a velocità elevata
 - c) l'opportunità di armonizzare a livello mondiale il ciclo di prova;
 - d) la correlazione tra i valori limite del ciclo attuale di prova e quelli del nuovo;
 - e) gli ulteriori lavori sulle emissioni di particolato e la questione delle emissioni di particolato dei motori ad accensione spontanea e di quelli ad accensione comandata;
 - f) i lavori in corso sulla durata e conformità dei veicoli in servizio;
 - g) gli ulteriori lavori in corso sull'avviamento a freddo, sui sistemi di diagnosi a bordo (OBD) e sulle emissioni per evaporazione;
 - h) i lavori in corso sulla sostituzione dei convertitori catalitici;
 - i) l'impatto economico sulla produzione di piccole serie e sui piccoli produttori

²³ La Commissione elaborerà il metodo per misurare le emissioni specifiche di CO₂ dei veicoli a motore a due o a tre ruote.

2. Entro il 31 dicembre 2002 la Commissione presenta al Comitato per l'adeguamento al progresso tecnico una proposta che stabilisce un metodo di prova per misurare le emissioni di particolato da applicare alle nuove omologazioni per tipo dal 1° gennaio 2004.
3. Entro il 31 dicembre 2002 la Commissione presenta al Parlamento europeo e al Consiglio una proposta intesa a stabilire:
 - a) valori limite vincolanti per le emissioni nella prova di tipo I relativamente ai veicoli a tre o a quattro ruote per la seconda fase vincolante a decorrere dal 2006 e valori limite obbligatori per le emissioni di particolato
 - b) l'obbligo di misurare le emissioni specifiche di CO₂ in sede di omologazione a norma dell'articolo 7. La Commissione presenta inoltre appropriate proposte per l'integrazione dei veicoli a due o a tre ruote nella strategia comunitaria di riduzione delle emissioni di CO₂ dovute al traffico;
 - c) prescrizioni in materia di durata (*dei dispositivi antinquinamento n.d.r*) a decorrere dal 1° gennaio 2006, a norma dell'articolo 5;
 - d) una nuova serie di valori limite (fase III) per i ciclomotori, comprese le emissioni di particolato conformemente ai risultati degli studi previsti dal paragrafo 1, lettera e), da applicare dal 2006. Le disposizioni sulle prescrizioni in materia di durata e l'obbligo di misurare le emissioni specifiche di CO₂ per l'omologazione, si applicheranno anche ai ciclomotori.
- 4. La Commissione presenta al Parlamento europeo e al Consiglio proposte relative all'ispezione e manutenzione, all'OBD e al controllo delle emissioni per evaporazione.
- 5. Quanto prima possibile ed al più tardi dopo la messa a punto tecnica del ciclo di prova su scala mondiale, la Commissione presenta una proposta per la sua introduzione e una nuova serie di valori limite, comprese le emissioni di particolato dai motori ad accensione spontanea e da quelli ad accensione comandata a due tempi.

Nella Figura 5.15 sono rappresentati i limiti alle emissioni per i motocicli a due ruote previsti dalla 97/24/CEE e dalla 2002/51/CE, mentre nella Figura 5.16 sono riportati quelli validi per i tricicli ed i quadricicli.

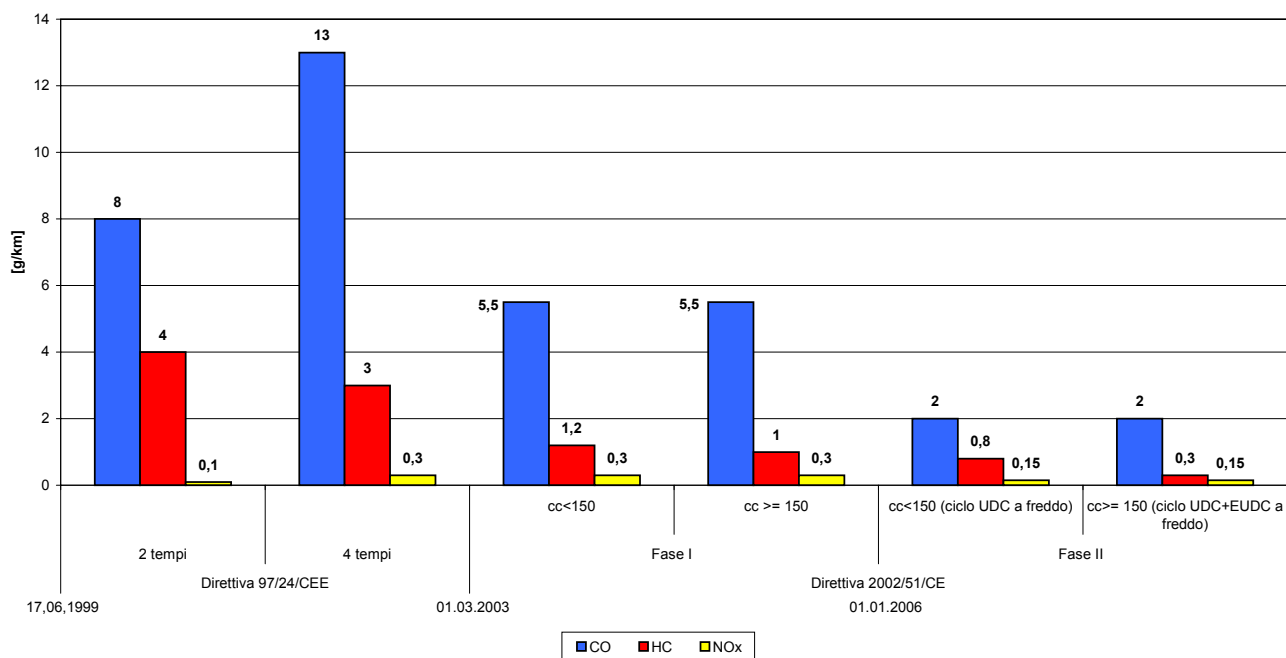


Figura 5.15: Limiti alle emissioni per i motocicli a due ruote previsti dalla 97/24/CEE e dalla 2002/51/CE.

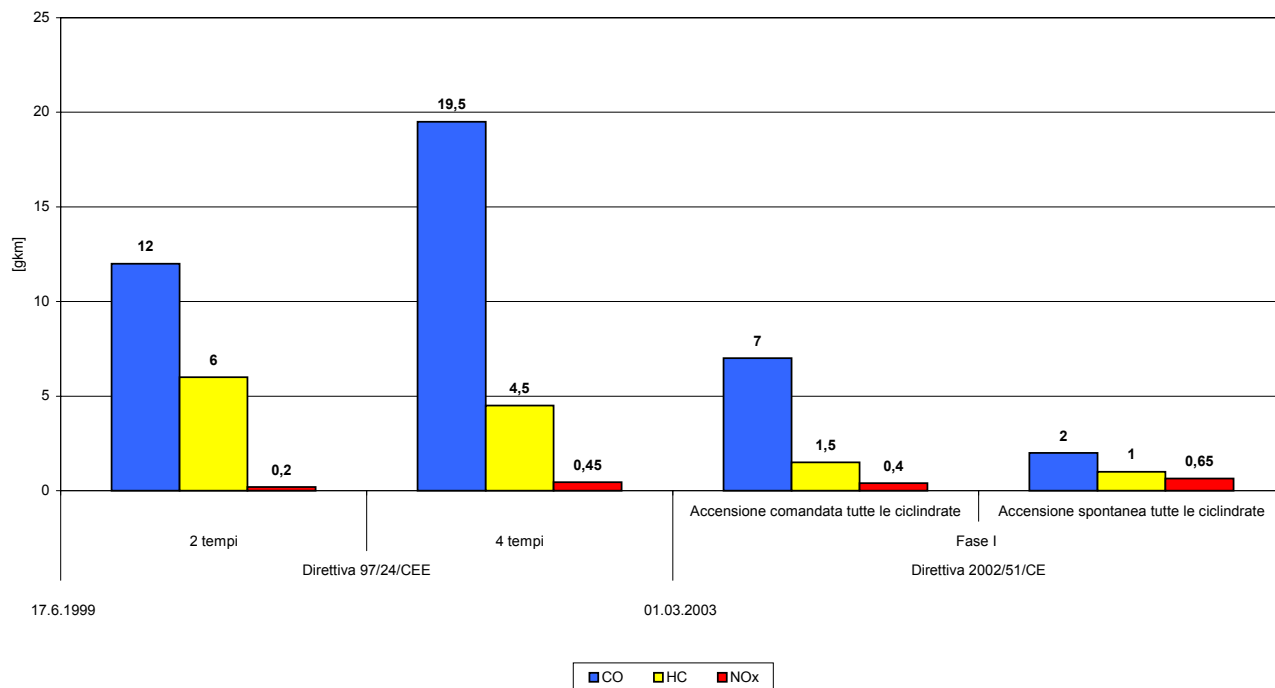


Figura 5.16: Limiti alle emissioni per i tricicli e per i quadricicli previsti dalle direttive 97/24/CEE e 2002/51/CE.

CONCLUSIONI

A conclusione di questa breve esposizione sulle normative relative alle emissioni dei veicoli con motore a combustione interna riteniamo utile fare alcune osservazioni di carattere generale.

È interessante notare quali veicoli abbiano o avranno nell'immediato futuro i limiti più elevati alle emissioni. Nelle Figure 5.17 e 5.18 sono riportati i valori limite alle emissioni per alcune categorie di veicoli suddivisi, rispettivamente, in veicoli alimentati a benzina e veicoli alimentati a gasolio. Dal confronto sono stati esclusi i veicoli commerciali pesanti in quanto per questa categoria di veicoli i limiti alle emissioni sono espressi in g/kWh.

Per la prima categoria di veicoli il confronto è stato fatto tra le autovetture, i veicoli commerciali leggeri (categoria N1 classe III), i ciclomotori ed i motocicli (4 tempi con cilindrata μ 150 cc). Limitatamente alle categorie di veicoli presi in considerazione, si può vedere dal grafico che i veicoli che attualmente hanno i limiti alle emissioni più elevati per tutti e tre gli inquinanti considerati sono i motocicli, mentre i veicoli con i limiti più bassi sono le autovetture. Nel 2006 i motocicli avranno i limiti più alti per gli HC, mentre i commerciali leggeri avranno i limiti più elevati per il CO ed i più bassi per gli NO_x. Le autovetture saranno ancora, salvo che per gli NO_x, i veicoli con i limiti più severi.

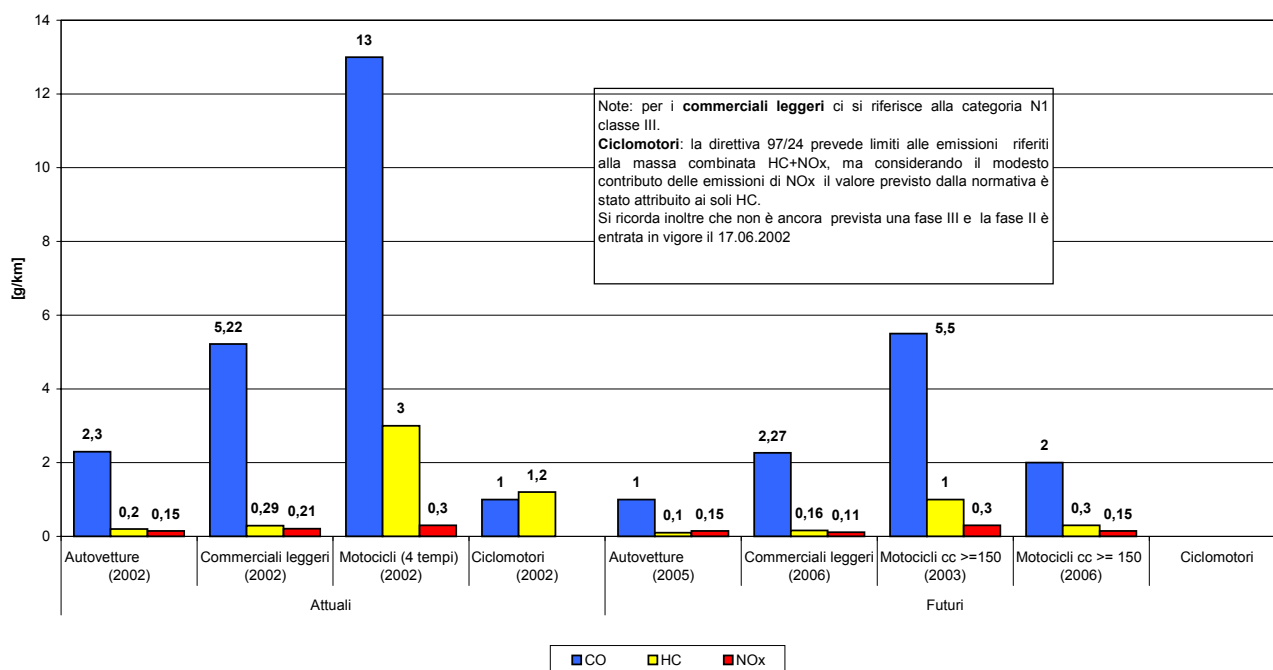


Figura 5.17: Limiti alle emissioni attuali e futuri per varie categorie di veicoli alimentati a benzina.

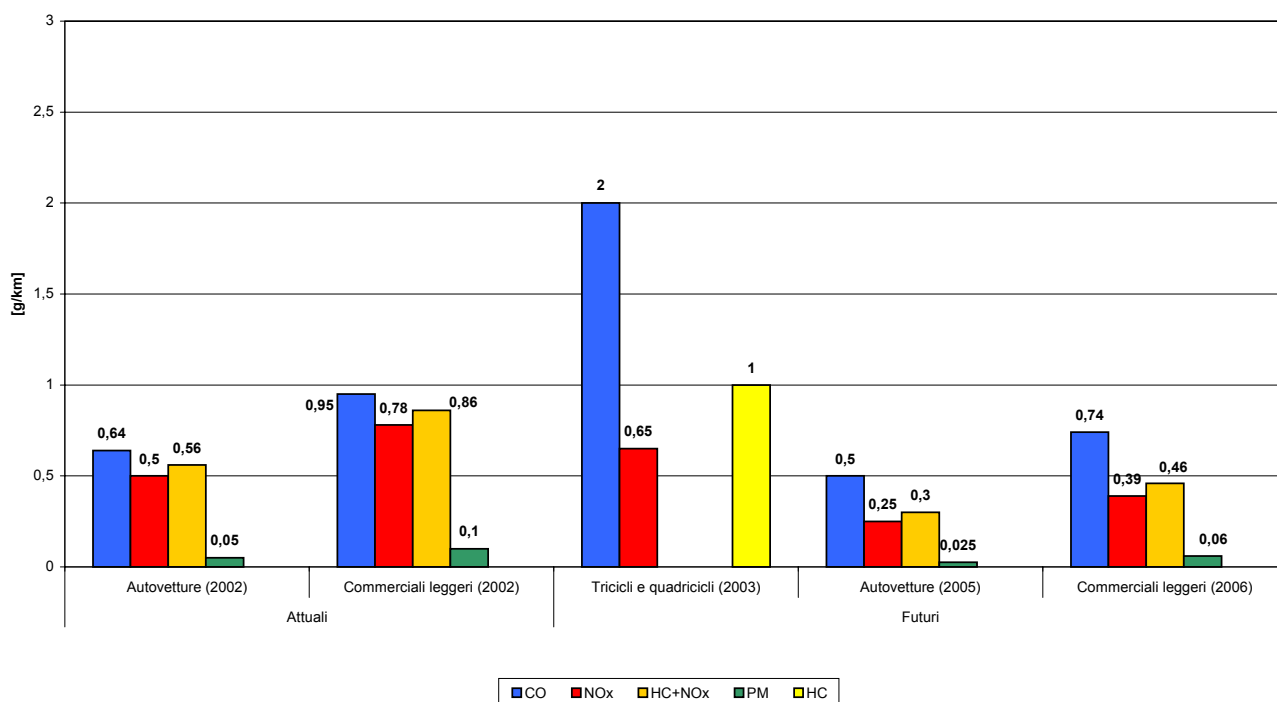


Figura 5.18: Limiti alle emissioni attuali e futuri per varie categorie di veicoli alimentati a gasolio.

Per i veicoli ad accensione spontanea, il confronto è stato fatto tra le autovetture, i commerciali leggeri (categoria N1 classe III) ed i tricicli e quadricicli. Ricordiamo che per quest'ultima categoria di veicoli la normativa attuale (direttiva 97/24) prevede limiti differenziati per i 2 tempi ed i 4 tempi ma non fa distinzione tra quelli ad accensione comandata e quelli ad accensione spontanea, mentre la futura normativa (direttiva 2002/51) stabilisce limiti validi per tutte le cilindrata e le motorizzazioni (2T e 4T) ma differenziati in base all'alimentazione. Inoltre, la direttiva citata, non prevede una seconda fase, al 2006, di riduzione delle emissioni e, pertanto, il confronto è stato fatto con i limiti che verranno applicati a partire da marzo 2003. In questo caso, salvo per gli NO_x, come evidenziato dal grafico, le autovetture risultano essere i veicoli con i limiti più stringenti alle emissioni sia per le normative in vigore che per quelle future, mentre i tricicli ed i quadricicli sono e resteranno i veicoli con i limiti più elevati alle emissioni.

Altro aspetto interessante è valutare quanto è stato fatto e si farà in termini di riduzione delle emissioni dai veicoli

In Figura 5.19 è riportato un grafico dove sono evidenziati di quanto siano stati percentualmente ridotti i valori dei limiti alle emissioni a partire dalla 70/220/CEE.

Per non appesantire eccessivamente l'esposizione ci si è riferiti solo ad alcune tipologie di veicoli ritenute più significative ed il confronto è stato fatto:

- per le autovetture passeggeri tra i limiti previsti dalla 98/69 (EURO IV) e quelli previsti dalla 70/220;
- per i commerciali leggeri tra i limiti 98/69 (EURO IV) e i limiti previsti dalla 93/59 relativamente ai veicoli della categoria N1 classe III;
- per i commerciali pesanti tra i limiti 1999/96 (EURO V) ed i limiti previsti dalla 88/77;
- per i motocicli tra i limiti della 2002/51 fase B ed i limiti della 97/24 relativamente ai veicoli a due ruote con motorizzazione 4 tempi e cilindrata superiore a 150 cc.

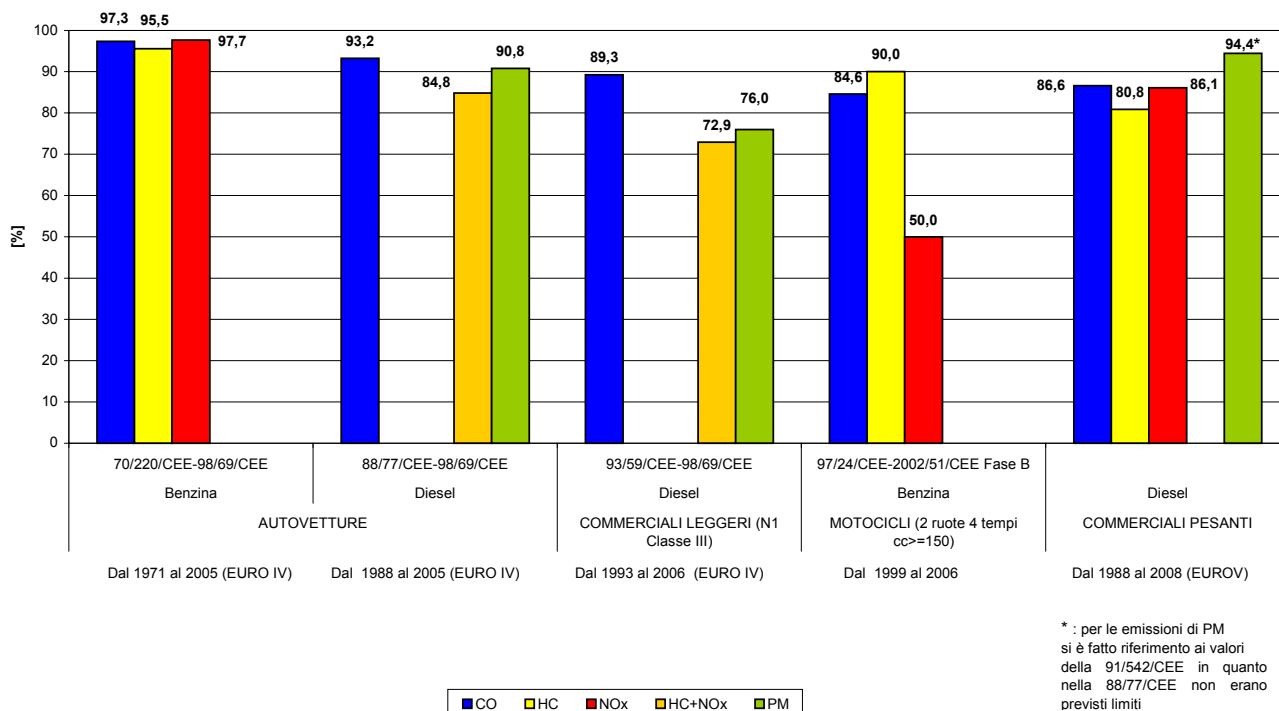


Figura 5.19: Riduzioni percentuali ai limiti alle emissioni per alcune tipologie di veicoli

Naturalmente i dati riportati nel grafico vanno valutati tenendo in considerazione l'intervallo di tempo entro il quale si sono avute le riduzioni: se i limiti alle emissioni delle autovetture si sono ridotti complessivamente di oltre il 96% questa riduzione è relativa ad un arco temporale di 34 anni mentre per le altre tipologie di veicoli esaminati le riduzioni, anche se più contenute, si riferiscono ad un arco temporale minore.

Infine nella Tabella 5.29 è riportato l'elenco delle direttive europee citate nei capitoli precedenti. Nella prima colonna sono riportate le direttive ed il regolamento ECE-ONU di riferimento. Nella seconda sono riportati i numeri delle gazzette ufficiali della comunità europea dove le direttive sono state pubblicate e nella terza sono riportate alcune brevissime note relative alle più importanti modifiche apportate dalle singole direttive.

Direttive CEE (Regolamento)	GU comunità Europea	Note
70/156	GU L 42 del 23.2.1970	Prescrizioni relative alle procedure per l'omologazione dei veicoli a motore e dei rimorchi.
70/220 (ECE R-15)	GU L 76 del 6.4.1970	Prova di tipo I Limiti, in base al peso, alle emissioni di CO ed HC per le autovetture a benzina Prova di tipo II: CO [4,5% Prova di Tipo III: non sono ammesse emissioni dal basamento
74/290 (ECE R-15-01)	GU L 159 del 15.6.1974	Prova di tipo I Restrizioni limiti precedenti
77/102 (ECE R-15-02)	GU L 32 del 3.2.1977	Prova di tipo I Introduzione limiti alle emissioni di NO _x per le autovetture a benzina
78/665 (ECE R-15-03)	GU L 223 del 14.8.1978	Prova di tipo I Restrizione dei limiti alle emissioni di CO, HC ed NO _x per le autovetture a benzina. Prova di tipo II: CO [3,5%
80/1268	GU L 375 del 31.12.1980	Specifiche per la misura del consumo e delle emissioni di CO ₂

Tabella 5.29: Elenco delle direttive europee sulle emissioni dei veicoli con motore a combustione interna (continua)

83/351 (ECE R-15-04)	GU L 197 del 20.7.1983	<u>Prova di tipo I</u> Introduzione dei limiti alle emissioni gassose per i veicoli diesel categorie M1 ed N1. Ulteriore restrizione dei limiti per il CO. Introduzione di limiti per la massa combinata HC+NO _x . Introduzione del CVS
88/76 (ECE R-83)	GU L 36 del 9.2.1988	<u>Prova di tipo I</u> Introduzione del regolamento ECE R-83: limiti differenziati sia in base all'alimentazione che alla cilindrata. Inasprimento dei limiti per le emissioni di CO, NO _x e HC+NO _x .
88/77 (ECE R-49)	GU L 36 del 9.2.1988	<u>Prova di tipo I</u> Limiti alle emissioni gassose dei veicoli commerciali pesanti.
88/436	GU L 214 del 6.8.1988	<u>Prova di tipo I</u> Limiti per le emissioni di particolato per le autovetture diesel.
89/458	GU L 226 del 3.8.1989	<u>Prova di tipo I</u> Inasprimento dei limiti alle emissioni di CO ed HC+NO _x per le autovetture con cilindrata < 1.400 cc.
89/491	GU L 238 del 15.8.1989	Modifica alla 80/1268: specifiche per la misura del consumo e delle emissioni di CO ₂
91/441 (ECE R-83.01)	GU L 242 del 30.8.1991	<u>Prova di tipo I</u> Introduzione regolamento R 83-01: modifica del ciclo di prova (UDC+EUDC). Inseverimento dei limiti per CO, HC+NO _x e PM. Limiti espressi in g/km. Introduzione della <u>prova di tipo IV</u> : limiti alle emissioni evaporative Introduzione della <u>prova di tipo V</u> sulla durata dei dispositivi anti inquinamento
92/61	GU L 225 del 10.8.1992	Procedure di omologazione dei veicoli a due o tre ruote
93/59	GU L 186 del 28.7.1993	<u>Prova di tipo I</u> : cessano le deroghe: per i veicoli diversi dalla categoria M1; per i veicoli adibiti al trasporto passeggeri della categoria M1 concepiti per il trasporto di più di 6 persone compreso il conducente o la cui massa massima supera i 2.500 kg; per i veicoli fuori strada.
93/116	GU L 329 del 30.12.1993	Modifiche alla 80/1268: specifiche per la misura del consumo e delle emissioni di CO ₂
94/12 (ECE R-40)	GU L 100 del 19.4.1994	<u>Prova di tipo I</u> Inasprimento dei limiti per CO, HC+NO _x e PM. Limiti differenziati a seconda dell'alimentazione. Deroghe per i veicoli diesel D.I. Abolizione dei limiti maggiorati per la conformità alla produzione
91/1	GU L 40 del 17.2.1996	Deroghe all'emissione di particolato per i veicoli commerciali pesanti con motori con cilindrata inferiore a 0,75 l per cilindro e velocità nominale di rotazione del motore maggiore di 3000 giri/minuto (small engines)
96/69	GU L 282 del 1.11.1996	<u>Prova di tipo I</u> Nuovi limiti alle emissioni per i veicoli della categoria N1 classi I,II,III (commerciali leggeri). Deroghe per i veicoli diesel ad iniezione diretta.
97/24	GU L 226 del 18.8.1997	<u>Prova di tipo I</u> Limiti alle emissioni dei ciclomotori e dei motocicli <u>Prova di tipo II</u> CO [4,5% solo per i motocicli.
98/77	GU L 286 del 23.10.1998	Estensione dei limiti alle emissioni gassose per i veicoli alimentati a combustibili alternativi (gpl e metano); omologazione dei convertitori catalitici

Tabella 5.29: Elenco delle direttive europee sulle emissioni dei veicoli con motore a combustione interna (continua)

98/69	GU L 350 del 28.12.1998	<p><u>Prova di tipo I:</u> Inseverimento del ciclo. Reintroduzione, per i veicoli a benzina, di limiti separati per gli NO_x e gli HC. Inasprimento dei limiti sia per le autovetture a benzina che diesel categorie M1 ed N1.</p> <p><u>Prova di tipo IV</u> Inseverimento della prova per le emissioni evaporative Introduzione <u>della prova di tipo VI</u>: limiti alle emissioni di HC (1,8 g/km) e di CO (15 g/km) sul tratto urbano del ciclo con temperatura di -7 °C. Introduzione dell'OBD. Introduzione del controllo della conformità dei veicoli in circolazione</p>
1999/96	GU L 44 del 16.2.2000	<p>Restrizione dei limiti alle emissioni per i veicoli commerciali pesanti (EURO III, EURO IV ed EURO V); sostituzione del ciclo di prova ECE R-49 con il ciclo ESC; introduzione dei cicli ETC ed ELR; cessazione delle deroghe per gli "small engines".</p>
1999/100	GU L 334 del 28.12.1999	<p>Modifiche alla 80/1268: specifiche per la misura del consumo e delle emissioni di CO₂</p>
1999/102	GU L 334 del 28.12.1999	<p>Estensione dell'obbligatorietà dell'installazione dell'OBD ai veicoli non compresi della 98/69.</p>
2001/1	GU L 35 del 06.2.2001	<p>Estensione dell'obbligatorietà dell'installazione dell'OBD per i veicoli della categoria M1 con massa massima [2,5 t e per i veicoli della categoria N1 classe I alimentati a GPL o gas naturale.</p>
2001/27	GU L 107 del 8.4.2001	<p>Definizione delle caratteristiche dei combustibili alternativi Metano , GPL ed etanolo per i veicoli commerciali pesanti</p>
2001/100	GU L 16 del 18.1.2002	<p><u>Prova di tipo VI</u> Introduzione dei limiti sia per i veicoli ad accensione comandata della categoria M1 per il trasporto di più di sei passeggeri compreso il conducente e per quelli con massa superiore a 2,5 t ed inferiore o uguale a 3,5 t, che per i veicoli, sempre ad accensione comandata, della categoria N1 appartenenti alle classi II e III.</p>
2002/24	GU L 124 del 9.5.2002	<p>Nuove procedure di omologazione dei veicoli a due/tre ruote che abroga la 92/61</p>
2002/51	GU L 252 del 20.9.2002	<p><u>Prova di tipo I</u> Riduzione dei limiti alle emissioni per i motocicli a due ruote in due fasi (EURO II ed EURO III). Limiti differenziati in base alla cilindrata e non in base alla massa di riferimento. Modifica del ciclo di prova per la fase II. Riduzione dei limiti per i tricicli ed i quadricicli. Limiti differenziati solo in base all'alimentazione</p>

Tabella 5.29: Elenco delle direttive europee sulle emissioni dei veicoli con motore a combustione interna

- [1] M. Gambino, M. Migliaccio: "Carburanti alternativi per l'autotrazione" Liguori Editore 1993
- [2] C. Ortolani " Combustione. Fondamenti e applicazioni" Terza edizione Città Studi Edizioni
- [3] C. Schinaia "La normativa sulle emissioni inquinanti" in "L'impatto delle macchine sull'ambiente." A cura di Carmelo Caputo. Masson editore 1998
- [4] Concave Report 6/97 Motor Vehicle Emission Regulation and Fuel Specification. Part 2
- [5]. Fonte: www.dieselnet.com