

Università degli Studi di Napoli Federico II



Facoltà di Ingegneria

Corso di laurea magistrale in
Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio

tesi di laurea

Valutazione sperimentale delle emissioni e dei consumi di uno scooter Euro 3 in utilizzo reale

Relatore:
Ch.ma Prof.ssa Ing. Francesca Pagliara

Candidato:
Chiara Tommasino
Matr. M67/43

Correlatori:
Dott.ssa Ing. Maria Vittoria Prati
Dott.ssa Ing. Maria Antonietta Costagliola

ANNO ACCADEMICO 2011/2012

L'inquinamento atmosferico è una tematica fortemente attuale, ed il contributo del settore dei trasporti al riguardo risulta rilevante. Il report 2012 dell'EEA (European Environment Agency) sulla qualità dell'aria afferma come il settore dei trasporti partecipi per il:

- ✓ 33% alle emissioni di NO_x
- ✓ 13% alle emissioni di NMVOC (composti organici volatili, ad esclusione del metano)
- ✓ 27% alle emissioni di CO
- ✓ 7% alle emissioni di PM₁₀
- ✓ 10% alle emissioni di PM_{2,5}

Un recente studio condotto dall'Università di Salonicco per conto della Commissione Europea afferma come il contributo dei motoveicoli dovrebbe crescere fino al 2020 a seguito dell'introduzione delle norme Euro 5 e 6 per i veicoli passeggeri e leggeri. L'Italia è il Paese Europeo che vanta il maggior numero di veicoli a due ruote (6,4 milioni di unità nel 2011, considerando unicamente la categoria dei motocicli) ed il Comune di Napoli rappresenta la Provincia nazionale con la maggiore densità di motocicli circolanti per km² (una densità di 282,5 motocicli/km² in confronto a 21,3 motocicli/km² in riferimento al territorio nazionale).

Per poter circolare, un veicolo deve rispettare i requisiti di omologazione, imposti dalla normativa vigente. I test a cui vengono sottoposti i veicoli a due ruote consistono nell'esecuzione di cicli di guida di omologazione durante i quali vengono misurate le emissioni in termini di inquinanti. Per valutare il comportamento emissivo in ambito reale sono stati creati invece modelli basati essenzialmente sulla velocità media. A tale categoria appartiene il programma di calcolo Copert (Computer Programme to calculate Emission from Road Traffic) utilizzato prevalentemente dall'EEA. A ciascuna tipologia di veicolo ed inquinante, il modello associa delle funzioni di stima delle emissioni e dei consumi in funzione unicamente della velocità media. Tale approccio trascura però la relazione esistente

tra le emissioni ed i consumi del veicolo in utilizzo reale ed altri parametri cinetici, che diventano rilevanti nel caso di moderni veicolo alimentati a benzina e dotati di catalizzatore, come nel caso del motoveicolo oggetto del presente studio. Quest'ultimo è uno scooter Parvisa Myspace 125. La categoria degli scooter, non classificata da una precisa definizione legislativa, attualmente è ampiamente diffusa in ambito urbano, rendendone interessante lo studio del comportamento emissivo in utilizzo reale. Le prove per la misura delle emissioni e dei consumi del motoveicolo sono state svolte presso la sala E4 dell'Istituto Motori del CNR di Napoli. Il veicolo è posto su una banco a rulli dinamometrico, che simula gli attriti su strada. Il guidatore esegue un profilo di velocità preimpostato ed un ventilatore a velocità costante provvede a simulare l'azione del vento. I gas di scarico prodotti sono diluiti con aria ambiente e sottoposti ad un'analisi in continuo delle concentrazioni degli inquinanti da parte di un banco di analisi dinamico, ed un'aliquota degli stessi è raccolta in sacchi per l'analisi finale delle concentrazione medie. Ogni sacco corrisponde ad una delle fasi in cui sono suddivisi i cicli di guida e gli inquinanti oggetti di studio sono: CO₂, CO, HC (idrocarburi incombusti) ed NO_x. Dal bilancio di massa sui gas di scarico, è possibile determinare il consumo di combustibile.

Tra i cicli guida implementati vi sono: il ciclo ECE per l'omologazione europea, il ciclo FTP utilizzato per l'omologazione in USA, Australia e Canada, il ciclo WMTC che rappresenta il ciclo mondiale armonizzato, i cicli sviluppati nell'ambito del progetto EU Artemis (Urban Cold e Cold Road), i cicli di guida Genoa che sono in totale tre (Genoa 3, 22 e 24), sviluppati nell'ambito di una convenzione stipulata tra l'Amministrazione Provinciale della città di Genova, l'Università di Genova e l'Internal Combustion Engines Group per lo studio della mobilità nel territorio genovese. Dallo studio del comportamento emissivo del veicolo si è constatato come quest'ultimo sia caratterizzato da un tempo di regimazione elevato, un funzionamento non corretto del catalizzatore ed in definitiva non rispetti i limiti Euro 3 relativi alla suddetta categoria di motoveicolo.

Parte dell'attività sperimentale è stata svolta su strada tramite l'utilizzo di uno strumento GPS per l'acquisizione di cicli di guida, rappresentati dal relativo profilo di velocità al fine di studiare la mobilità nel Comune di Napoli. I percorsi oggetti di studio sono stati:

- ✓ Il percorso A inerente le zone centrali di Napoli, che congiunge la sede dell'Istituto Motori con Piazza Garibaldi, prevalentemente in pianura. Sono state effettuate due classi differenti di acquisizione, la prima in presenza di ZTL, mentre la seconda in assenza.
- ✓ Il percorso B inerente le zone "alte" di Napoli, che congiunge Piazza Museo Nazionale e Piazza Medaglie d'Oro.
- ✓ Il percorso C che congiunge l'Istituto Motori e Piazza Museo Nazionale.

Per ciascun percorso è stato elaborato un ciclo di guida (definito con il termine Route in relazione al percorso di riferimento), appartenente per l'appunto alla classe dei cicli Napoli. Dal confronto delle caratteristiche di tutti i cicli considerati si è evinto come le principali differenze in termini di parametri cinetici siano riscontrabili per i tempi di accelerazione, decelerazione, velocità costante e di sosta al minimo (durante il quale il veicolo è fermo). I primi due dei suddetti parametri sono maggiori per i cicli Napoli mentre i restanti assumono valori maggiori per i cicli di omologazione, essendo quest'ultimi molto stilizzati.

Confrontando i valori delle emissioni in riferimento ai valori medi delle ripetizioni effettuate per ciascun ciclo, in riferimento alle sole fasi "a caldo" (ossia con motore regimato termicamente) al variare della velocità media (in figura 1 è considerato il caso relativo alla CO₂ ed NO_x), si evince come le emissioni di CO₂ siano minori per i cicli Genoa rispetto ai cicli Napoli per un range di velocità di 15-30 km/h. L'andamento nel caso del CO risulta speculare a quello visto per la CO₂, e dunque non riportato in figura, mentre i consumi sono simili per i cicli Napoli e Genoa. Considerando il caso degli NO_x, la differenza tra la curva determinata con il programma Copert è più evidente, essendo quest'ultimo basato sullo studio di motoveicoli dotati di catalizzatore correttamente funzionante.

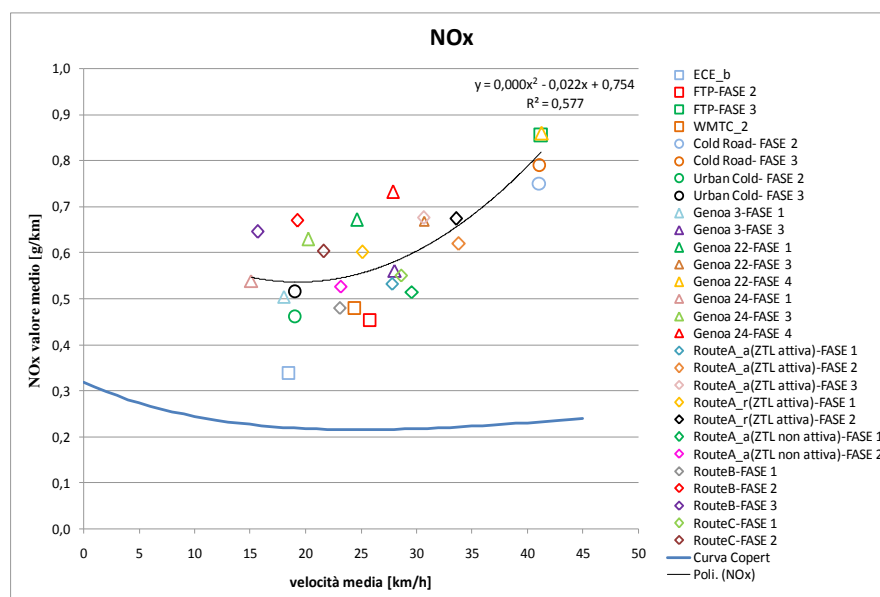
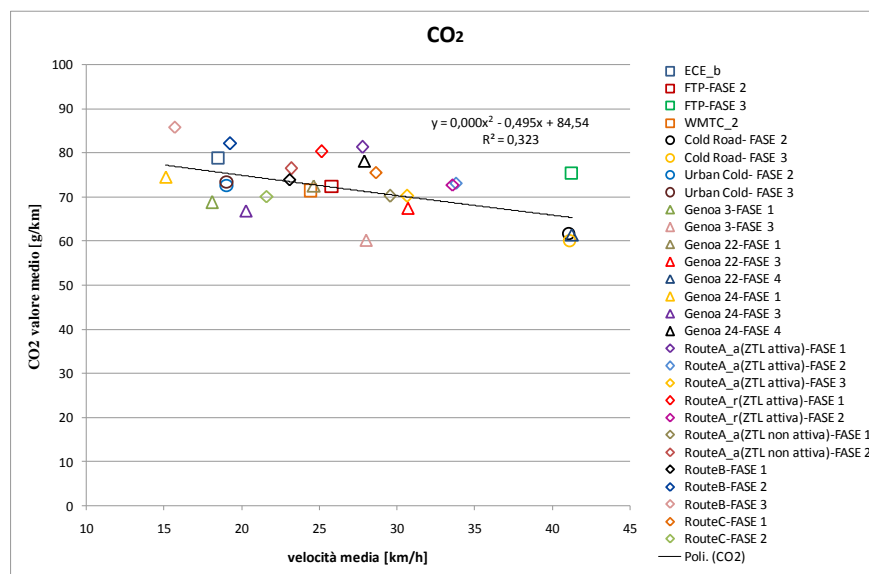


Figura 1: Andamento delle emissioni di CO₂ ed NO_x al variare della velocità media per le sole fasi a caldo dei cicli considerati.

Dallo studio del legame di dipendenza con ulteriori parametri cinetici, risulta di maggiore interesse il legame esistente con l'accelerazione media positiva (in riferimento ai soli valori istantanei positivi dell'accelerazione media) Dividendo i punti sperimentali in gruppi arbitrari (low, medium e high), a seconda del rispettivo valore dell'accelerazione media, si è determinato che l'andamento delle emissioni al variare del sopracitato parametro, risulta crescente per la CO₂ e gli NO_x. I risultati, invece, ottenuti al variare del parametro $m v \cdot a_{pos}$ (media dei prodotti positivi di

accelerazione e velocità istantanea) sono analoghi a quelli visti al variare della velocità media sempre considerando le emissioni di CO₂ ed NO_x. Per HC e CO, non si riscontrano significative dipendenze in relazione ai suddetti parametri cinetici.

In conclusione, dall'attività sperimentale svolta si evince come metodi di stima delle emissioni e dei consumi del veicolo relativi ai cicli di omologazione non rispecchiano quelli determinati per i cicli Napoli e Genoa (cicli reali). I parametri cinetici oggetto di studio, quali accelerazione media positiva ed il parametro $m_v \cdot a_{pos}$ citato in precedenza, dimostrano influenza sulle emissioni. Tra i possibili sviluppi futuri per il suddetto lavoro di tesi, vi è l'ottimizzazione dei modelli di previsione delle emissioni e dei consumi in ambito urbano e l'implementazione di ulteriori cicli di guida al fine di stimare le emissioni di inquinanti prodotte dal parco moto veicolare circolante nel Comune di Napoli.