

Titolo della tesi

Simulazione dell'inquinamento prodotto da traffico veicolare in un canyon urbano
(Tesi sperimentale)

Tipo di Laurea

Laurea magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio (indirizzo Tutela dell'Ambiente)

Sessione di Laurea
29/01/2017

anno accademico 2016/2017

Nome Candidato Daniele Forlani
Matricola 1541972

Relatore
Giovanni Leuzzi
SSD Relatore ICAR 01

Correlatori
Guido Gentile

Abstract

Le emissioni da traffico veicolare sono la principale causa dell'inquinamento atmosferico in ambito urbano, che a sua volta rappresenta una delle maggiori cause di mortalità. Al fine quindi di prevenire gli effetti nocivi generati dall'inquinamento su un generico recettore, è necessario avvalersi dell'utilizzo di modelli prognostici e diagnostici per lo studio della dispersione di inquinanti in atmosfera. Questo processo risulta poi particolarmente complicato da analizzare in ambito urbano a causa della complessa interazione tra gli edifici ed il campo fluidodinamico. In tal senso, l'obiettivo della tesi è quello di andare a testare, quindi valutare l'attendibilità, di un "nuovo" strumento, che prevede la combinazione di 3 modelli:

- Modello di stima delle emissioni (Copert);
- Modello di ricostruzione del campo fluidodinamico (ENVI-met, modulo meteo);
- Modello di dispersione degli inquinanti (ENVI-met, modulo dispersione).

La metodologia adottata per lo studio è la seguente:

- 1) Scelta dell'area di studio: La scelta è ricaduta su via Magna Grecia, in quanto, oltre ad essere presente la centralina di monitoraggio ARPA per la qualità dell'aria, presenta una struttura tipica del canyon urbano e dunque risulta rappresentativa di una casistica molto ampia.
- 2) Rilevamento del flusso veicolare: È stato rilevato il flusso veicolare in via Magna Grecia durante una giornata feriala, in un arco temporale che va dalle 5.00 di mattina alle 23.00 di sera, con relativo campionamento dei veicoli leggeri, veicoli pesanti e motocicli transitati.
- 3) Stima del tasso di emissione: È stata effettuata una suddivisione delle classi veicolari in altrettante sotto-categorie ai fini di poter calcolare il fattore di emissione associato ad ogni singola vettura in funzione del tipo di carburante, cilindrata e tecnologia (Euro1, Euro2...). Le equazioni di stima del fattore di emissione (diverse per ogni tipologia di veicolo) sono equazioni sperimentali implementate all'interno del modello Copert IV, la cui unica variabile è rappresentata dalla velocità media di transito del veicolo stesso.
- 4) Scelta del set di dati meteorologici: Sono state considerate più stazioni meteorologiche per la scelta del set di dati più adeguato da inserire all'interno del software ENVI-met per la ricostruzione del campo fluidodinamico. Per valutare, in via preventiva, la bontà di tale scelta ci siamo avvalsi dell'utilizzo di un box model.

- 5) Simulazione del fenomeno di dispersione: Una volta ricavati, i dati di input sono stati inseriti all'interno del software ENVI-met per la simulazione del fenomeno di dispersione degli inquinanti per ogni fascia oraria della giornata.
- 6) Confronto dei risultati e conclusioni: Si è infine proceduto al confronto tra i valori di concentrazione restituiti dal modello e quelli registrati dalla centralina. Al fine di rendere i dati paragonabili sono stati considerati anche i livelli di concentrazione di fondo presi dalle centraline di *background urbano*.

Dai risultati ottenuti possono trarsi le seguenti considerazioni:

Circa il modello di stima delle emissioni (Copert IV), sembra che questo, mediamente, sovrastimi il tasso di emissione. Infatti, in diversi casi i risultati ottenuti dalle simulazioni, i valori di concentrazione di NO_x calcolati superano i valori registrati, in alcuni casi anche in maniera abbondante. Nonostante ciò, considerando il contributo di fondo registrato dalla centralina di villa Ada, si ottiene un trend di concentrazioni molto simile a quello realmente verificatosi.

Le ragioni di tale sovrastima possono ricondursi a due fattori principali:

1. Errata valutazione della velocità media della flotta, in particolare risulta ancora poco chiara la gestione delle situazioni di congestione stradale. In un'ottica futura, oltre a rendersi necessarie ulteriori sperimentazioni, ponendo particolare attenzione alla valutazione della velocità, è comunque opportuno avvalersi di modelli o strumenti specifici di monitoraggio per la previsione del traffico (sistemi GPS, bluetooth, sensori, spire, etc).
2. Inesattezze sulla composizione specifica del parco veicolare circolato su via Magna Grecia, in particolare per quanto riguarda il carburante e la tecnologia dei veicoli. In quest'ottica, si specifica che, normalmente, i veicoli diesel ed i veicoli di tecnologie meno recenti hanno tassi di emissione di NO_x maggiori. L'impossibilità di conoscere con esattezza questo aspetto potrebbe aver dato vita ad alcuni errori nella stima delle emissioni.

In riferimento al modello fluidodinamico, conoscere il campo di vento è fondamentale. L'intensità e la direzione del vento e la turbolenza rappresentano i parametri chiave della dispersione degli inquinanti. In questo studio il campo fluidodinamico simulato rappresenta, con ogni probabilità, uno degli elementi di maggiore errore. Poiché in molti casi, oltre a quello considerato, non si hanno a disposizione i dati esatti del vento, per poter applicare un simile strumento per il calcolo della dispersione degli inquinanti, si rende necessario adottare un modello *ad hoc* per la ricostruzione delle condizioni fluidodinamiche al contorno sito-specifiche (CALMET o WRF). Tali modelli possono essere introdotti all'interno del processo per fornire le *boundary condition* al software ENVI-met, che rimane comunque valido per la sua capacità di ricostruire la tessitura urbana alla micro-scala, da cui scaturisce il campo di vento caratteristico dell'area.

Sul modello ENVI-met, relativamente alla dispersione degli inquinanti, rimane difficile giungere a delle conclusioni definitive. Probabilmente, gli errori che si sono riscontrati nelle stime delle concentrazioni derivano sia dalle approssimazioni applicate a monte del processo sia dal modello stesso. Cosa certa è invece l'inadeguatezza del modello se applicato su media-grande scala. La lentezza delle simulazioni abbinata, soprattutto, al fatto che si tratta di un modello stazionario, incapace quindi di cogliere i fenomeni di accumulo dovuti alle calme e le variazioni spaziotemporali della direzione ed intensità del vento lo rendono un modello esclusivo per la micro-scala o per condizioni di vento e di emissioni stazionarie. Oltre a questo bisognerebbe verificare lo schema con cui viene calcolata la turbolenza, che potrebbe essere una delle cause di sovrastima delle concentrazioni rispetto al semplice modello box, nel quale si ipotizza invece un mescolamento completo e quindi un effetto disperdente della turbolenza più efficiente. In merito, per eventuali applicazioni di questo strumento su scale più grandi, si suggerisce l'utilizzo di un modello meteorologico non stazionario e di un modello di dispersione lagrangiano.

Sebbene vi siano dunque degli aspetti ancora da verificare e da calibrare, da questo progetto potrebbe comunque nascere un potenziale strumento di previsione dell'inquinamento generato da traffico veicolare, da utilizzare per scopi diagnostici o previsionali.