

STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO E GRAFO STRADALE

L'ELABORAZIONE DI UNA MAPPA ESTESA A TUTTO IL BACINO PADANO CON UN ALTO LIVELLO DI DETTAGLIO HA PERMESSO DI STIMARE I TIPICI INQUINANTI PROVENIENTI DAL TRAFFICO STRADALE. NELL'AMBITO DEL PROGETTO PREPAIR È STATO SVILUPPATO UN APPOSITO STRUMENTO INFORMATICO.

Sebbene il numero di veicoli a motore abbia registrato un aumento costante, negli ultimi 30 anni si è assistito a una progressiva riduzione delle emissioni da trasporto dovuta a limiti emissivi sempre più stringenti [1]. Nonostante tali riduzioni, il trasporto su strada costituisce ancora un'importante fonte di emissione di inquinanti (NO_x, PM₁₀ e CO), significativa anche per quanto riguarda la formazione di particolato secondario dovuto a reazioni chimiche che avvengono in atmosfera (tipicamente nitrato e solfato di ammonio).

In questo articolo viene presentato come, nell'ambito del progetto Life Prepair, si sia proceduto all'elaborazione di un grafo della rete stradale esteso a tutto il territorio del bacino con la relativa associazione dei flussi di traffico e alla conseguente stima delle emissioni da trasporto mediante la realizzazione di uno strumento informatico appositamente sviluppato, allo scopo di approfondire la conoscenza di questa importante fonte con un dettaglio uniforme per tutte le regioni coinvolte.

La stima dei flussi veicolari

Per adempiere all'obiettivo di ricostruzione dei flussi veicolari sulla rete stradale del bacino del Po, nel contesto del progetto Prepair, Arpa Piemonte ha affidato, con un incarico esterno, la realizzazione di un grafo stradale di

bacino e la quantificazione dei relativi flussi di traffico per l'anno 2019. La società di consulenza ha in primo luogo definito il grafo stradale: partendo da una cartografia commerciale (NavStreet di Here del nord Italia [2]), attraverso un processo di semplificazione, si è arrivati alla creazione di un grafo connesso e completo, caratterizzato dal minor

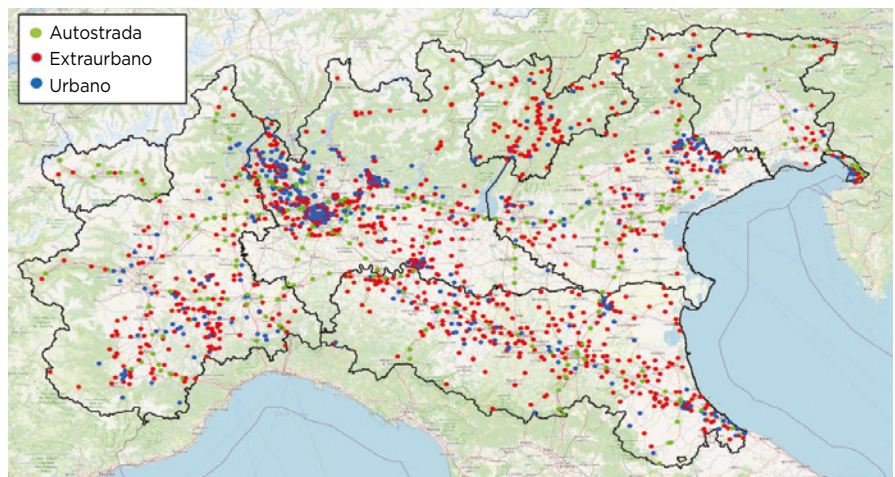


FIG. 1 TRAFFICO
Distribuzione spaziale, per tipo di strada, dei rilievi di traffico raccolti dai vari enti contattati.



numero di archi orientati (poco più di 300 mila) e nodi che riproducono la rete stradale con il livello di dettaglio adeguato a rappresentare gli spostamenti maggiormente significativi. Successivamente, si è proseguito con la richiesta alle società autostradali, ad Anas e agli enti locali dei dati di traffico veicolare (provenienti da conta-traffico, telecamere, passaggi ai caselli e alle barriere autostradali, Telepass, monitoraggi Anas e *Floating car data* [3]) sull'intero bacino: i dati raccolti, riportati in *figura 1*, mostrano la distribuzione spaziale e la suddivisione per tipologia di strada e sono stati corretti per essere utilizzati come input al modello di traffico.

Come modello di assegnazione dei flussi è stato utilizzato il modello Willumsen [4], in grado di stimare su tutta la rete le matrici O/D (di origine e destinazione), che rappresentano la domanda di mobilità a partire dal campione di dati di rilievo sulla rete stradale di riferimento e i relativi flussi di traffico. Sono state poi condotte 48 simulazioni, ciascuna relativa a 4 classi veicolari (automobili, ciclomotori e motocicli, veicoli commerciali leggeri e veicoli commerciali pesanti), differenziate per stagione, tipo di giorno e fasce orarie.

Successivamente, la società affidataria ha effettuato l'aggiornamento dei flussi di traffico al 2021, ripartendo da una nuova raccolta di dati di traffico e da nuove simulazioni.

La *figura 2* mette a confronto il flusso di traffico dei due anni oggetto di studio attraverso l'utilizzo di flussogrammi, dove lo spessore dell'arco è proporzionale al valore del flusso espresso in veicoli equivalenti (categoria unica a cui ricondurre, tramite opportuni coefficienti, le diverse tipologie di veicoli). L'esempio in *figura 2* mostra il flusso medio estivo feriale della sera che diminuisce, nel passaggio da un anno all'altro, soprattutto intorno a Torino, Milano e al tratto autostradale tra Piacenza e Bologna, principalmente a causa dell'emergenza sanitaria da Covid-19.

La stima delle emissioni da trasporto su strada

I flussi di traffico così ottenuti sono stati elaborati da Arpa Lombardia per calcolare le percorrenze annuali per arco e tipo di veicolo e in seguito attribuite ai comuni in proporzione alla lunghezza di ogni intersezione arco/comune. Lo strumento informatico EmiTool, sviluppato da Arpa Lombardia (v. articolo di A. Marongiu et al. a pag. 38), ripartisce

ulteriormente le percorrenze in numerose categorie di veicoli caratterizzate da cilindrata o peso del veicolo, tipo di combustibile e norma di omologazione, in base al numero di veicoli immatricolati nel bacino e alla percorrenza annuale a essi attribuita.

Le percorrenze vengono moltiplicate per il fattore medio di emissione di inquinante e di consumo di combustibile, caratteristico

di ogni categoria di veicolo e tipo di strada, per ottenere la stima di emissioni e consumi "da traffico lineare" per comune, tipo di veicolo e di strada [5] (*figura 3*). Successivamente, EmiTool sottrae i consumi stimati da traffico lineare alle quantità totali di combustibili da autotrazione venduti nel bacino padano, pubblicati sul bollettino petrolifero del Ministero dell'Ambiente e della sicurezza

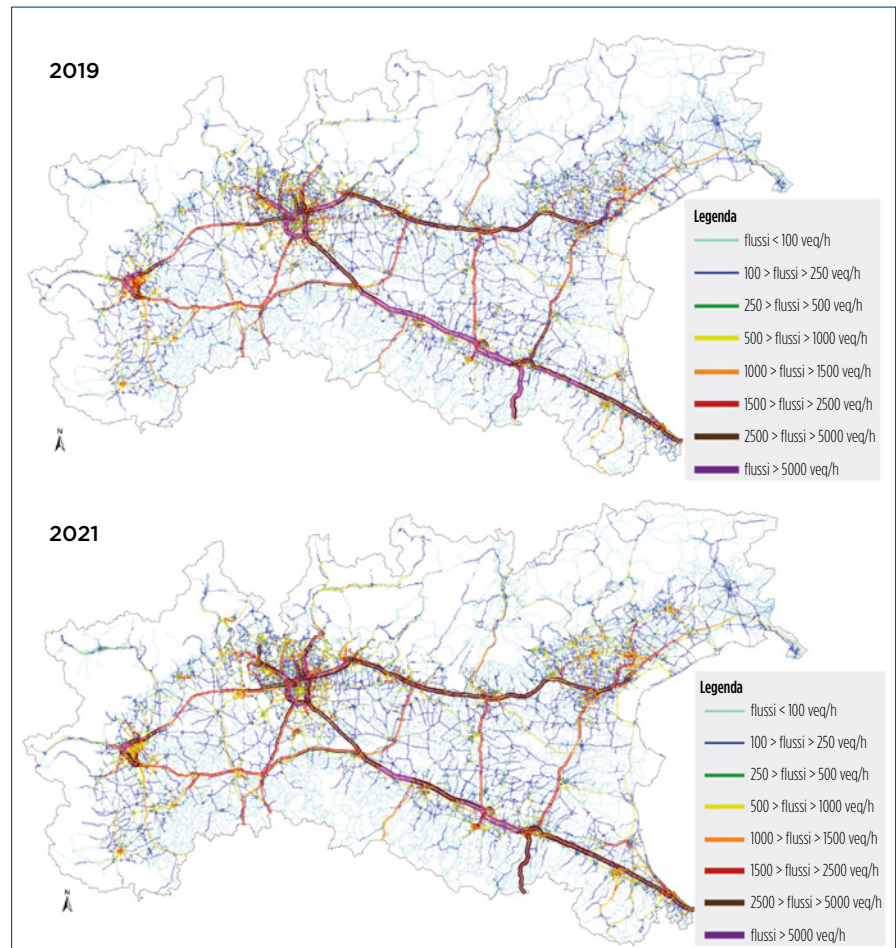


FIG. 2 GRAFO DI BACINO
Flussi di traffico assegnati sul grafo di bacino: volumi di traffico medio di un giorno feriale estivo, in orario serale, per il 2019 (in alto) e il 2021.

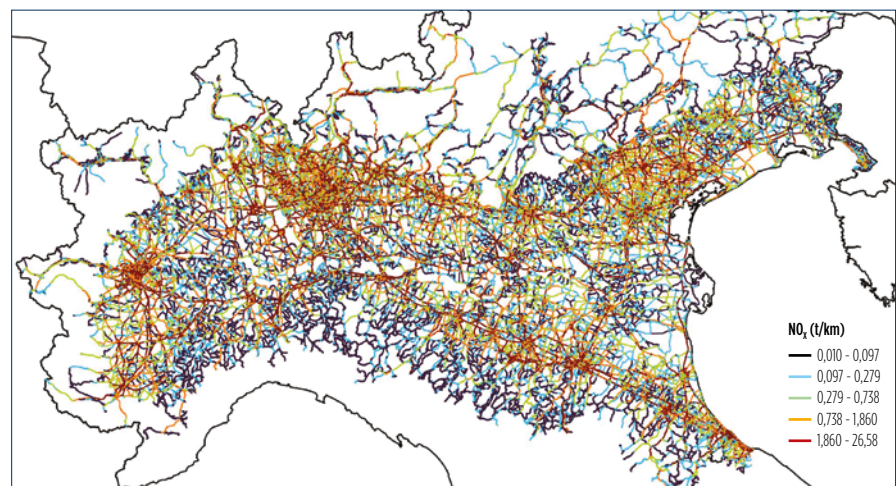


FIG. 3 NO_x
Emissioni annuali 2019 di NO_x per chilometro, elaborazioni Arpa Lombardia.

energetica o stimati in base al numero di veicoli per quanto riguarda il metano. Le differenze tra consumi totali e consumi lineari vengono ripartite tra categorie veicolari e comuni in base al prodotto tra:

- numero veicoli immatricolati per categoria
- fattore di consumo urbano
- percorrenza annuale attribuita
- numero residenti per comune.

I consumi ripartiti, divisi per il fattore di consumo urbano, vengono moltiplicati per i fattori di emissione urbani per ricavare le emissioni da “traffico diffuso”. In figura 4 è rappresentata la somma dei contributi lineare e diffuso.

Conclusioni

Il progetto Life Prepair ha reso disponibile per la prima volta un grafo di rete stradale esteso a tutto il bacino padano, caratterizzato da un elevato grado di dettaglio, anche per quanto riguarda le tipologie di veicoli considerate, e popolato di flussi omogeneamente generati tramite l'applicazione di un unico modello di assegnazione. Tale valutazione ha comportato lo sviluppo di un'apposita funzionalità all'interno dello strumento informatico EmiTool, anch'esso sviluppato nell'ambito del progetto Prepair.

Francesca Bissardella¹, Giuseppe Fossati², Stefania Ghigo¹, Alessandro Marongiu², Elisabetta Angelino²

1. Arpa Piemonte
2. Arpa Lombardia

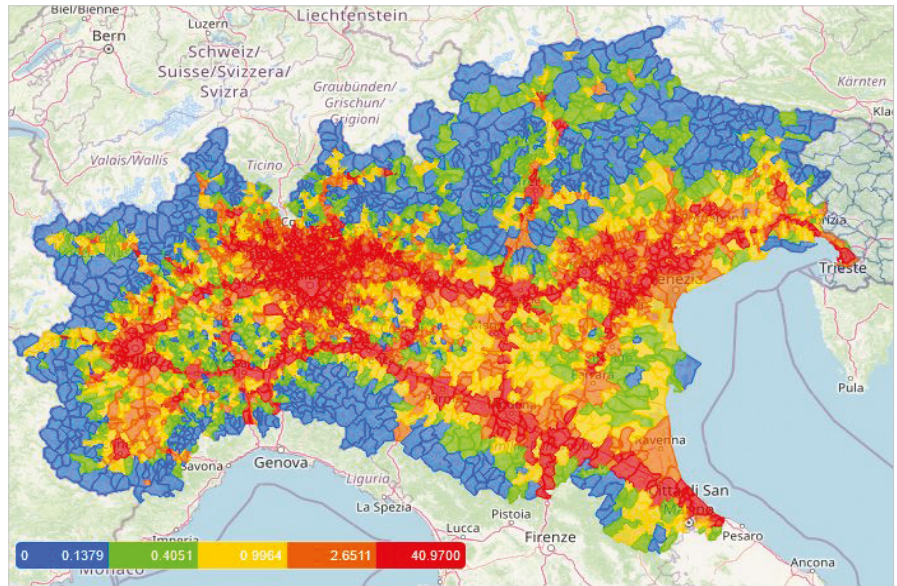


FIG. 4 EMISSIONI COMUNALI
Densità emissioni comunali 2019 da traffico per NO_x (t/km²), prodotta con EmiTool.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Ispra, 2021, *Italian emission inventory 1990-2019. Informative inventory report 2021*, Rapporti 342/2021, Isbn 978-88-448-1047-4, www.isprambiente.gov.it/files2021/pubblicazioni/rapporti/rapp-342-2021.pdf
- [2] Here, 2016, *Navstreets street data reference manual v6.0*, Chicago, IL.
- [3] Pfoer D., 2017, "Floating car data", in Shekhar S., Xiong H., Zhou X., *Encyclopedia of Gis*, Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-319-17885-1_423, 621-622
- [4] Willumsen L.G., Papageorgiou M., 1991, "Origin-destination matrix: Static estimation", in *Concise encyclopedia of traffic and transportation systems*, Pergamon Press, Oxford, UK, 315-322.
- [5] Eea, 2019, *Emep/Eea air pollutant emission inventory guidebook 2019*, Eea Report No 13/2019, Issn 1977-8449, www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019

