

Simulazioni modellistiche delle concentrazioni di inquinanti in aria al variare del numero di transiti dei mezzi pesanti al Traforo del Monte Bianco

Giordano Pession, Tiziana Magri

ARPA Valle d'Aosta, loc. Grande Charrière 44 – 11020 Saint-Christophe (AO)
gi.pession@arpa.vda.it; t.magri@arpa.vda.it

RIASSUNTO

Da alcuni anni la Sezione Aria di ARPA Valle d'Aosta utilizza per la valutazione dello stato della qualità dell'aria un approccio integrato: le misure di concentrazione della rete di monitoraggio della qualità dell'aria sono completate dalle informazioni sulle sorgenti emissive presenti sul territorio e da simulazioni di dispersione di inquinanti.

L'utilizzo dei modelli di dispersione consente non solo di ottenere informazioni sui livelli di inquinamento in quelle zone in cui non vi sono siti di misura ma anche di ipotizzare scenari emissivi e valutarne le conseguenze sulla qualità dell'aria.

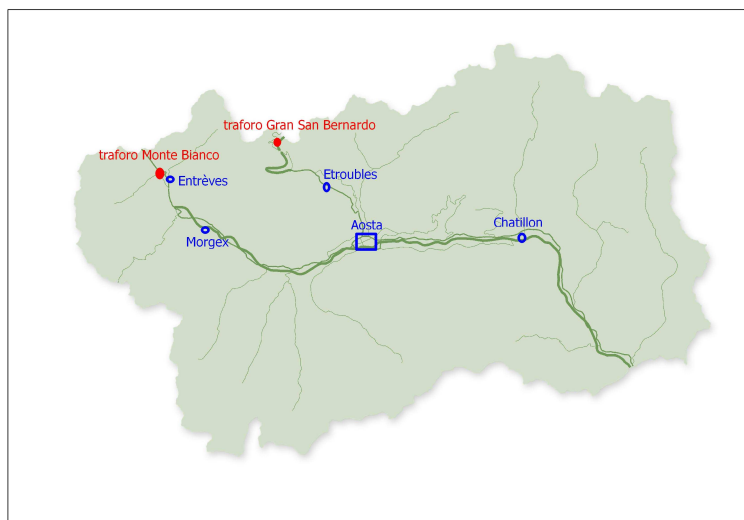
In questo articolo, si vuole presentare un lavoro svolto per stimare l'impatto sulla qualità dell'aria in Valle d'Aosta del traffico merci internazionale transitante al Traforo del Monte Bianco utilizzando un modello di dispersione di inquinanti in aria.

I modelli di dispersione di inquinanti in aria, che forniscono valori di concentrazione oraria per tutti i punti del dominio di studio, richiedono come dati di ingresso le emissioni prodotte dalle sorgenti presenti sul territorio, i dati meteorologici relativi al periodo scelto e i dati di orografia ed uso del suolo che influenzano i fenomeni di trasporto e di turbolenza atmosferica.

INTRODUZIONE

Sul territorio della Regione Valle d'Aosta si trovano il traforo del Monte Bianco e il traforo del Gran San Bernardo, che collegano l'Italia a Francia e Svizzera: la loro presenza comporta il transito di mezzi leggeri e pesanti con conseguente impatto sullo stato della qualità dell'aria.

Figura 1: la regione Valle d'Aosta con i trafori del Monte Bianco e del Gran San Bernardo

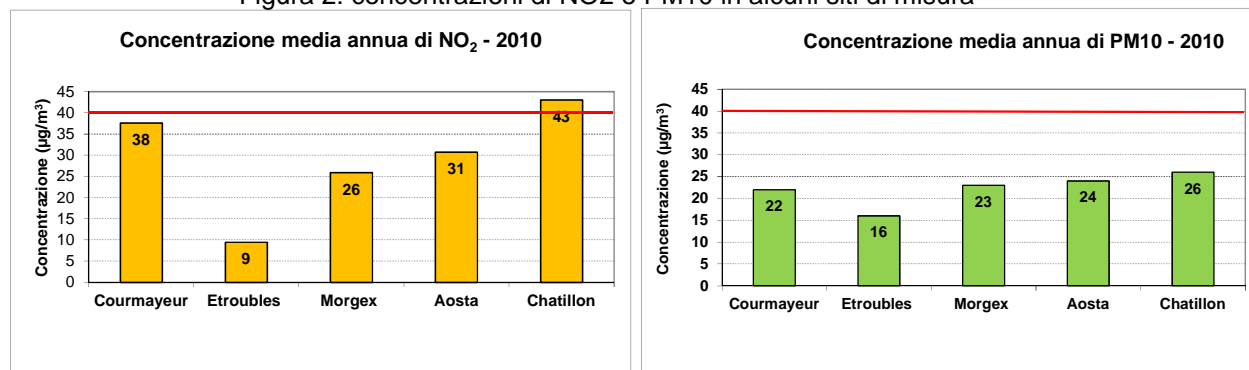


Nel grafico seguente sono riportate le concentrazioni di biossido di azoto e di particolato misurate in alcuni siti di monitoraggio interessanti per valutare gli effetti del traffico (figura 2):

- Courmayeur, loc. Entrèves, una stazione fissa a ridosso della sede stradale lungo la rampa di accesso al traforo del Monte Bianco;
- Etroubles, campagne con laboratorio mobile in un punto a ridosso della sede stradale lungo la strada statale che conduce al traforo del Gran San Bernardo;
- Morgex, una stazione fissa situata in un parcheggio poco distante dalla strada statale;

- Aosta, una stazione fissa del capoluogo regionale influenzata anche dal traffico cittadino;
- Chatillon, campagne con laboratorio mobile presso un'area di sosta dell'autostrada A5.

Figura 2: concentrazioni di NO₂ e PM₁₀ in alcuni siti di misura



I volumi di traffico lungo i due assi sono molto diversi: nel 2010, al Traforo del Monte Bianco sono transitati in media 1600 mezzi pesanti al giorno, mentre al Gran San Bernardo 129.

La scelta di effettuare la simulazione modellistica considerando solo il traffico transitante dal traforo del Monte Bianco deriva dalla considerazione dei dati di qualità dell'aria (figura 2) e dei flussi di traffico.

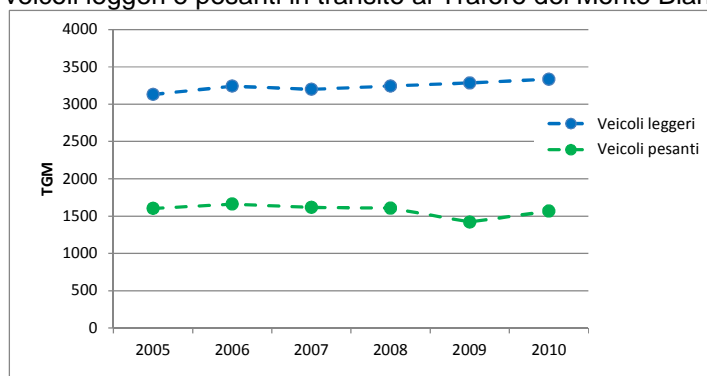
LE EMISSIONI PRODOTTE DAL TRAFFICO INTERNAZIONALE

Per stimare le emissioni prodotte dal traffico merci internazionale circolante sul territorio della Regione Valle d'Aosta e diretto al Traforo del Monte Bianco sono stati utilizzati i dati relativi ai flussi di traffico e alla composizione del parco circolante, che sono stati forniti dalla società GEIE TMB.

I flussi di traffico

I flussi di traffico transitanti al Traforo del Monte Bianco sono espressi come TGM, Traffico Giornaliero Medio. Si nota una flessione del numero di transiti nel 2009, ragionevolmente imputabile alla crisi economica (figura 3).

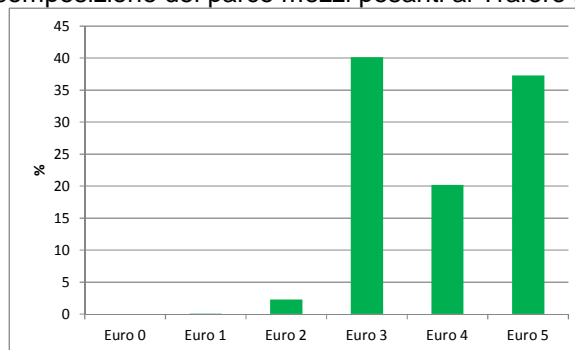
Figura 3 – Numero di veicoli leggeri e pesanti in transito al Traforo del Monte Bianco dal 2005 al 2010



La composizione del parco circolante

I mezzi pesanti che transitano al traforo del Monte Bianco (dove vige il divieto di transito per i mezzi Euro 0) sono per oltre il 90% di classe uguale o superiore alla Euro 3, con una presenza di oltre il 35% della più recente Euro 5 (figura 4).

Figura 4: composizione del parco mezzi pesanti al Traforo nel 2010



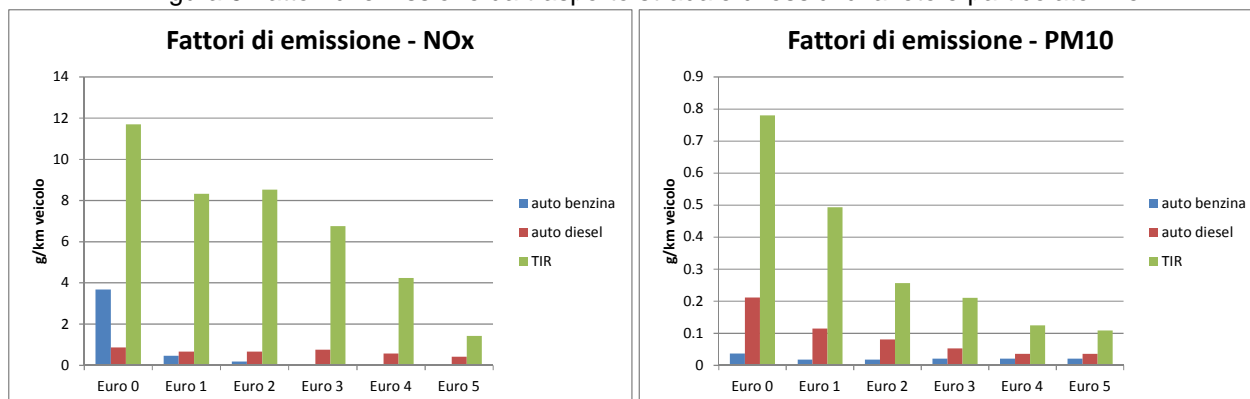
I fattori di emissione

I fattori di emissione, che indicano la quantità di un certo inquinante emessa da un veicolo per ogni chilometro percorso, dipendono da molti elementi: il tipo di alimentazione (benzina, diesel, gpl), il tipo di veicolo (automobile, motociclo, veicolo commerciale leggero o pesante...), la cilindrata, la tipologia di classe Euro, il tipo di strada percorsa (urbana, extraurbana, autostrada), la pendenza del tratto stradale, la velocità media di percorrenza, la temperatura dell'aria.

Per tale motivo, i fattori di emissione teorici medi, riportati per le diverse classi Euro sull'Emission Inventory Guidebook (EMEP_CORINAR), non possono essere direttamente utilizzati per descrivere le reali situazioni del traffico locale, ma devono essere corretti considerando tutti i fattori elencati in precedenza, secondo uno specifico algoritmo (metodologia COPERT IV).

Dai grafici seguenti (figura 5), si nota come i fattori di emissione di ossidi di azoto e particolato diminuiscano notevolmente con le motorizzazioni più recenti. I mezzi pesanti hanno fattori di emissione decisamente maggiori di quelli delle automobili, mentre tra le auto quelle diesel emettono maggiormente rispetto a quelle benzina.

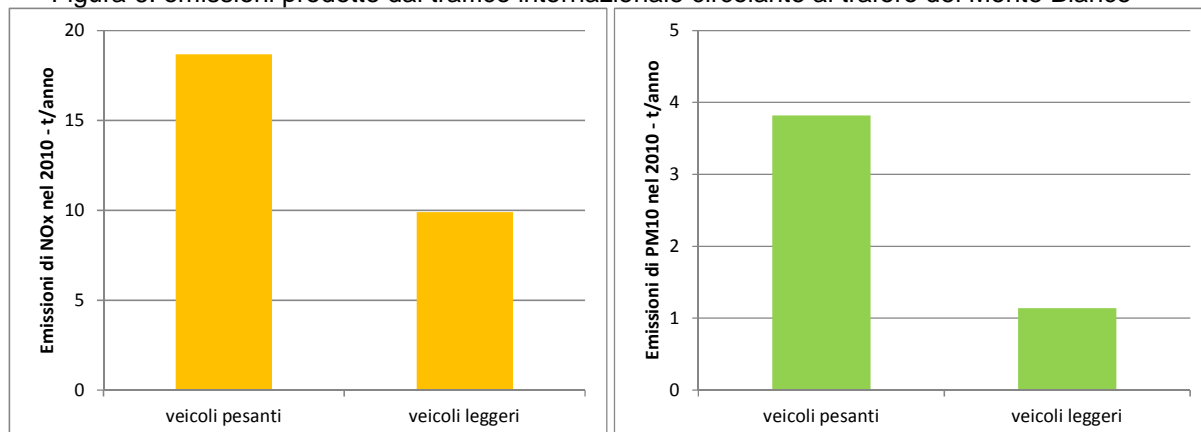
Figura 5: fattori di emissione da trasporto stradale di ossidi di azoto e particolato fine



Le emissioni stimate

Combinando tutte le informazioni precedenti (composizione parco veicolare, flussi di traffico, fattori di emissione) è possibile stimare la quantità totale di emissioni prodotte dal traffico internazionale nel territorio considerato (figura 6).

Figura 6: emissioni prodotte dal traffico internazionale circolante al traforo del Monte Bianco



LE SIMULAZIONI DI DISPERSIONE

I modelli matematici

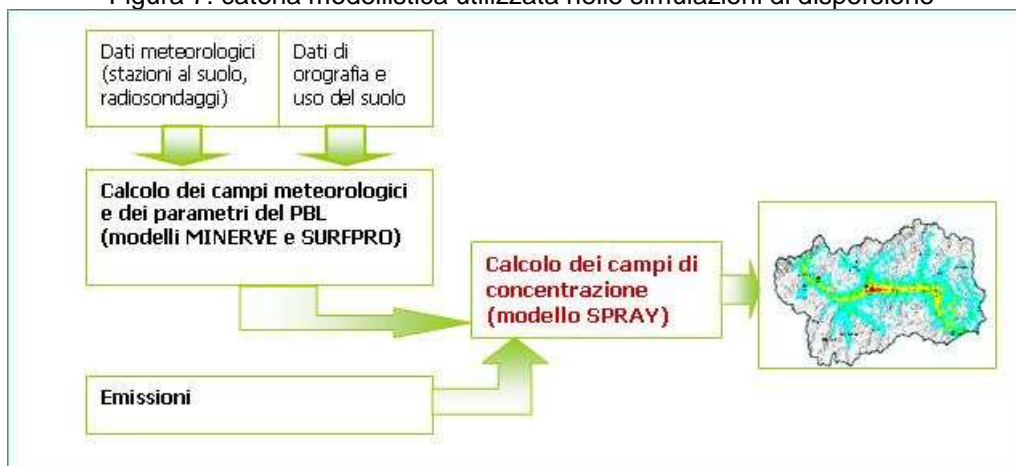
Per la ricostruzione tridimensionale dei campi di vento e temperatura è stato utilizzato MINERVE/SWIFT [1], un modello meteorologico diagnostico che opera utilizzando il principio di conservazione della massa per tenere conto degli effetti dell'orografia sulla struttura del flusso. Come dati di ingresso al modello sono stati usati i dati misurati dalle stazioni meteorologiche presenti sul territorio (sia di ARPA sia del Centro Funzionale Regionale) ed un profilo verticale ottenuto con la tecnica del radiosondaggio atmosferico (nel sito di Payerne in Svizzera).

I principali parametri che descrivono la turbolenza atmosferica e quelli che influenzano la dispersione degli inquinanti sono calcolati dal modello SURFPRO [2] a partire dai dati meteorologici, di uso del suolo, di orografia e dalle proprietà delle specie chimiche considerate.

Il modello di dispersione utilizzato è SPRAY [3], un modello lagrangiano a particelle, il quale utilizza un sistema di coordinate che segue il flusso atmosferico. L'inquinante è simulato da un certo numero di particelle virtuali che seguono il moto turbolento delle particelle di aria in cui sono immesse e la velocità delle particelle è la somma di una componente media (data dalla velocità media del vento locale) e da una componente stocastica, che riproduce la turbolenza atmosferica.. Il modello può calcolare concentrazioni medie ed istantanee su una griglia 3D distinguendo tra varie specie chimiche.

Nella figura 7 è schematicamente rappresentata la catena modellistica utilizzata.

Figura 7: catena modellistica utilizzata nelle simulazioni di dispersione



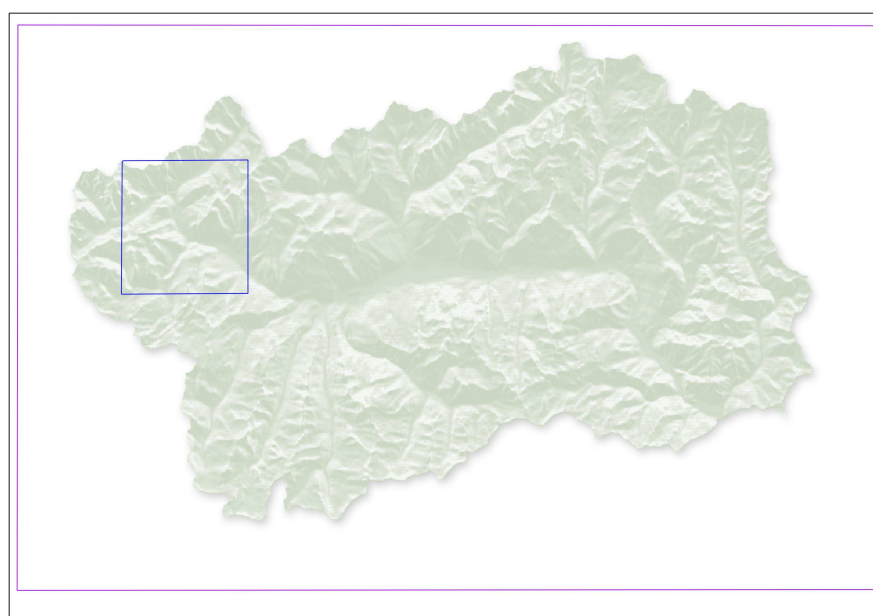
L'area di studio

La ricostruzione dei campi meteorologici è stata fatta utilizzando due griglie innestate, la prima con una estensione di 100 km x 70 km, comprendente l'intero territorio regionale, con risoluzione orizzontale di 1 km, e la seconda su una griglia di 14 km x 16 km con risoluzione orizzontale di 125m corrispondente all'area della Val digne.

La necessità di utilizzare un sistema di griglie innestate deriva dal fatto che il territorio è complesso e la ricostruzione dei campi meteorologici (fondamentale per i fenomeni di trasporto degli inquinanti) è più accurata se si considera un maggiore numero di stazioni al suolo. I campi calcolati dal modello sulla prima griglia diventano i dati di input per il calcolo del modello sulla seconda griglia.

La simulazione di dispersione è stata fatta solo sulla griglia più piccola, con una risoluzione orizzontale di 62.5 m.

Figura 8: i domini di calcolo



Il calcolo delle concentrazioni medie annue

Il modello di dispersione fornisce, per ogni inquinante, un dato di concentrazione media oraria per tutto il periodo scelto per la simulazione. Per la ricostruzione della media annua è stato utilizzato un metodo alternativo (che ARPA Valle d'Aosta utilizza da diversi anni ed è ormai consolidato) alla simulazione sull'intero anno.

Come primo passo, sono state identificate delle condizioni meteorologiche tipiche per la Valle d'Aosta (come ad esempio i fenomeni di inversione termica o le brezze estive). In seguito, per l'anno considerato, si definisce la frequenza percentuale di ogni condizione meteorologica e si sceglie, per ogni condizione, un periodo (2-3 giorni) che ne sia rappresentativo.

Si esegue poi la simulazione di dispersione in ognuno di questi periodi e si calcolano i valori di concentrazione media nei periodi. Ad ognuno di questi periodi è assegnato un peso pari alla sua frequenza percentuale di occorrenza nel corso dell'anno; il valore di concentrazione media annua è stato ricavato effettuando una media pesata dei dati di concentrazione media dei singoli periodi.

La validazione di questa procedura è fatta applicando lo stesso metodo ai dati di concentrazione misurati dalle stazioni della rete di monitoraggio e ricostruendo la media annua.

GLI SCENARI IPOTIZZATI

Le simulazioni di dispersione sono state effettuate utilizzando i dati meteorologici e del parco circolante relativi al 2010, ma variando il numero di mezzi pesanti transitanti al traforo del Monte Bianco per esaminare la variazione delle concentrazioni di inquinanti al variare di questo numero.

Tabella 1 – scenari di traffico ipotizzati nella simulazione

| | anno 2010 | scenario 1 | scenario 2 | scenario 3 |
|------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|
| TGM al Traforo del Monte Bianco | 1566 | 1800 | 2000 | 2200 |

I RISULTATI

Nelle figure seguenti sono riportate le mappe di concentrazione medie annuali di ossidi di azoto (figura 9) e di particolato fine (figura 10) per i diversi scenari di traffico giornaliero medio di mezzi pesanti.

Figura 9: stima delle concentrazioni di NO₂ al variare del numero di mezzi pesanti

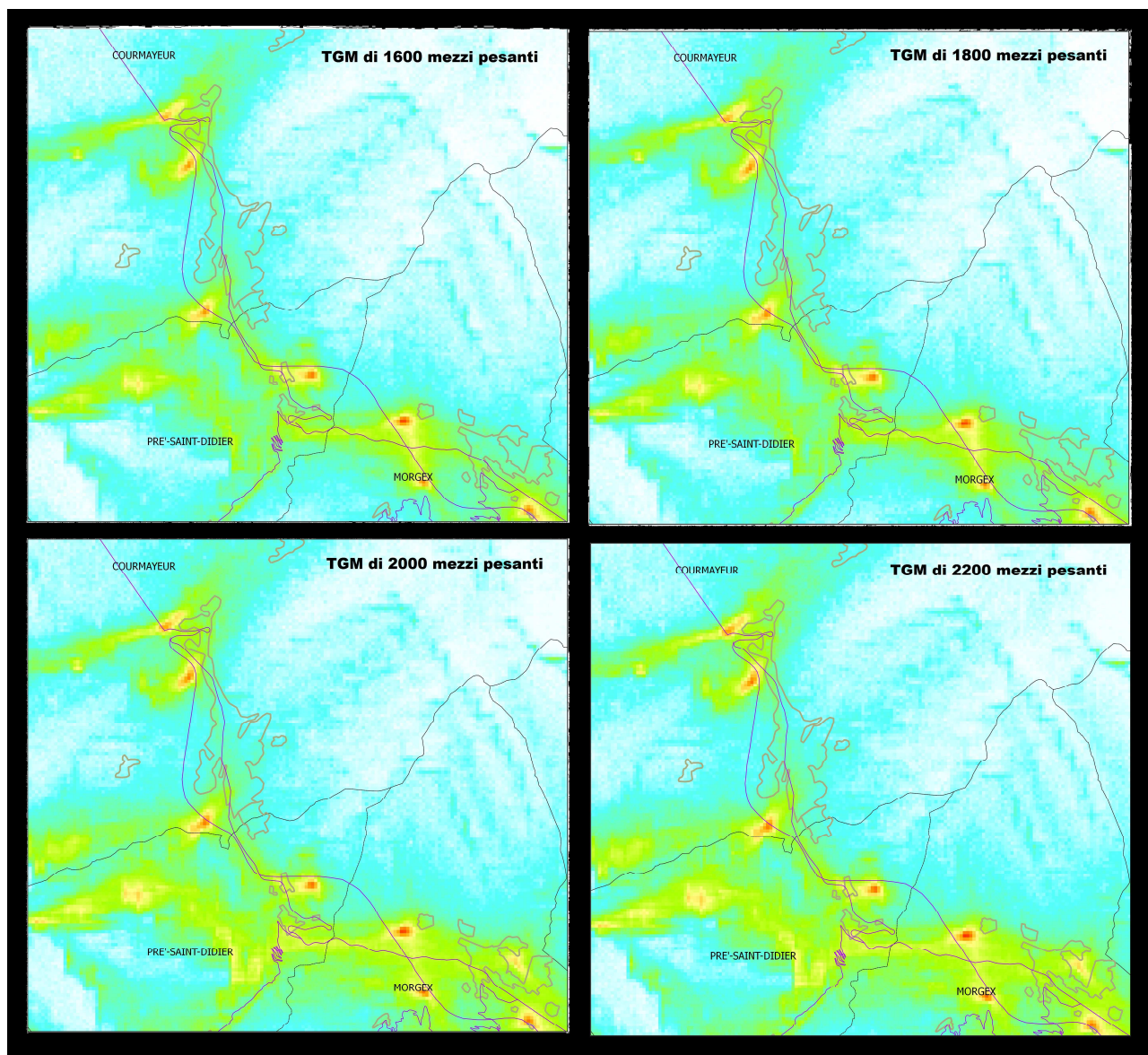
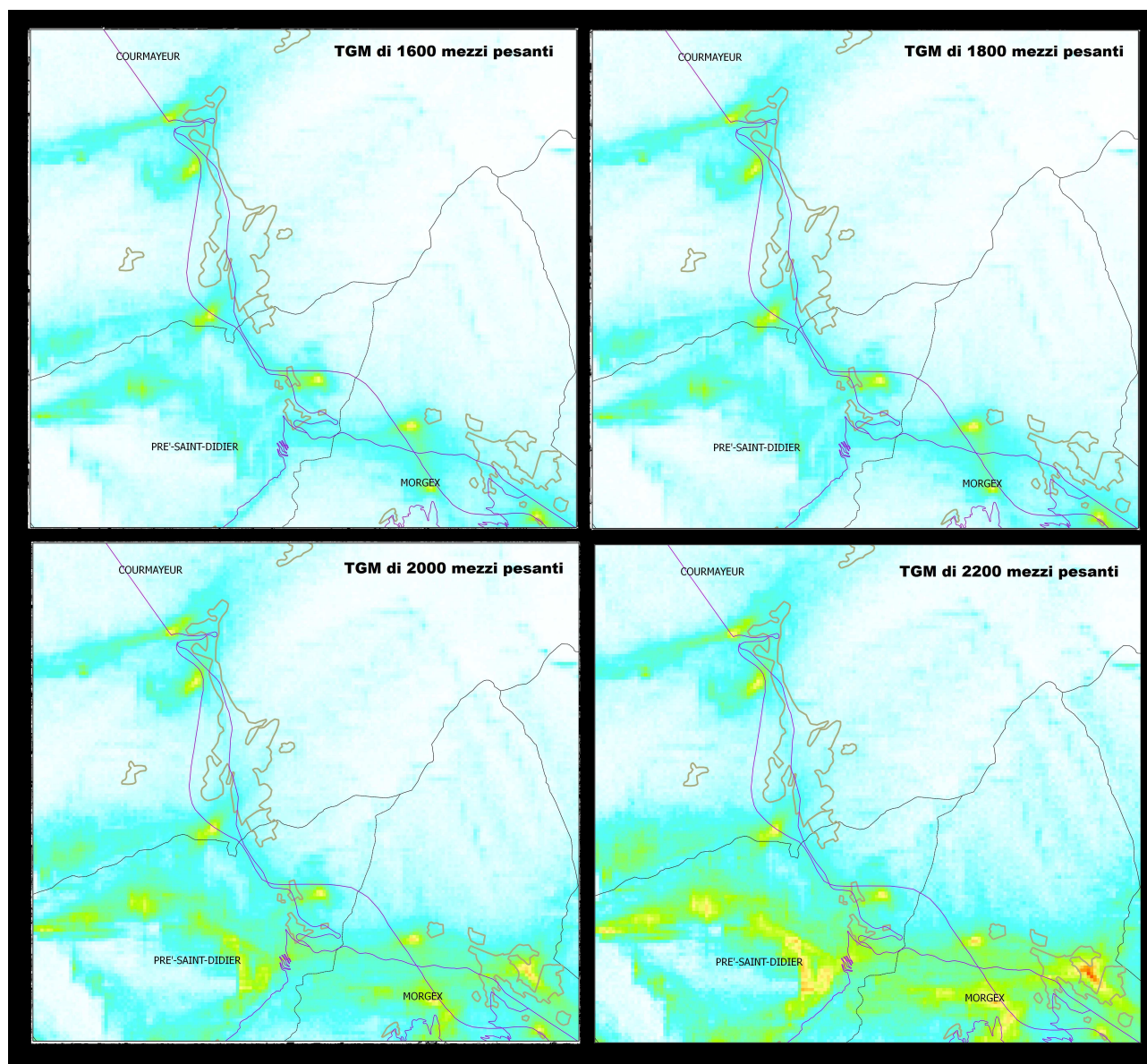


Figura 10: stima delle concentrazioni di PM10 al variare del numero di mezzi pesanti



Le concentrazioni all'aumentare del numero di mezzi pesanti, come atteso, aumentano, ma la variazione si vede più come estensione delle aree influenzate che come aumento dei valori puntuali¹.

L'influenza dell'aumento del TGM è più rilevante, come è lecito aspettarsi, nei punti dove il traffico internazionale risulta essere la principale sorgente di emissione rispetto alle fonti locali, ovvero nei siti di prossimità stradale, a partire dall'uscita finale dell'autostrada fino all'imbocco del tunnel.

Bibliografia

- [1] ARIA Technologies, *Minerve wind field model*, 2001, ARIA report
- [2] ARIANET, *SURFPRO – User's guide*, 2006
- [3] ARIANET, *SPRAY 3.1 – General description and user's guide*, 2007
- [4] Deserti M., Lollobrigida F., Angelino E. e al., *I modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria a scala regionale*, 2004, APAT CTN-ACE
- [5] Lollobrigida F., Deserti M., Angelino E. e al., *I modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria nelle aree urbane ed a scala locale*, 2004, APAT CTN-ACE

¹ I punti di maggiore concentrazione lungo gli assi stradali sono gli sbocchi delle gallerie