



CITTA' DI TORINO

DIVISIONE URBANISTICA ED EDILIZIA PRIVATA
DIREZIONE URBANISTICA
SERVIZIO DI PIANIFICAZIONE
VIA MEUCCI 4

ACCORDO DI PROGRAMMA A48
CENTRO DI BIOTECNOLOGIE MOLECOLARI
VERIFICA DI ASSOGETTABILITÀ A V.A.S.

RAPPORTO AMBIENTALE

ALLEGATI DESCRITTIVI

A1

SIMULAZIONE DELLA DISPERSIONE DI INQUINANTI
GASSOSI EMESSI DAL TRAFFICO INDOTTO

DIRIGENTE DEL SETTORE:

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
ARCH. GIACOMO LEONARDI

RESPONSABILE TECNICO:

ARCH. LILIANA MAZZA

COLLABORATORI TECNICI:

ARCH. MARINA DORIA
DOTT. ING. ALBERTO ROLANDI
GEOM. MICHELA DI RUGGERO

TORINO 27 GIUGNO 2013

SOGGETTO PROPONENTE LA VARIANTE:



CIRP - CLINICAL INDUSTRIAL RESEARCH PARK
DOTT. LORENZO SILENGO

ELABORATO REDATTO DA:



ARCH. HERMANN KOHLOFFEL



ING. GIANLUCA GIANOGLIO



ING. ENZO BONARDO

Il tecnico competente in acustica ambientale
(Determinazione Regione Piemonte N° 165 del 09.07.2005)
Gianluca De Allemandi

Il tecnico competente in acustica ambientale
(Determinazione Regione Piemonte N° 300 del 30.04.2010)
Vincenzo Arch. Bonardo



ING. STEFANO MANELLI

A 1 Simulazione della dispersione di inquinanti gassosi emessi dal traffico indotto

In questo capitolo sono descritti i risultati relativi all'analisi della dispersione in atmosfera degli inquinanti emessi dai veicoli che abbiano come destinazione o provenienza i nuovi edifici del Centro di Biotecnologie Molecolari e Incubatore di Ricerca dell'Università di Torino.

La stima delle emissioni e la conseguente dispersione degli inquinanti sono basate sui contenuti dello studio di traffico che contiene informazioni sul traffico presumibilmente indotto dai nuovi edifici e sul traffico complessivamente gravitante nelle strade a ridosso della nuova struttura, dopo il suo completamento.

Lo studio ha preso in considerazione gli inquinanti per i quali il trasporto su strada rappresenta la principale fonte di emissione in ambito urbano: PM10, PM2.5, NOx, CO e Benzene

A1.1 Riferimenti normativi

Nella tabella seguente si fornisce un breve riassunto dei limiti normativi indicati nell'allegato XI del D.Lgs 155/2010 per gli inquinanti PM10, PM2.5, CO e Benzene ed NO₂ che è l'unica molecola tra gli ossidi di azoto per la quale sono previsti valori limite per la protezione della salute umana.

Inquinante	Tipo di limite	Limite	Tempo di mediazione dati
Biossido di azoto NO₂	valore limite orario per la protezione della salute umana	200 µg/m ³ (da non superare più di 18 volte l'anno)	media oraria
	valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m ³	media annuale
PM10 Particolato fine	valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	50 µg/m ³ (da non superare più di 35 volte l'anno)	media nelle 24 ore
	valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m ³	media annuale
PM2.5 Particolato con diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm.	valore limite annuale per la protezione della salute umana	Valore limite aumentato del margine di tolleranza 2013 → 26 µg/m ³ 2014 → 26 µg/m ³ 2015 → 25 µg/m ³	media annuale
Monossido di carbonio CO	valore limite per la protezione della salute umana	10 mg/m ³	media massima giornaliera su 8 ore
Benzene	valore limite annuale per la protezione della salute umana	5 µg/m ³	media annuale

Valori limite normativi indicati nell'allegato XI del d.lgs 155/2010 per NO₂, PM10, PM2.5, CO, Benzene

A1.2 Caratterizzazione meteorologica del sito

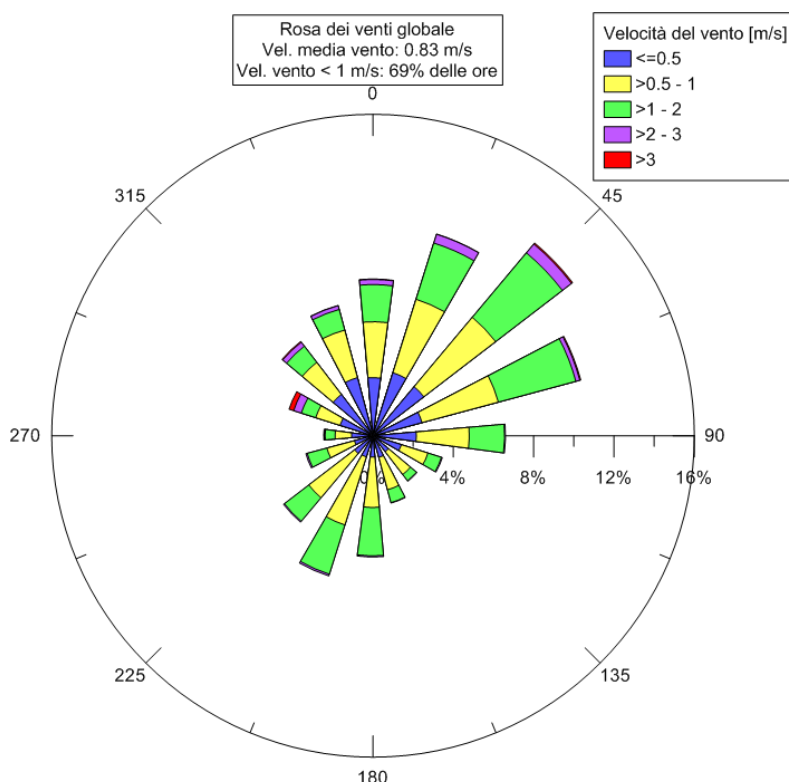
Per procedere all'analisi della dispersione degli inquinanti emessi dall'impianto è stato necessario reperire una serie temporale di estensione pari ad un anno (8760 valori orari) dei seguenti parametri:

- Velocità del vento;
- Direzione di provenienza del vento;
- Temperatura dell'aria;
- Radiazione solare;
- Classe di stabilità di Pasquill.

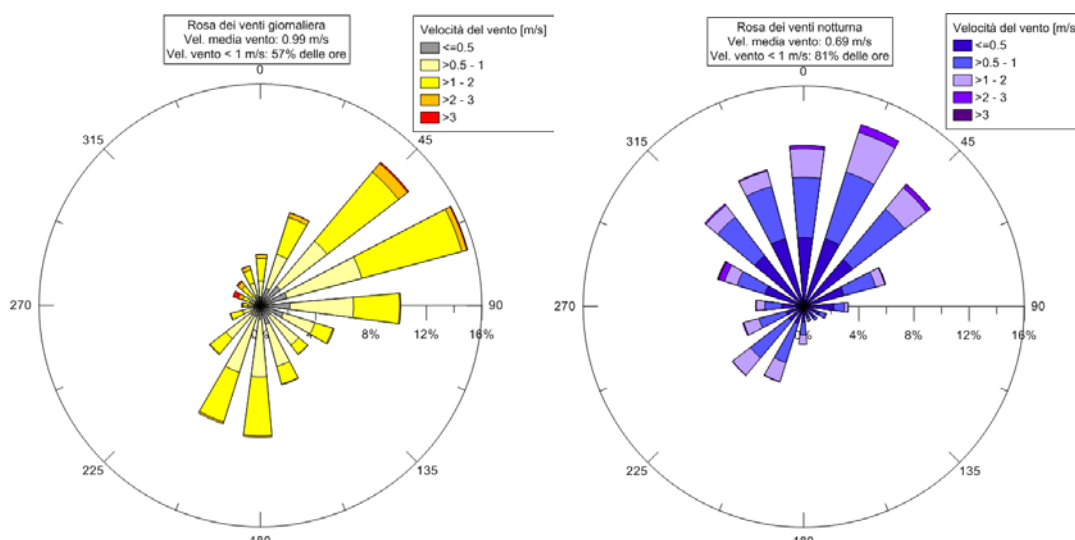
Per i dati meteo è stata usata una serie temporale estratta dal database meteorologico della Provincia di Torino, disponibile per l'anno 2005, alla quota di 10 m nel punto di coordinate UTM 32 395667E, 4989648N, situato in corrispondenza dell'incrocio tra Via Nizza e Corso Raffaello. Tale serie è costituita, per ciascun parametro, da 8760 dati e copre 12 mesi consecutivi.

Vento

L'intensità e la direzione del vento nell'area di interesse, sono rappresentati nella rosa dei venti in figura seguente. L'intensità del vento è molto debole, con una velocità media di 0.83 m/s ed una frequenza notevole di ore con la velocità del vento inferiore a 1 m/s, pari al 69% delle ore di tutto l'anno.



Rosa dei venti globale – Database meteorologico Provincia di Torino anno 2005
Punto di coordinate UTM32 395667E, 4989648N.



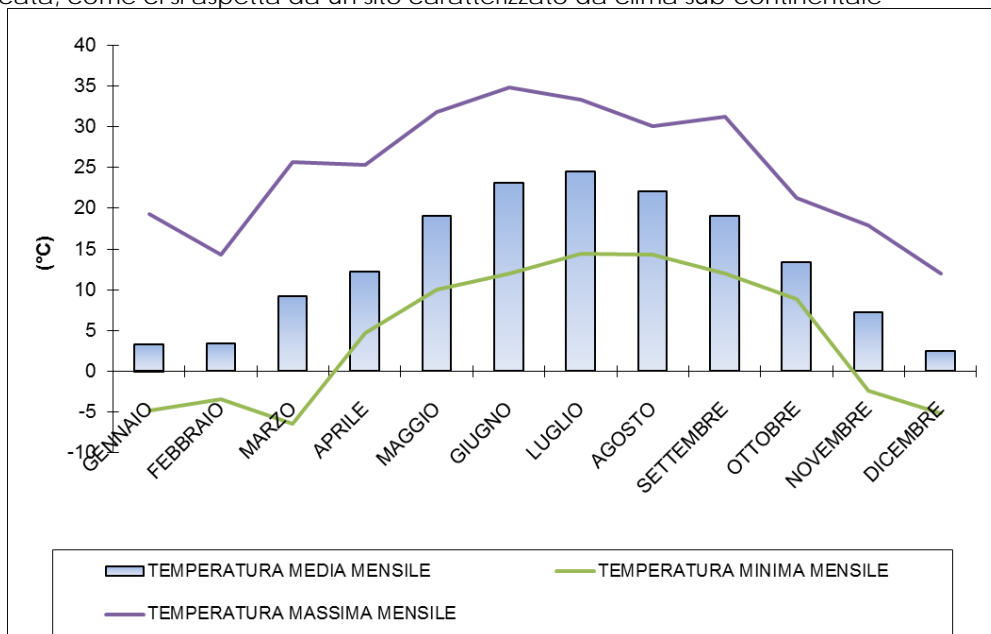
Rosa dei venti diurna e notturna – Database meteorologico Provincia di Torino anno 2005
Punto di coordinate UTM32 395667E, 4989648N.

In figura sono mostrate le rose dei venti diurne e notturne. Le ore diurne sono caratterizzate da venti di provenienza ENE, mentre le ore notturne mostrano una parziale rotazione della provenienza dei venti con

l'aumento delle direzioni N e NO. Inoltre, nelle ore notturne i venti sono generalmente di intensità inferiore rispetto alle ore diurne con una presenza di venti inferiori a 1 m/s pari all'81%.

Temperatura

In figura è riportato l'andamento della media mensile della temperatura dell'aria, insieme alle temperature massima e minima mensile. Si nota che la media massima è pari a 24.5 °C nel mese di luglio, mentre il massimo assoluto è di 34.8 °C registrato in giugno. La temperatura media minima è pari a 2.5 °C verificata nel mese di dicembre mentre il minimo assoluto, pari a -6.5 °C, si è registrato nel mese di marzo. L'escursione termica è piuttosto marcata, come ci si aspetta da un sito caratterizzato da clima sub-continentale

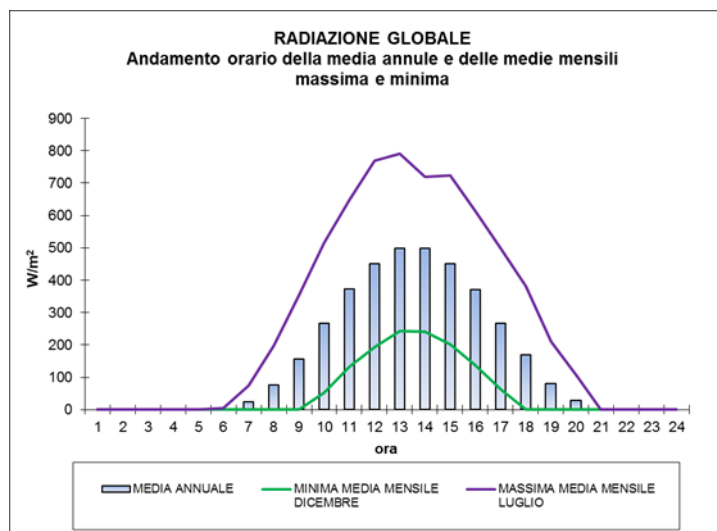


Andamento mensile della temperatura media, massima e minima
Database meteorologico Provincia di Torino anno 2005
Punto di coordinate UTM32 395667E, 4989648N.

L'anomalia nella temperatura massima di gennaio è dovuta ad un episodio di phoen, che si è verificato nell'ultima settimana del mese.

Radiazione solare

Nella figura seguente viene riportato l'andamento giornaliero medio della radiazione solare globale nel 2005. Nel grafico, oltre alla media annuale vengono riportati anche gli andamenti delle medie di luglio e dicembre, corrispondenti rispettivamente alla massima e minima media mensile.



Andamento orario della radiazione solare totale (in W/m2): media annuale, e medie mensili per luglio e dicembre corrispondenti rispettivamente alla radiazione massima e minima. Database meteorologico Provincia di Torino anno 2005
Punto di coordinate UTM32 395667E, 4989648N.

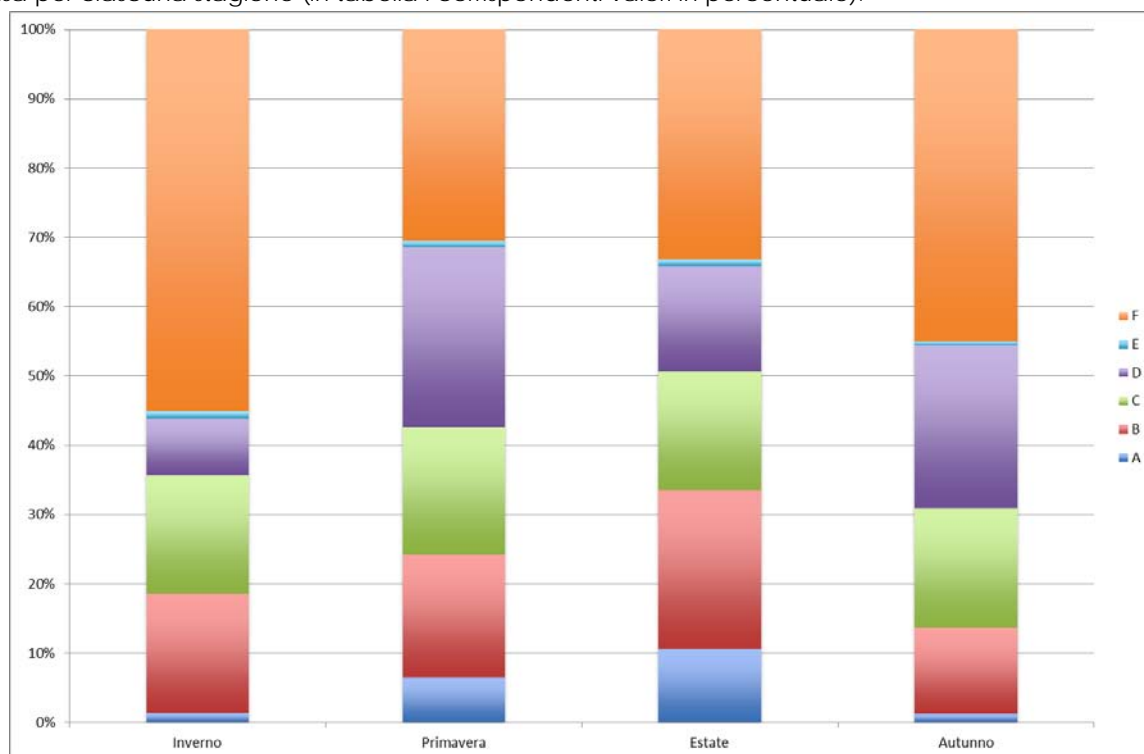
Stabilità atmosferica

Il modello di dispersione ibrido implementato nel codice ARIA Impact™ richiede una parametrizzazione della turbolenza atmosferica mediante la classificazione delle ore dell'anno in base alla metodologia proposta da Pasquill-Guilford-Turner, che suddivide le caratteristiche atmosferiche nelle classi riportate nella tabella seguente

A	Atmosfera molto instabile
B	Atmosfera instabile
C	Atmosfera leggermente instabile
D	Atmosfera neutrale
E	Atmosfera leggermente stabile
F	Atmosfera stabile

Classi di stabilità di Pasquill

Questo parametro è stato stimato a partire dai dati di vento, temperatura e radiazione estratti dal database della Provincia di Torino. Nella figura sottostante è riportata la distribuzione delle classi di stabilità di Pasquill, suddivisa per ciascuna stagione (in tabella i corrispondenti valori in percentuale).



*Distribuzione percentuale delle classi di stabilità di Pasquill in funzione delle stagioni.
Database meteorologico Provincia di Torino anno 2005
Punto di coordinate UTM32 395667E, 4989648N.*

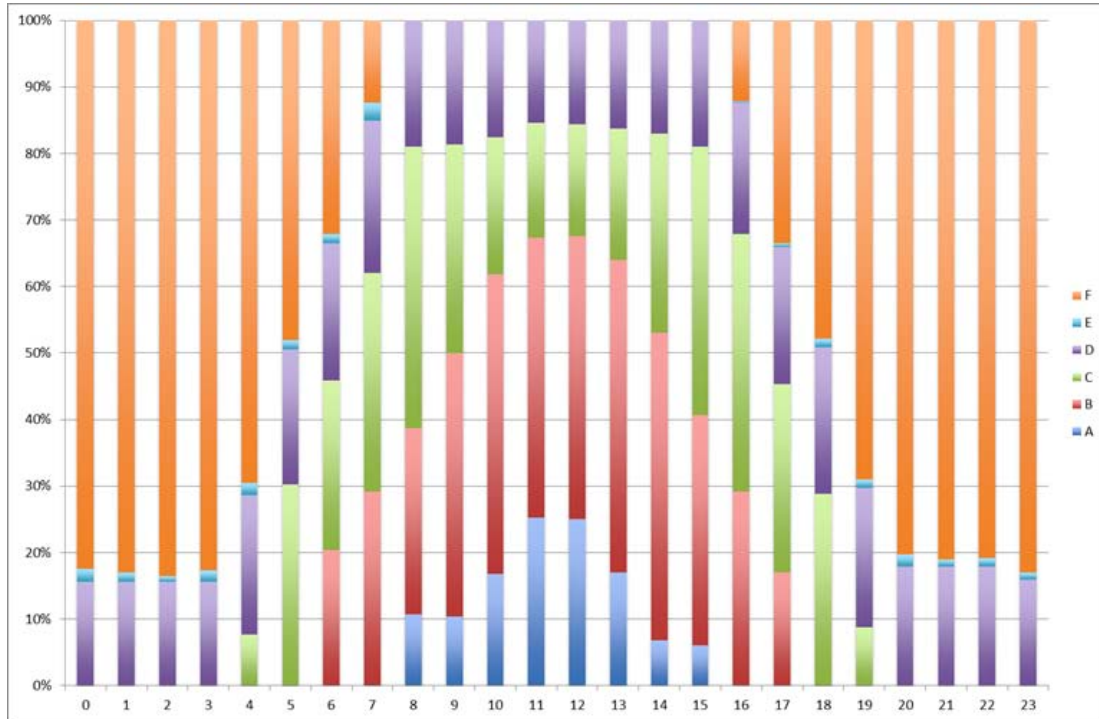
	A	B	C	D	E	F
Inverno	1.40%	17.13%	17.13%	8.15%	1.12%	55.06%
Primavera	6.46%	17.72%	18.41%	25.96%	1.01%	30.45%
Estate	10.58%	22.94%	17.17%	15.11%	1.01%	33.20%
Autunno	1.25%	12.41%	17.20%	23.52%	0.58%	45.03%
Anno Intero	4.92%	17.53%	17.48%	18.27%	0.93%	40.88%

*Distribuzione percentuale delle classi di stabilità di Pasquill in funzione delle stagioni.
Database meteorologico Provincia di Torino anno 2005
Punto di coordinate UTM32 395667E, 4989648N*

La classe A, che indica una situazione atmosferica instabile, è maggiormente presente durante la primavera e l'estate, quando sono più facilmente innescate le condizioni di turbolenza convettiva.

La classe F, atmosfera stabile, mostra una frequenza più alta in inverno e autunno. Se si considera la distribuzione delle classi di stabilità durante le ore della giornata (riportata in figura sottostante), appare evidente come la classe F sia caratteristica delle ore notturne e poco dipendente dalla variabilità stagionale.

Al contrario, durante le ore centrali della giornata, la presenza di radiazione solare e il conseguente movimento delle masse d'aria rendono l'atmosfera meno stabile.



Distribuzione percentuale oraria delle classi di stabilità di Pasquill.
 Database meteorologico Provincia di Torino anno 2005
 Punto di coordinate UTM32 395667E, 4989648N.

A1.3 Caratterizzazione meteorologica del sito

Metodologia di stima

La stima delle emissioni degli inquinanti è stata effettuata utilizzando il software Trefic (Nanni et al.), che integra i fattori emissivi della metodologia ufficiale Copert IV/Corinair sviluppata dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (L. Ntziachristos, Z. Samaras, 2009) e i fattori emissivi della metodologia elaborata dallo IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis) per il PM10 e il PM2.5, consentendo di applicarli ai flussi veicolari associati a una rete stradale. I fattori emissivi elaborati dallo IIASA includono sia le emissioni esauste che le emissioni causate dall'abrasione di asfalto, pneumatici e freni (Klimont et al. 2002).

Per la risospensione del particolato non esiste un fattore emissivo elaborato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente ed è stata utilizzata la metodologia elaborata dall'Agenzia per l'Ambiente degli Stati Uniti (EPA, 2011).

Il fattore di emissione è descritto dalla formula:

$$EF = [k (SL)^{0.91} (W)^{1.03}] (1 - P/4N)$$

dove

SL (silt loading) è un indicatore del grado di polverosità della strada (espresso in g/m²) che dipende dal traffico giornaliero medio circolante sulla strada

W è il peso medio dei veicoli circolanti (espresso in short tons)

P i giorni di pioggia (precipitazioni superiori a 0.254 mm)

N i giorni nel periodo considerato

Flussi veicolari ricostruiti nello studio di traffico

Lo studio di traffico ha fornito una stima dei flussi veicolari attualmente circolanti sulla rete stradale, dei flussi veicolari indotti dall'uso del nuovo edificio e dei flussi complessivi post operam somma del traffico esistente e del traffico indotto.

Flussi veicolari ricostruiti nello studio di traffico

I flussi veicolari riportati nello studio di traffico sono stati suddivisi tra quattro diverse categorie (ciclomotori e motocicli, autoveicoli, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti) secondo le percentuali riportate nella tabella seguente. La suddivisione è stata diversa per il traffico indotto dalla nuova struttura e per il traffico post operam complessivamente circolante. Per il traffico indotto dalla nuova struttura è stato ipotizzato che esso sia costituito solamente da motocicli, ciclomotori ed autoveicoli, mentre per il traffico complessivamente circolante la ripartizione dei flussi ha interessato anche le categorie dei veicoli commerciali leggeri e dei veicoli commerciali pesanti. In assenza di dati specifici i valori della suddivisione sono stati basati su una precedente analisi della mobilità nell'area metropolitana torinese (Prandi, 2010 – Pallavidino, 2011) e sono stati assunti uguali ai dati medi di ripartizione delle strade urbane dell'intera area metropolitana.

	Traffico indotto dalla struttura	Traffico complessivamente circolante post operam
Motocicli e ciclomotori	6.5%	5.9%
Autoveicoli	93.5%	86%
Veicoli commerciali leggeri	-	5.7%
<i>Veicoli commerciali pesanti</i>	-	2.4%

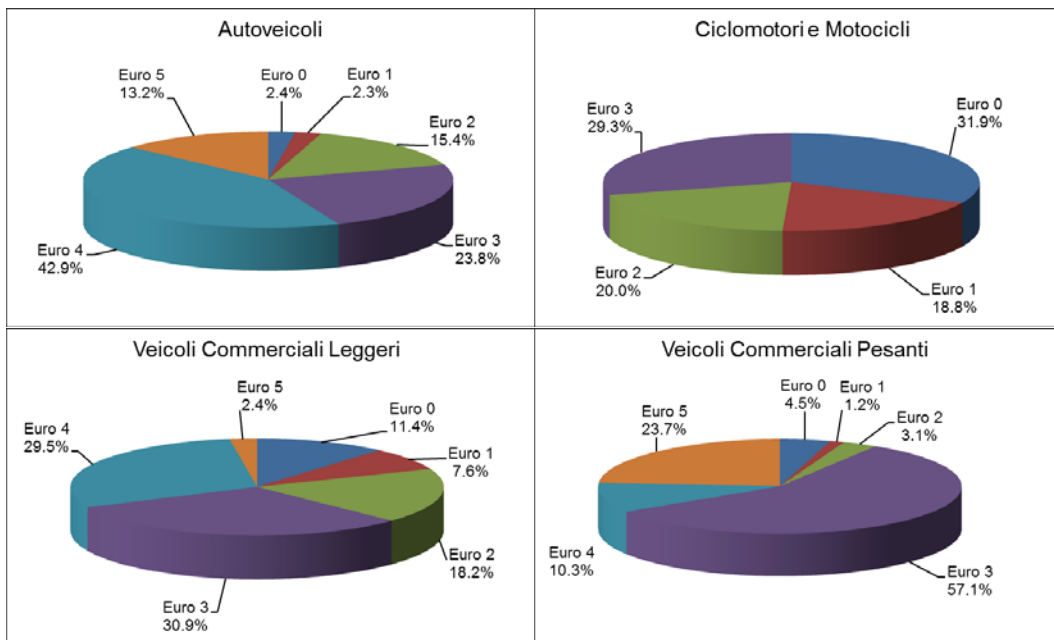
Ripartizione dei flussi di traffico tra le categorie veicolari

Ricostruzione del parco circolante

Per giungere alla quantificazione delle emissioni associate al traffico indotto dal nuovo edificio dell'Università di Torino è stato infine necessario ricostruire le caratteristiche del parco veicolare circolante al fine di suddividere le singole categorie veicolari in classi di omologazione ambientale "EURO" e in classi COPERT caratterizzate da diversi fattori emissivi.

Per tale attività sono stati consultati i dati contenuti in "Autoritratto 2011", l'elaborazione dei dati relativi ai veicoli immatricolati redatta annualmente dall'ACI (ACI, 2012). I dati che sono stati consultati si riferiscono alla Provincia di Torino.

Dai dati dei veicoli immatricolati è stato stimato il parco circolante riproporzionando ciascuna classe sulla base della percorrenza media annuale, stimata da per la redazione degli inventari regionali delle emissioni in atmosfera (Caserini, 2011).



Ripartizione percentuale del parco veicolare della Provincia di Torino tra le categorie di omologazione ambientale "EURO".
Dati ACI 2011 riproporzionati sulla base della percorrenza annuale del veicolo.

Emissioni stimate

L'applicazione del software Trefic ai flussi di traffico, considerando il parco veicolare ha condotto alla stima delle emissioni riportata nelle tabelle seguenti. I tratti di strada associati nelle tabelle ad un numero di identificazione sono riportati per maggior chiarezza nella figura sottostante



Etichettatura dei tratti di strada considerati nello studio per la comprensione dei dati di emissione.

	ID- NUMERICO	CO [t/a]	NOx [t/a]	PM10 [t/a]	PM2.5 [t/a]	BENZENE [t/a]
Corso Sommeiller	1	7.86E-02	1.61E-02	2.33E-03	1.19E-03	7.05E-04
Via Valperga Caluso	2	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Via Nizza a Nord di Corso Sommeriller	3	1.60E-02	2.78E-03	4.14E-04	2.10E-04	1.43E-04
Via Nizza tra Corso Raffaello e Corso Sommeiller	4	1.33E-01	2.00E-02	2.57E-03	1.45E-03	1.14E-03
Via Nizza tra Corso Dante e Corso Raffaello	5	3.79E-01	7.16E-02	1.07E-02	5.39E-03	3.31E-03
Via Nizza a Sud di Corso Dante	6	4.69E-03	8.31E-04	1.21E-04	6.20E-05	4.18E-05
Corso Raffaello	7	7.83E-02	1.42E-02	2.86E-03	1.25E-03	7.00E-04
Corso Dante ad Ovest di Via Nizza	8	6.87E-02	1.27E-02	1.76E-03	9.28E-04	6.02E-04
Corso Dante a Est di Via Nizza	9	2.18E-02	3.60E-03	4.75E-04	2.59E-04	1.92E-04
TOTALE		7.80E-01	1.42E-01	2.12E-02	1.07E-02	6.83E-03

Emissioni annuali calcolate per il traffico indotto dalla nuova struttura.

	ID- NUMERICO	CO [t/a]	NOx [t/a]	PM10 [t/a]	PM2.5 [t/a]	BENZENE [t/a]
Corso Sommeiller	1	5.14E+00	1.05E+00	1.84E-01	8.54E-02	4.59E-02
Via Valperga Caluso	2	4.11E+00	6.48E-01	1.00E-01	5.07E-02	3.56E-02
Via Nizza a Nord di Corso Sommeriller	3	1.15E+00	1.98E-01	3.66E-02	1.67E-02	1.02E-02
Via Nizza tra Corso Raffaello e Corso Sommeiller	4	2.70E+00	4.08E-01	6.20E-02	3.18E-02	2.32E-02
Via Nizza tra Corso Dante e Corso Raffaello	5	6.20E+00	1.17E+00	2.12E-01	9.73E-02	5.36E-02
Via Nizza a Sud di Corso Dante	6	2.80E-01	4.98E-02	8.89E-03	4.11E-03	2.49E-03
Corso Raffaello	7	1.39E+00	2.53E-01	6.64E-02	2.59E-02	1.24E-02
Corso Dante ad Ovest di Via Nizza	8	3.92E+00	7.25E-01	1.21E-01	5.81E-02	3.43E-02
Corso Dante a Est di Via Nizza	9	1.28E+00	2.11E-01	3.37E-02	1.66E-02	1.13E-02
TOTALE		2.62E+01	4.70E+00	8.25E-01	3.87E-01	2.29E-01

Emissioni annuali calcolate per il traffico post operam.

La stima delle emissioni evidenzia quanto già messo in luce dai flussi veicolari. Le emissioni aggiuntive dovute al traffico indotto dalla nuova struttura sono molto contenute se confrontate con le emissioni complessive che ci si attende nella fase post operam considerando anche il traffico già esistente e tale osservazione è valida sia che si valuti ciascuna strada singolarmente, sia che si valuti tutta la rete stradale oggetto dello studio.

A1.4 Metodologia di calcolo della dispersione degli inquinanti e risultati

A partire dai dati meteorologici analizzati nei paragrafi precedenti, relativi all'anno 2005 ma considerati come base di riferimento, e delle emissioni stimate a partire dai flussi di traffico ricostruiti, è stato eseguito il calcolo delle concentrazioni al suolo dovute al traffico utilizzando un modello matematico diffusionale di tipo gaussiano, denominato ARIA Impact, descritto nel paragrafo seguente.

Il modello, sebbene stazionario e non tridimensionale, in modalità climatologica fornisce indicazioni realistiche dell'impatto sulla qualità dell'aria, in particolare in condizioni di orografia piatta come quelle qui analizzate. Il modello è implementato con un modulo di trattazione delle calme di vento basato su un modello a puff che consente di ricostruire con maggiore accuratezza le concentrazioni nelle ore caratterizzate da una velocità del vento inferiore a 1 m/s.

Il calcolo è stato eseguito nel dominio di 650 × 850 m² individuato dal punto SW di coordinate UTM32 395'300, 4'989'050 con una risoluzione orizzontale di 25m e ha fornito 8760 valori di concentrazione orari per ognuno dei 27x35 punti scelti come griglia di calcolo.

Infine, sono stati calcolati gli indicatori statistici (medie annuali, percentili giornalieri e orari), facendo riferimento all'anno solare, come previsto dalla normativa vigente.

Il modello non prevede la trattazione della trasformazione chimica degli inquinanti e il calcolo ha consentito dunque di considerare solo il contributo diretto e primario alle concentrazioni degli inquinanti. Per gli NOX, le concentrazioni calcolate sono state confrontate con i limiti normativi previsti per l'NO₂, secondo un approccio fortemente cautelativo, in quanto le concentrazioni del solo biossido di azoto sono notevolmente inferiori alle concentrazioni della miscela di ossidi di azoto.

I risultati sono presentati distinguendo tra il solo traffico indotto dall'opera in esercizio e quello complessivamente circolante post operam, inteso come somma dei flussi ante operam e di quelli indotti dalla nuova struttura.

Le mappe di concentrazione si riferiscono agli inquinanti trattati nello studio (NOX, PM10, PM2.5, CO, Benzene) e sono state tutte elaborate con il medesimo criterio delle scale di lettura: in arancione sono riportate le concentrazioni comprese tra il valore massimo rilevato nel dominio e il valore limite previsto per il parametro mentre al rosso sono associate le concentrazioni superiori al valore limite di legge. Le scale con questa formattazione consentono di visualizzare con immediatezza la notevole distanza per tutti i parametri tra la concentrazione massima stimata nel dominio e il valore limite.

Descrizione del modello ARIA Impact

Il pacchetto software ARIA Impact™ è composto da un modulo amichevole d'interfaccia a finestre grafiche e da un modello gaussiano coerente con le raccomandazioni della US E.P.A. (Environmental Protection Agency).

Le equazioni di base del modello gaussiano sono quelle classiche che descrivono la dispersione rettilinea di un pennacchio in condizioni stazionarie. Tali equazioni, con alcune modifiche, sono usate per trattare diverse tipologie di sorgenti, classificabili in tre categorie principali: sorgenti di tipo puntiforme, sorgenti di tipo areale e sorgenti di tipo lineare.

L'equazione gaussiana di base, relativa ad una sorgente puntiforme con pennacchio stazionario, utilizzata per il calcolo della concentrazione media oraria ad una distanza sottovento "x" e ad una distanza laterale "y", è la seguente:

$$C(x, y, z = 0) = \frac{QV}{\pi\sigma_y\sigma_xU} \times \text{Exp} - \left[\frac{1}{2} \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right] \times \text{Exp} - \left[\frac{1}{2} \left(\frac{H}{\sigma_z} \right)^2 \right]$$

dove:

C	concentrazione oraria	(massa per unità di volume)
Q	rateo di emissione	(massa per unità di tempo)
V	temine di dispersione verticale	
σ_y	deviazione standard della distribuzione laterale delle concentrazioni	(m)
σ_z	deviazione standard della distribuzione verticale delle concentrazioni	(m)
U	velocità del vento media alla quota di rilascio	(m/s)
H	l'altezza raggiunta dal pennacchio in seguito all'innalzamento del pennacchio	(m).

Il termine di dispersione verticale V, include gli effetti dovuti all'altezza fisica del camino, all'innalzamento del pennacchio (Briggs, 1975), alla quota dei recettori, allo strato di rimescolamento, alla deposizione secca, ecc.

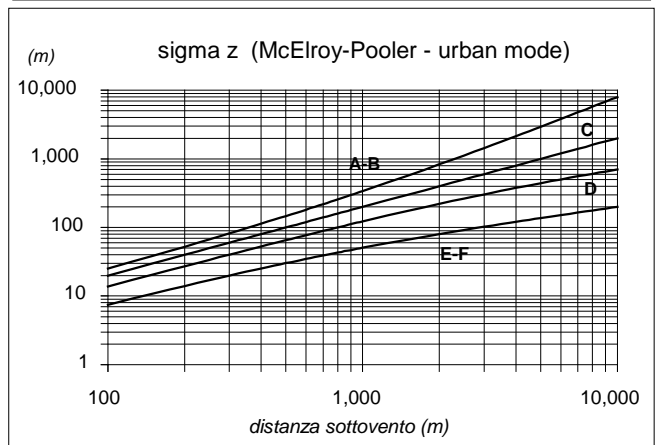
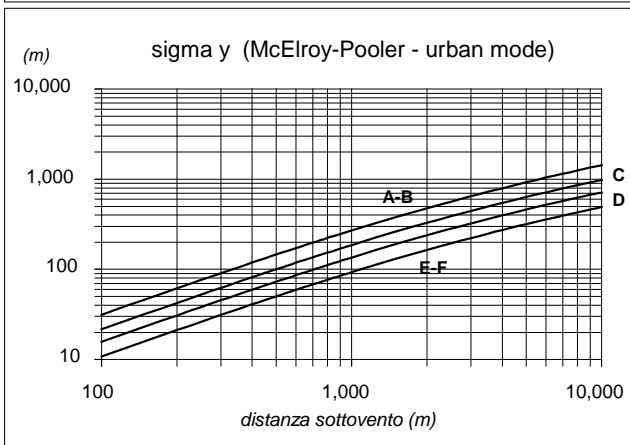
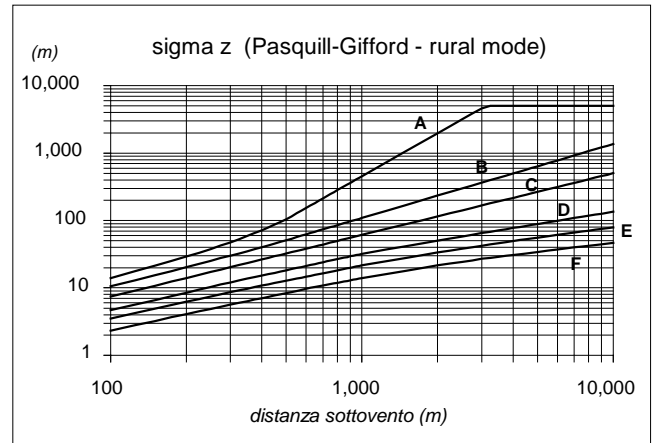
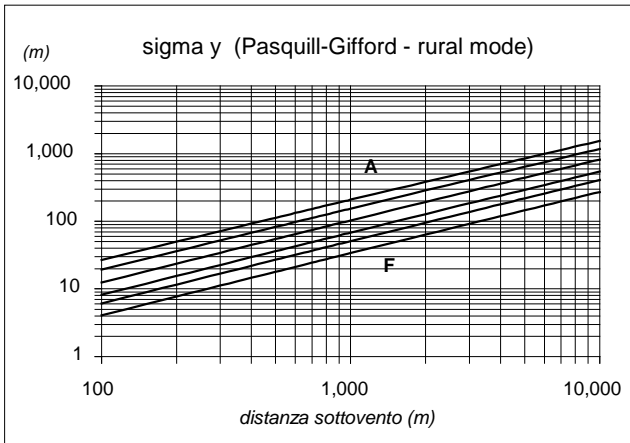
Le deviazioni standard sono funzioni della distanza x dal punto di emissione.

La velocità del vento, se necessario, viene estrapolata alla quota di emissione secondo la seguente legge di potenza:

$$u_s = u_m \left(\frac{h_s}{z_m} \right)^p$$

dove u_m è la velocità del vento misurata alla quota z_m , mentre all'esponente p , in mancanza di informazioni fornite dall'utente, vengono assegnati dal modello valori standard funzione della categoria di stabilità.

I parametri di dispersione orizzontale e verticale del pennacchio per una sorgente puntiforme, sono rappresentati nei grafici seguenti in funzione della distanza sottovento, della categoria di stabilità secondo Pasquill o McElroy e dell'opzione "rural" o "urban" mode. Nella figura seguente sono riportate curve classiche dei coefficienti di dispersione orizzontale e verticale.



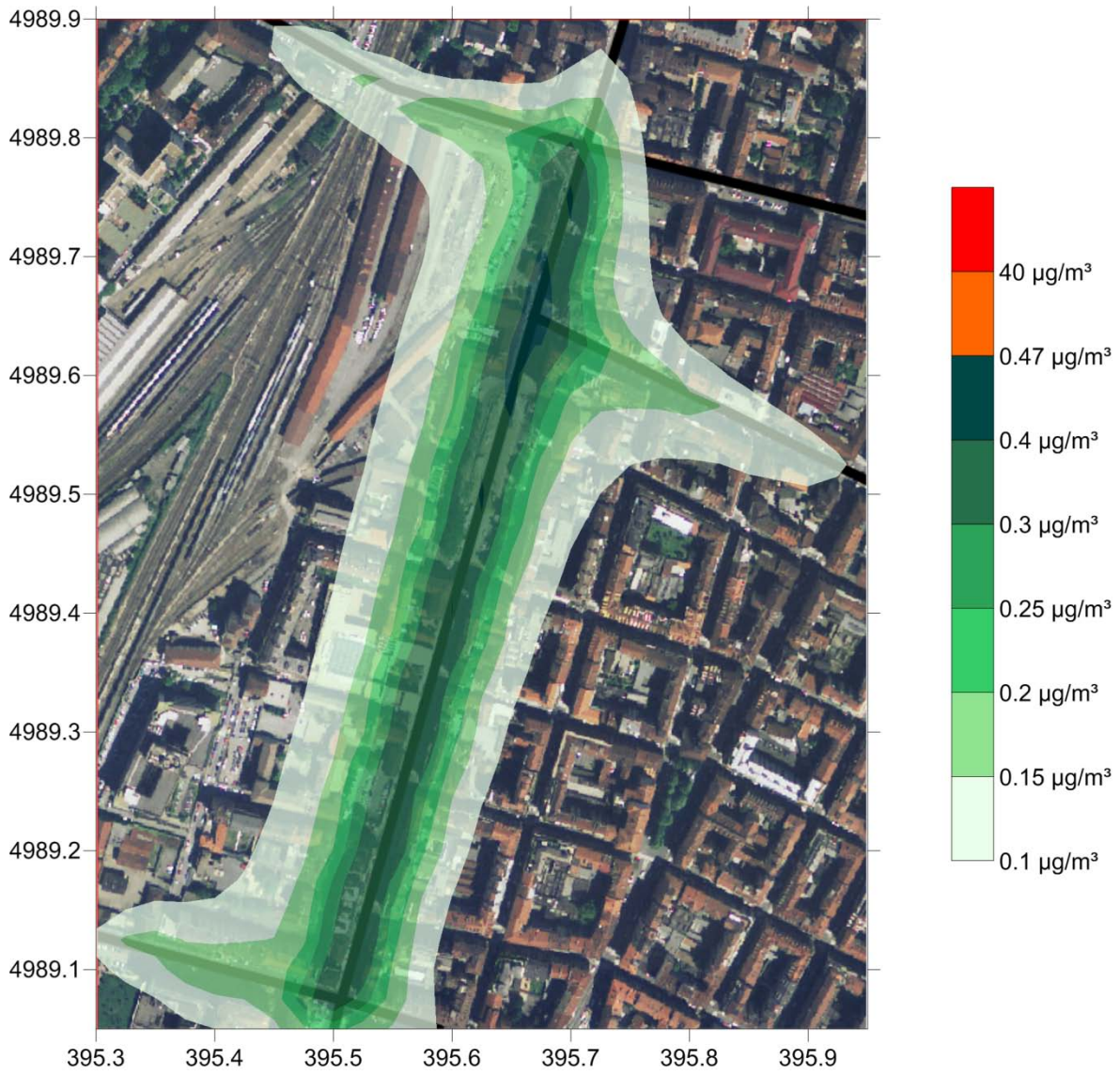
Parametri di dispersione orizzontali e verticali

Il modello gaussiano adottato è un modello analitico, determina cioè in maniera esatta la concentrazione d'inquinante al suolo sulla base della formula presentata. Non avendo quindi da risolvere numericamente equazioni differenziali in un dominio discreto, non è affetto dall'incertezza numerica che deriva, nel caso di modelli avanzati, dalla risoluzione del dominio discreto adottato. Tuttavia, la risoluzione del grigliato di calcolo delle concentrazioni e la dimensione delle sorgenti influenzano le concentrazioni massime calcolate, in quanto introducono una distanza minima recettore - sorgente tanto maggiore quanto maggiore è il passo di griglia: in questo senso, permane una incertezza numerica nel calcolo delle concentrazioni massime, incertezza che si riduce rapidamente con la distanza dalla sorgente.

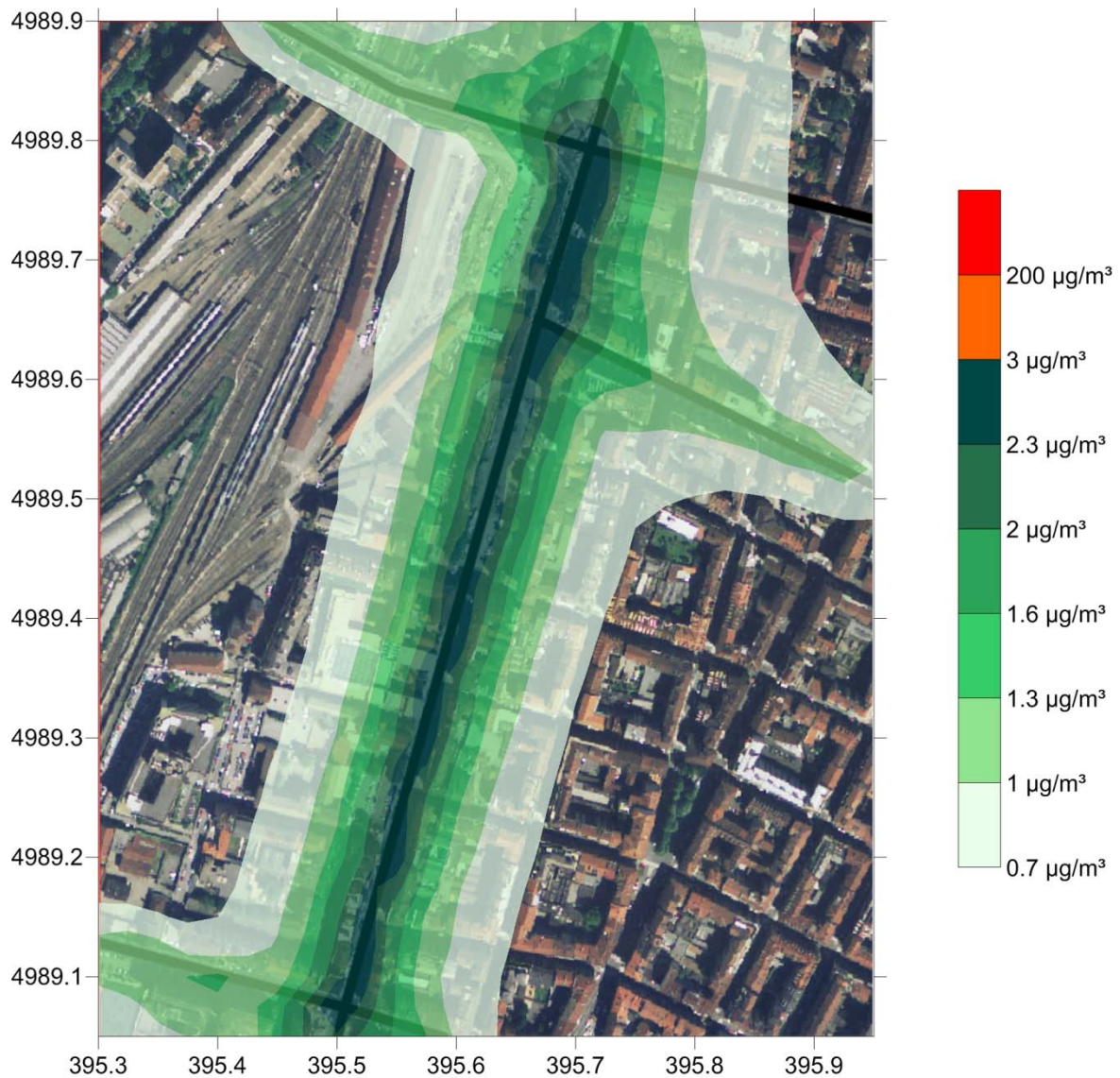
Nel caso di venti deboli, in luogo del modello a pennacchio viene, utilizzata una formulazione a puff gaussiani. L'emissione viene discretizzata tramite la generazione a cadenza regolare (tipicamente dell'ordine delle decine di secondi, in funzione della velocità del vento, per assicurare la continuità del pennacchio) di un certo numero di puff. La simulazione della dispersione avviene mediante il calcolo delle traiettorie dei loro centri di massa (trasporto da parte del vento) e della diffusione attorno ad essi. La velocità orizzontale utilizzata corrisponde a quella in corrispondenza del baricentro del puff; la velocità verticale nel caso di particolati è data invece dalla combinazione della componente verticale del vento e della velocità di sedimentazione, funzione della granulometria.

La concentrazione dei puff intorno ai loro centri di massa è assunta di tipo gaussiano, con distribuzione caratterizzata dagli scarti orizzontale e verticale. Tali scarti evolvono nel tempo, per simulare la diffusione del pennacchio nell'atmosfera circostante, sulla base delle formule di Pasquill. Il calcolo è effettuato in funzione della stabilità atmosferica e della distanza percorsa dal puff a partire dal suo rilascio in corrispondenza della sorgente.

NOx traffico indotto



Concentrazione media di annuale di NOx espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dovuta al traffico indotto dalla nuova struttura.



Concentrazione del 99.8° percentile di NOx espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dovuta al traffico indotto dalla nuova struttura.

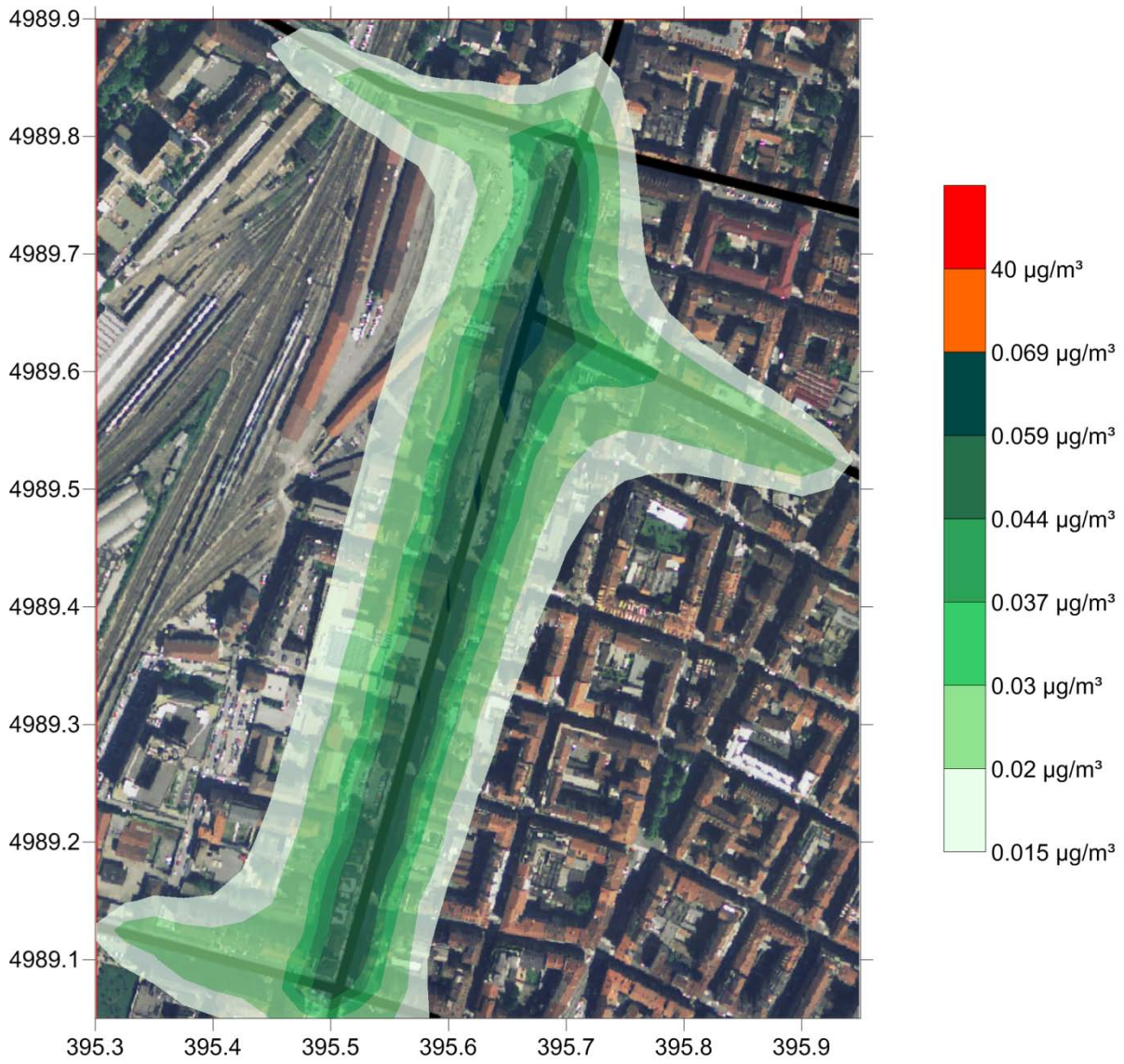
Il modello gaussiano, come spiegato precedentemente, non prevede la trattazione delle trasformazioni chimiche degli inquinanti e, mentre i limiti normativi per la qualità dell'aria si riferiscono al solo biossido di azoto (NO_2), le emissioni inquinanti comprendono una miscela di NO (circa 80%) e NO_2 (circa 20%) identificata come NO_x .

Le mappe di ricaduta mostrano il reticolo di strade sulle quali è stato ipotizzato si distribuisca il flusso veicolare indotto dalla nuova struttura. Le concentrazioni più elevate sono state calcolate su Via Nizza, dove sono stati ipotizzati i flussi più consistenti. Le concentrazioni calcolate per gli NO_x sono molto contenute ed i valori massimi nel dominio risultano pari circa a un ottantesimo del valore limite per quanto concerne la media annuale di NO_2 e ad un settantesimo per quanto concerne il 99.8° percentile dei valori orari di NO_2 .

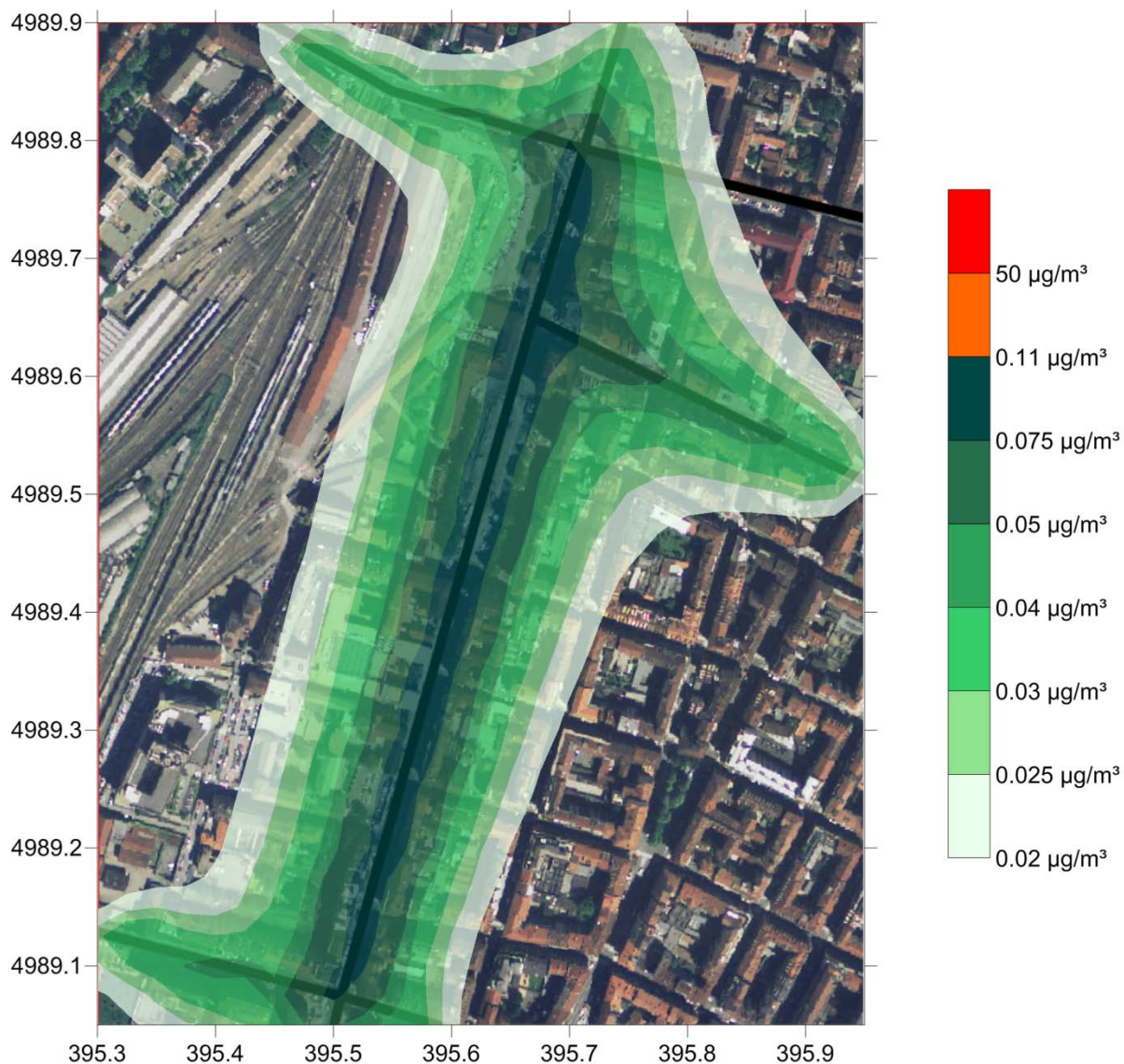
Indicatore	NOx		D.Lgs
	Valore massimo nel dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore limite (NO_2 , 155/2010) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
Concentrazione media annuale	0.47	40	
99.8° percentile dei valori orari	3	200	

Indicatori statistici normati per le concentrazioni di NO_x .

PM10 traffico indotto



Concentrazione media annuale di PM10 espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dovuta al traffico indotto dalla nuova struttura.



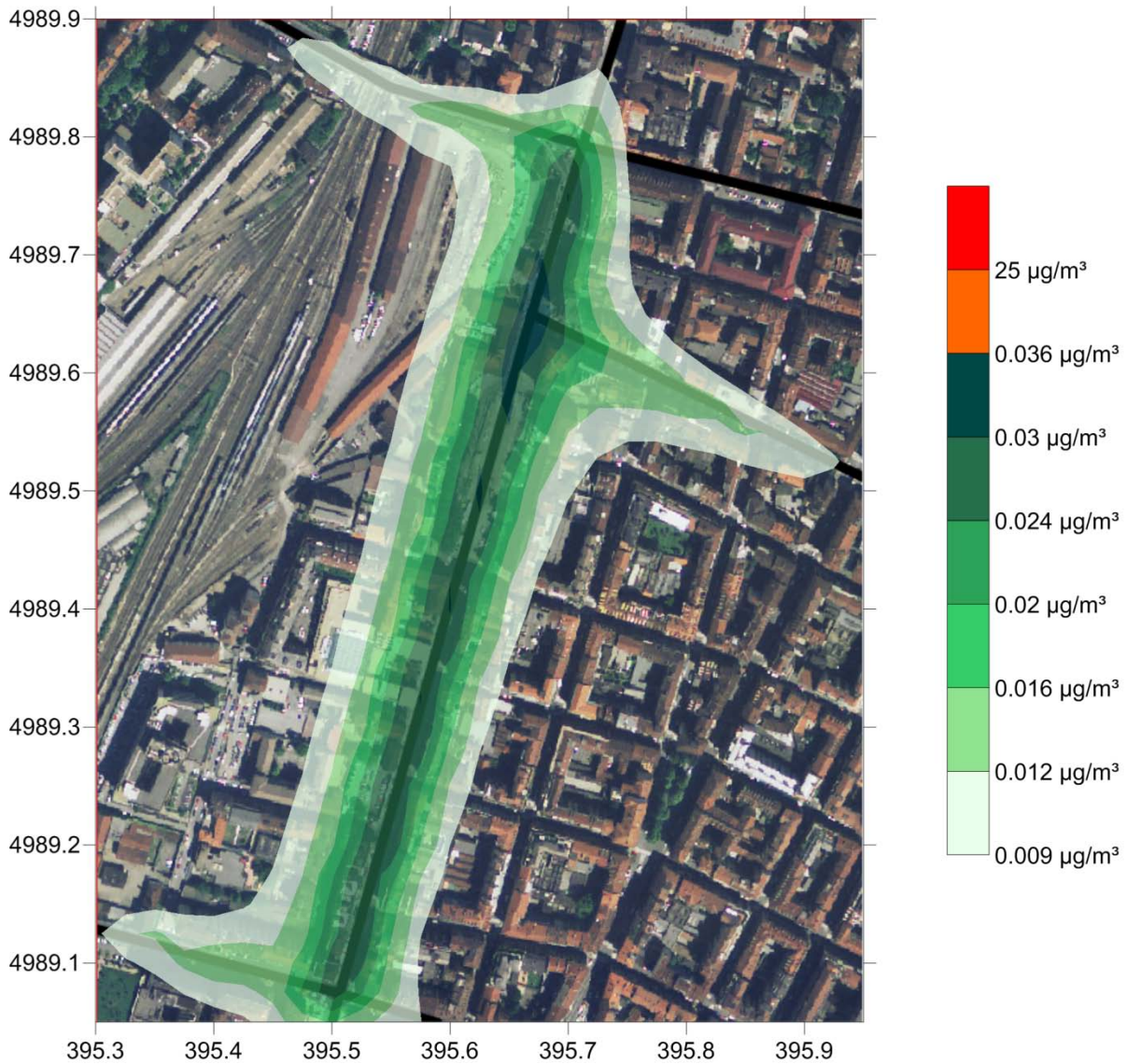
Concentrazione del 90.4° delle medie giornaliere di PM10 espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dovuta al traffico indotto dalla nuova struttura.

L'area interessata dalle concentrazioni medie di PM10 più elevate coincide con quanto evidenziato per gli NOx, con i valori di concentrazione più alti in corrispondenza di via Nizza. Le concentrazioni si riferiscono al solo contributo primario del PM10 poiché il modello utilizzato non prevede la trattazione chimica degli inquinanti e anche in questo caso sono particolarmente contenute rispetto ai valori limite normativi.

Indicatore	PM10	
	Valore massimo nel dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore limite (PM10, D.Lgs 155/2010) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Concentrazione media annuale	0.069	40
90.4° percentile delle medie giornaliere	0.11	50

Indicatori statistici normati per le concentrazioni di PM10.

PM2.5 traffico indotto



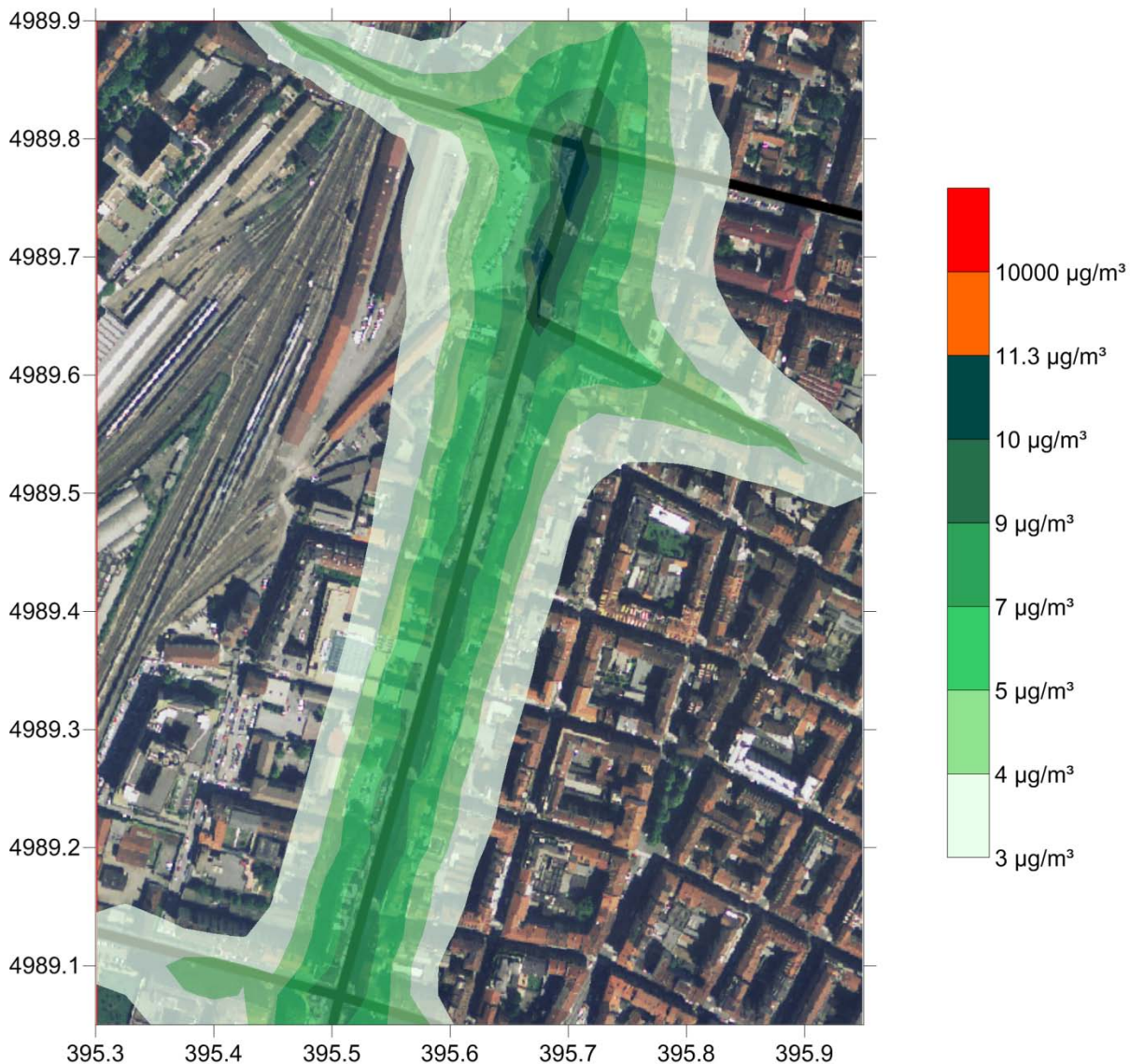
Concentrazione media annuale di PM2.5 espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dovuta al traffico indotto dalla nuova struttura.

Come evidenziato per gli altri parametri precedentemente commentati le concentrazioni più elevate di PM2.5 sono state calcolate in prossimità di Via Nizza, sulla quale sono stati distribuiti i flussi più elevati, ma i valori risultano molto contenuti se raffrontati al limite indicato dal D.Lgs 155/2010.

Indicatore	PM2.5	
	Valore massimo nel dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore limite (PM2.5, D.Lgs 155/2010) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Concentrazione media annuale	0.036	25

Indicatori statistici normati per le concentrazioni di PM2.5.

CO traffico indotto



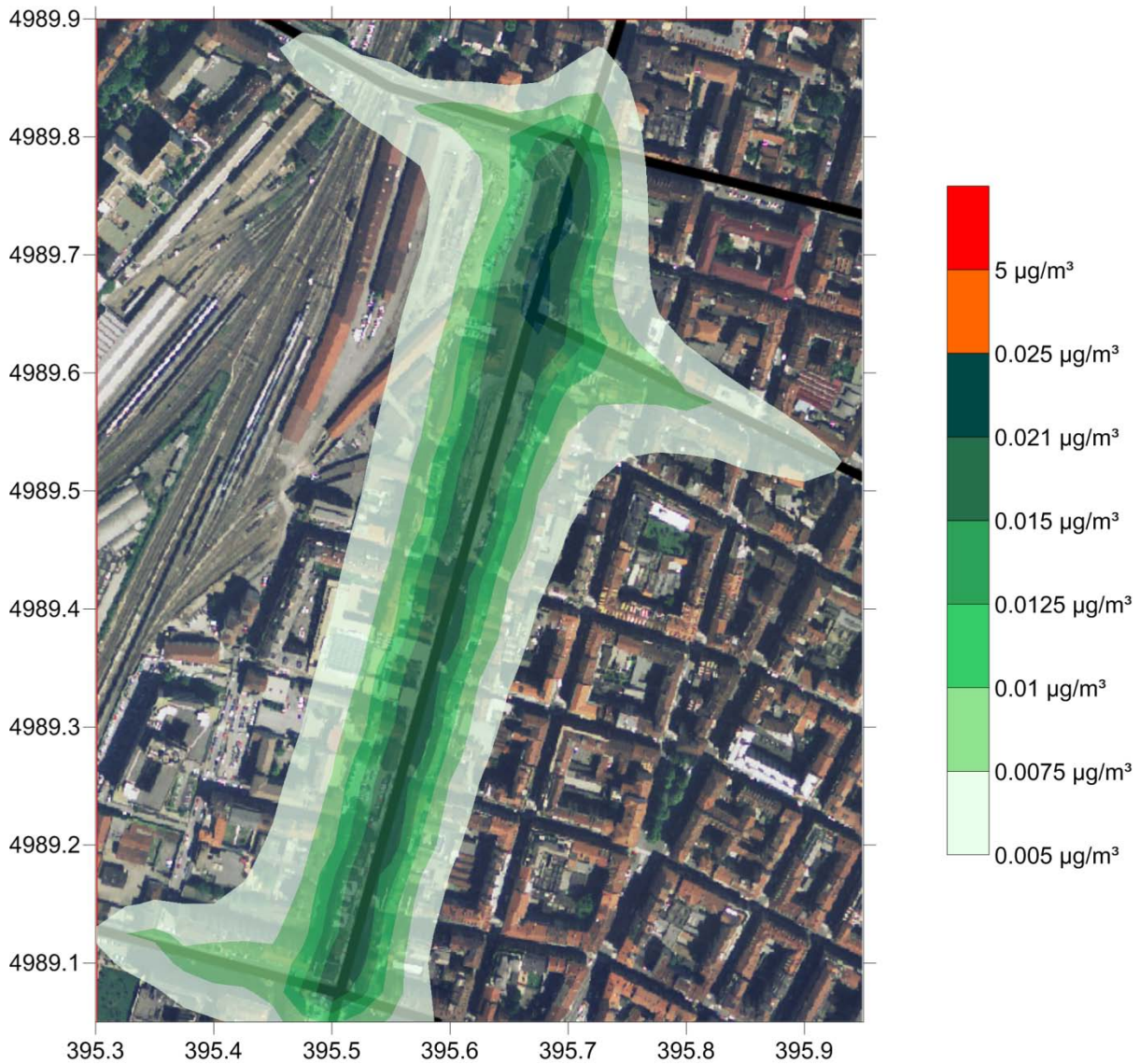
Concentrazione della massima media calcolata su 8 ore di CO espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dovuta al traffico indotto dalla nuova struttura.

Anche per questo parametro si evidenzia un modesto impatto del traffico indotto dalla nuova struttura notevolmente inferiore ai limiti individuati dalla normativa.

Indicatore	CO	
	Valore massimo nel dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore limite (CO, D.Lgs 155/2010) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Massimo della media su 8 ore	11.3	10'000

Indicatori statistici normati per le concentrazioni di CO.

Benzene traffico indotto



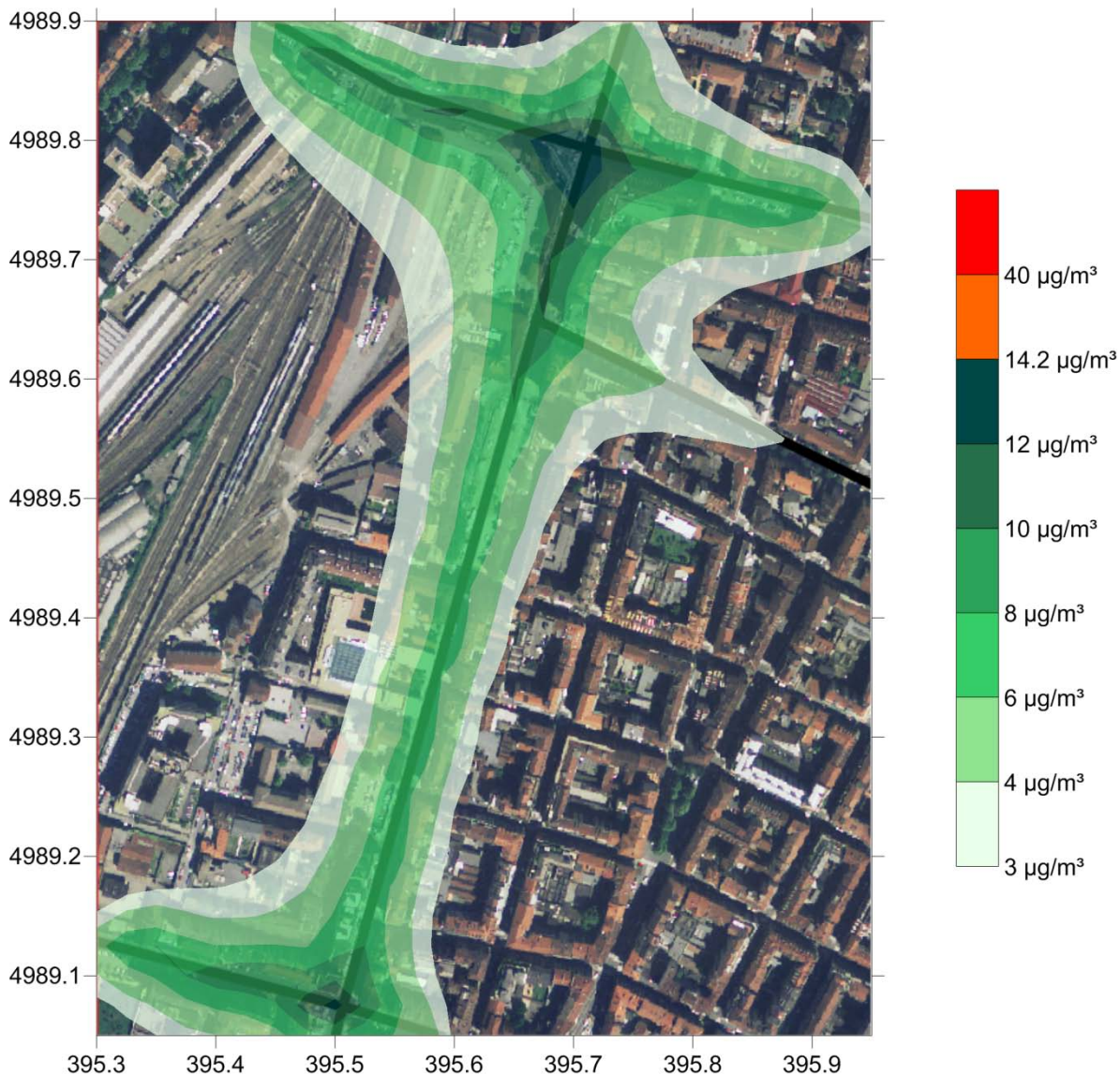
Concentrazione della massima media calcolata di benzene espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dovuta al traffico indotto dalla nuova struttura.

Anche per questo parametro il valore massimo della concentrazione media è stato calcolato in prossimità di Via Nizza, ed è molto distante dal valore limite normativo.

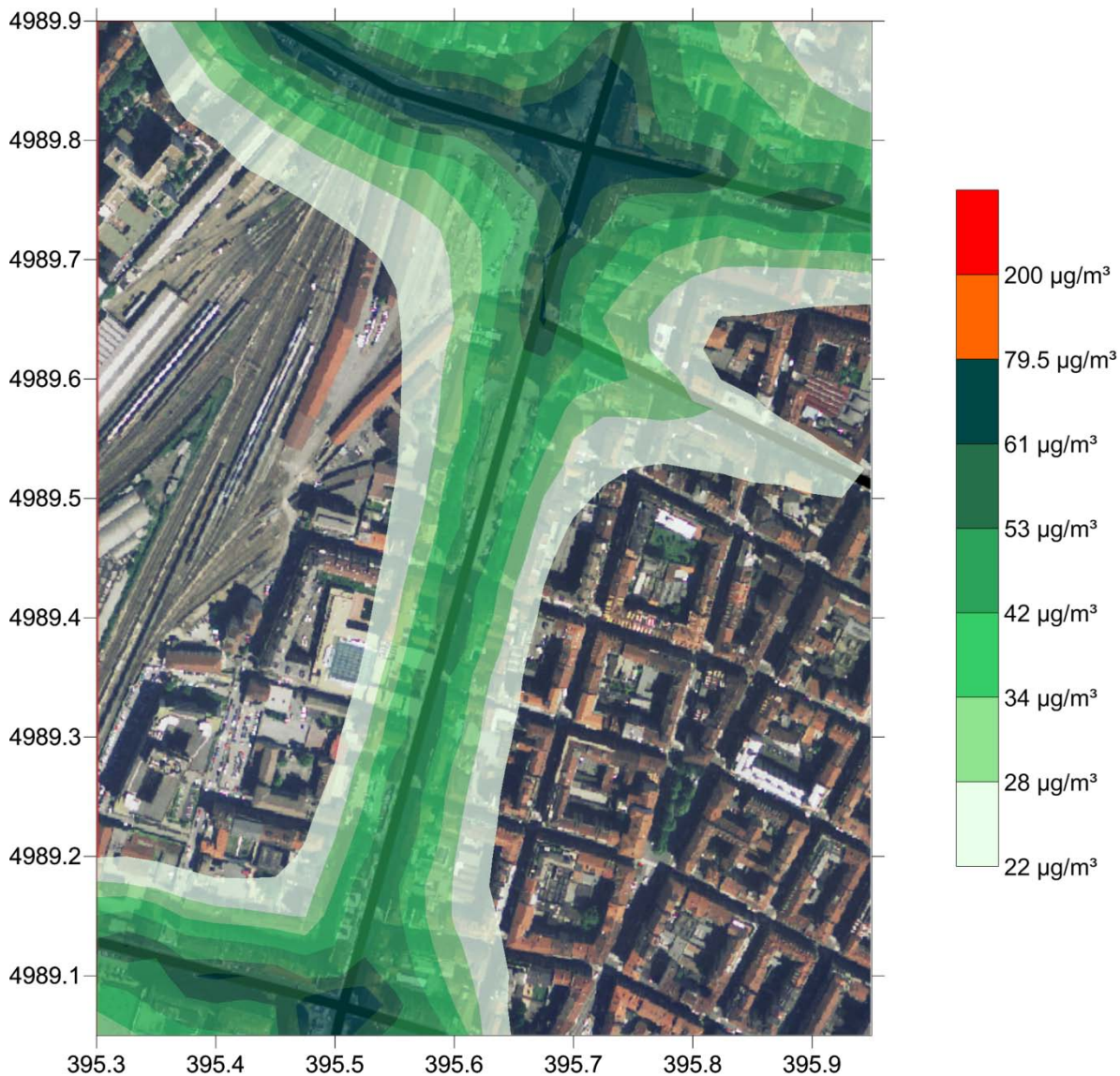
Benzene		
Indicatore	Valore massimo nel dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore limite (Benzene, D.Lgs 155/2010) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Media annuale	0.025	5

Indicatori statistici normati per le concentrazioni di Benzene.

NOx traffico post operam (traffico indotto + traffico ante operam)



Concentrazione media di annuale di NOx espressa in µg/m³ dovuta al traffico post-operam.



Concentrazione del 99.8° percentile di NOx espressa in µg/m³ dovuta al traffico post operam.

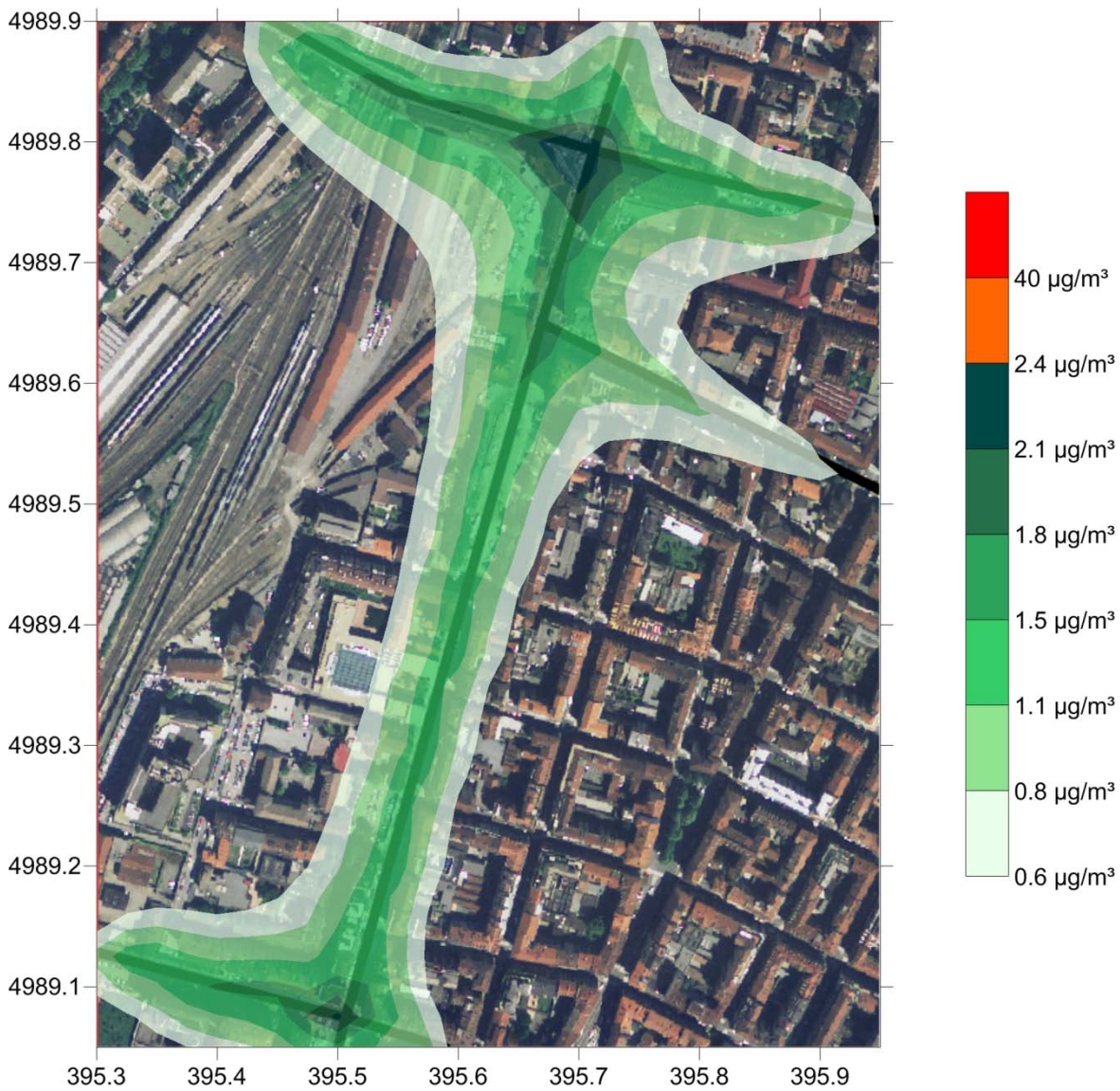
Il modello gaussiano, come spiegato precedentemente, non prevede la trattazione delle trasformazioni chimiche degli inquinanti e, mentre i limiti normativi per la qualità dell'aria si riferiscono al solo biossido di azoto (NO₂), le emissioni inquinanti comprendono una miscela di NO (circa 80%) e NO₂ (circa 20%) identificata come NOx.

Le mappe di ricaduta mostrano le concentrazioni degli inquinanti prodotti dal traffico circolante sulla rete stradale circostante il nuovo edificio. Le concentrazioni sono più elevate in corrispondenza di Corso Sommeiller, dove il flusso veicolare è più consistente. Le concentrazioni calcolate per gli NOx sono contenute ed effettuando un confronto con i limiti previsti per il solo NO₂ risultano pari circa a un terzo dei valori limite di entrambi gli indicatori statistici.

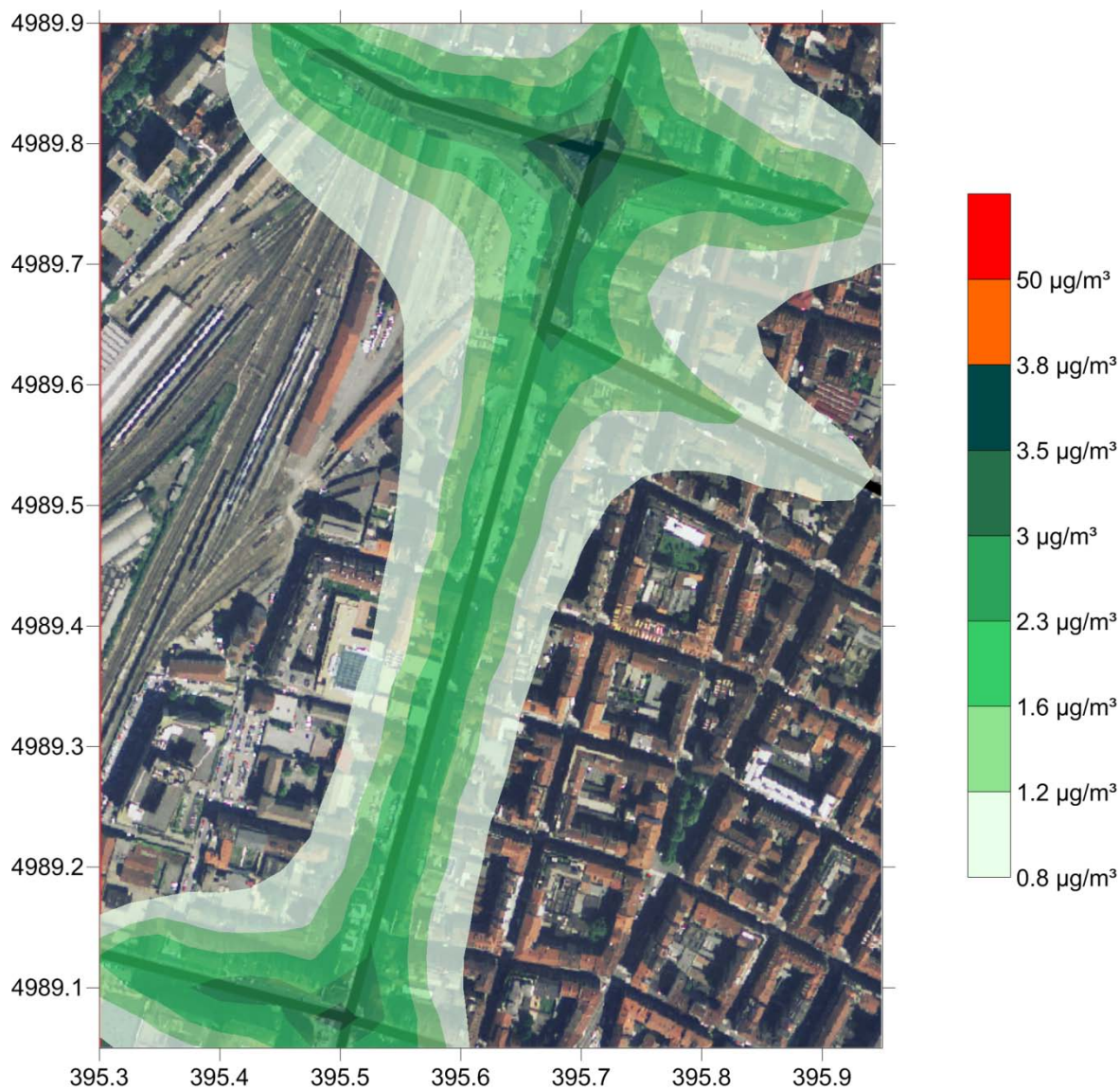
Indicatore	NOx	
	Valore massimo nel dominio [µg/m ³]	Valore limite (NO ₂ , D.Lgs 155/2010) [µg/m ³]
Concentrazione media annuale	14.2	40
99.8° percentile dei valori orari	79.5	200

Indicatori statistici normati per le concentrazioni di NOx.

PM10 traffico post operam (traffico indotto + traffico ante operam)



Concentrazione media annuale di PM10 espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dovuta al traffico post operam.



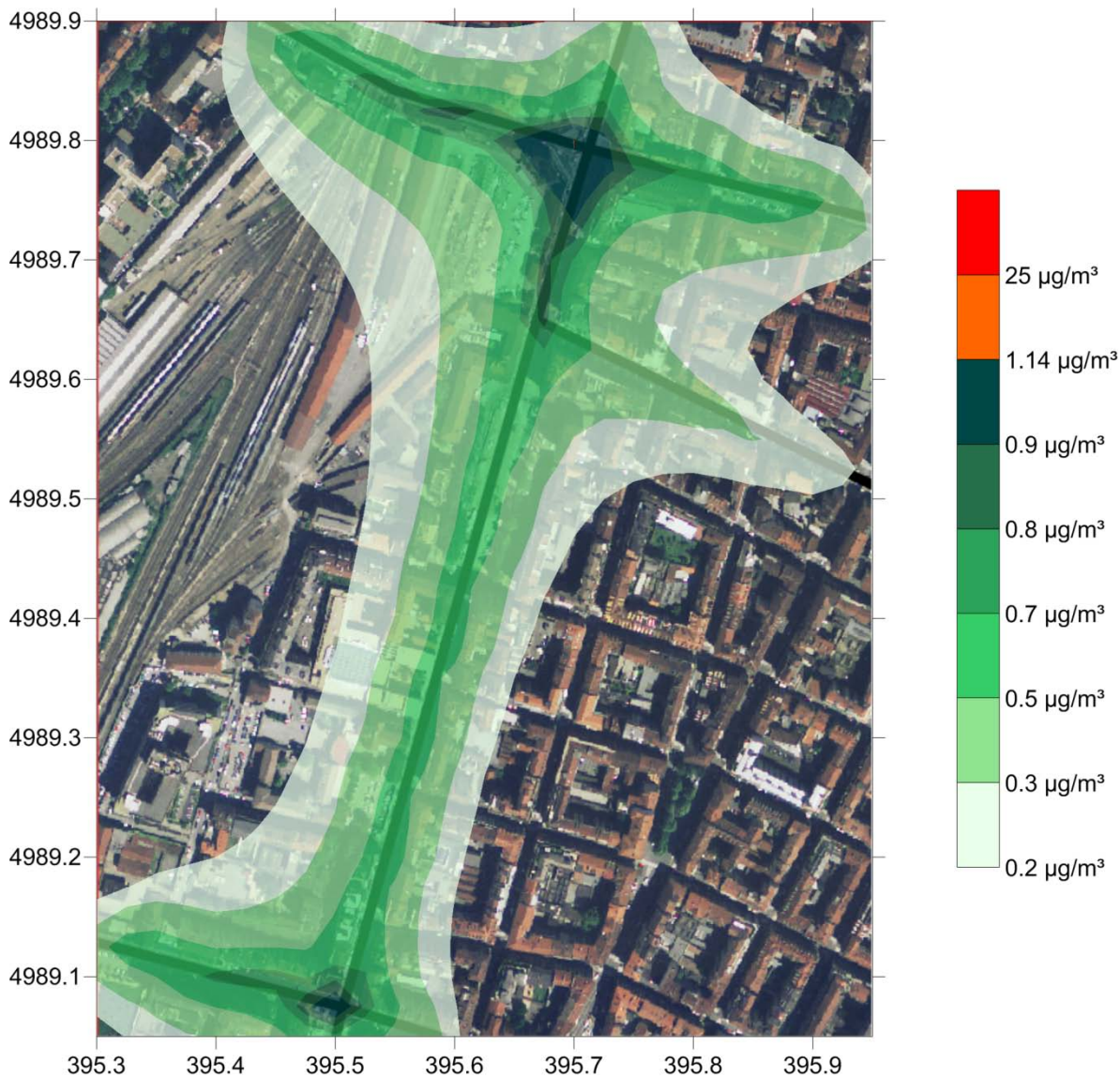
Concentrazione del 90.4° delle medie giornaliere di PM10 espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dovuta al traffico post operam.

L'area interessata dalle concentrazioni medie di PM10 più elevate coincide con quanto evidenziato per gli NOx. I valori sono più alti in corrispondenza di Corso Sommeiller dove è maggiore il flusso dei veicoli complessivamente circolanti. Le concentrazioni si riferiscono al solo contributo primario del PM10 poiché il modello utilizzato non prevede la trattazione chimica degli inquinanti e anche in questo caso sono particolarmente contenute rispetto ai valori limite normativi.

Indicatore	PM10	
	Valore massimo nel dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore limite (PM10, D.Lgs 155/2010) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Concentrazione media annuale	2.4	40
90.4° percentile delle medie giornaliere	3.8	50

Indicatori statistici normati per le concentrazioni di PM10.

PM2.5 traffico post operam (traffico indotto + traffico ante operam)



Concentrazione media annuale di PM2.5 espressa in µg/m³ dovuta al traffico post operam.

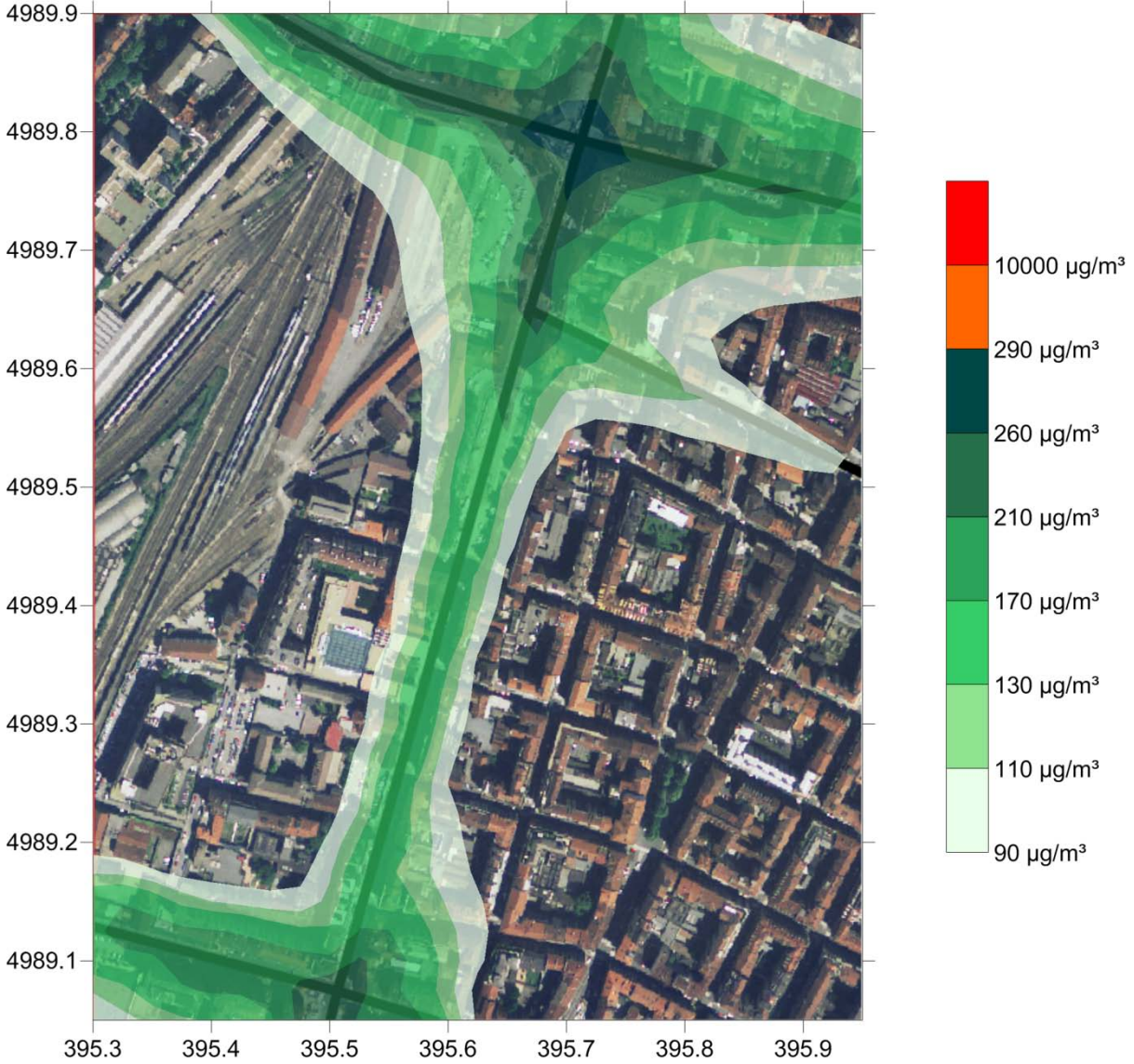
Come evidenziato per gli altri parametri precedentemente commentati le concentrazioni più elevate di PM2.5 sono state calcolate in prossimità di Corso Sommeiller e in corrispondenza degli incroci, dove i flussi veicolari sono più elevati. I valori di PM2.5 calcolati si riferiscono alla sola componente primaria poiché il modello non ricostruisce le trasformazioni chimiche in atmosfera, ed evidenziano che anche le concentrazioni causate dal traffico complessivamente circolante post operam risultano molto contenute se raffrontate al limite indicato dal D.Lgs 155/2010.

Indicatore	PM2.5	
	Valore massimo nel dominio [µg/m³]	Valore limite (PM2.5, D.Lgs 155/2010) [µg/m³]
Concentrazione media annuale	1.14	25

Indicatori statistici normati per le concentrazioni di PM2.5.

CO post operam (traffico indotto + traffico ante operam)

Anche per questo parametro si evidenzia un modesto impatto del traffico indotto dalla nuova struttura.



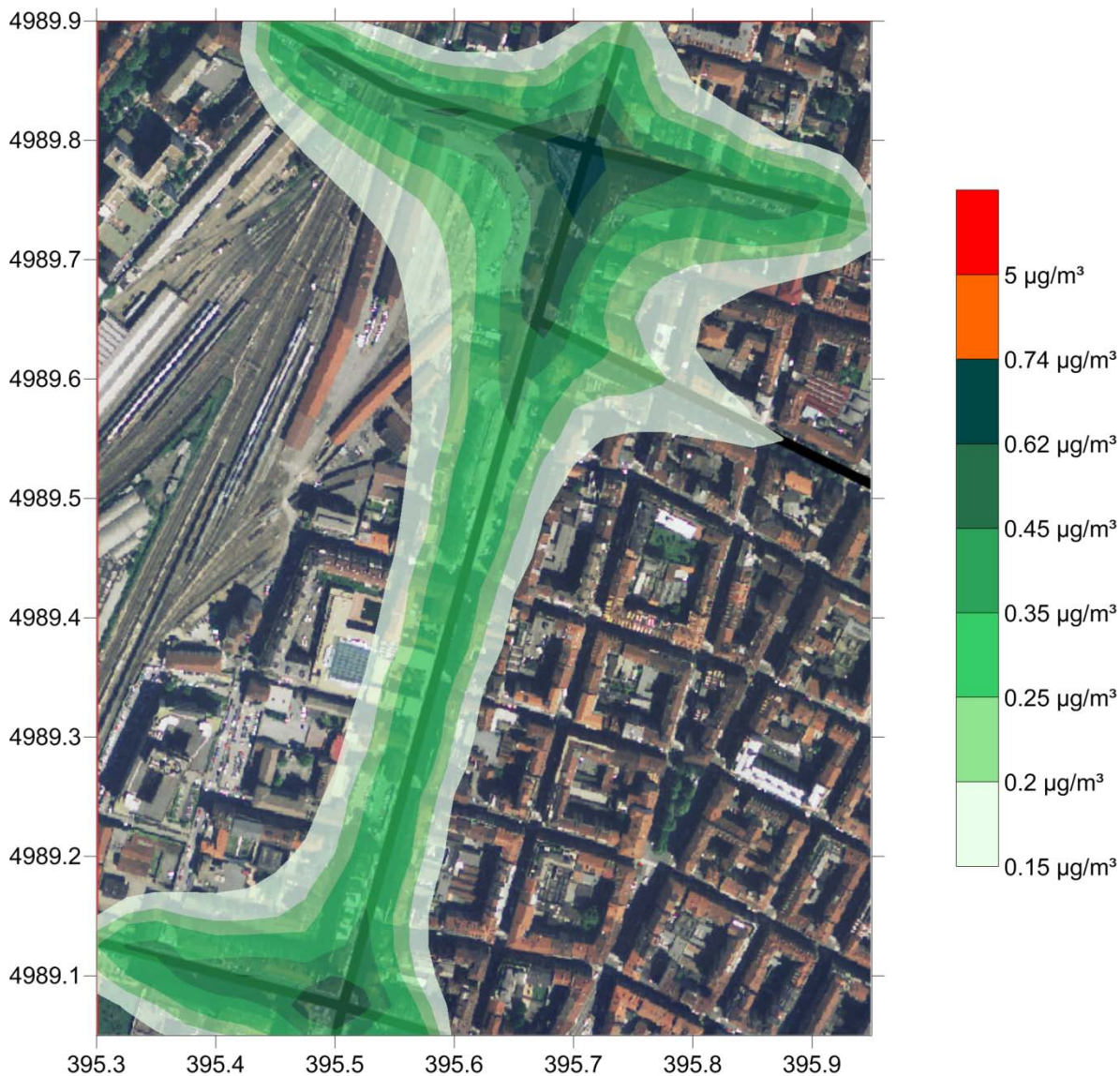
Concentrazione della massima media calcolata su 8 ore di CO espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dovuta al traffico post operam.

I livelli di monossido di carbonio risultano anche per il traffico complessivo particolarmente bassi rispetto a al valore limite prescritto dalla normativa.

Indicatore	CO	
	Valore massimo nel dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore limite (CO, D.Lgs 155/2010) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Massimo della media su 8 ore	290	10'000

Indicatori statistici normati per le concentrazioni di CO.

Benzene post operam (traffico indotto + traffico ante operam)



Concentrazione della massima media calcolata di benzene espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dovuta al traffico post operam.

Anche per questo parametro il valore massimo della concentrazione media è stato calcolato in prossimità di Corso Sommeiller, ma l'impatto risulta notevolmente inferiore al limite normativo anche per le emissioni prodotte dal traffico complessivo post operam.

Benzene		
Indicatore	Valore massimo nel dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore limite (Benzene, D.Lgs 155/2010) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Media annuale	0.74	5

Indicatori statistici normati per le concentrazioni di Benzene.

A1.5 Considerazioni conclusive

Nei paragrafi precedenti sono stati presentati i risultati che si riferiscono alla stima delle ricadute prodotte dal traffico indotto dal funzionamento del nuovo edificio dell'Università di Torino che ospiterà il Centro di Biotecnologie Molecolari e l'incubatore di Ricerca dell'Università di Torino. Lo studio ha preso in considerazione le principali strade circostanti la nuova struttura per le quali è stata effettuata una stima dei flussi veicolari ante operam e post operam.

A partire dai flussi e sfruttando le caratteristiche del parco veicolare circolante nella Provincia di Torino, sono state calcolate le emissioni di inquinanti atmosferici applicando la metodologia di riferimento europea (Copert/Corinair).

La stima delle ricadute è stata infine effettuata con un modello semplificato, di tipo gaussiano, in grado però di trattare le calme di vento con un modulo di calcolo specifico basato su una formulazione a puff. Il modello può quindi fornire una descrizione attendibile delle aree di massima ricaduta e delle concentrazioni degli inquinanti anche nelle condizioni specifiche dello studio, caratterizzate da venti deboli.

Il traffico indotto dal nuovo complesso risulta particolarmente contenuto e, sebbene non siano state considerate ipotesi migliorative quale l'innovazione tecnologica del parco veicolare, contribuisce in misura trascurabile ai limiti fissati D.Lgs. 155/2010, con impatti inferiori al 2% dei valori limite per tutti gli inquinanti considerati. Anche il traffico complessivo post operam, ottenuto sommando i flussi veicolari attuali e i flussi attesi dal funzionamento della struttura, è responsabile di concentrazioni inquinanti che risultano essere inferiori ai limiti indicati dal D.Lgs. 155/2010, arrivando a costituire, nei punti più esposti alla circolazione dei veicoli, circa il 35% del valore limite per gli ossidi di azoto, in linea con quanto misurato nelle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria nei siti di traffico urbano della città di Torino.

1 Bibliografia

ACI (2012): "Autoritratto 2011", <http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/autoritratto/autoritratto-2011.html>.

ARIA Technologies (2002). Manuale del software ARIA Impact. Traduzione dal francese a cura di ARIANET srl, Milano.

Caserini S., Gaifami M. e Moretti M., (2011), "Stima delle percorrenze di automobili, mezzi leggeri, mezzi pesanti e motocicli in funzione dell'età", http://groupware.sinanet.isprambiente.it/expert_panel/library/ept16/caserini_percorrenze, Expert Panel Emissioni da Trasporti, 20-21 giugno 2011, Milano.

EPA (2011): AP 42 Section 13.2.1 Paved Roads, Update January 2011.

IIASA (2006): RAINS-Europe Homepage. <http://www.iiasa.ac.at/rains/Rains-online.html>.

Klimont Z., Cofala J., Bertok I., Amann M., Heyes C. and Gyarfas F. (2002) Modelling Particulate Emissions in Europe A Framework to Estimate Reduction Potential and Control Costs. Interim Report IR-02-076.

L. Ntziachristos, Z. Samaras (2009): "Methodology for the calculation of exhaust emissions – SNAPs 070100-070500, NFRs 1A3bi-iv. EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook".

Nanni A., Radice P. e Smith P. (2009): "TREFIC (Traffic Emission Factors Improved Calculation) User's guide", Rapporto ARIANET R2009.19

Pallavidino L., Prandi R., P. Costa M., Nanni A., Bertello A., Bracco E., Pavone F., (2011), "Top-down vs. bottom-up approach in delineating traffic role in air quality scenarios", Proceedings of HARMO14 – 14th International Conference on Harmonisation within atmospheric dispersion modeling for regulatory purpose.

Prandi R., Pallavidino L., Radice P. e Brusasca G. (2010), "Modellistica della qualità dell'aria nell'area metropolitana torinese (CIG 0418162631) - Primo avanzamento", Rapporto ARIANET R2010.21.

A cura di :

