

**MISURE DI RIDUZIONE
DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO**

SCENARIO ESPLORATIVO "DOMENICHE A PIEDI"

Relazione tecnica

**ARPA PIEMONTE
DIPARTIMENTO TEMATICO "SISTEMI PREVISIONALI"
Struttura Semplice 03 "Qualità dell'Aria"**

Torino, 2 novembre 2011

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	2
2. METODOLOGIA	2
3. QUADRO EMISSIVO	4
4. EFFETTI SULLE CONCENTRAZIONI	16
5. CONCLUSIONI.....	37

1. INTRODUZIONE

L'atto di indirizzo 2011-2013 di Arpa Piemonte, approvato dal Comitato Regionale di indirizzo nella seduta del 19.05.2011 - nell'ambito dell'indirizzo istituzionale 3 "Sviluppo tecnico-scientifico di servizi e di flussi di informazioni relative alle componenti ambientali per la conoscenza, la previsione ed il monitoraggio di dati ambientali, anche finalizzati alla prevenzione dei rischi e degli impatti ambientali, naturali e antropici ed alle azioni di pianificazione territoriale e di adattamento ai cambiamenti climatici" - prevede quale risultato strategico "*l'implementazione degli strumenti previsionali finalizzati al miglioramento dell'informazione inerente la qualità dell'aria*".

Tale obiettivo operativamente si traduce nella progettazione e realizzazione di scenari di qualità dell'aria su base regionale, con differente risoluzione spaziale, per stimare l'efficacia di potenziali provvedimenti in grado di contribuire al miglioramento della qualità dell'aria.

2. METODOLOGIA

Le analisi di scenario hanno come punto di partenza la definizione di uno **scenario base**, ovvero la descrizione dello stato di qualità dell'aria relativo ad un anno individuato come riferimento.

L'anno scelto per la definizione dello scenario emissivo base è il 2005 in quanto indicato come anno di riferimento dalla vigente normativa comunitaria e nazionale per il rispetto dei limiti del PM₁₀.

A partire dal quadro emissivo relativo allo scenario base, il sistema modellistico di dispersione in atmosfera in uso presso il Dipartimento Sistemi Previsionali di Arpa Piemonte ne ricostruisce lo stato di qualità dell'aria, che rappresenta il nostro riferimento nel proseguimento dello studio.

La predisposizione di uno **scenario di riduzione delle emissioni** richiede invece:

1. la scelta delle specifiche azioni mirate alla riduzione delle emissioni;
2. la traduzione di tali azioni in modifiche quantitative delle emissioni rispetto allo scenario di riferimento;
3. l'effettuazione della simulazione modellistica dispersiva relativa a tale scenario emissivo, in modo da ricostruirne lo stato di qualità dell'aria;
4. la produzione di mappe a scala regionale raffiguranti le variazioni rispetto allo scenario base.

La metodologia relativa alle analisi di scenario è ampiamente descritta in un "*Documento metodologico per la realizzazione degli scenari di qualità dell'aria su base regionale*", prodotto da ARPA.

Una possibile applicazione delle analisi di scenario è quella che consente di ricavare informazioni in merito alla validità e/o opportunità di eventuali provvedimenti - relativi a un comparto specifico - adottati in una versione "estrema" ovvero massimizzandone le ipotesi attuative.

Come primo esempio di tale tipologia di scenario, abbiamo scelto di stimare i possibili risultati del provvedimento di chiusura del traffico veicolare domenicale nei centri urbani, assimilabile come ambito alle cosiddette "domeniche a piedi". Considerando che nello scenario base 2005 le emissioni legate al trasporto su strada non possono che essere più elevate rispetto al quadro emissivo attuale, vista la recente evoluzione del parco auto e l'introduzione di eurocategorie meno inquinanti, va tenuto presente che la riduzione di emissioni inquinanti - stimata per il 2005 e conseguente alla diminuzione del traffico indotta dal provvedimento - risulterebbe inferiore nella situazione odierna.

Il provvedimento ipotizzato prevede nel suo complesso misure volutamente poco realistiche, in quanto molto forti e finora mai applicate nella gestione del traffico urbano, ovvero:

- a. estensione spaziale del provvedimento: **tutti i capoluoghi di provincia e l'agglomerato torinese**;
- b. estensione temporale del provvedimento: **tutte le 24 ore delle 5 domeniche** del mese di gennaio 2005¹;
- c. veicoli oggetto del provvedimento: **tutte le classi veicolari** (automobili, veicoli leggeri, veicoli pesanti, ciclomotori, motocicli), **ad eccezione dei veicoli ecologici** (elettrici e alimentati a GPL o metano);
- d. **deroghe**: assunzione che **nessun veicolo oggetto del provvedimento** ne usufruisca, compreso il trasporto pubblico su mezzi non ecologici.

Successivamente tali ipotesi sono state tradotte in variazioni dell'input emissivo relativo allo scenario base (anno 2005), ovvero:

- suddivisione dei dati emissivi di traffico in due distinti database: l'uno a cui applicare le condizioni di simulazione variata (veicoli non ecologici circolanti su strade urbane nei

¹ Gennaio 2005 è risultato il mese peggiore dell'anno per gli inquinanti particolato primario (PM₁₀) e biossido di azoto (NO₂), sulla base dei dati delle stazioni appartenenti al Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (SRRQA).

comuni individuati al punto a), l'altro al quale non applicarle (le restanti sorgenti emmissive del comparto trasporti);

- riduzione quantitativa delle emissioni, determinata dalla riduzione delle percorrenze dei veicoli non ecologici a seguito del divieto di circolazione domenicale;
- variazione della modulazione temporale settimanale per le categorie emmissive oggetto del provvedimento (veicoli individuati al punto c) in relazione al loro divieto di circolazione domenicale.

Una volta predisposto lo scenario emissivo derivante dal provvedimento ipotizzato, è stato applicato il sistema modellistico di dispersione in atmosfera, mantenendo invariate le configurazioni meteorologiche e dispersive già utilizzate per lo scenario base (senza provvedimento). La simulazione modellistica è stata realizzata per il solo mese di gennaio 2005 in modo da limitare i tempi di calcolo.

Al termine della simulazione dispersiva di scenario, realizzata con dettaglio orario su tutto il territorio regionale, su ogni singola cella del dominio di calcolo sono stati calcolati alcuni indicatori, successivamente confrontati con il caso base: le differenze tra i risultati modellistici relativi allo scenario base e quelli relativi allo scenario esplorativo "domeniche a piedi" consentono la valutazione indicativa degli effetti di tale tipologia di provvedimento.

L'analisi dei risultati, consentendo di quantificare la differenza tra lo stato di qualità dell'aria dello scenario di riduzione rispetto a quello dello scenario base, fornisce elementi utili agli Enti pianificatori per stimare a priori l'efficacia degli interventi ipotizzati di riduzione delle emissioni.

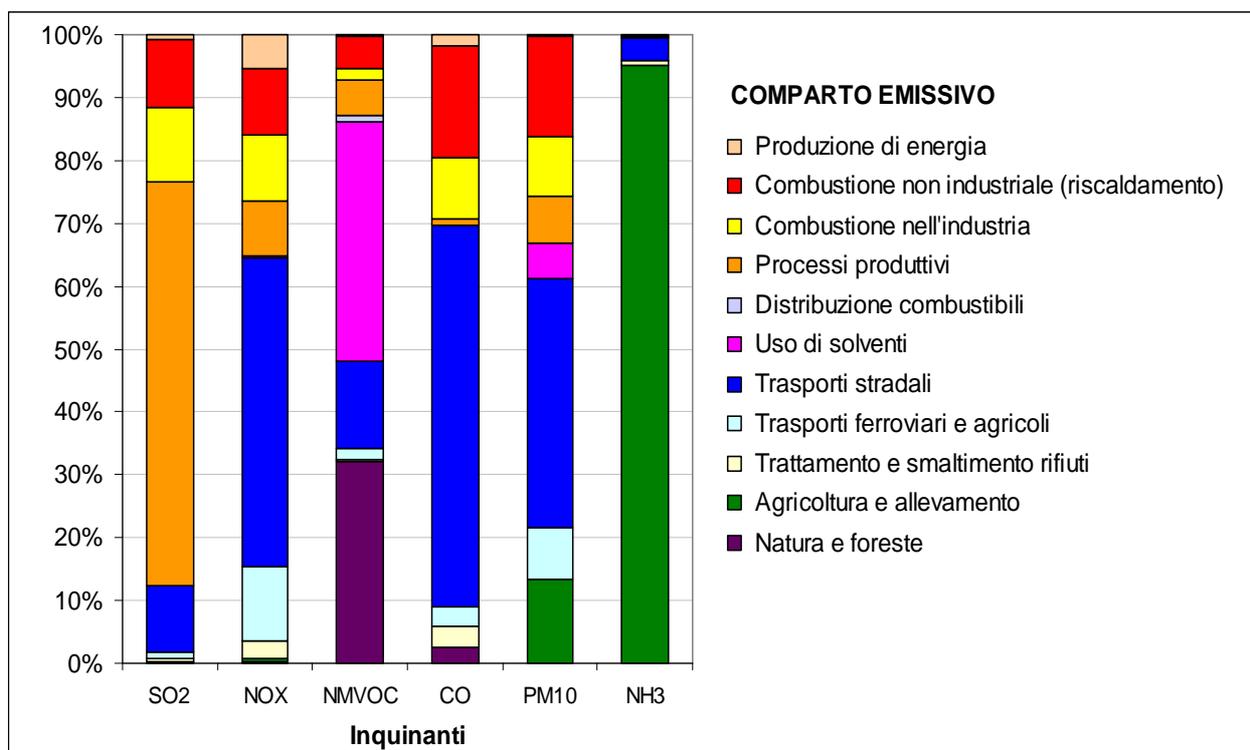
3. QUADRO EMISSIVO

Pur disponendo di un Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA) piemontese più recente (l'ultimo aggiornamento dell'Inventario realizzato dal Settore Risanamento Acustico ed Atmosferico della Regione Piemonte fa riferimento all'anno 2007) il quadro emissivo di base, sintetizzato in Figura 1, trae origine dai dati dell'Inventario Regionale riferito all'anno 2005 (IREA 2005), in quanto anno di riferimento dalla vigente normativa comunitaria e nazionale per il rispetto dei limiti del PM₁₀.

L'IREA fornisce la stima a livello comunale delle emissioni annuali di macro e microinquinanti, disaggregate per attività emissiva ai vari livelli di classificazione SNAP (*Selected Nomenclature for Air Pollution*). Il livello più alto di classificazione prevede 11 comparti emissivi, denominati Macrosettori:

1. Produzione di energia	7. Trasporto su strada
2. Combustione non industriale (riscaldamento civile e commerciale)	8. Trasporto non stradale (ferrovie e mezzi agricoli)
3. Combustione nell'industria	9. Trattamento e smaltimento rifiuti
4. Processi produttivi	10. Agricoltura e zootecnia
5. Distribuzione di combustibili	11. Natura e foreste
6. Uso di solventi	

Figura 1. IREA 2005: EMISSIONI ANNUALI di biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), composti organici volatili non metanici (NMVOC), monossido di carbonio (CO), particolato primario (PM₁₀), ammoniaca (NH₃) - Contributo percentuale al totale annuale da parte degli 11 comparti emissivi (Macrosettori) previsti dalla classificazione SNAP



3.1. Predisposizione dell'input emissivo

Come già accennato, si è ipotizzato di estendere il provvedimento ai centri abitati piemontesi a maggiore densità abitativa, ovvero tutti i capoluoghi di provincia piemontesi e ai comuni compresi nell'area metropolitana piemontese, così come individuati nella Zona di Piano IT 103. L'elenco dei 19 comuni oggetto del provvedimento è riportato in Tabella 1.

Nei comuni sotto elencati risiedono 1.753.687 abitanti, pari al 40% della popolazione piemontese.

La metodologia adottata da Regione Piemonte per il calcolo delle emissioni da traffico nell'Inventario Regionale delle Emissioni tiene però conto di variabili non direttamente correlabili alla popolazione residente, quali i parchi auto comunali, le percorrenze veicolari, il ciclo di guida, i transiti giornalieri, il grado di usura delle strade: il confronto tra il numero di abitanti coinvolti nell'ipotetico provvedimento e le quantità di inquinanti emessi dal traffico circolante all'interno dei comuni nei quali tale popolazione risiede risulterebbe quindi fuorviante.

Tabella 1. Elenco dei comuni oggetto dell'ipotetico provvedimento "domeniche a piedi"

comuni	popolazione 2007
BEINASCO	18,095
BORGARO TORINESE	13,553
COLLEGNO	50,175
GRUGLIASCO	37,873
MONCALIERI	56,944
NICHELINO	48,864
ORBASSANO	22,082
RIVOLI	50,115
SAN MAURO TORINESE	19,030
SETTIMO TORINESE	47,366
TORINO	908,263
VENARIA REALE	34,563
VERCELLI	44,475
NOVARA	102,862
CUNEO	54,970
ASTI	74,549
ALESSANDRIA	92,839
BIELLA	46,126
VERBANIA	30,943
TOTALE	1,753,687

Il contributo emissivo da parte dei comuni coinvolti dall'ipotetico provvedimento è stato messo a confronto con il totale emesso a livello regionale nelle Figure 2-3-4-5: le emissioni di ossidi di azoto (NO_x espressi come NO₂) e di particolato primario (PM₁₀) stimate nell'Inventario Regionale delle Emissioni (anno 2005) per i 19 comuni risultano essere una quota significativa delle emissioni legate al trasporto su strada piemontese.

Figura 2. SCENARIO BASE da IREA 2005: confronto tra EMISSIONI ANNUALI DA TRAFFICO di ossidi di azoto (NO_x espressi come NO_2) da parte dei comuni oggetto del provvedimento e di tutti i comuni piemontesi

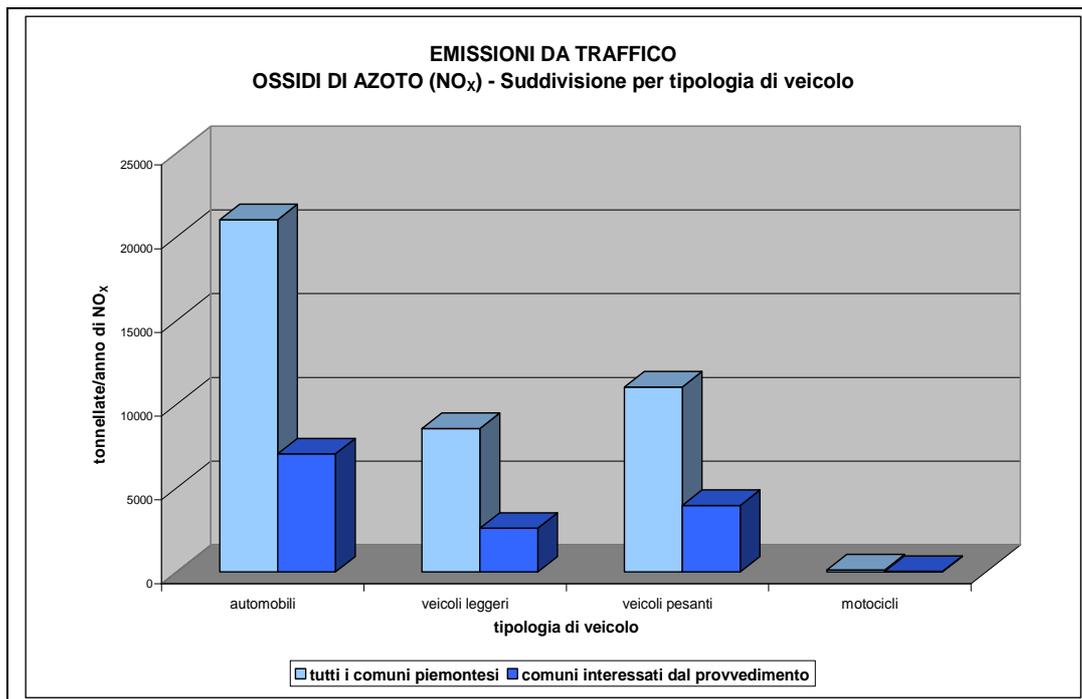


Figura 3. SCENARIO BASE da IREA 2005: confronto tra EMISSIONI ANNUALI DA TRAFFICO di particolato primario (PM_{10}) da parte dei comuni oggetto del provvedimento e di tutti i comuni piemontesi

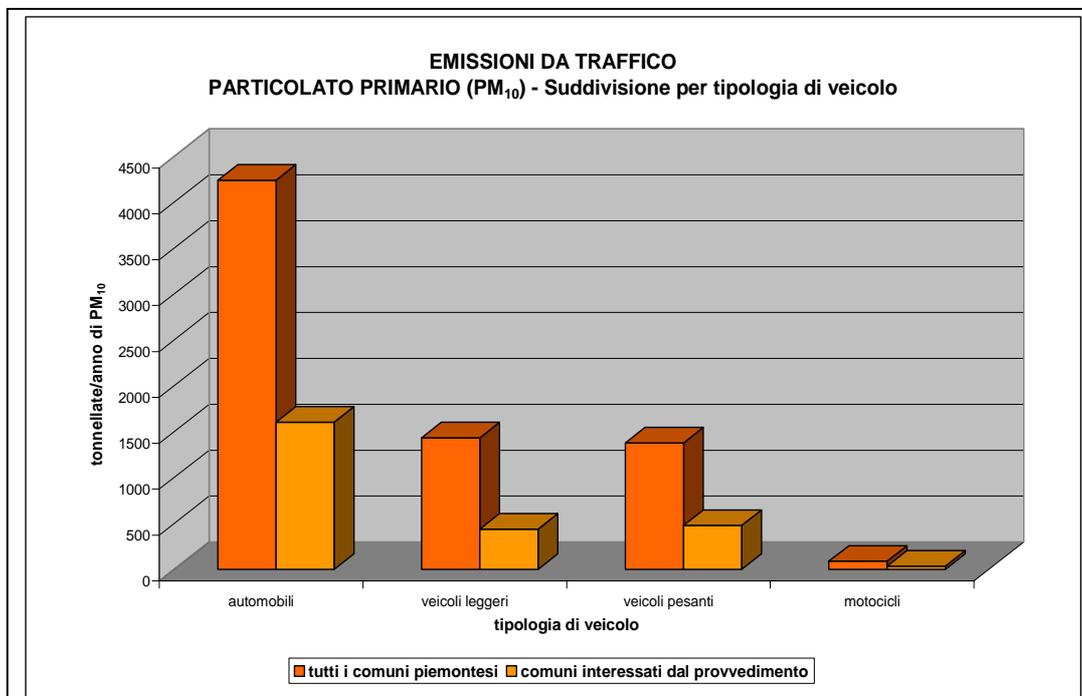


Figura 4. SCENARIO BASE da IREA 2005: confronto tra EMISSIONI ANNUALI DA TRAFFICO di ossidi di azoto (NO_x espressi come NO_2) da parte dei comuni oggetto del provvedimento e di tutti i comuni piemontesi

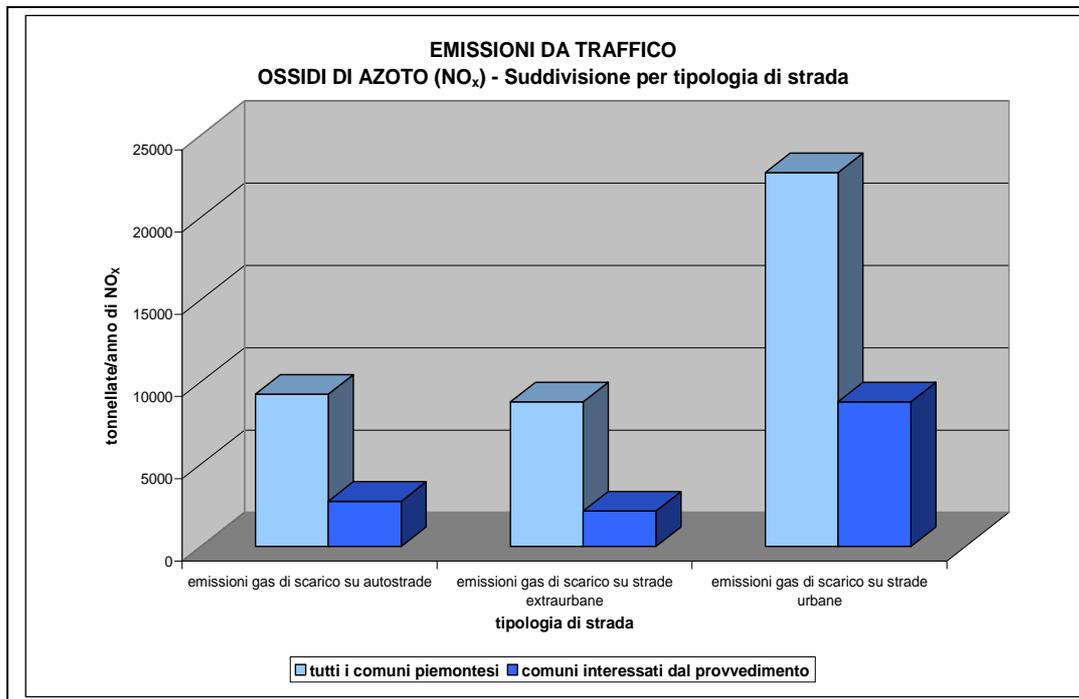
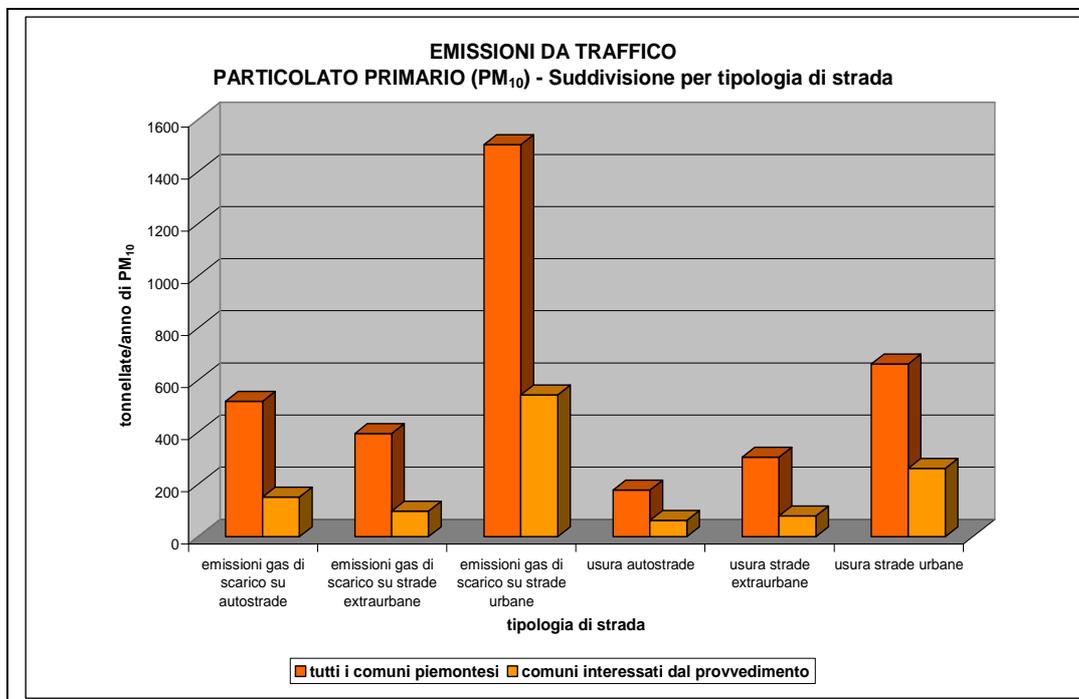


Figura 5. SCENARIO BASE da IREA 2005: confronto tra EMISSIONI ANNUALI DA TRAFFICO di particolato primario (PM_{10}) da parte dei comuni oggetto del provvedimento e di tutti i comuni piemontesi



Dai grafici si può inoltre rilevare che la maggior parte delle emissioni di ossidi di azoto e di particolato primario sono imputabili alle autovetture e la ripartizione delle emissioni per tipologia di strada conferma l'importanza delle emissioni da traffico in ambito urbano.

L'elaborazione dei dati dell'IREA 2005 rappresentata in Figura 5 indica inoltre che, oltre alle emissioni dirette degli autoveicoli (gas di scarico del motore), risulta rilevante anche l'apporto indiretto di particolato primario, ovvero il risollevarimento delle polveri generate dall'usura del fondo stradale, in particolare in ambito urbano.

Analizzando più in dettaglio l'estensione del provvedimento dal punto di vista emissivo, le stime dell'IREA 2005 per gli inquinanti NO_x e PM₁₀ emessi su strade urbane nei comuni interessati dal provvedimento possono essere ulteriormente ripartiti per tipologia di combustibile (Tabella 2): la quota di particolato primario non associata a uno specifico combustibile coincide con quella relativa alle polveri generate dall'usura del manto stradale, già rappresentata in Figura 5.

Tabella 2. SCENARIO BASE: EMISSIONI ANNUALI di ossidi di azoto (NO_x) e particolato primario (PM₁₀) da TRAFFICO URBANO nei comuni oggetto del provvedimento e in tutti i comuni piemontesi. Emissioni dirette (suddivisione per combustibile) e indirette. Fonte: IREA 2005

		Strade urbane dei comuni oggetto del provvedimento		Strade urbane di tutti i comuni piemontesi	
		NO _x * t/a	PM ₁₀ t/a	NO _x * t/a	PM ₁₀ t/a
Emissioni dirette: combustibile	diesel	6547	500	17182	1394
	metano	32	0	84	0
	GPL	355	0	730	0
	benzina	1855	43	4730	110
Emissioni indirette: usura strade urbane		0	262	0	662

* espressi come NO₂

Come si può osservare in Tabella 3, i veicoli non ecologici (alimentati a benzina o diesel) - circolanti su strade urbane nei comuni interessati dal provvedimento - contribuiscono al 95% delle emissioni annuali di ossidi di azoto e al 100% delle emissioni dirette di particolato primario. Nell'Inventario Regionale delle Emissioni riferito all'anno 2005 non risultano infatti emissioni dirette di PM₁₀ associate ai veicoli alimentati a GPL o metano; non va però dimenticato che in termini di scenario emissivo viene comunque tenuto conto dell'apporto indiretto dovuto alla risospensione sia delle polveri quantificate in Tabella 2, sia della quota di particolato generato dall'usura dei

pneumatici e dall'uso dei freni, calcolata nell'IREA 2005 con una metodologia di stima che non ne permette una distinzione nelle categorie veicolari sinora descritte.

In particolare, nella modellizzazione delle emissioni la quota di risospensione del particolato primario, non essendo attribuibile alle differenti categorie veicolari sulla base dell'alimentazione, ma essendo invece correlabile a variabili quali il numero di transiti ed il peso dei veicoli transitanti – informazioni non disponibili al momento della simulazione modellistica – è stata trattata allo stesso modo della quota di particolato emessa dai veicoli non ecologici, ovvero si è assunto che subisse il provvedimento di riduzione domenicale. Si fa notare inoltre che nell'IREA 2005 i combustibili considerati ecologici (GPL e metano) sono attribuiti esclusivamente alla categoria delle automobili.

Tabella 3. SCENARIO BASE: EMISSIONI ANNUALI DIRETTE di ossidi di azoto (NO_x) e particolato primario (PM₁₀) da TRAFFICO URBANO nei comuni oggetto del provvedimento e in tutti i comuni piemontesi. Suddivisione per tipologia di veicolo. Fonte IREA 2005

STRADE URBANE NEI COMUNI OGGETTO DEL PROVVEDIMENTO	Tipologia di veicolo	tutti i veicoli		veicoli non ecologici		veicoli ecologici	
		NO _x *	PM ₁₀	NO _x *	PM ₁₀	NO _x *	PM ₁₀
		t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
	automobili	5071	276	4684	276	387	0.0
	veicoli leggeri	1575	169	1575	169	0.0	0.0
	veicoli pesanti	2095	81	2095	81	0.0	0.0
	motocicli	49	17	49	17	0.0	0.0
	TOTALE	8790	544	8403	544	387	0

* espressi come NO₂

STRADE URBANE IN TUTTI I COMUNI PIEMONTESE	Tipologia di veicolo	tutti i veicoli		veicoli non ecologici		veicoli ecologici	
		NO _x *	PM ₁₀	NO _x *	PM ₁₀	NO _x *	PM ₁₀
		t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
	automobili	13123	743	12309	743	814	0.0
	veicoli leggeri	4919	544	4919	544	0.0	0.0
	veicoli pesanti	4562	171	4562	171	0.0	0.0
	motocicli	123	46	123	46	0.0	0.0
	TOTALE	22727	1504	21913	1504	814	0

* espressi come NO₂

Le stesse informazioni riportate in Tabella 3 sono state elaborate per il solo mese di gennaio 2005 (Tabella 4), utilizzando la modulazione temporale su scala annuale adottata nell'ambito della modellistica emissiva (Figura 6a).

Tabella 4. SCENARIO BASE: EMISSIONI MENSILI DIRETTE (gennaio 2005) di ossidi di azoto (NO_x) e particolato primario (PM₁₀) da TRAFFICO URBANO nei comuni oggetto del provvedimento e in tutti i comuni piemontesi. Suddivisione per tipologia di veicolo. Fonte IREA 2005

STRADE URBANE NEI COMUNI OGGETTO DEL PROVVEDIMENTO	Tipologia di veicolo	tutti i veicoli		veicoli non ecologici		veicoli ecologici	
		NO _x *	PM ₁₀	NO _x *	PM ₁₀	NO _x *	PM ₁₀
		t/mese	t/mese	t/mese	t/mese	t/mese	t/mese
	automobili	347	19	321	19	27	0
	veicoli leggeri	108	12	108	12	0	0
	veicoli pesanti	143	6	143	6	0	0
	motocicli	3	1	3	1	0	0
	TOTALE	602	37	576	37	27	0

* espressi come NO₂

STRADE URBANE IN TUTTI I COMUNI PIEMONTESI	Tipologia di veicolo	tutti i veicoli		veicoli non ecologici		veicoli ecologici	
		NO _x *	PM ₁₀	NO _x *	PM ₁₀	NO _x *	PM ₁₀
		t/mese	t/mese	t/mese	t/mese	t/mese	t/mese
	automobili	898.9	50.9	843.1	50.9	55.8	0.0
	veicoli leggeri	336.9	37.3	336.9	37.3	0.0	0.0
	veicoli pesanti	312.5	11.7	312.5	11.7	0.0	0.0
	motocicli	8.4	3.1	8.4	3.1	0.0	0.0
	TOTALE	1557	103	1501	103	56	0

* espressi come NO₂

La predisposizione dell'input emissivo prevede infine che la riduzione in termini di percorrenza dei veicoli oggetto del provvedimento (ovvero l'assunzione che i veicoli non ecologici non solo non circolino nelle giornate domenicali, ma che la loro percorrenza non venga spostata in altri giorni settimanali) si traduca in una riduzione delle emissioni attraverso una riparametrizzazione della modulazione temporale settimanale normalmente utilizzata nella simulazione modellistica, specifica per l'ambito urbano (Figura 6b). Osservando l'istogramma che rappresenta la distribuzione settimanale del traffico in ambito urbano, per i veicoli "inquinanti" si assume che nelle giornate di domenica il traffico venga azzerato.

Utilizzando la modulazione temporale settimanale adottata in ambito modellistico e rappresentata nella Figura 6b, è stata calcolata, per ciascuno dei comuni interessati dal provvedimento, la quota di riduzione delle emissioni di ossidi di azoto (NO_x) e di particolato primario (PM₁₀), sia come valore assoluto che come percentuale rispetto al totale delle emissioni da traffico: nelle Tabelle 5 e 6 sono quindi messe a confronto le emissioni stimate nell'IREA 2005 per il mese di gennaio e prodotte da tutte le tipologie di veicoli nel traffico urbano, le emissioni legate alla circolazione in ambito urbano dei veicoli inquinanti (alimentati a benzina o diesel) e, infine, la riduzione emissiva

su base mensile conseguente al divieto di circolazione degli stessi veicoli nelle 5 giornate domenicali. Si precisa che i valori riportati di particolato primario comprendono la quota di risospensione delle polveri derivanti dall'usura delle strade e dei pneumatici e dall'uso dei freni.

Figura 6a. Scenario base: modulazione annuale del traffico urbano in ambito piemontese

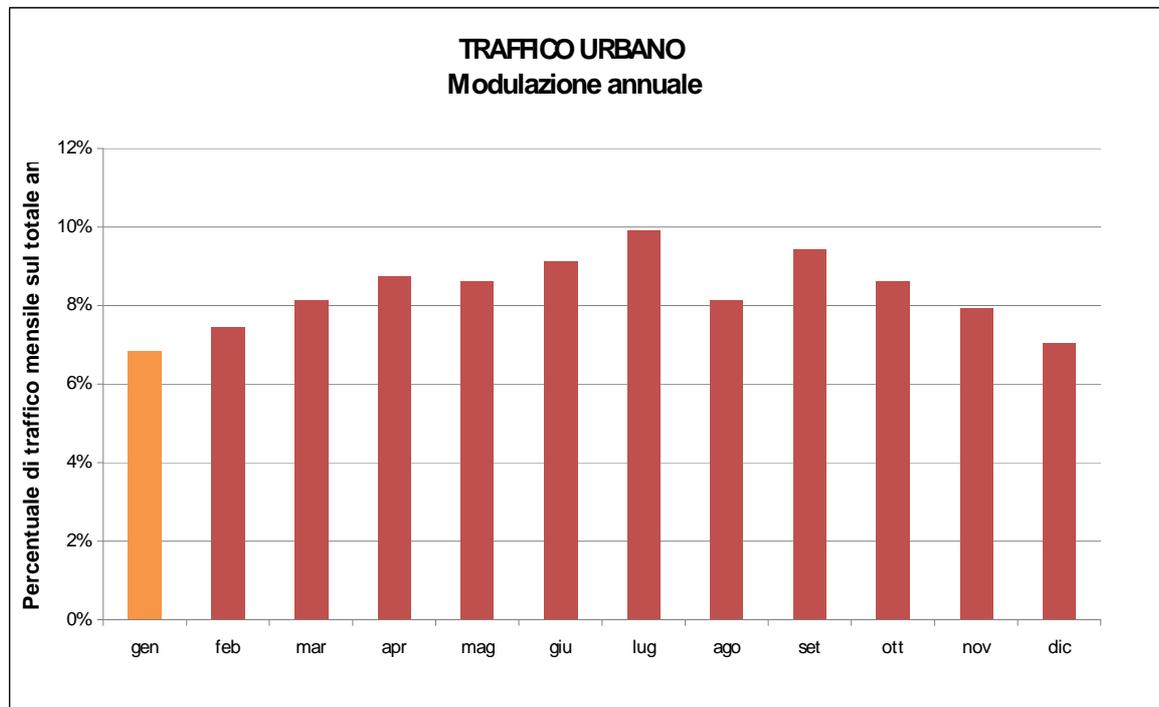


Figura 6b. Scenario base: modulazione settimanale del traffico urbano in ambito piemontese

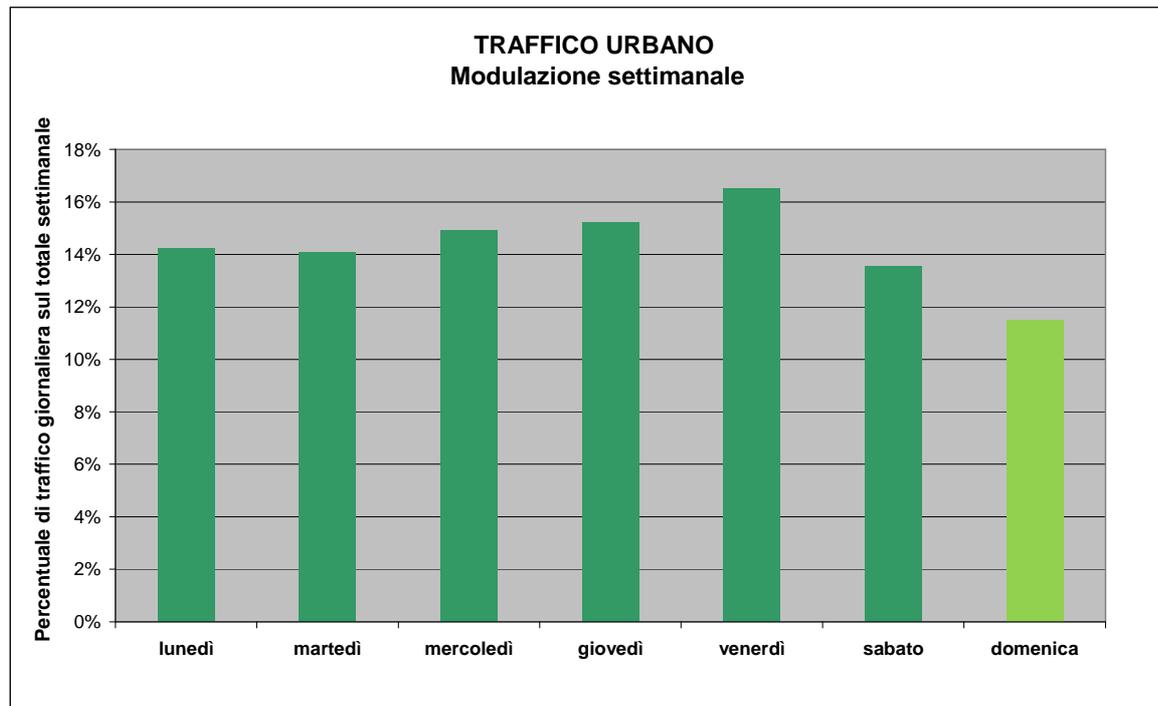


Tabella 5. Riduzione a livello comunale delle EMISSIONI TOTALI MENSILI (mese di gennaio 2005) di ossidi di azoto (NOx) conseguente allo scenario “domeniche a piedi” rispetto allo scenario base.

NOx espressi come NO2 comuni	strade urbane tutti i veicoli	strade urbane veicoli inquinanti		RIDUZIONE DA SCENARIO	
	t/mese	t/mese	% *	t	% *
BEINASCO	5	5	96%	0,7	12,5%
BORGARO	5	5	97%	0,6	12,6%
COLLEGNO	13	12	94%	1,6	12,3%
GRUGLIASCO	10	9	93%	1,2	12,1%
MONCALIERI	22	21	96%	2,8	12,5%
NICHELINO	13	12	92%	1,6	11,9%
ORBASSANO	7	7	96%	0,9	12,5%
RIVOLI	14	13	95%	1,7	12,3%
SAN	6	6	97%	0,7	12,6%
SETTIMO	15	14	95%	1,8	12,3%
TORINO	319	305	95%	39,6	12,4%
VENARIA	9	9	95%	1,2	12,4%
VERCELLI	15	15	97%	2,0	12,6%
NOVARA	35	33	96%	4,3	12,5%
CUNEO	24	23	97%	3,0	12,6%
ASTI	30	28	96%	3,7	12,5%
ALESSANDRIA	33	32	96%	4,1	12,5%
BIELLA	17	17	98%	2,2	12,7%
VERBANIA	9	9	98%	1,2	12,8%
TOTALE	602	576		75	

* percentuale calcolata rispetto alla prima colonna, ovvero rispetto a tutte le categorie veicolari circolanti su strade urbane

Tabella 6. Riduzione a livello comunale delle EMISSIONI TOTALI MENSILI (mese di gennaio 2005) di particolato primario (PM₁₀) conseguente allo scenario “domeniche a piedi” rispetto allo scenario base

PM10 comuni	strade urbane tutti i veicoli	strade urbane veicoli inquinanti		RIDUZIONE DA SCENARIO	
	t/mese	t/mese	% *	t	% *
BEINASCO	15	15	100%	2,0	13,0%
BORGARO	14	14	100%	1,9	13,0%
COLLEGNO	36	36	100%	4,6	13,0%
GRUGLIASCO	27	27	100%	3,5	13,0%
MONCALIERI	55	55	100%	7,2	13,0%
NICHELINO	36	36	100%	4,6	13,0%
ORBASSANO	20	20	100%	2,6	13,0%
RIVOLI	38	38	100%	5,0	13,0%
SAN	15	15	100%	2,0	13,0%
SETTIMO	38	38	100%	4,9	13,0%
TORINO	758	758	100%	98,6	13,0%
VENARIA	26	26	100%	3,4	13,0%
VERCELLI	41	41	100%	5,3	13,0%
NOVARA	83	83	100%	10,8	13,0%
CUNEO	59	59	100%	7,6	13,0%
ASTI	72	72	100%	9,3	13,0%
ALESSANDRIA	79	79	100%	10,2	13,0%
BIELLA	42	42	100%	5,5	13,0%
VERBANIA	25	25	100%	3,3	13,0%
TOTALE	1479	1479		192	

* percentuale calcolata rispetto alla prima colonna, ovvero rispetto a tutte le categorie veicolari circolanti su strade urbane

3.2 Simulazione emissiva

Una volta predisposto l'input emissivo per lo scenario derivante dal provvedimento ipotizzato, viene realizzata una simulazione con la suite modellistica EMMA specifica per le emissioni: le quantità di inquinanti emessi annualmente a livello comunale secondo le stime di IREA 2005 vengono spazializzate sulle celle del dominio di calcolo (sulla base di una specifica corrispondenza tra categoria emissiva e uso del suolo) e ripartite a livello orario (sulla base di profili temporali – modulazioni giornaliere, modulazioni settimanali e modulazioni annuali – specifici per categoria emissiva) per tutto l'anno 2005.

La modellizzazione delle emissioni prevede inoltre una suddivisione della classe dei composti organici volatili non metanici (NMVOC) nelle singole specie chimiche, una ripartizione degli ossidi di azoto (NO_x) in monossido di azoto (NO) e biossido di azoto (NO_2) e, infine, un frazionamento del particolato primario in diverse classi dimensionali. Per ulteriori dettagli si rimanda all'Allegato Tecnico del "*Documento metodologico per la realizzazione degli scenari di qualità dell'aria su base regionale*".

Si sottolinea come la riduzione delle emissioni conseguente al provvedimento risulti essere di modesta entità, nonostante un quadro emissivo relativo allo scenario base 2005 particolarmente critico; pertanto è ipotizzabile che gli effetti di riduzione possano essere ancor meno evidenti se rapportati alla situazione emissiva attuale, caratterizzata da un parco auto meno inquinante.

4. EFFETTI SULLE CONCENTRAZIONI

Allo scenario emissivo relativo al provvedimento ipotizzato è stato applicato il sistema modellistico di dispersione in atmosfera, mantenendo invariati tutti i restanti dati in ingresso e le configurazioni adottate nelle simulazioni realizzate per lo scenario base (ovvero senza provvedimento).

La simulazione modellistica è stata realizzata per il solo mese di gennaio 2005 in modo da limitare i tempi di calcolo. Pertanto, dato il breve periodo di studio (nel gennaio 2005 ricadono in totale solo cinque giornate domenicali interessate dal provvedimento), l'analisi condotta deve essere considerata preliminare ed i risultati puramente indicativi.

I risultati della simulazione modellistica relativi agli inquinanti biossido di azoto e particolato - espressi sia in termini di concentrazioni medie mensili per lo scenario base e per lo scenario "domeniche a piedi", sia in termini di riduzione delle concentrazioni - sono rappresentati sotto forma di mappe tematiche riferite a tutto il territorio regionale (Figure 7 – 12) o all'agglomerato urbano di Torino (Figure 13 – 18).

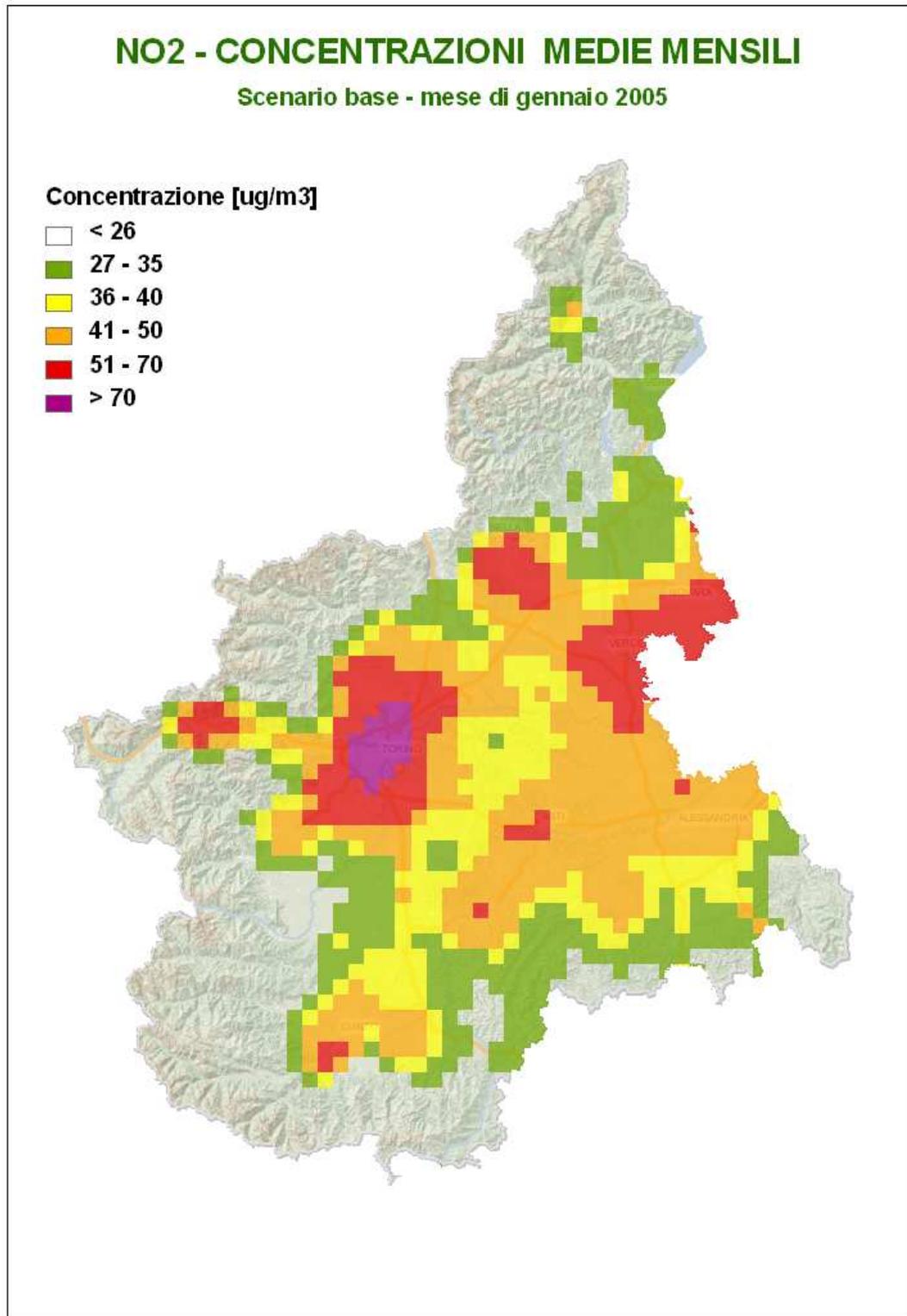
Si evidenzia che il sistema modellistico dispersivo in uso presso Arpa Piemonte, oltre alla componente primaria, stima anche la componente secondaria del particolato, sia di origine organica che inorganica (per approfondimenti si rimanda all'Allegato Tecnico del "*Documento metodologico per la realizzazione degli scenari di qualità dell'aria su base regionale*").

Dalle mappe rappresentate in Figura 9 (per il biossido di azoto) e in Figura 12 (per il particolato) si può osservare come le differenze più rilevanti si localizzino nell'area torinese e raggiungano al massimo valori di poco superiori ai $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel caso del particolato (PM_{10}) e dell'ordine di 1.5 - 2.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel caso del biossido di azoto (NO_2); le differenze risultano invece minime nei restanti capoluoghi di provincia.

Le riduzioni stimate per entrambi gli inquinanti risultano quindi di lieve entità rispetto ai valori relativi allo scenario base, come si può osservare sia dall'analisi delle Figure 7 (per biossido di azoto) e 10 (per il particolato), che mostrano la distribuzione delle concentrazioni medie mensili riferite allo scenario base, sia dal confronto con i valori medi mensili registrati dalle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria, che nel gennaio 2005 nella città di Torino variavano per il PM_{10} tra gli $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ della stazione Torino - Rivoli e i $108 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Torino - Gaidano, mentre per il biossido di azoto passavano dai $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ della stazione Torino - Lingotto ai $108 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Torino - Rivoli.

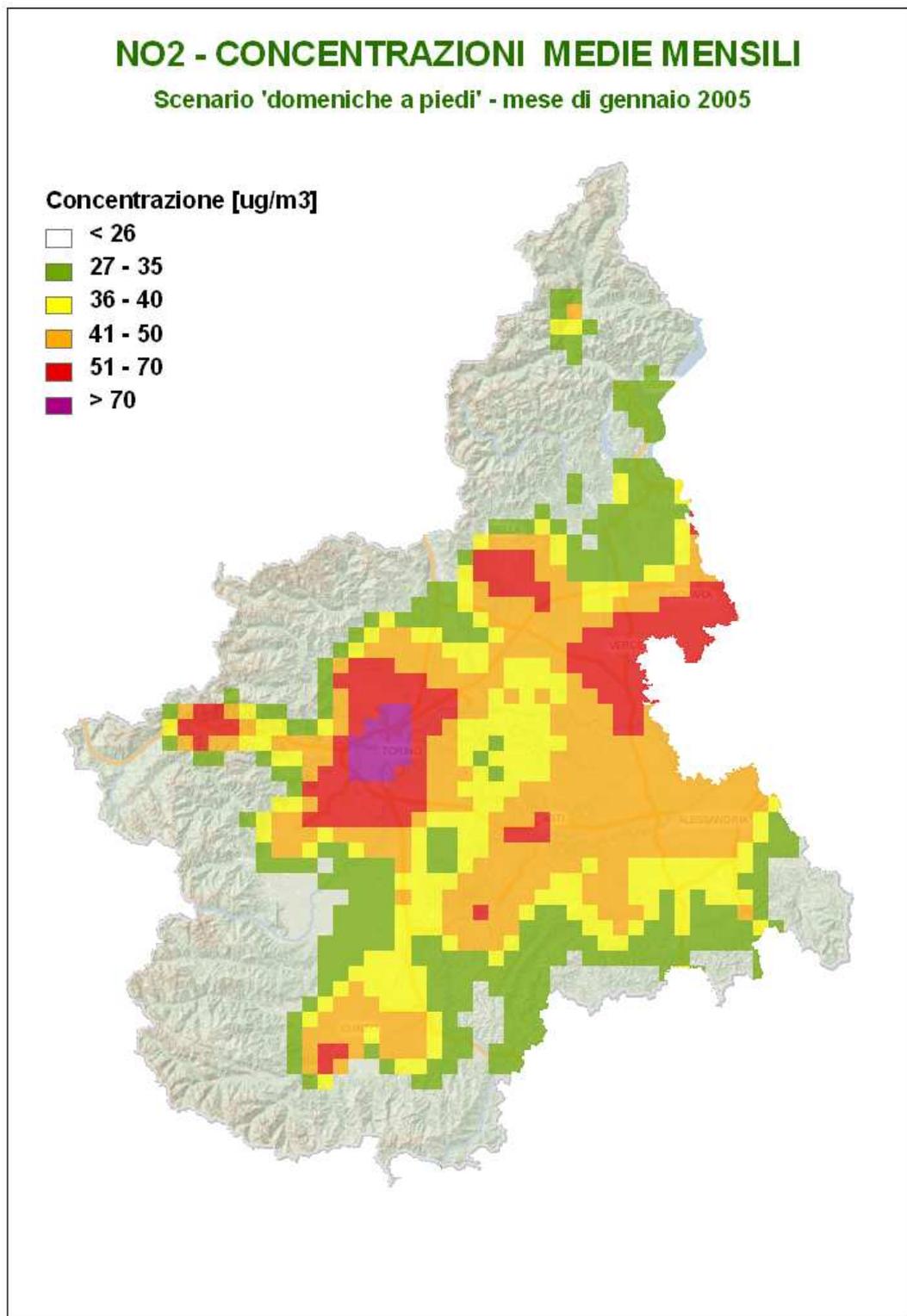
Per quanto riguarda le concentrazioni medie giornaliere di particolato (PM_{10}) i risultati mostrano che le riduzioni più rilevanti sono localizzate nell'agglomerato urbano di Torino, dove raggiungono, in corrispondenza delle domeniche interessate dal provvedimento, valori anche consistenti, in percentuale compresi tra il 30% ed il 40% delle concentrazioni dello scenario base. Tuttavia, dati gli alti valori delle concentrazioni medie giornaliere (ampiamente superiori al valore limite) dello scenario base (Figure 19 e 21), in una sola delle 5 domeniche del mese (2 gennaio 2005, Figure 20 e 22) e limitatamente ad alcuni comuni dell'area metropolitana il provvedimento ipotizzato determina il mancato superamento del valore limite giornaliero (osservato nello scenario base), come rappresentato nelle Figure 24 e 26. Sul resto del territorio regionale e nella città di Torino non si osserva alcuna riduzione del numero di superamenti del valore limite giornaliero (Figure 23 e 25).

Figura 7. CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI² (gennaio 2005) di biossido di azoto (NO₂) relative allo scenario base.



² Per il biossido di azoto la media mensile non è un indicatore richiesto dalla vigente normativa di qualità dell'aria nazionale e comunitaria.

Figura 8. CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI³ (gennaio 2005) di biossido di azoto (NO₂) relative allo scenario "domeniche a piedi".



³ Per il biossido di azoto la media mensile non è un indicatore richiesto dalla vigente normativa di qualità dell'aria nazionale e comunitaria.

Figura 9. Riduzione delle CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI (gennaio 2005) di biossido di azoto (NO_2) conseguente allo scenario "domeniche a piedi" rispetto allo scenario base.

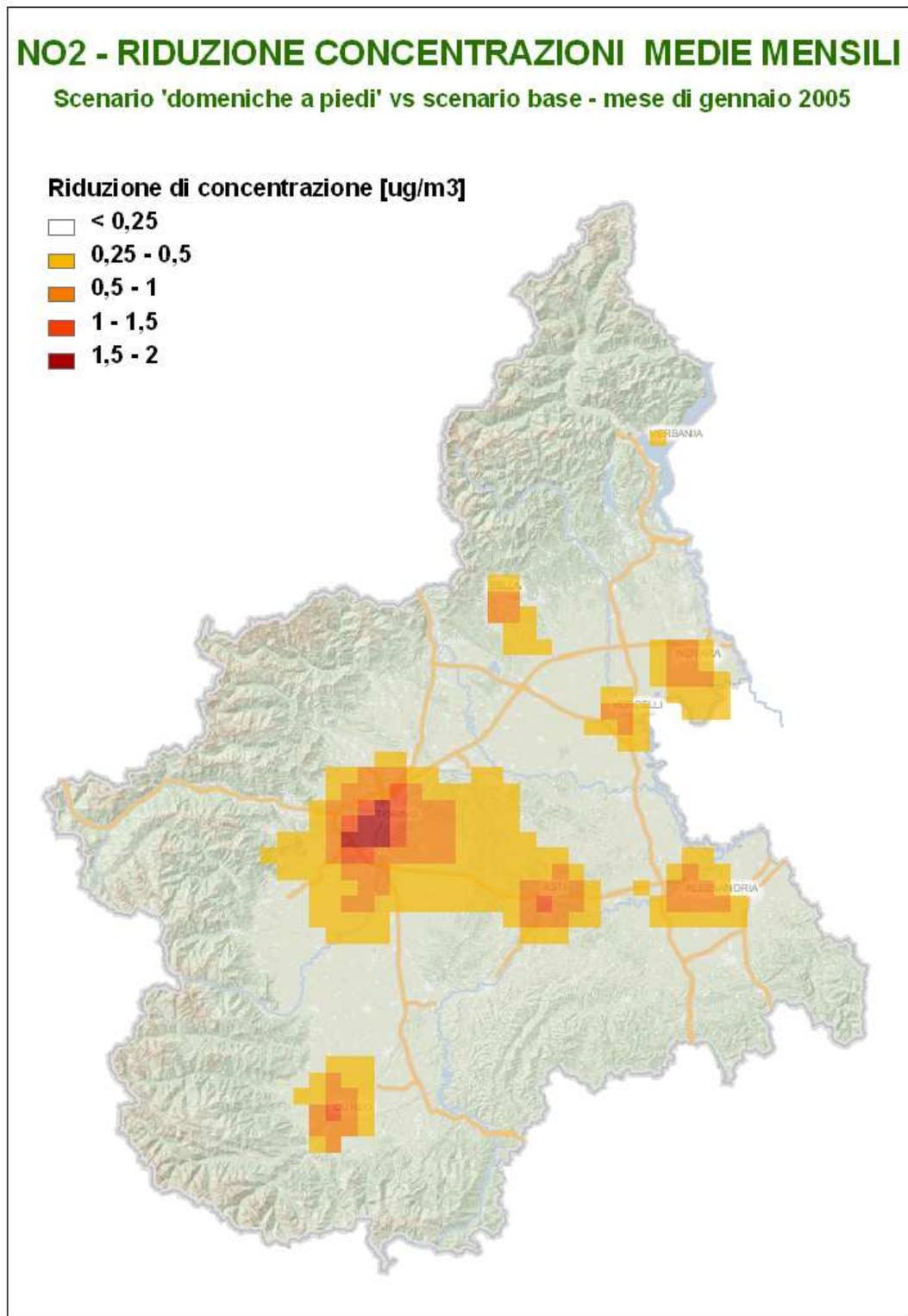
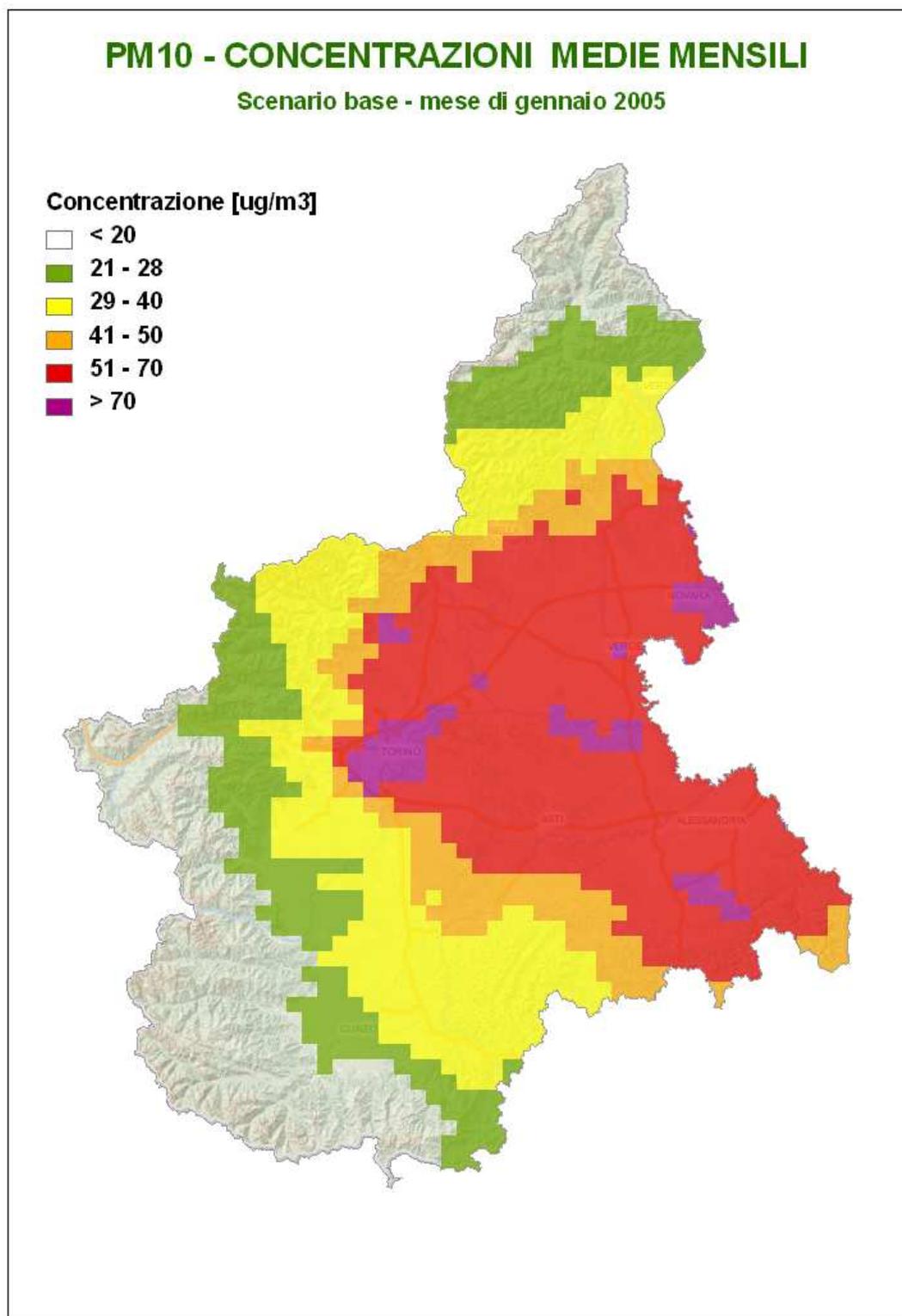
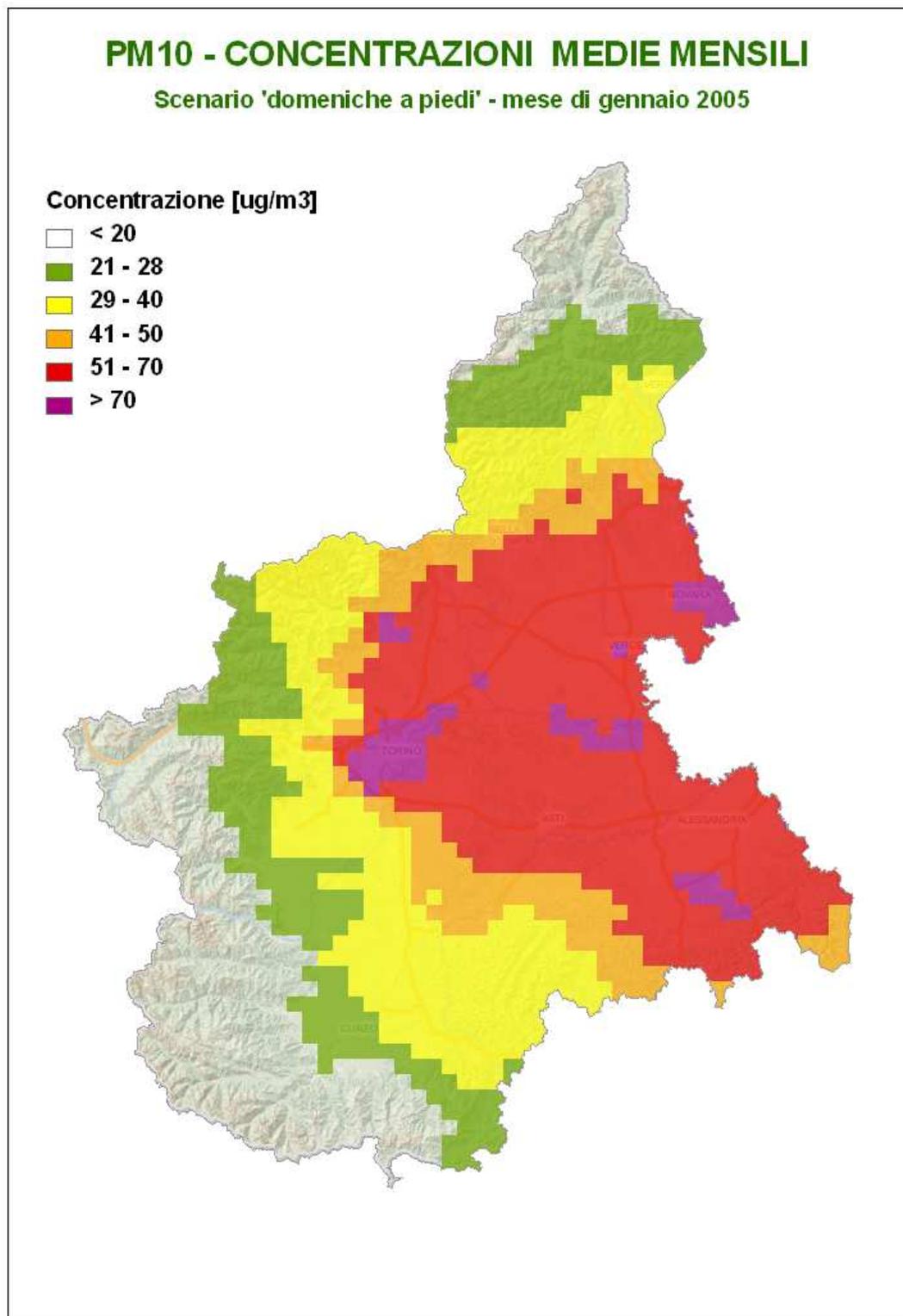


Figura 10. CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI⁴ (gennaio 2005) di particolato (PM₁₀) primario e secondario relative allo scenario base.



⁴ Per il particolato (PM₁₀) la media mensile non è un indicatore richiesto dalla vigente normativa di qualità dell'aria nazionale e comunitaria.

Figura 11. CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI⁵ (gennaio 2005) di particolato (PM₁₀) primario e secondario relative allo scenario “domeniche a piedi”.



⁵ Per il particolato (PM₁₀) la media mensile non è un indicatore richiesto dalla vigente normativa di qualità dell'aria nazionale e comunitaria.

Figura 12. Riduzione delle CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI (gennaio 2005) di particolato (PM₁₀) primario e secondario conseguente allo scenario "domeniche a piedi" rispetto allo scenario base.

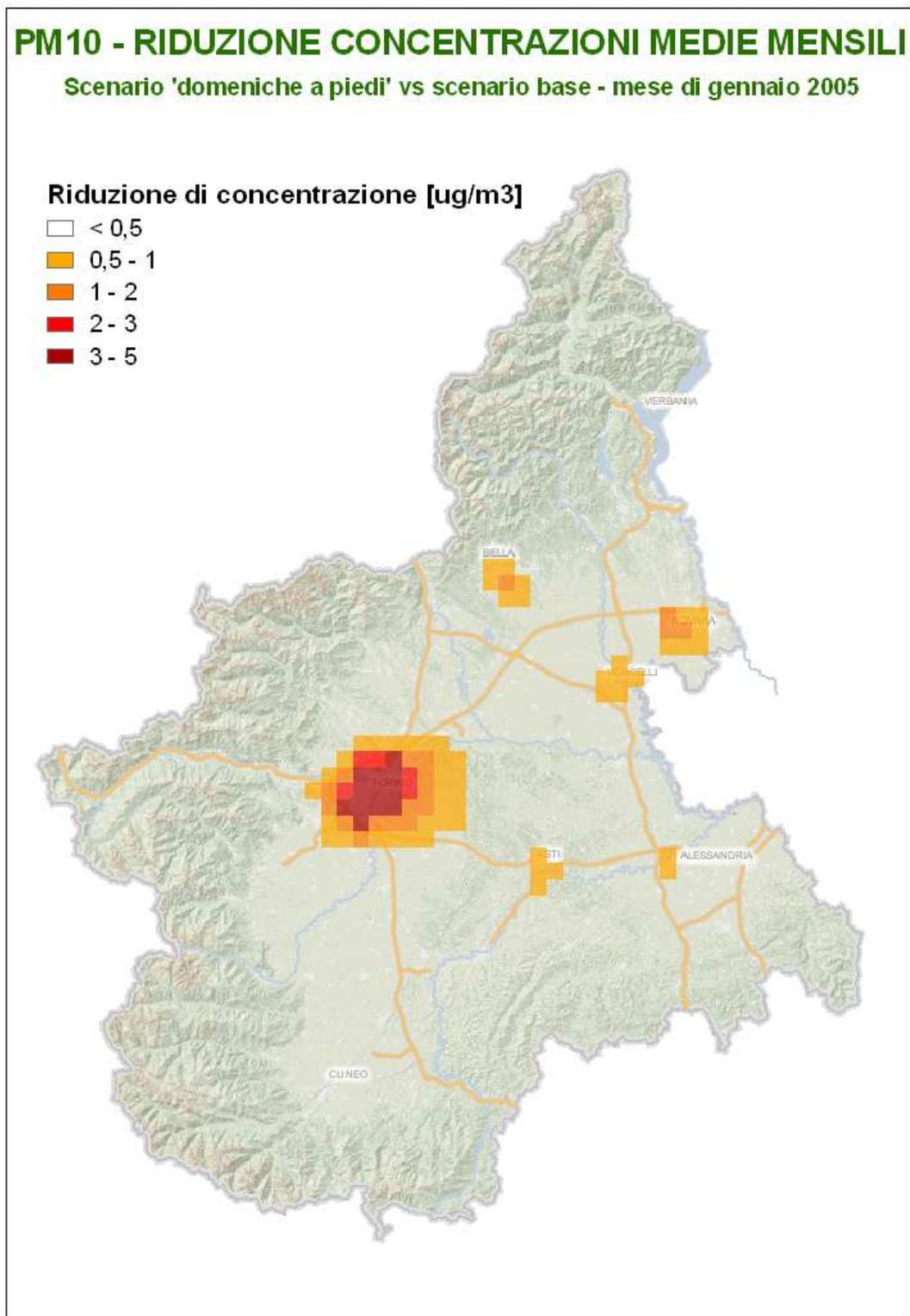
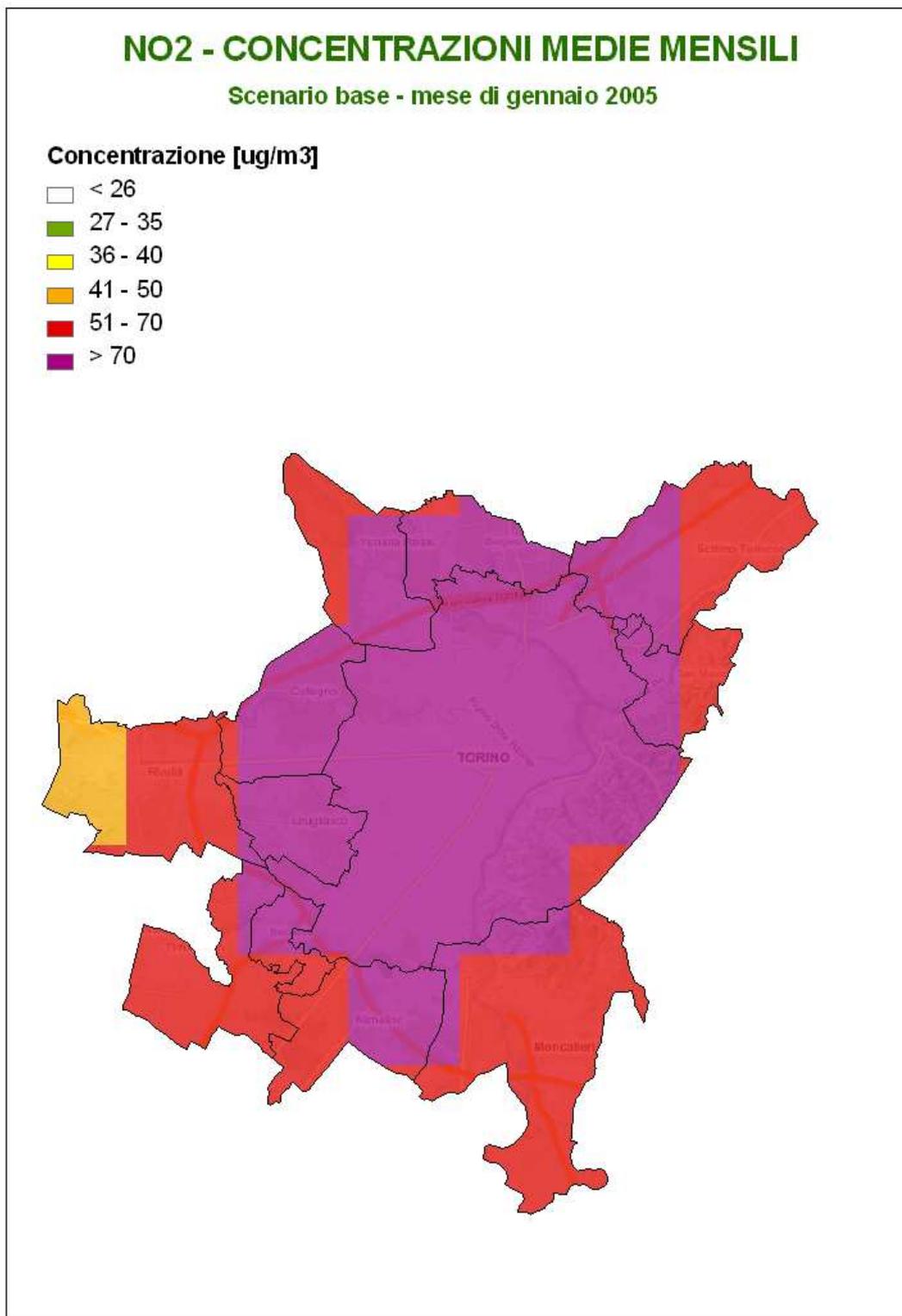
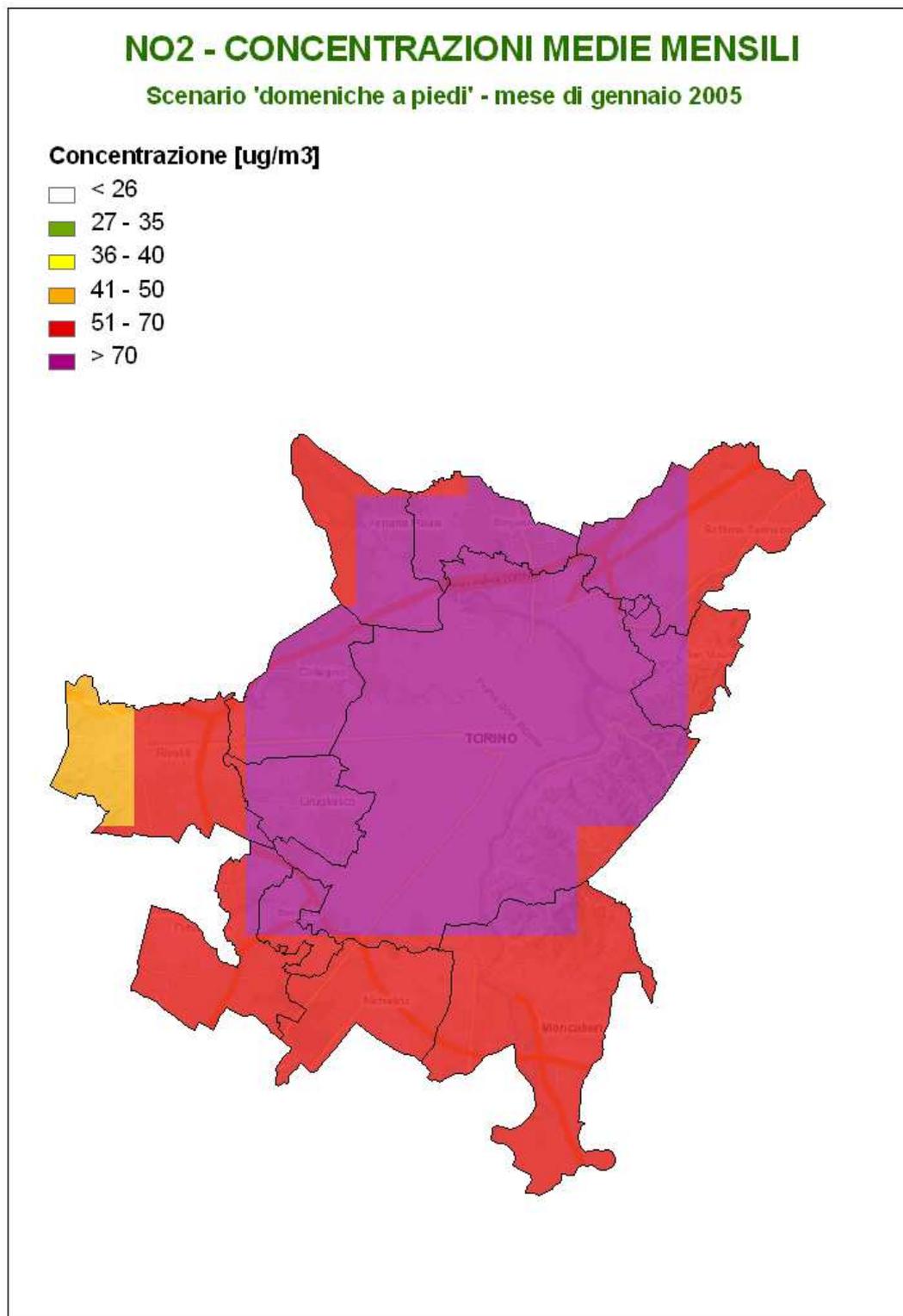


Figura 13. CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI⁶ (gennaio 2005) di biossido di azoto (NO₂) relative allo scenario base. Zoom sull'area metropolitana torinese.



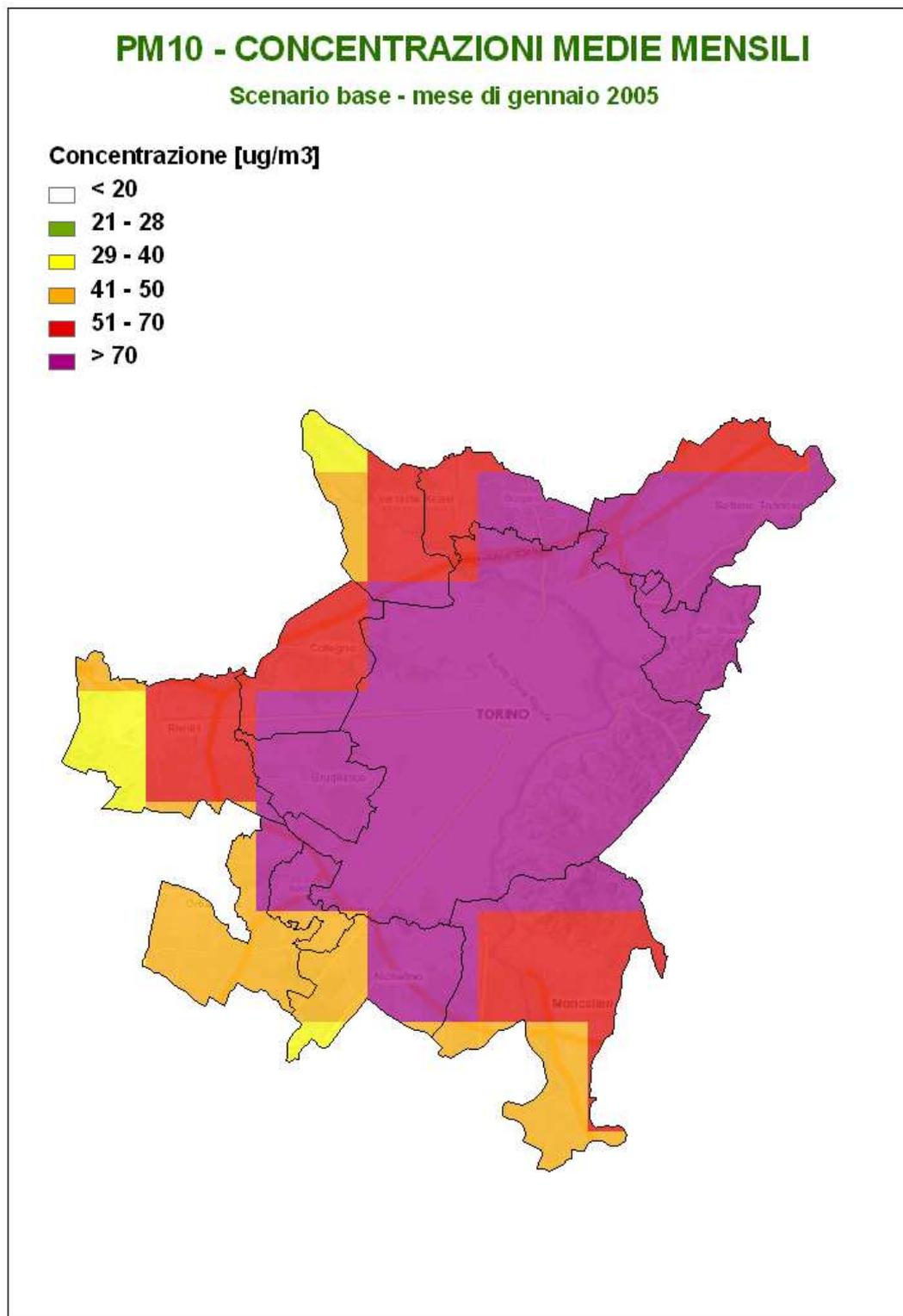
⁶ Per il biossido di azoto la media mensile non è un indicatore richiesto dalla vigente normativa di qualità dell'aria nazionale e comunitaria.

Figura 14. CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI⁷ (gennaio 2005) di biossido di azoto (NO₂) relative allo scenario "domeniche a piedi". Zoom sull'area metropolitana torinese.



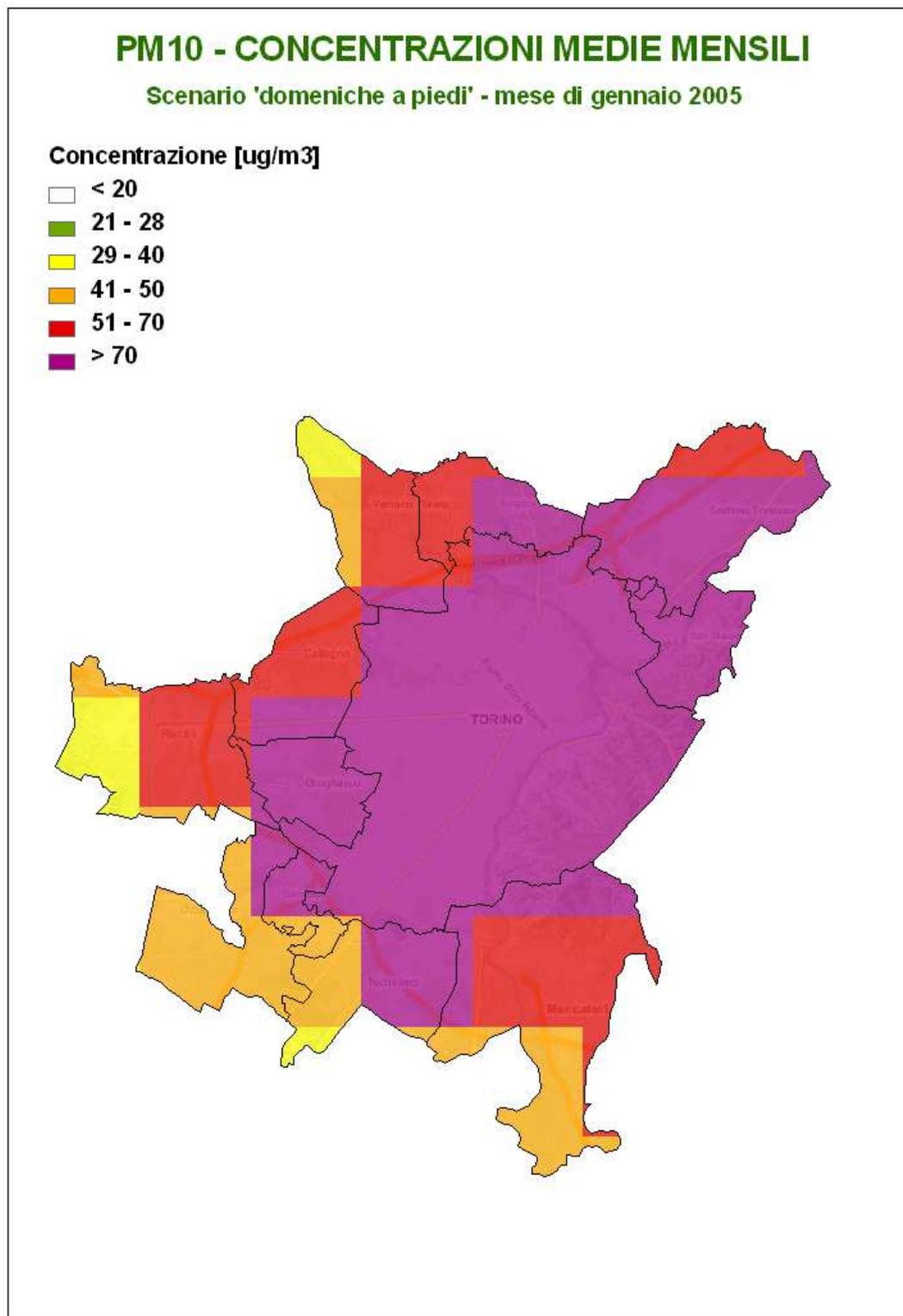
⁷ Per il biossido di azoto la media mensile non è un indicatore richiesto dalla vigente normativa di qualità dell'aria nazionale e comunitaria.

Figura 16. CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI⁸ (gennaio 2005) di particolato (PM₁₀) primario e secondario relative allo scenario base. Zoom sull'area metropolitana torinese.



⁸ Per il particolato (PM₁₀) la media mensile non è un indicatore richiesto dalla vigente normativa di qualità dell'aria nazionale e comunitaria.

Figura 17. CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI⁹ (gennaio 2005) di particolato (PM₁₀) primario e secondario relative allo scenario "domeniche a piedi". Zoom sull'area metropolitana torinese.



⁹ Per il particolato (PM₁₀) la media mensile non è un indicatore richiesto dalla vigente normativa di qualità dell'aria nazionale e comunitaria.

Figura 18. Riduzione delle CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI (gennaio 2005) di particolato (PM₁₀) primario e secondario conseguente allo scenario "domeniche a piedi" rispetto allo scenario base. Zoom sull'area metropolitana torinese.

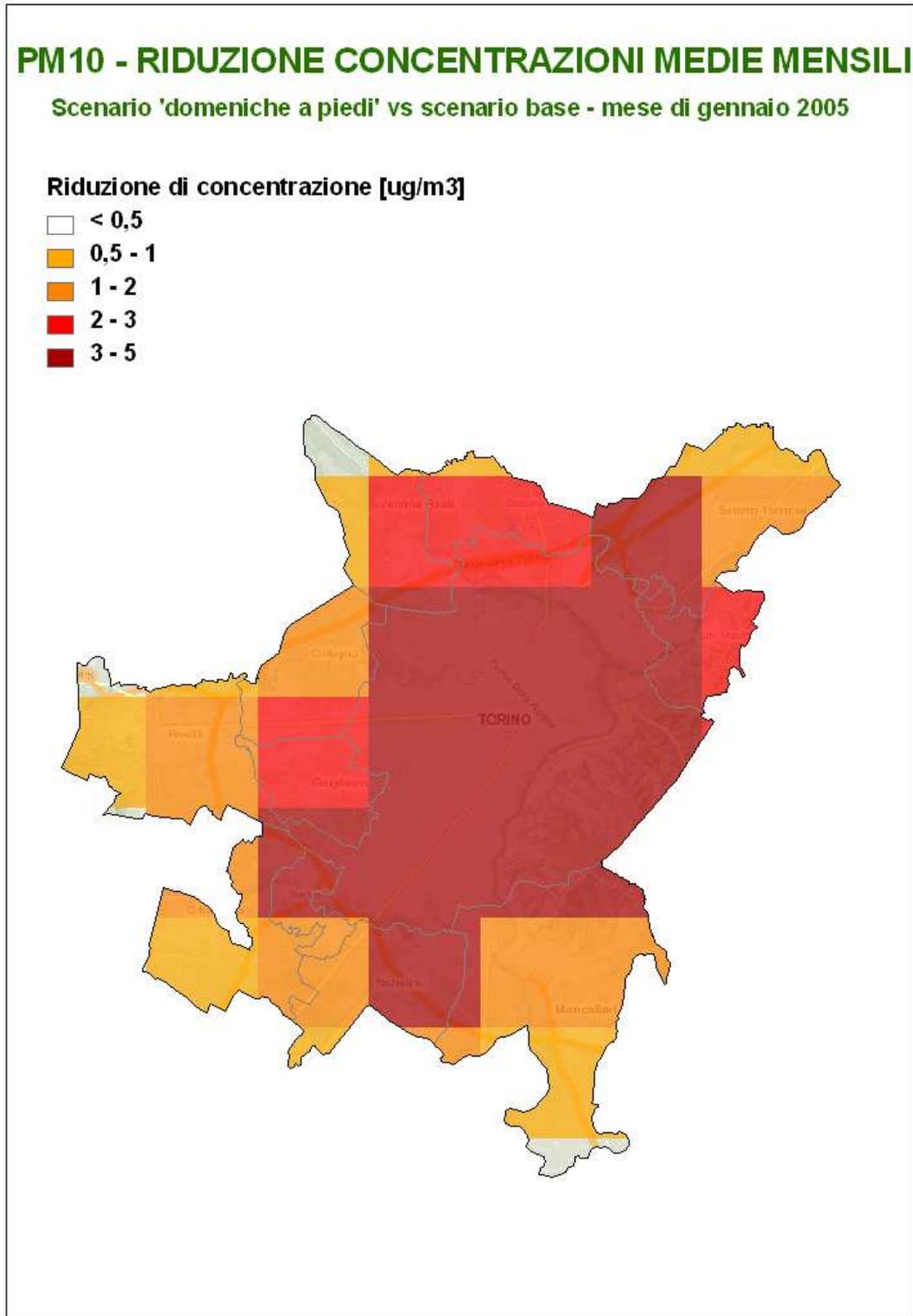


Figura 19. CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE (domenica 2 gennaio 2005) di particolato (PM₁₀) relative allo scenario base. Il valore limite per la media giornaliera è fissato dal D.Lgs 155/2010 in 50 µg/m³.

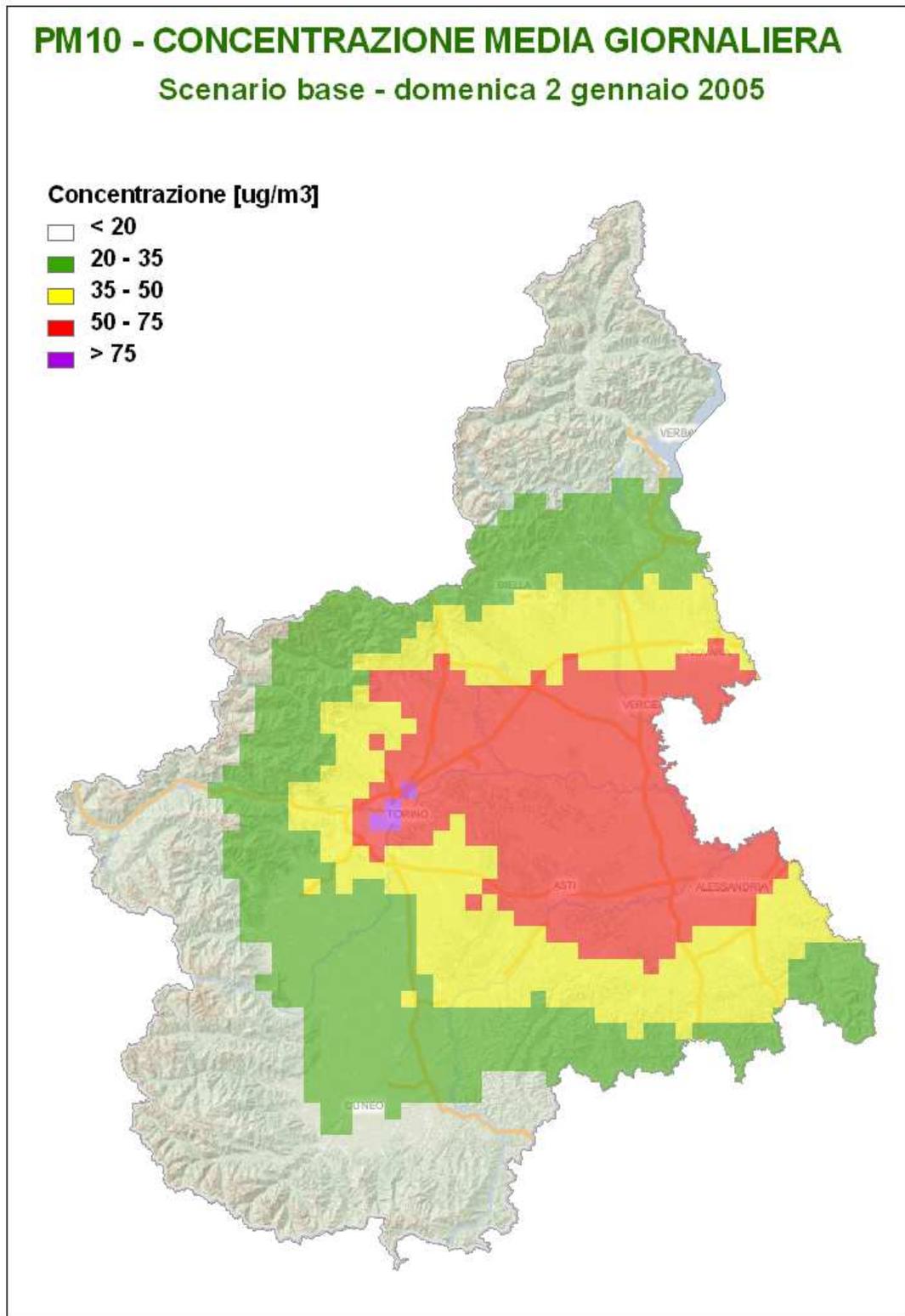


Figura 20. CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE (domenica 2 gennaio 2005) di particolato (PM₁₀) relative allo scenario "domeniche a piedi". Il valore limite per la media giornaliera è fissato dal D.Lgs 155/10 in 50 µg/m³

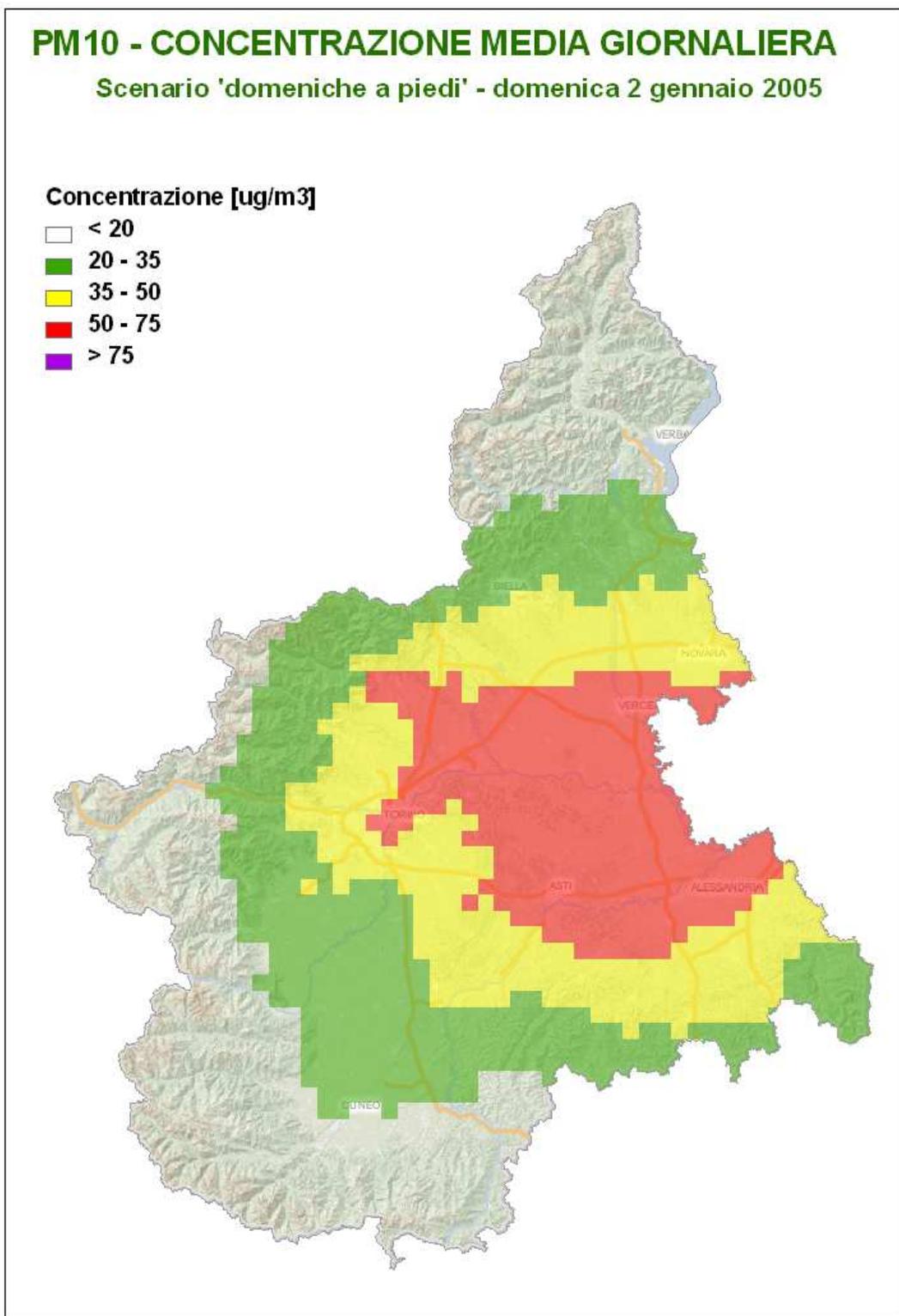


Figura 21. CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE (domenica 2 gennaio 2005) di particolato (PM₁₀) relative allo scenario base. Zoom sull'area metropolitana torinese. Il valore limite per la media giornaliera è fissato dal D.Lgs 155/2010 in 50 µg/m³.

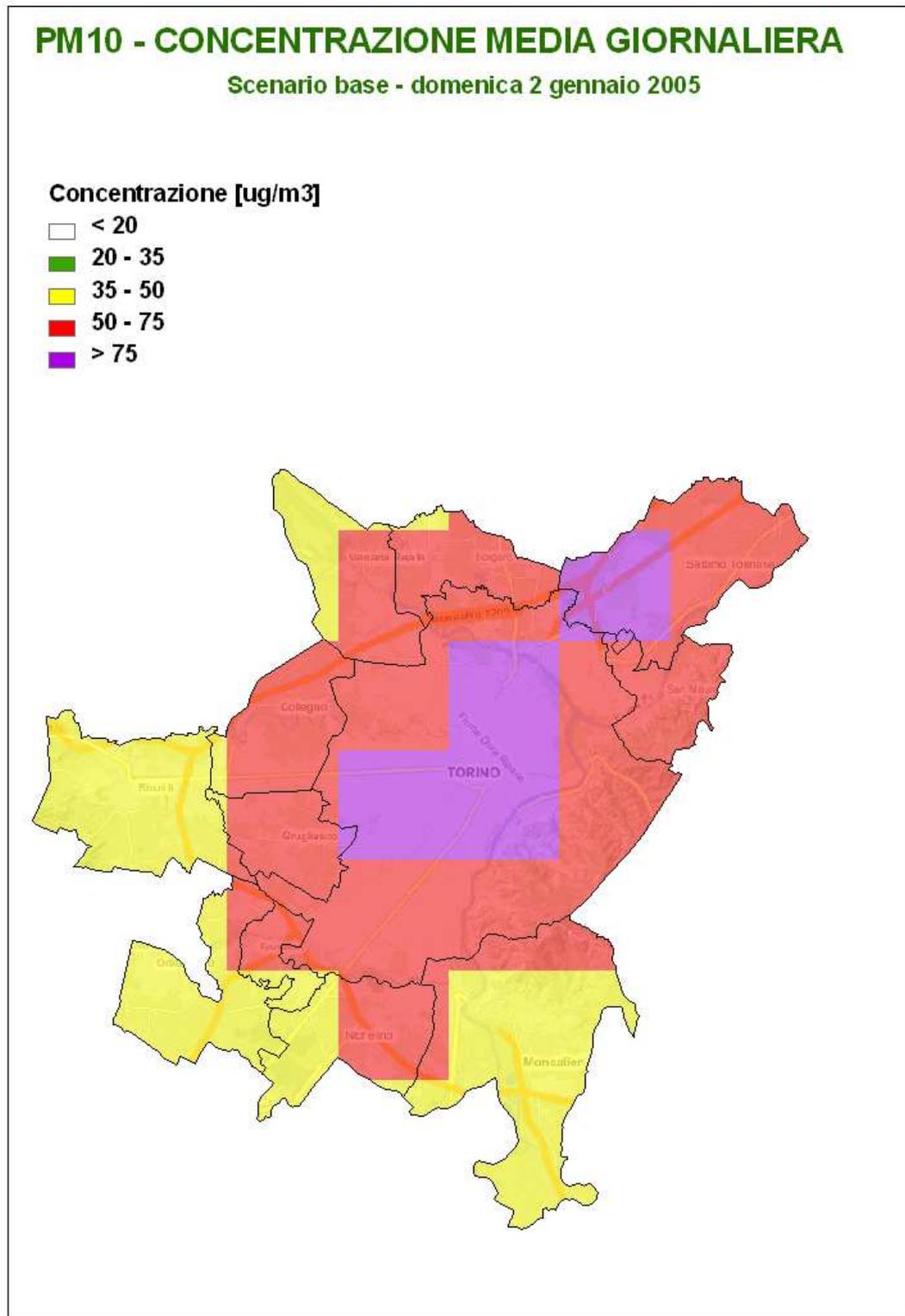


Figura 22. CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE (domenica 2 gennaio 2005) di particolato (PM₁₀) relative allo scenario base. Zoom sull'area metropolitana torinese. Il valore limite per la media giornaliera è fissato dal D.Lgs 155/2010 in 50 µg/m³.

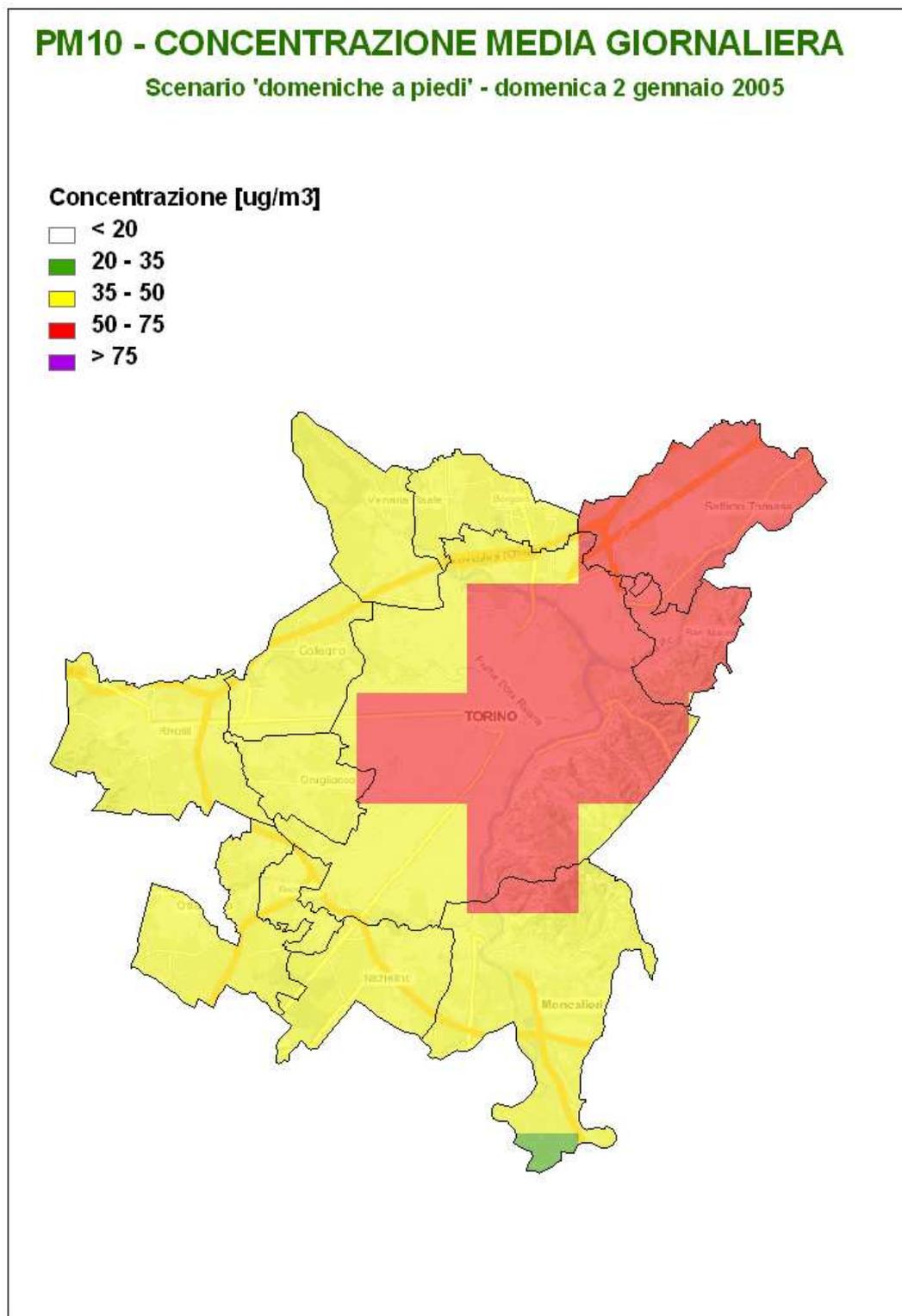


Figura 23. SOMMA DEI SUPERAMENTI DOMENICALI del valore limite giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) per il particolato (PM_{10}) relativamente allo scenario base.

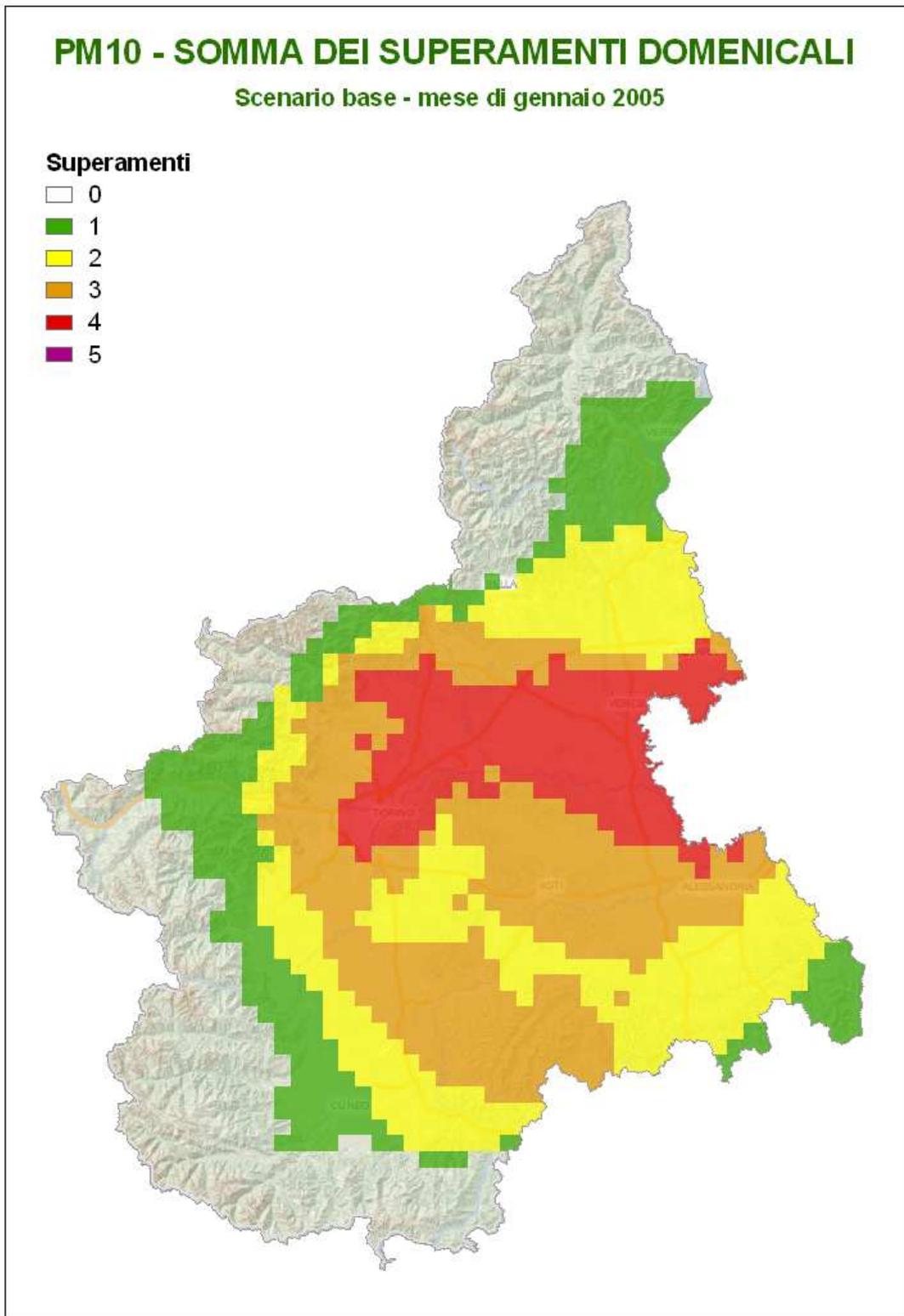


Figura 24. SOMMA DEI SUPERAMENTI DOMENICALI del valore limite giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) per il particolato (PM_{10}) relativamente allo scenario base. Zoom sull'area metropolitana torinese.

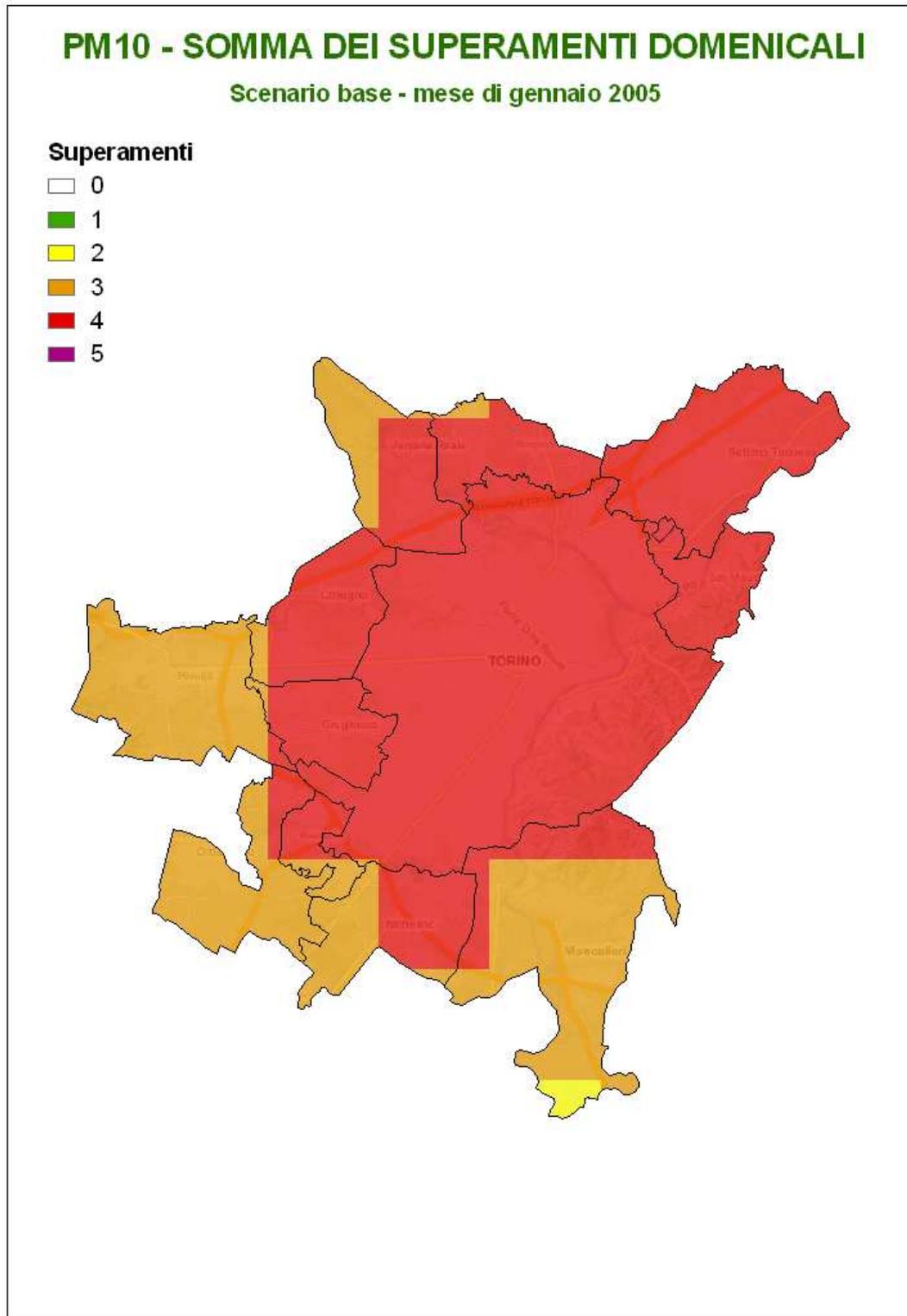
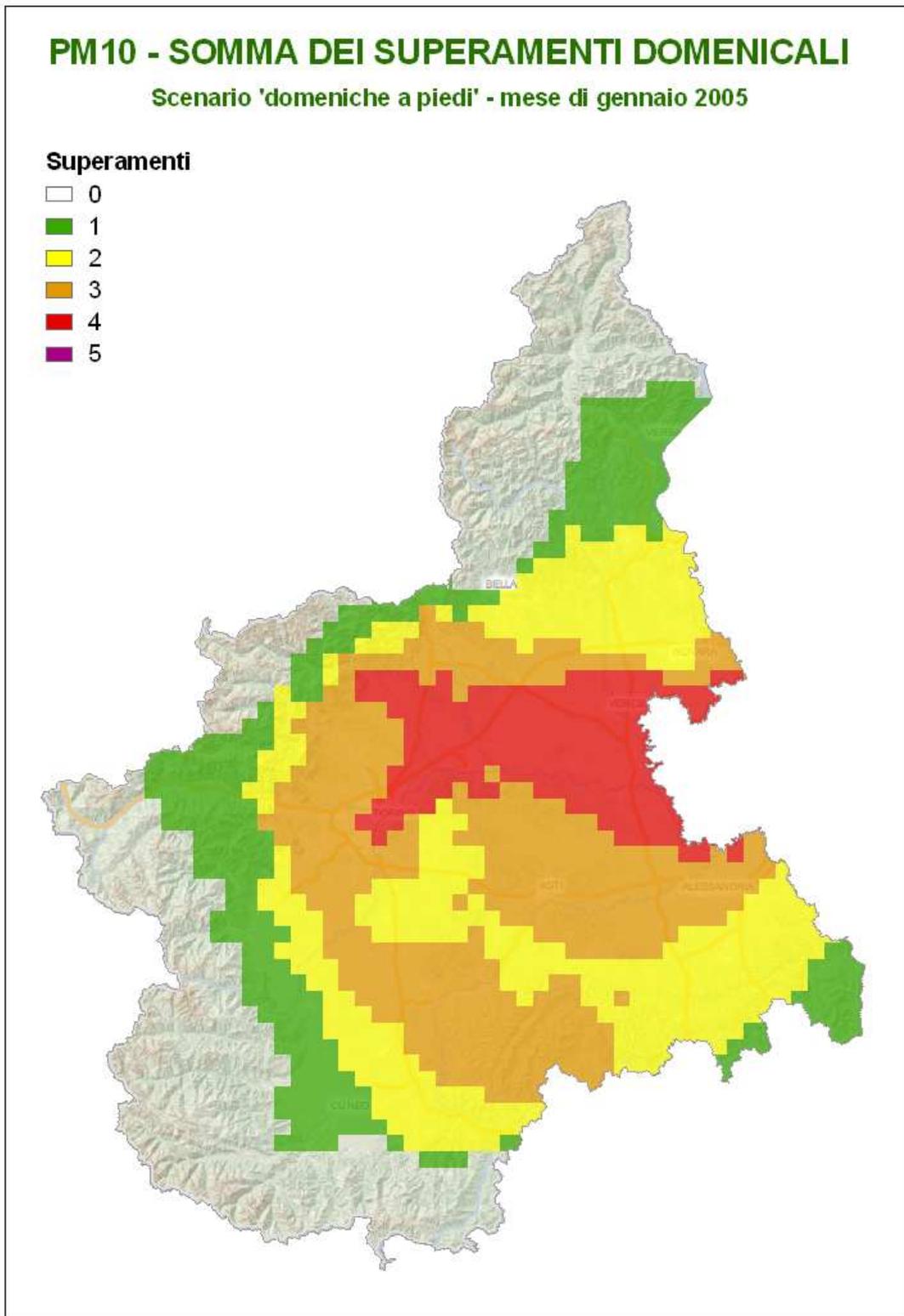


Figura 25. SOMMA DEI SUPERAMENTI DOMENICALI del valore limite giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) per il particolato (PM_{10}) relativamente allo "scenario domeniche a piedi".



5. CONCLUSIONI

Le analisi di scenario relative al provvedimento “domeniche a piedi” - chiusura del traffico urbano domenicale (24 ore) ai veicoli non ecologici (diesel e benzina) in 19 comuni piemontesi - dimostrano che non si osservano riduzioni rilevanti delle concentrazioni medie mensili di particolato (PM₁₀) e di biossido di azoto (NO₂). I valori di riduzione per il particolato risultano di poco superiori ai 3 µg/m³ a fronte di valori osservati a Torino nello stesso periodo superiori agli 80 µg/m³; allo stesso modo le concentrazioni di biossido di azoto si riducono al massimo di 2 µg/m³ a fronte di valori registrati superiori ai 75µg/m³.

Per quanto riguarda i superamenti della media giornaliera di PM10, il provvedimento ipotizzato determina in una sola delle 5 domeniche del mese (2 gennaio 2005) e limitatamente ad alcuni comuni dell'area metropolitana il mancato superamento del valore limite giornaliero (osservato nello scenario base), mentre sul resto del territorio regionale e nella città di Torino non si ha alcuna riduzione del numero di superamenti.

Si sottolinea che i risultati di tale analisi di scenario devono essere valutati tenendo presente che il provvedimento ipotizzato prevede nel suo complesso misure “estreme”.

Si evidenzia infine che gli effetti di riduzione potrebbero essere ancor meno evidenti se rapportati alla situazione emissiva attuale, caratterizzata da un parco auto meno inquinante rispetto a quello di riferimento dello studio (scenario base 2005).