

Industrial and Environmental
Fluid-Dynamic Research
Group

DICA, University of Trieste

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università di Trieste, Piazzale Europa 1, 34127 Trieste

Lucchini Energia-Centrale a ciclo combinato, alimentata a gas naturale, nel porto industriale di Trieste:

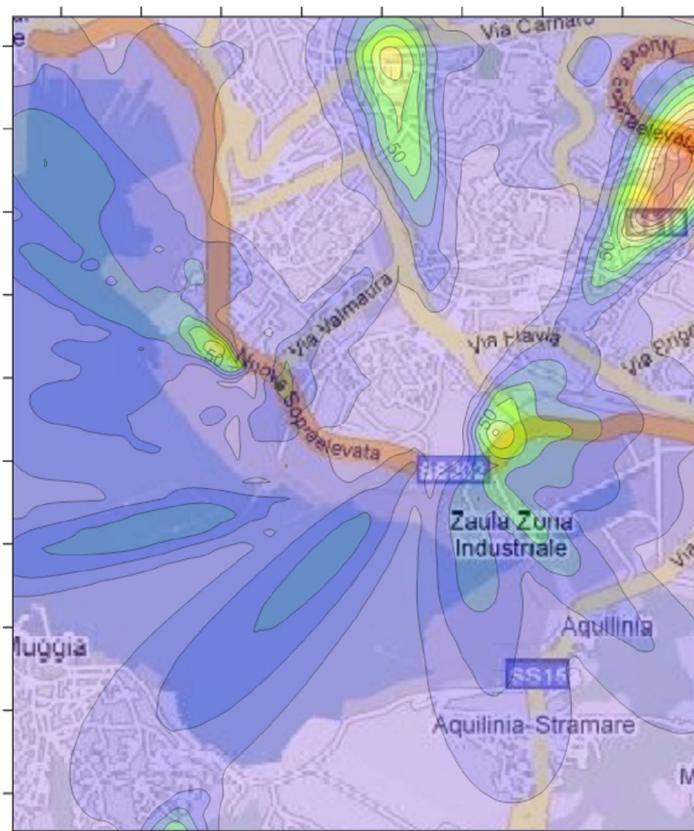
STUDIO DELLA RICADUTA AL SUOLO DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA

Allegato 3: Analisi short-term della ricaduta degli inquinanti

Data: 15 Giugno 2010

Studio eseguito per MEDEA Development S.A.

da IE-Fluids, Coordinato dal Prof. Ing. Vincenzo Armenio, DICA, Università di Trieste



INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. ANALISI DELLO SCENARIO BASE.....	7
2.1 Biossido di zolfo SO ₂	7
2.2 Biossido di azoto NO ₂	12
2.3 Particolato PM ₁₀	14
3. ANALISI DELLO SCENARIO A	17
3.1 Biossido di zolfo SO ₂	18
3.2 Biossido di azoto NO ₂	20
3.3 Particolato PM ₁₀	21
4. ANALISI DELLO SCENARIO B	22
4.1 Biossido di zolfo SO ₂	22
4.2 Biossido di azoto NO ₂	23
4.3 Particolato PM ₁₀	26
5. ANALISI DELLO SCENARIO C	28
5.1 Biossido di zolfo SO ₂	30
5.2 Biossido di azoto NO ₂	33
5.3 Particolato PM ₁₀	36
6. ANALISI DELLO SCENARIO D	39
6.1 Biossido di azoto NO ₂	40
6.2 Ammoniaca NH ₃	43
7. BIBLIOGRAFIA.....	46

1. PREMESSA

Nel presente allegato è descritta l'analisi short-term della dispersione e della ricaduta degli inquinanti e riportati i risultati dell'impatto della Centrale Lucchini sulla qualità dell'aria nella zona che circonda il luogo di insediamento della Centrale.

La scelta del dominio di calcolo è stata effettuata sulla base dei risultati mostrati nell'Allegato 2 alla Relazione Conclusiva, nel quale è stata descritta l'analisi long-term.

Come descritto in dettaglio nell'Allegato 1 alla Relazione Conclusiva, il dominio si estende per 4.4 km nella direzione est-ovest e per 5 km nella direzione sud-nord. Il dominio comprende i quartieri di Servola e Valmaura, la zona di Aquilinia e San Dorligo della Valle e parte dell'abitato di Muggia. Tali sono, infatti, le zone maggiormente interessate dalle emissioni del comparto industriale. E' stata utilizzata una risoluzione di 100 metri in entrambe le direzioni orizzontali ai fini di ottenere una migliore rappresentazione dell'orografia e delle caratteristiche di destinazione d'uso del dominio.

In questa rappresentazione più dettagliata rispetto allo scenario long-term si è anche tenuto conto dell'effetto di building downwash.

L'effetto del building downwash è l'influenza che possono avere le strutture poste nelle vicinanze di una ciminiera sul plume emesso, nel caso in cui l'emissione avvenga ad una altezza ridotta rispetto all'altezza dell'edificio. Nel modello CALPUFF, tale effetto può essere attivato al momento della definizione delle caratteristiche delle sorgenti puntuali. In particolare è stato utilizzato il metodo ISC che si basa sulla Good Engineering Practice (GEP) stack height, H_g , definita come $H_g = H_b + 1.5L$ dove H_b è l'altezza della struttura vicina e L è la minore tra (H_b) e la proiezione della larghezza della struttura (BPW). L'effetto del building downwash diventa trascurabile se la sorgente è posta ad una altezza superiore a H_g .

I dati relativi alle strutture che influenzano le sorgenti puntuali poste nel modello CALPUFF sono stati ottenuti tramite il programma di calcolo BPIP che determina, note le coordinate degli edifici e delle sorgenti, quale edificio o edifici influenzano una certa sorgente e ne determinano anche la H_g .

Nel programma BPIP viene determinata per ogni edificio, o per ogni gruppo di edifici vicini al camino di interesse, l'area di influenza. Per ogni direzione del vento, viene calcolata la BPW e viene definita $L = \min(H_b, BPW)$. La zona di influenza, in quella direzione, si estende per una lunghezza pari a $5L$ sottovento all'edificio. L'output del BPIP fornisce H_b e BPW ad intervalli angolari di 10° (36 valori di output).

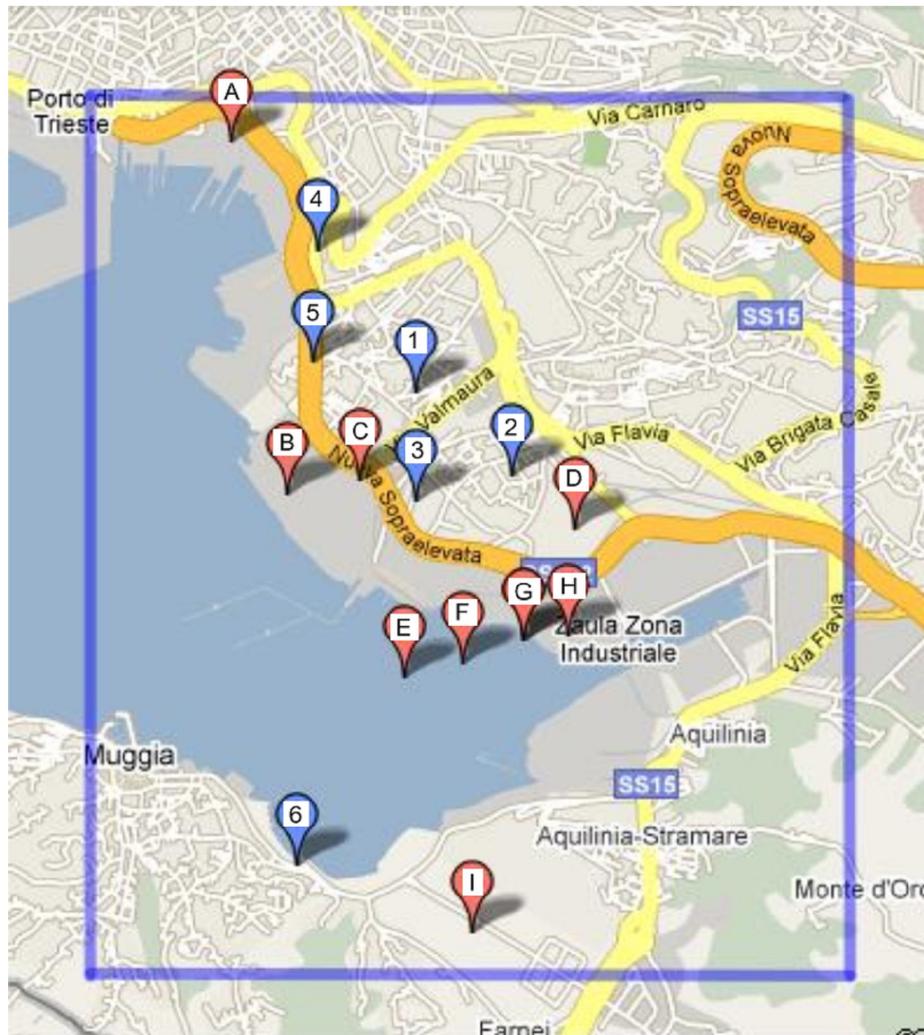


Figura 1: Disposizione delle sorgenti di emissione industriali (punti rossi) e delle centraline di misura (punti blu) all'interno del dominio della simulazione short-term (figura presa da Google Maps).

In accordo alla nota Ministeriale CVTA=2009-0004879 del 24/12/2009, per gli scenari short-term si è tenuto conto dell'effetto del building downwash sulle emissioni *post-operam* (scenari B, C, D) considerando le dimensioni e la distanza dalle sorgenti delle seguenti strutture:

- 1) Edifici principali del Termovalorizzatore Acegas-APS;
- 2) Edifici principali della Centrale Lucchini;
- 3) Serbatoi del gas del terminale GNL.

Le planimetrie, le altezze e le informazioni sul sito di ubicazione delle strutture del termovalorizzatore sono state fornite dalla Società AcegasAPS; le stesse informazioni per gli edifici della Centrale Lucchini e del terminale GNL sono state fornite dalla corrispondente documentazione pubblicata in fase di istruttoria di VIA.

L'analisi long-term ha mostrato che l'interazione tra le emissioni della Cartiera Burgo, sita nel Comune di Duino-Aurisina e quelle degli impianti situati nella zona industriale di Trieste è trascurabile. Nell'analisi short-term sono state considerate quindi le emissioni dei seguenti impianti industriali:

- a) Sertubi;
- b) Stabilimento siderurgico Lucchini di Servola;
- c) Centrale termoelettrica Elettra;
- d) Italcementi;
- e) Emissioni Navali per il terminale GNL;
- f) Impianto SCR dell'impianto GNL;
- g) Centrale termoelettrica Lucchini;
- h) Termovalorizzatore Acegas-Aps;
- i) Pasta Zara.

Le centraline di misura (punti recettori) della qualità dell'aria, situate all'interno del dominio short-term sono le seguenti:

- 1) Carpineto;
- 2) S. Pantaleone;
- 3) S. Sabba;
- 4) Svevo;
- 5) Pitacco;
- 6) Muggia.

Le caratteristiche di tali centraline sono riportate nella sezione 3 dell'Allegato 2 della Relazione Conclusiva.

L'ubicazione delle sorgenti di emissione industriale e delle centraline nel dominio short-term sono riportate nella figura 1.

L'analisi long-term ha mostrato che le concentrazioni di CO sono sempre abbondantemente al di sotto dei valori limite di normativa. Sulla base di questo risultato e ai fini della valutazione dell'effetto short-term degli inquinanti normati e più critici, nella presente analisi è stata considerata la dispersione dei seguenti inquinanti:

SO₂, NO₂, PM₁₀.

Sono stati considerati gli scenari Base, A, B, C, D studiati nell'analisi long-term, con un quadro di emissioni variato leggermente. Nell'analisi long-term, infatti, non erano state considerate le emissioni di entità molto modesta rilasciate con una frequenza molto bassa. In particolare non era stato considerato il contributo della caldaia ausiliaria di potenza inferiore a 10 MW presente nel progetto della Centrale Lucchini e non era stato considerato il contributo del sistema *SCV- Submerged Combustion Vaporizers* riguardo al terminale GNL. Nella presente analisi, il contributo della caldaia ausiliaria sarà considerato negli scenari B, C e D, mentre il contributo del sistema SCV sarà considerato negli scenari C e D.

Come ampiamente descritto nell'Allegato 1 alla Relazione Conclusiva, seguendo le indicazioni della nota ARPA-FVG n. 10058 del 30 Settembre 2009, si è scelto di riprodurre la dispersione short-term di una giornata caratterizzata da venti leggeri di brezza provenienti dai quadranti SO/O/NO tipica del periodo Aprile-Settembre. Sotto queste condizioni di vento molto debole, infatti, si hanno le situazioni più critiche dal punto di vista dell'inquinamento in quanto il vento tende a portare gli inquinanti verso l'entroterra. Nello specifico si è scelto di riprodurre la giornata del 23/07/2008.

I dati della dispersione risultanti sono stati analizzati e confrontati senza tenere conto delle concentrazioni di fondo essendo lo scopo dell'analisi short-term quello di stimare nel dettaglio la variazione dell'impatto dello scenario delle emissioni industriali in previsione della chiusura della Ferriera di Servola e della messa in opera della Centrale Lucchini con annesso terminale GNL.

Per l'analisi della dispersione e della ricaduta degli inquinanti nei vari scenari sono state calcolate:

- le serie temporali delle concentrazioni orarie degli inquinanti considerati ai 6 punti recettori;
- le distribuzioni spaziali delle concentrazioni orarie massime degli inquinanti nella giornata di riferimento;
- le distribuzioni spaziali dei massimi flussi di deposizione secca del particolato PM₁₀;
- le posizioni dei punti del dominio con concentrazione massima al suolo per ogni inquinante.

Tramite questo tipo di analisi è stato possibile individuare le zone di maggior criticità per ogni inquinante in modo da fornire indicazioni sulle zone da monitorare in seguito alla costruzione dell'opera.

2. ANALISI DELLO SCENARIO BASE

Per lo Scenario Base short-term si è tenuto conto di tutte le emissioni industriali considerate nel relativo Scenario Base long-term fatta eccezione della cartiera Burgo, in quanto le sue emissioni non influenzano l'area urbana di Trieste (si veda l'Allegato 2 alla Relazione Conclusiva).

Inoltre per tutte le sorgenti considerate ad eccezione della Ferriera di Servola le portate di emissione, sono state ottenute da quelle utilizzate nello scenario long-term ipotizzando una emissione costante nella giornata.

Per quanto riguarda le portate di inquinanti emesse dalla Ferriera di Servola si è tenuto conto dei kg/ora emessi nei giorni di funzionamento dell'impianto, in accordo ai dati 2008 inviati dalla Società Lucchini al registro INES. Anche in questo caso è stata ipotizzata una emissione costante durante la giornata.

Per quanto riguarda le emissioni diffuse, sono stati considerati gli stessi valori utilizzati nel corrispondente scenario dell'analisi long-term.

Ai fini dell'identificazione della ricaduta degli inquinanti verranno calcolate le quantità descritte nel paragrafo precedente. Solo per il biossido di zolfo e per il presente scenario, verrà fatta una analisi ora per ora delle distribuzioni spaziali delle concentrazioni, che ha lo scopo di illustrare in maniera dettagliata il legame tra le condizioni meteorologiche della giornata e le concentrazioni massime di inquinanti riscontrate al suolo. Le considerazioni dedotte da questa analisi più dettagliata, saranno di ausilio per la comprensione della distribuzione delle concentrazioni di tutti gli inquinanti considerati nel presente studio e negli altri scenari di emissione.

2.1 Biossido di zolfo SO₂

Per quanto riguarda il biossido di zolfo, esso viene emesso principalmente da Elettra, Italcementi e dallo stabilimento siderurgico di Servola.

Nella figura 2 è riportata la distribuzione spaziale delle concentrazioni medie orarie calcolate nell'arco della giornata. La figura contiene le mappe spaziali ora per ora. Si ricorda che lungo tutta la giornata considerata si ha un vento di direzione variabile e di debole intensità con velocità comprese tra 0 e 3m/s come mostrato nella sezione 4.2 dell'Allegato 1 alla Relazione Conclusiva dove è riportata l'analisi del campo meteorologico di tale giornata.

Nelle prime 5 ore considerate il vento proviene dai quadranti orientali. In seguito il vento cambia direzione e nelle successive 9 ore soffia dai quadranti occidentali con una direzione di provenienza che oscilla tra SO, O e NO. Nelle ore pomeridiane/serali il vento cambia direzione e riprende a

soffiare dai quadranti orientali (situazione della brezza da terra serale). Questo ciclo si ripete in maniera molto simile durante le tipiche giornate estive.

Si osserva che nei primi 5 pannelli della figura 2 (dalle ore 23.00 del 22/07 alle ore 4.00 del 23/07) le concentrazioni massime di SO_2 sono osservabili sullo specchio di mare (con vento proveniente da nord-est) e successivamente in direzione NO rispetto al luogo di insediamento degli impianti (con vento proveniente da SE). Quando si instaura la brezza di mare le concentrazioni sono sospinte verso il quartiere di Servola e verso la zona Valmaura, seguendo quindi un percorso rotatorio in virtù delle variazioni della direzione del vento. Si osserva comunque nella figura 2, che a differenti ore della giornata si possono avere valori molto diversi delle concentrazioni di SO_2 , e ciò è da attribuire alle differenti altezze di mescolamento della colonna d'aria che si hanno a differenti ore della giornata. Si osserva che le situazioni di concentrazioni di SO_2 più elevate si riscontrano nelle seguenti situazioni:

-vento da SO/O che provoca un effetto di accumulo tra l' SO_2 emesso dallo stabilimento siderurgico di Servola, con quello emesso da Elettra e da Italcementi. In corrispondenza di quest'ultima sorgente si riscontrano concentrazioni particolarmente elevate, seppure notevolmente inferiori ai limiti di normativa. Questa condizione è particolarmente critica nelle ore notturne, in quanto è associata a condizioni di ridotto mescolamento verticale.

-vento che cambia direzione di provenienza dai quadranti sud orientali ai quadranti sud occidentali. In questa condizione il plume di inquinante che si trova nella zona dell'area portuale di Trieste (regione in alto a sinistra del dominio considerato) viene portato, a causa del cambio della direzione del vento verso i quartieri cittadini di Servola, Valmaura ed in genere in tutto l'abitato compreso nel dominio a nord di via Flavia.

Si può osservare, inoltre, che a Muggia le concentrazioni di SO_2 dovute alle emissioni industriali, nella giornata tipo considerata, restano basse anche in condizioni di brezza da NE.

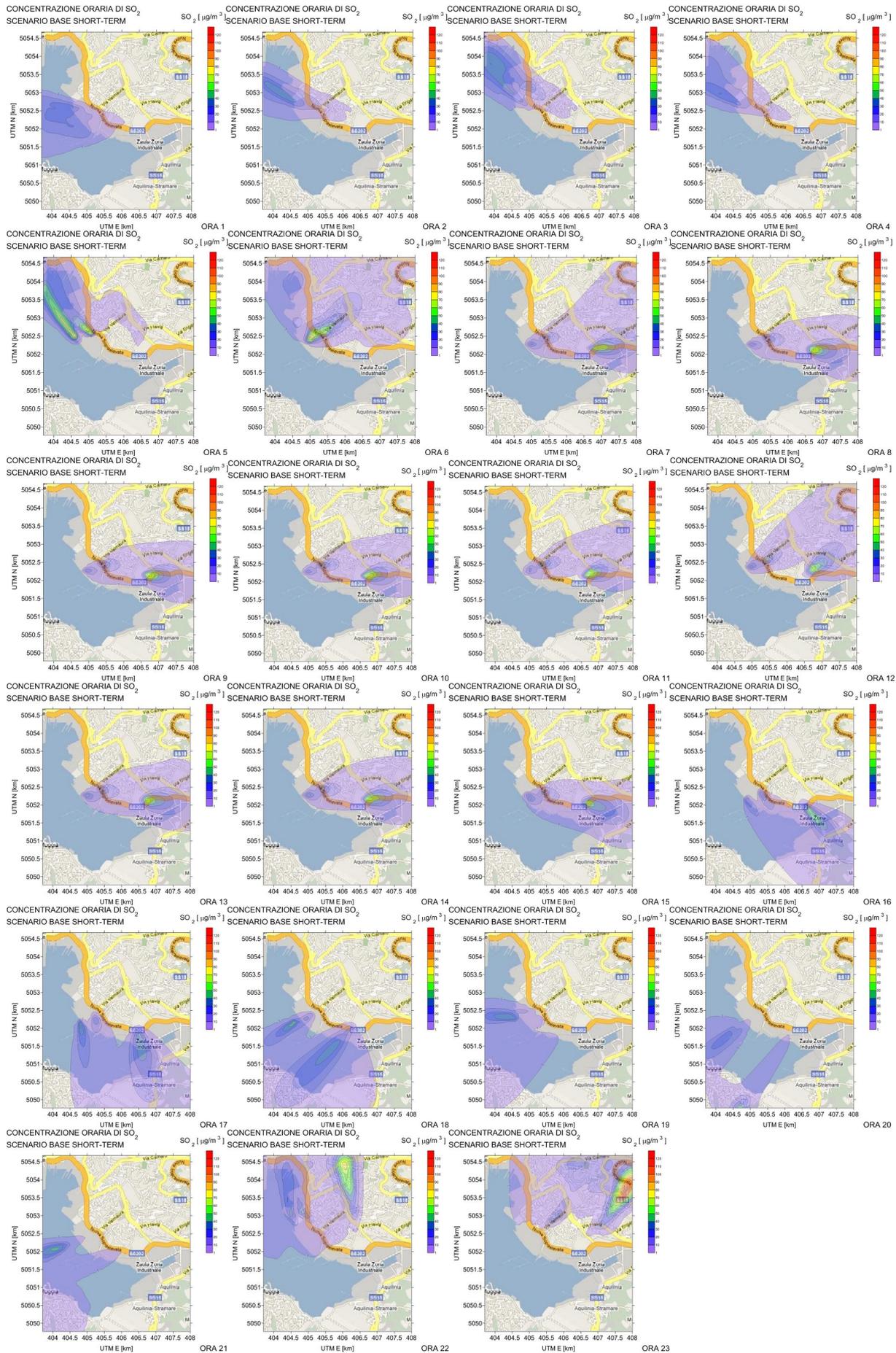


Figura 2: Concentrazioni orarie di SO₂ durante il 23/7/2008. Scenario Base short-term.

MASSIMA CONCENTRAZIONE ORARIA DI SO₂
SCENARIO BASE SHORT-TERM

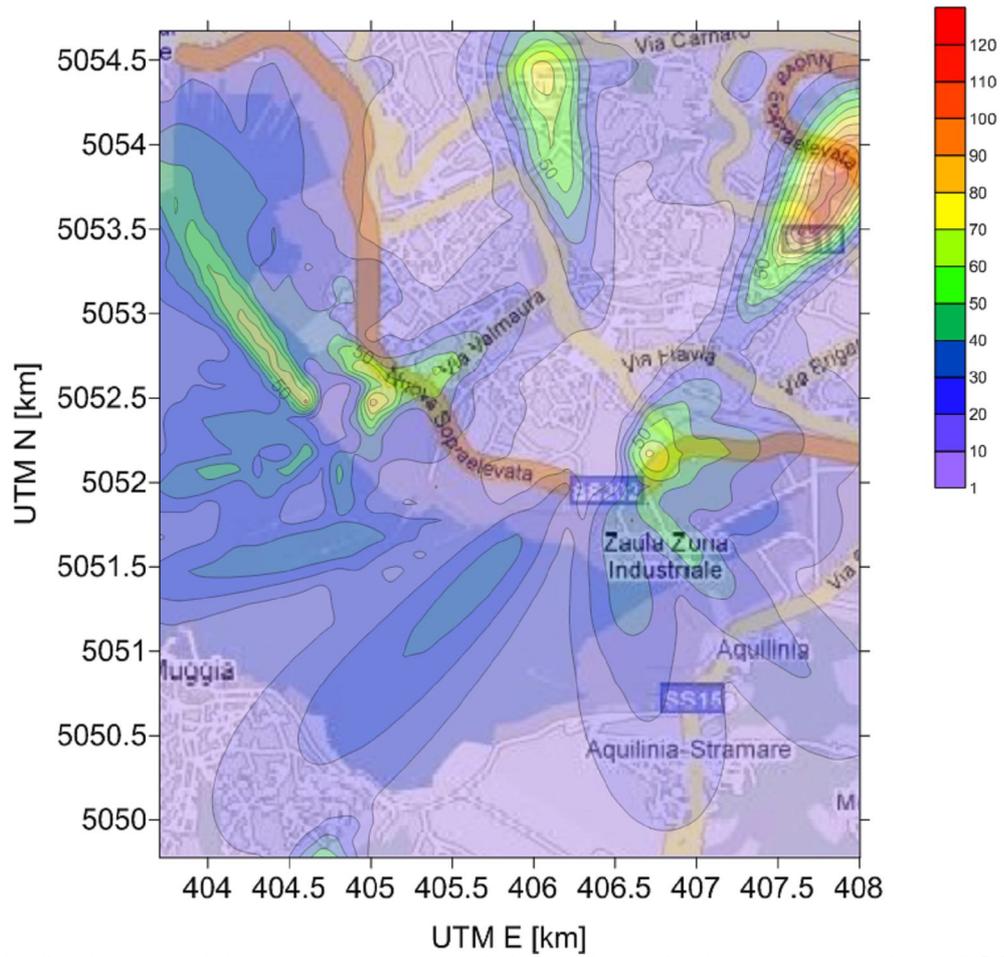


Figura 3: Distribuzione spaziale dei valori massimi della media oraria della concentrazione di SO₂ calcolate nella giornata del 23/07/2008. Scenario Base short-term.

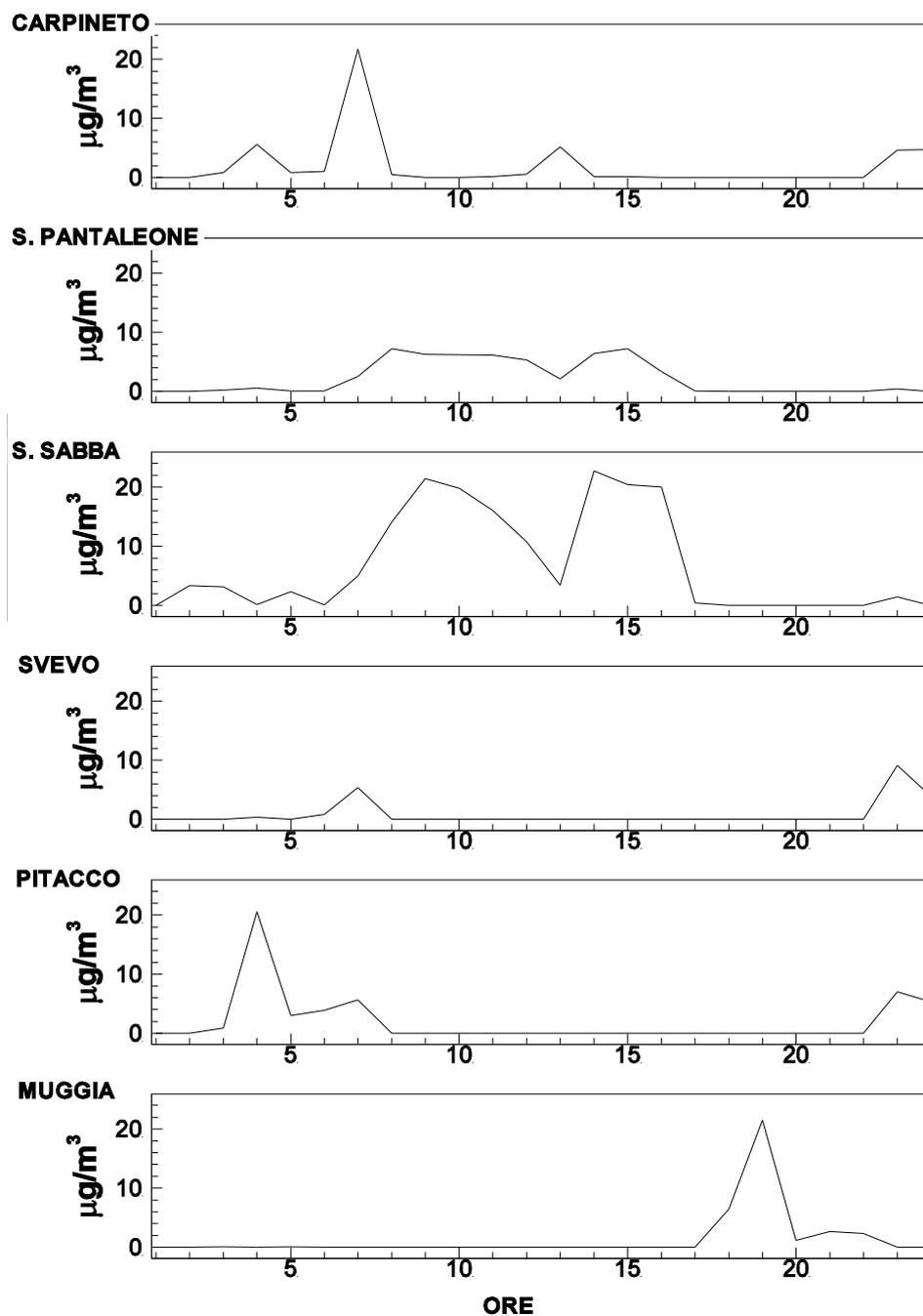


Figura 4: Andamento della concentrazione media oraria di biossido di zolfo calcolato durante la giornata del 23/07/2008 ai punti recettori. Scenario Base short-term.

Tali considerazioni sono supportate anche dalla distribuzione dei massimi valori di concentrazione oraria riportati nella figura 3. Sono, infatti, presenti due aree principali di ricaduta degli inquinanti, disposte rispettivamente a nord-est e nord-ovest rispetto alla sorgente emissiva di Italcementi. L'accumulo a nord-ovest è principalmente dovuto al fatto che le concentrazioni di inquinanti trasportate verso i quartieri interni a seguito del cambio di direzione di provenienza della brezza da est ad ovest tendono ad accumularsi in questa zona in quanto il trasporto orizzontale è ostacolato dalle caratteristiche orografiche locali. In questa zona, infatti, si innalza il pendio verso l'altipiano carsico. Le elevate concentrazioni nella zona a nord-est, invece, sono dovute all'effetto di accumulo delle tre sorgenti emmissive, rispettivamente lo stabilimento siderurgico di Servola, Elettra ed

Italcementi, associato a vento da SO, anche in relazione alla particolare orografia del sito che in quella zona è costituita da un avvallamento che risale verso l'altipiano carsico.

Il risultato ottenuto nel presente quadro emissivo suggerisce il monitoraggio delle concentrazioni di tale inquinante anche nell'area abitata posta a nord-est della zona industriale, in corrispondenza del pendio che si innalza verso l'altopiano Carsico.

Nella figura 4 sono infine riportati i valori di concentrazione medi orari di SO₂ calcolati ai 6 punti recettori. Il recettore che presenta concentrazioni non nulle per un periodo più lungo durante la giornata è quello di S. Sabba. Questo risultato è ragionevole se si considera che tale recettore è posto immediatamente ad est rispetto alle sorgenti di Elettra e dello stabilimento siderurgico di Servola e che nelle ore diurne i venti soffiano dai quadranti occidentali. Alle stazioni Pitacco e Carpineto si riscontra solo un picco significativo nelle ore mattutine dopo il cambio del vento dai quadranti orientali a quelli occidentali, mentre a Muggia il picco più elevato si ha nelle ore serali, da associare alle brezze notturne da nord-est. Infine le stazioni di Svevo e S. Pantaleone presentano solo due picchi isolati di lieve entità. A tutti i punti recettori, i valori di picco appaiono di circa un ordine di grandezza inferiore ai valori limite di normativa.

Il valore massimo, nella giornata considerata, della concentrazione media oraria di SO₂ nello Scenario Base è pari a 113.98 µg/m³ e si trova al punto di coordinate UTM (407.902 km, 5053.775 km).

2.2 Biossido di azoto NO₂

Per quanto riguarda il biossido di azoto la situazione è leggermente diversa in quanto, nonostante una grossa percentuale di emissioni proviene dallo stabilimento siderurgico di Servola, da Elettra e da Italcementi, quantità non trascurabili vengono emesse, in ordine decrescente, anche dal termovalorizzatore Acegas, Sertubi e Pasta Zara.

Nella figura 5 è riportata la distribuzione spaziale delle concentrazioni orarie massime di NO₂ calcolate nella simulazione dello Scenario Base nella giornata considerata. La situazione dei picchi di concentrazione è simile a quella constatata per il biossido di zolfo con l'aggiunta di due aree a concentrazione abbastanza elevata rispettivamente nell'area della sorgente Sertubi e Pasta Zara.

I valori di picco sono dell'ordine di 80-90 µg/m³, nelle zone a nord della via Valmaura e a NE rispetto a Italcementi. Inoltre in zona sud, per un effetto di accumulo dell'inquinante in una zona ai piedi di un rilievo collinare, si osservano picchi di concentrazioni orari dell'ordine dei 100 µg/m³. Tali valori sono considerevolmente inferiori ai valori massimi di normativa.

MASSIMA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO₂
 SCENARIO BASE SHORT-TERM

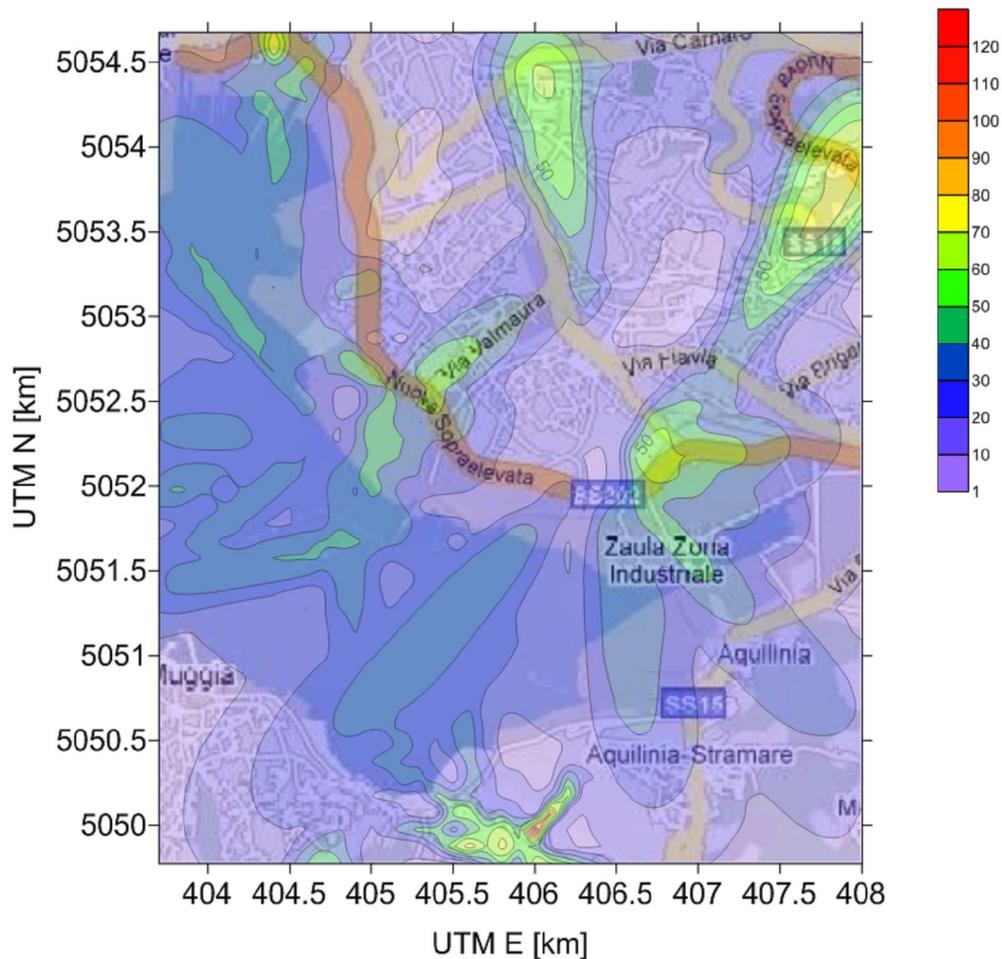


Figura 5: Distribuzione spaziale dei valori massimi di concentrazione medie orarie di NO₂ calcolati nella giornata del 23/07/2008. Scenario Base short-term.

Nella figura 6 sono infine riportati i valori medi orari della concentrazione di NO₂ calcolati nei 6 punti recettori. Si noti che i picchi di concentrazione di NO₂ si manifestano in maniera simile ai picchi incontrati nell'analisi dell'SO₂ alle varie stazioni nel corso della giornata. Ciò è da attribuire al fatto che i punti recettori sono posti a notevole distanza dagli stabilimenti Pasta-Zara e Sertubi. Solo al recettore di Muggia si risente dell'influenza di questi stabilimenti e sono osservabili due picchi mattutini non presenti per il biossido di zolfo.

Il valore massimo, nella giornata considerata, della concentrazione media oraria di NO₂ nello Scenario Base, è pari a 116.82 µg/m³ e si trova al punto di coordinate UTM (406.002 km, 5049.975 km).

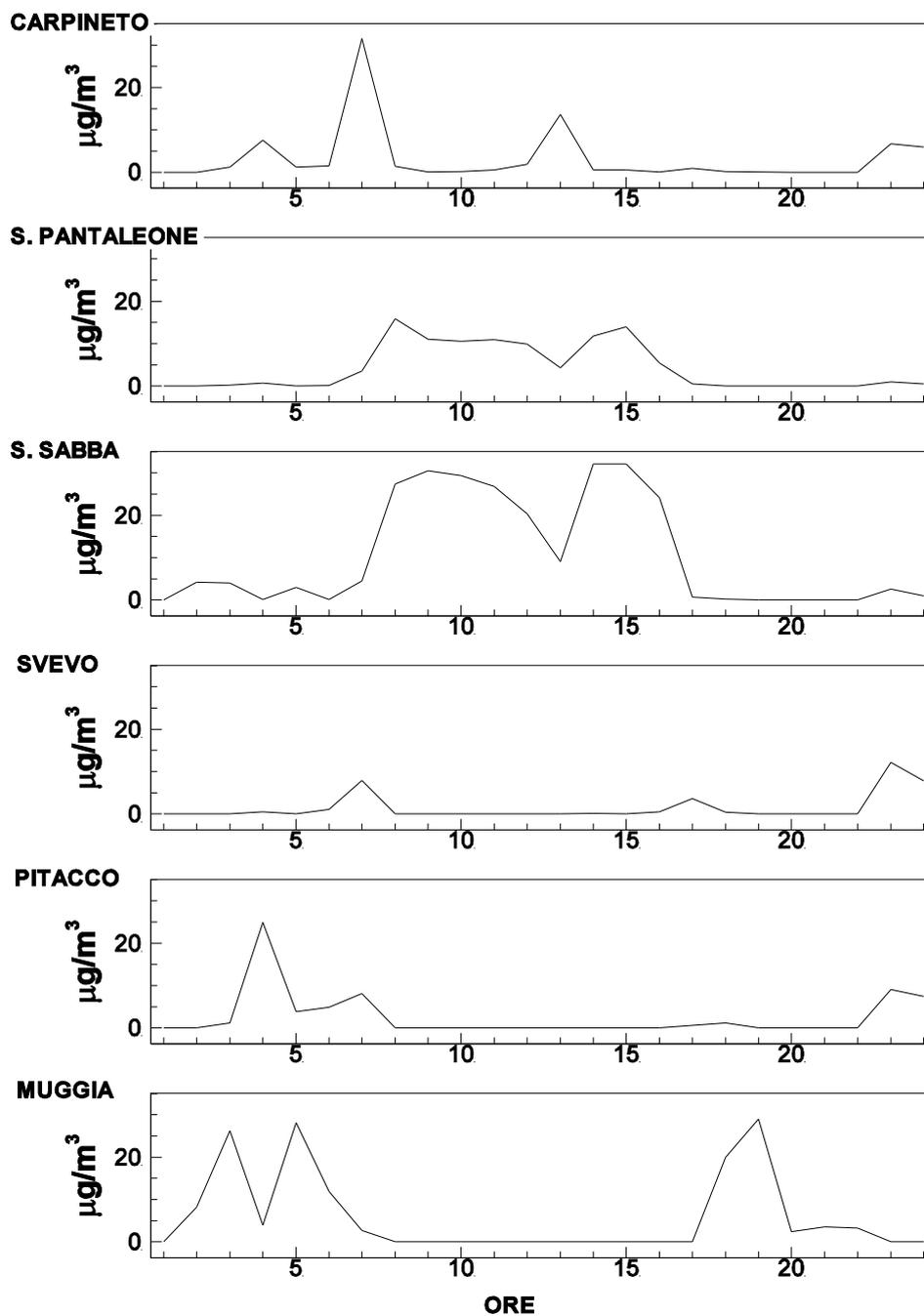


Figura 6: Andamento della concentrazione media oraria di biossido di azoto calcolato durante la giornata del 23/07/2008 ai punti recettori. Scenario Base short-term.

2.3 Particolato PM₁₀

La situazione è diversa per quanto riguarda il PM₁₀. La sorgente di emissione più significativa risulta essere lo stabilimento siderurgico di Servola, anche in virtù delle emissioni diffuse. Ciò si può vedere considerando la distribuzione spaziale delle massime concentrazioni orarie della giornata riportata nella figura 7. Intorno all'area della sorgente, si registrano infatti i valori più elevati di concentrazione,

DRY-FLUX PM_{10}
SCENARIO BASE SHORT-TERM

$PM_{10} [\mu g/m^2/s]$

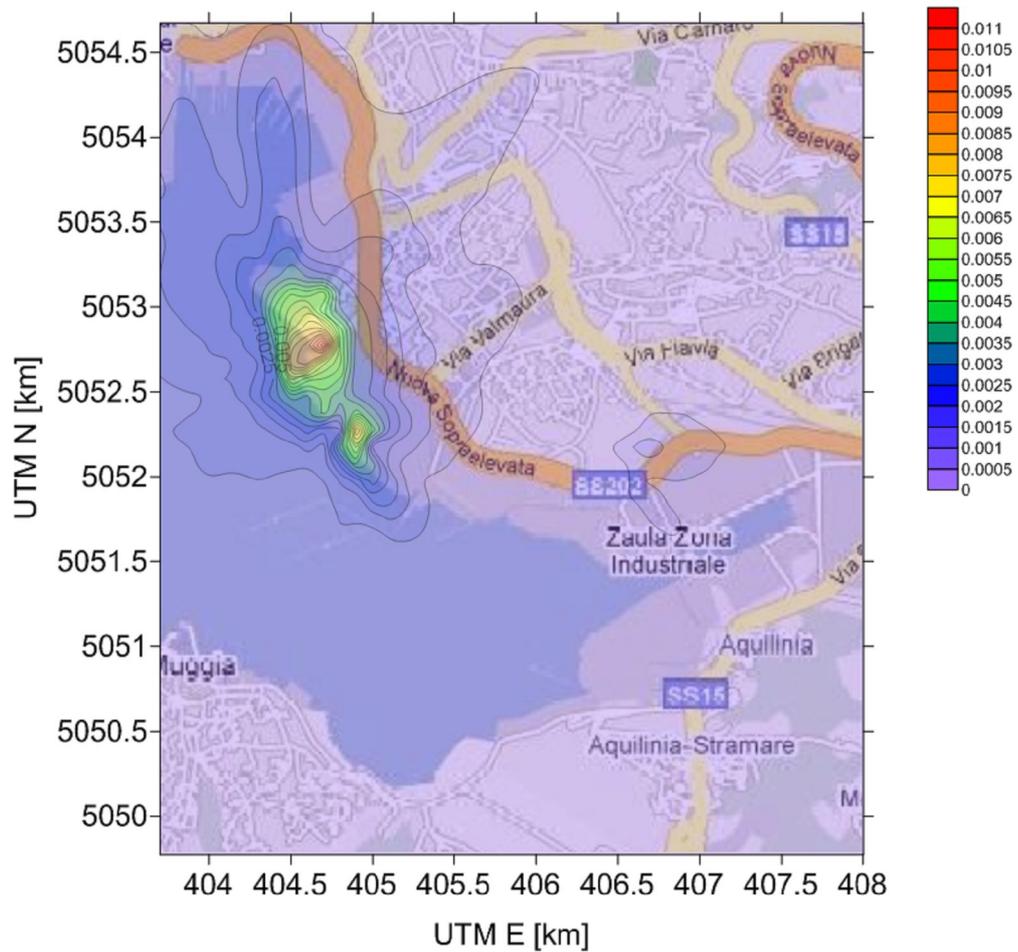


Figura 8: Distribuzione spaziale dei valori massimi del flusso di deposizione secca di PM_{10} calcolati durante la giornata del 23/07/2008. Scenario Base short-term.

Il valore massimo, nella giornata considerata, della concentrazione media oraria di PM_{10} nello Scenario Base, è pari a $267.15 \mu g/m^3$ e si trova al punto di coordinate UTM (404.702 km, 5052.775 km), mentre il valore massimo della deposizione secca è pari a $0.011 \mu g/m^2/s$ e si trova al punto di coordinate UTM (404.702 km, 5052.775 km).

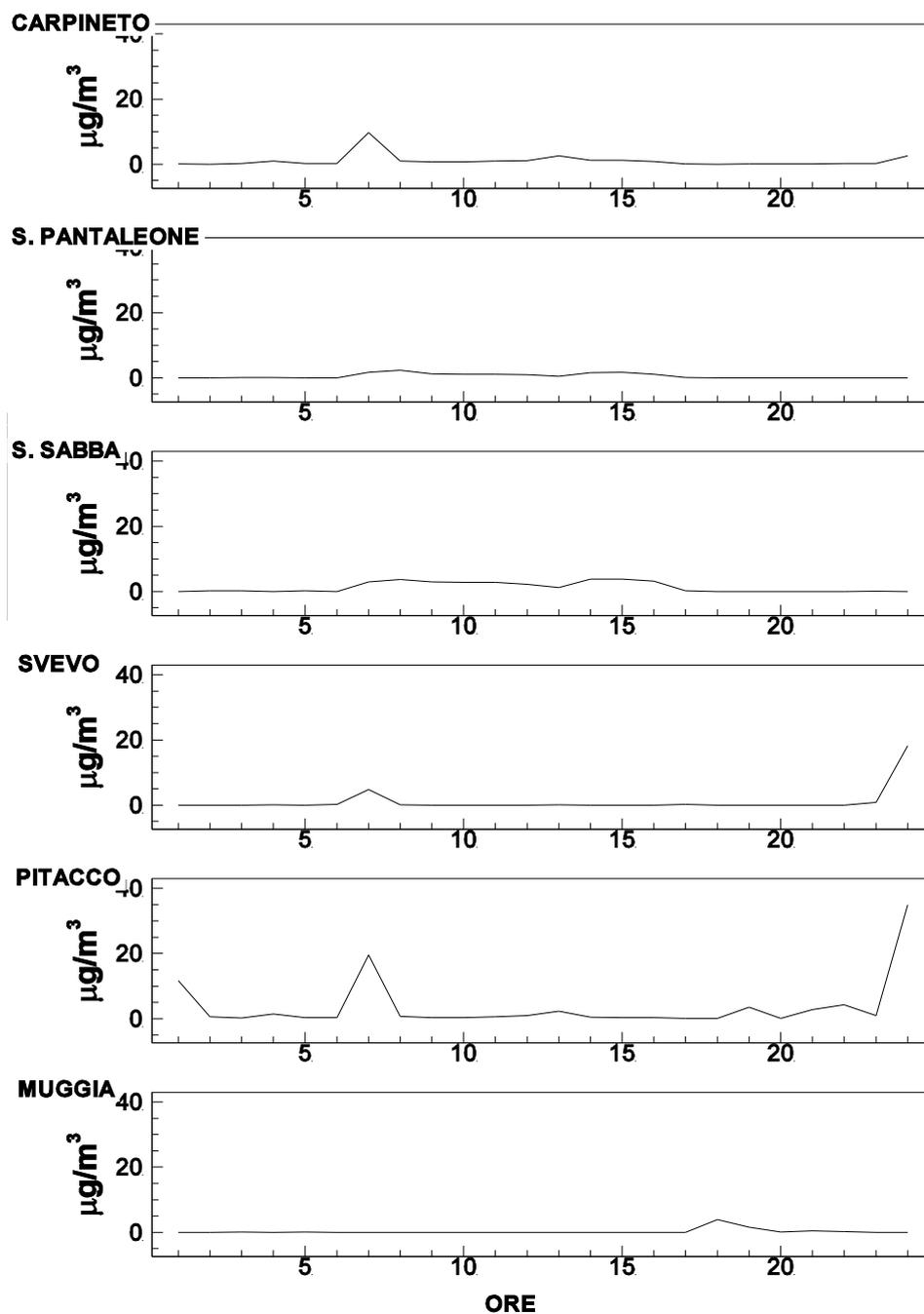


Figura 9: Andamento della concentrazione media oraria di PM₁₀ calcolato durante la giornata del 23/07/2008 ai punti recettori. Scenario Base short-term.

3. ANALISI DELLO SCENARIO A

Consiste nello stesso scenario di emissioni considerato nello Scenario Base con la differenza che le emissioni dello stabilimento siderurgico di Servola sono minori, in virtù delle migliorie tecnologiche.

Sono state considerate le emissioni in kg/ora inviati per l'anno 2009 al registro INES dalla società Lucchini.

3.1 Biossido di zolfo SO₂

La situazione, per quanto riguarda il biossido di zolfo, appare abbastanza simile a quella incontrata nello Scenario Base. Se si analizza la distribuzione spaziale dei massimi della media oraria della concentrazione riportati nella figura 10, si può vedere un comportamento simile a quanto osservato nella figura 3. La maggiore differenza rispetto lo Scenario Base si incontra nella zona immediatamente adiacente allo stabilimento siderurgico di Servola, dove le concentrazioni risultano diminuite in virtù delle migliorie tecnologiche effettuate.

MASSIMA CONCENTRAZIONE ORARIA DI SO₂ [μg/m³] SCENARIO A SHORT-TERM

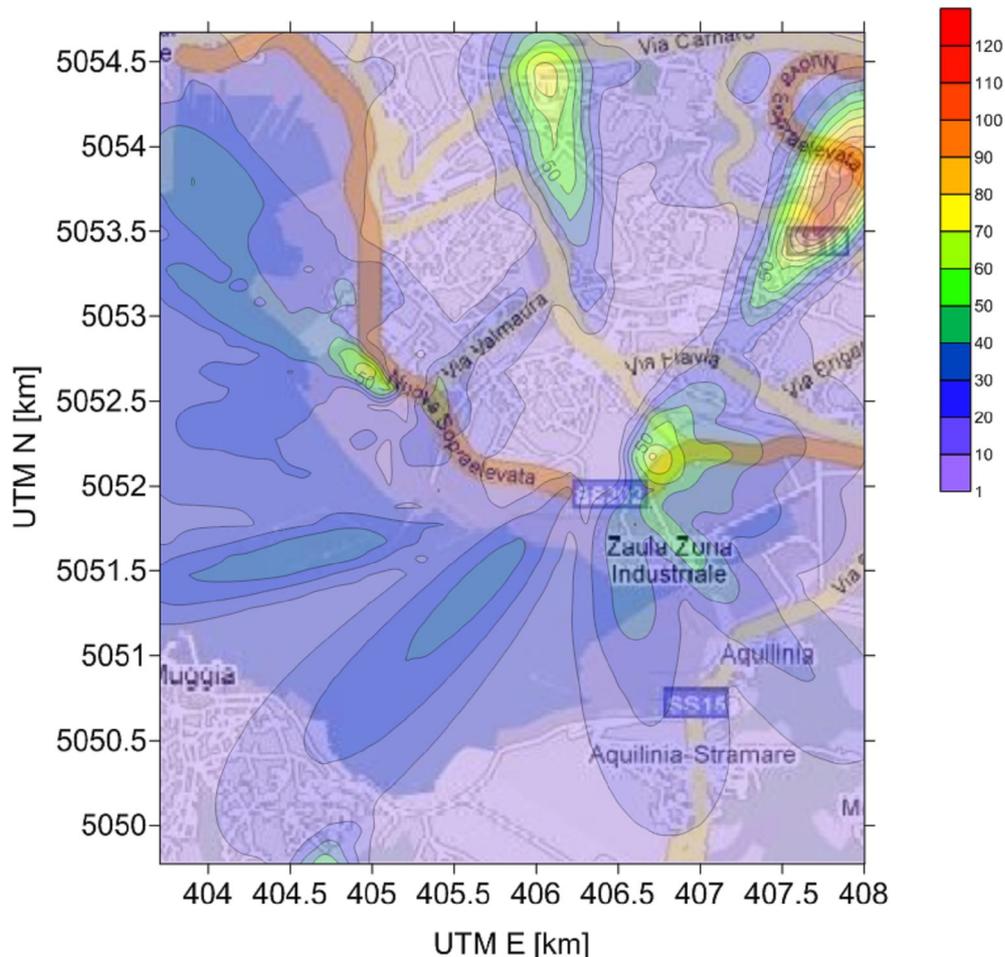


Figura 10: Distribuzione spaziale dei valori massimi di concentrazione medie orarie di SO₂ calcolati nella giornata del 23/07/08. Scenario A short-term.

Nella figura 11 sono riportate le differenze delle concentrazioni tra lo Scenario Base e lo Scenario A, calcolate ai punti recettori. Valori positivi indicano una diminuzione della concentrazione dello Scenario A rispetto allo Scenario Base. Si può notare che la diminuzione di concentrazione più

consistente si manifesta al recettore Carpineto dove la concentrazione misurata diminuisce di circa $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispetto allo Scenario Base. In corrispondenza agli altri recettori tale diminuzione è pari a circa $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il valore massimo, nella giornata considerata, della concentrazione media oraria di SO_2 nello Scenario A, è pari a $113.98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e si trova al punto di coordinate UTM (407.902 km, 5053.775 km).

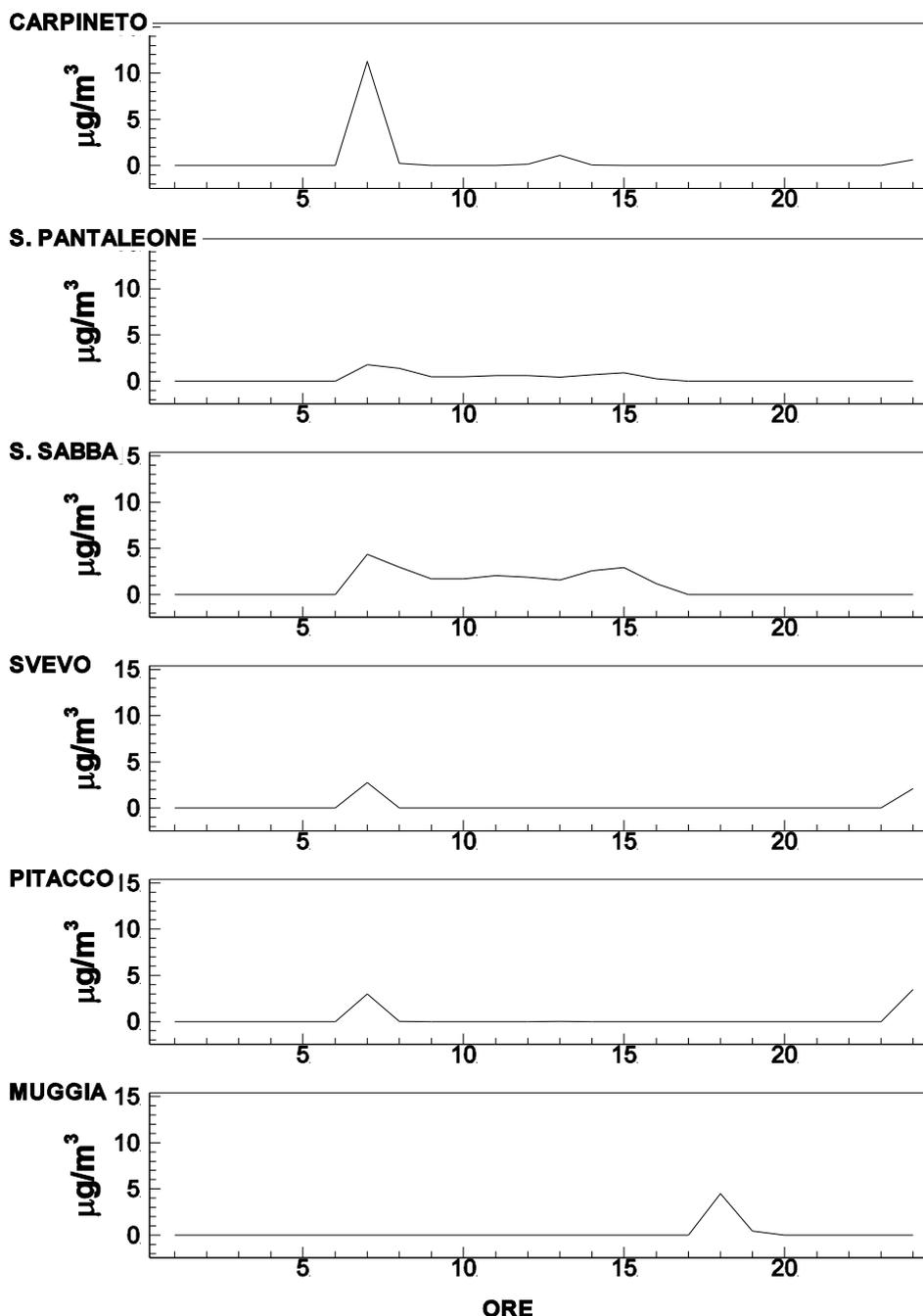


Figura 11: Differenza tra le concentrazioni medie orarie di SO_2 calcolate nello Scenario Base short-term e nello Scenario A short-term ai punti recettori. Valori positivi indicano una riduzione delle concentrazioni nello Scenario A short-term.

3.2 Biossido di azoto NO₂

In linea con quanto riscontrato nella relativa simulazione A long-term, anche nella simulazione A short-term le riduzioni di biossido di azoto, a seguito delle migliorie tecnologiche effettuate nello stabilimento siderurgico di Servola, sono risultate trascurabili. A titolo dimostrativo si riportano le differenze di concentrazioni ai punti recettori nella figura 12. Non si riporta la distribuzioni spaziale dei massimi delle medie orarie, in quanto tale figure non fornisce informazioni aggiuntive rispetto alla corrispondente figura 5.

Il valore massimo, nella giornata considerata, della concentrazione media oraria di NO₂ nello Scenario A, è pari a 116.82 µg/m³ e si trova al punto di coordinate UTM (406.002 km, 5049.975 km).

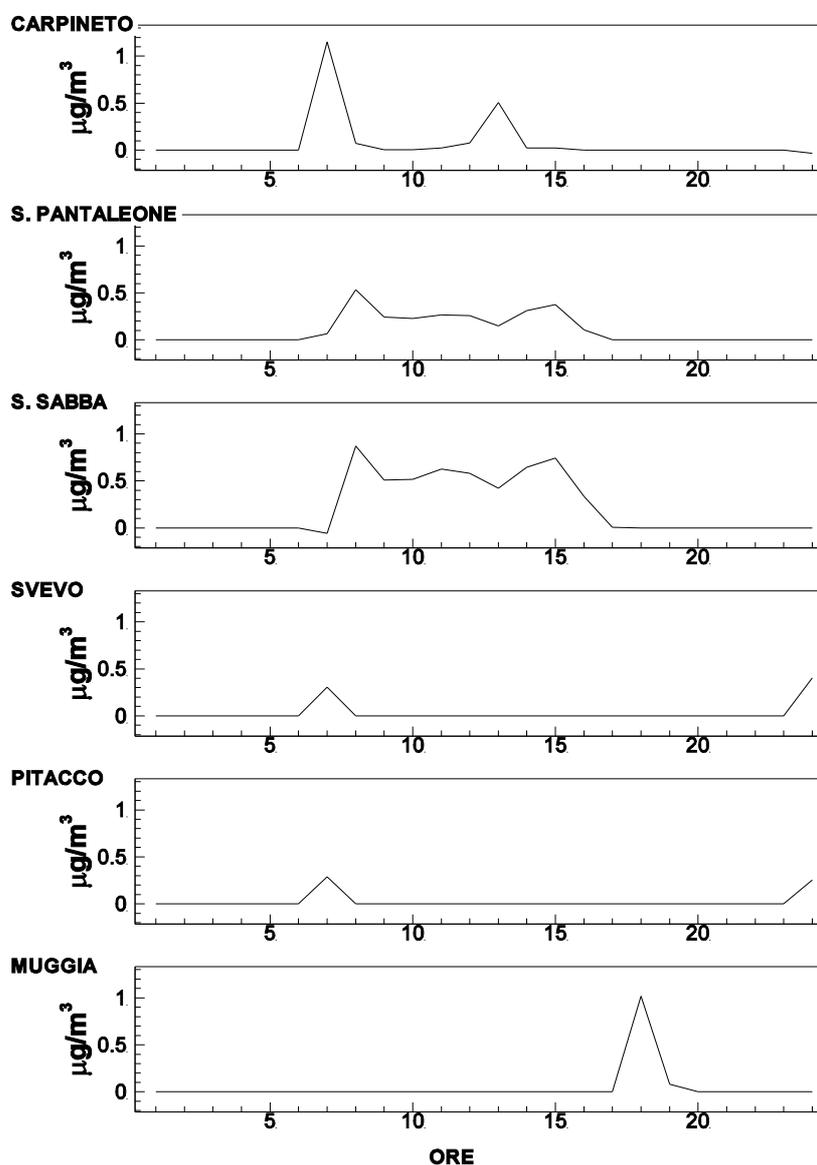


Figura 12: Differenza tra le concentrazioni medie orarie di NO₂ calcolate nello Scenario Base short-term e nello Scenario A short-term ai punti recettori. Valori positivi indicano una riduzione delle concentrazioni nello Scenario A short-term.

3.3 Particolato PM₁₀

Un discorso analogo a quanto discusso nella precedente sezione 3.2 vale per il particolato PM₁₀. La figura 13 mostra la differenza tra i valori orari registrati ai punti recettori tra Scenario Base e Scenario A. Non viene mostrata la distribuzione spaziale dei picchi orari di concentrazione e i massimi flussi di deposizione secca, in quanto le figure sono praticamente uguali alle corrispondenti figure 7 e 8.

Il valore massimo, nella giornata considerata, della concentrazione media oraria di PM₁₀ nello Scenario A, è pari a 267.14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e si trova al punto di coordinate UTM (404.702 km, 5052.775 km), mentre il valore massimo della deposizione secca è pari a 0.0109 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ e si trova al punto di coordinate UTM (404.702 km, 5052.775 km).

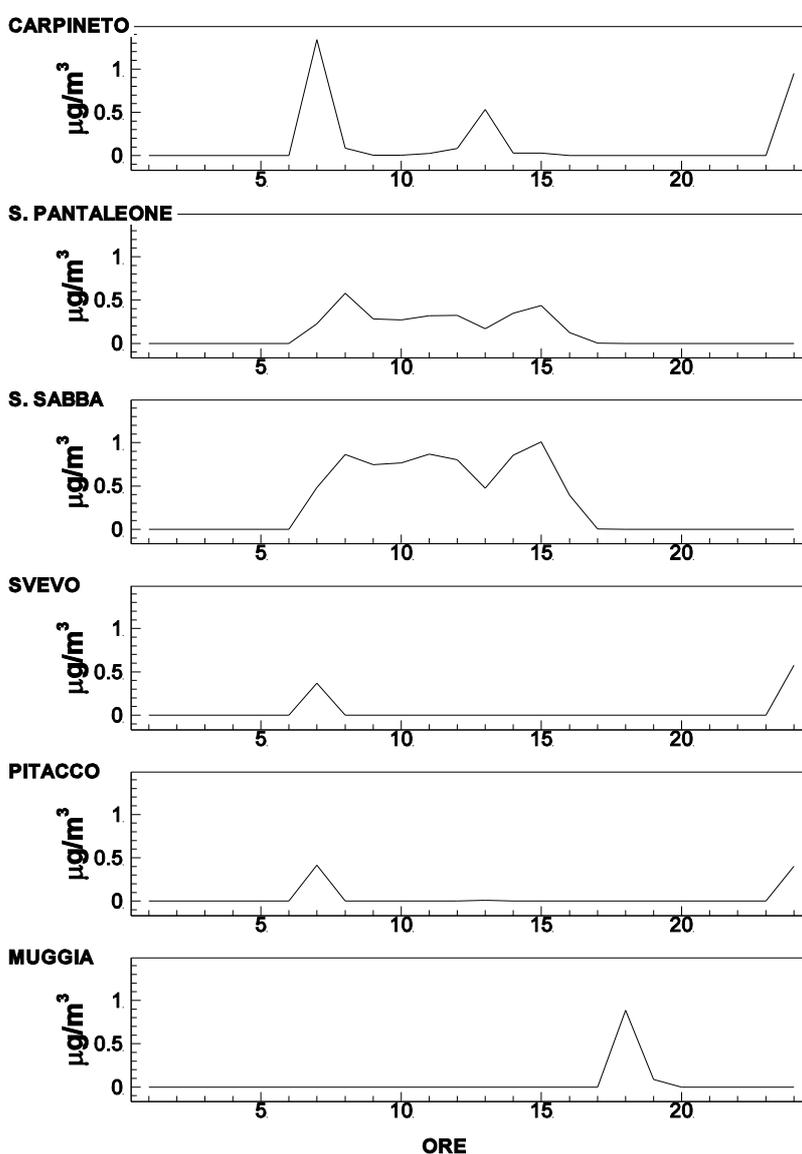


Figura 13: Differenza tra le concentrazioni medie orarie di PM₁₀ calcolate nello Scenario Base short-term e nello Scenario A short-term ai punti recettori. Valori positivi indicano una riduzione delle concentrazioni nello Scenario A short-term.

4. ANALISI DELLO SCENARIO B

Le emissioni relative allo Scenario B sono ottenute assumendo la cessazione delle attività dello stabilimento siderurgico di Servola e della messa in funzione della Centrale Lucchini.

Le portate emesse dalla Centrale sono state considerate costanti per un funzionamento ininterrotto della stessa durante le 24 ore. Tale ipotesi risulta cautelativa in quanto, secondo il progetto, la Centrale sarà in funzione solo nei giorni feriali per 16 ore al giorno.

In questa simulazione inoltre si è tenuto conto anche delle emissioni provenienti dalla caldaia ausiliaria che vengono emesse ad una temperatura di 150°C ad una velocità di 2.59 m/s da un camino posto a 20 metri di altezza con diametro pari a 1.3 metri posto nel punto di coordinate UTM (406.197km, 5051.558km). Nella tabella 2 sono riportate le portate emesse dal camino principale della centrale e dalla caldaia ausiliaria per i vari inquinanti (tutti i dati relativi alla caldaia ausiliaria sono stati forniti dal Costruttore).

	SO ₂ [kg/ora]	NO _x [kg/ora]	PM ₁₀ [kg/ora]	CO [kg/ora]
Camino Principale	0	72.89	2.62	75.79
Caldaia Ausiliaria	0	1.2	0.008	0.8

Tabella 2: Emissioni dal camino principale e dalla caldaia ausiliaria della Centrale.

Rispetto allo Scenario B long-term, inoltre, si è qui tenuto conto dell'effetto del building downwash, considerando gli edifici principali della Centrale e del termovalorizzatore Acegas-Aps.

4.1 Biossido di zolfo SO₂

Similmente a quanto riscontrato nello Scenario B long-term, anche per lo Scenario B short-term le variazioni delle concentrazioni di biossido di zolfo rispetto allo Scenario A risultano trascurabili. Tale risultato è dovuto al fatto che lo stabilimento siderurgico di Servola contribuisce solo molto marginalmente alle emissioni di SO₂. Per una descrizione più dettagliata si rimanda alla sezione 7.1 dell'Allegato 2 alla Relazione Conclusiva.

Si noti che la situazione della distribuzione spaziale dei valori massimi delle concentrazioni orarie di SO₂ riportata nella figura 14, si presenta particolarmente simile a quella dello Scenario A, anche perché in quest'ultimo le emissioni di SO₂ erano state ridotte in seguito alle migliorie.

Il valore massimo, nella giornata considerata, della concentrazione media oraria di SO₂ nello Scenario B, è pari a 113.98 µg/m³ e si trova al punto di coordinate UTM (407.902 km, 5053.775 km).

MASSIMA CONCENTRAZIONE ORARIA DI SO₂ [μg/m³]
 SCENARIO B SHORT-TERM

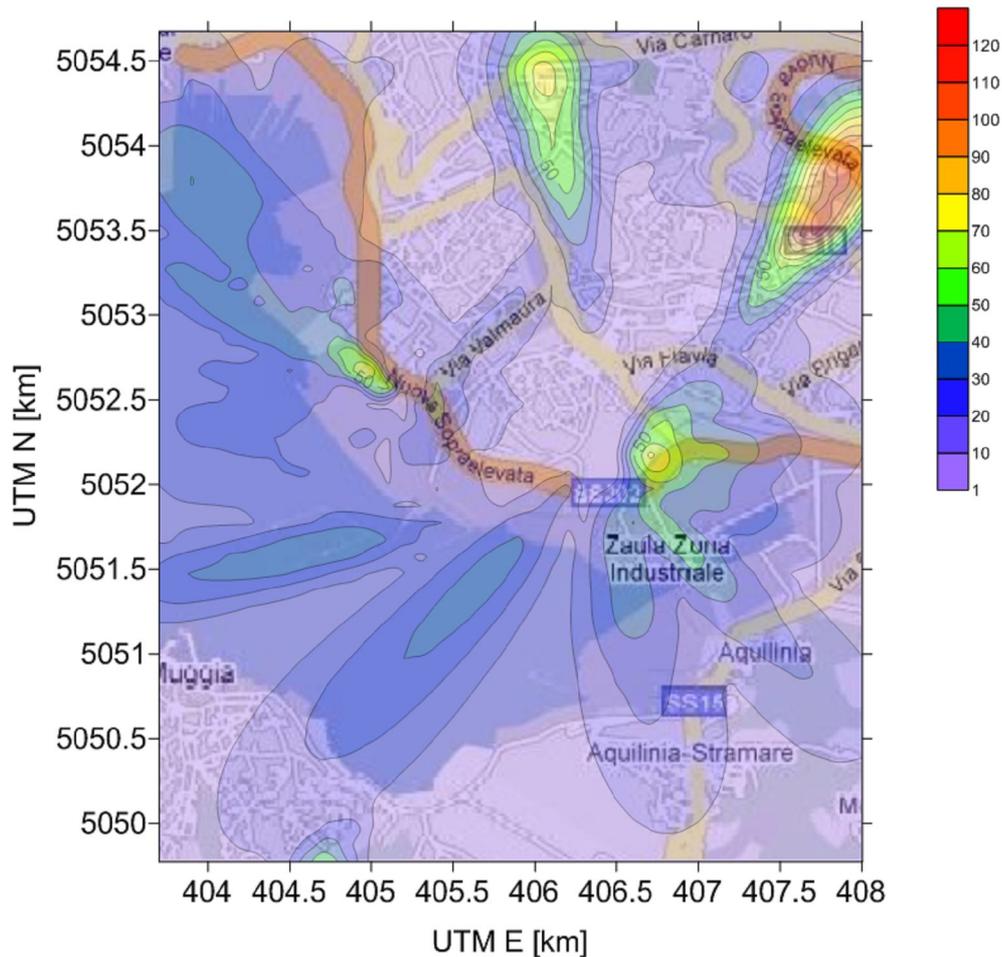


Figura 14: Distribuzione spaziale dei valori massimi delle medie orarie della concentrazione di SO₂ calcolate nella giornata del 23/07/2008. Scenario B short-term.

4.2 Biossido di azoto NO₂

La distribuzione spaziale dei picchi massimi delle concentrazioni orarie di NO₂ riportata nella figura 15 risulta molto simile a quella relativa ai precedenti Scenari Base ed A. Le uniche sostanziali differenze consistono in una diminuzione delle concentrazioni nell'area adiacente all'incrocio tra via Valmaura e la Sopraelevata e nell'area dello stabilimento siderurgico, e in un aumento dei picchi di concentrazione sopra la parte centrale della baia di Muggia. La distribuzione mostra che la dismissione dello stabilimento siderurgico e la presenza della Centrale Lucchini forniscono un quadro di concentrazioni migliorativo rispetto allo stato preesistente. In particolare appaiono ridotte le concentrazioni nella zona dello stabilimento e nell'abitato immediatamente adiacente, mentre si osserva un debole incremento delle concentrazioni sullo specchio di mare antistante la zona industriale dovuto alla presenza della Centrale Lucchini.

Nella figura 16 sono riportate le concentrazioni orarie massime nel corso della giornata considerata ai 6 punti recettori, mentre nella figura 17 è riportata la loro differenza rispetto allo Scenario A. Si può

notare dall'analisi di questi due grafici che il comportamento è simile a quello riscontrato nei precedenti due scenari ma l'inquinante presenta valori più bassi. Tale diminuzione della concentrazione è particolarmente accentuata nelle stazioni di Carpineto, S. Pantaleone e S. Sabba. Anche nel recettore di Muggia si ha una notevole diminuzione della concentrazione in corrispondenza delle ore serali.

MASSIMA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO₂
SCENARIO B SHORT-TERM NO₂ [µg/m³]

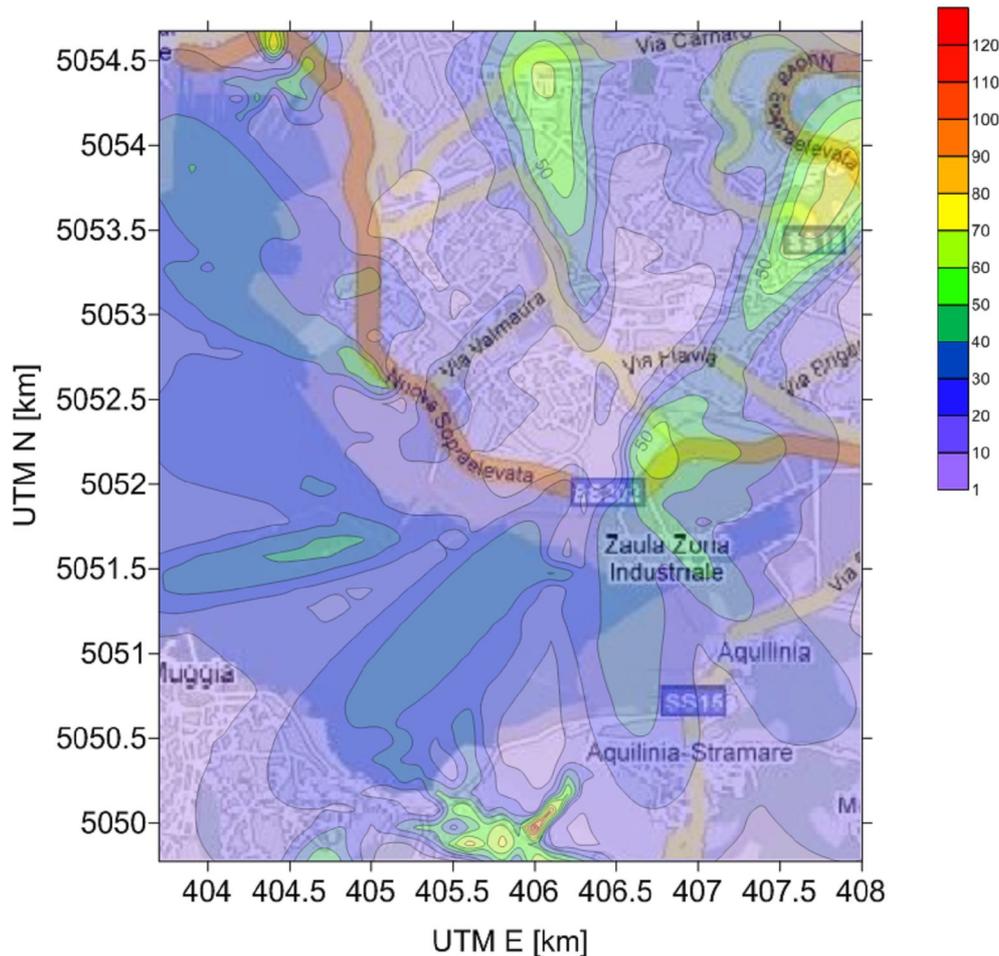


Figura 15: Distribuzione spaziale dei valori massimi delle medie orarie della concentrazione di NO₂ calcolate nella giornata del 23/07/2008. Scenario B short-term.

Essendo le concentrazioni ridotte fino al 50% rispetto ai precedenti scenari, si può osservare un notevole miglioramento della situazione dell'NO₂.

La situazione resta simile a quella degli scenari precedenti ai recettori di Svevo e Pitacco. Il primo si trova lontano dalla zona di insediamento dello stabilimento siderurgico; il secondo è maggiormente influenzato dalle emissioni degli altri impianti industriali.

Il valore massimo, nella giornata considerata, della concentrazione media oraria di NO₂ nello Scenario B, è pari a 116.82 µg/m³ e si trova al punto di coordinate UTM (406.002 km, 5049.975 km).

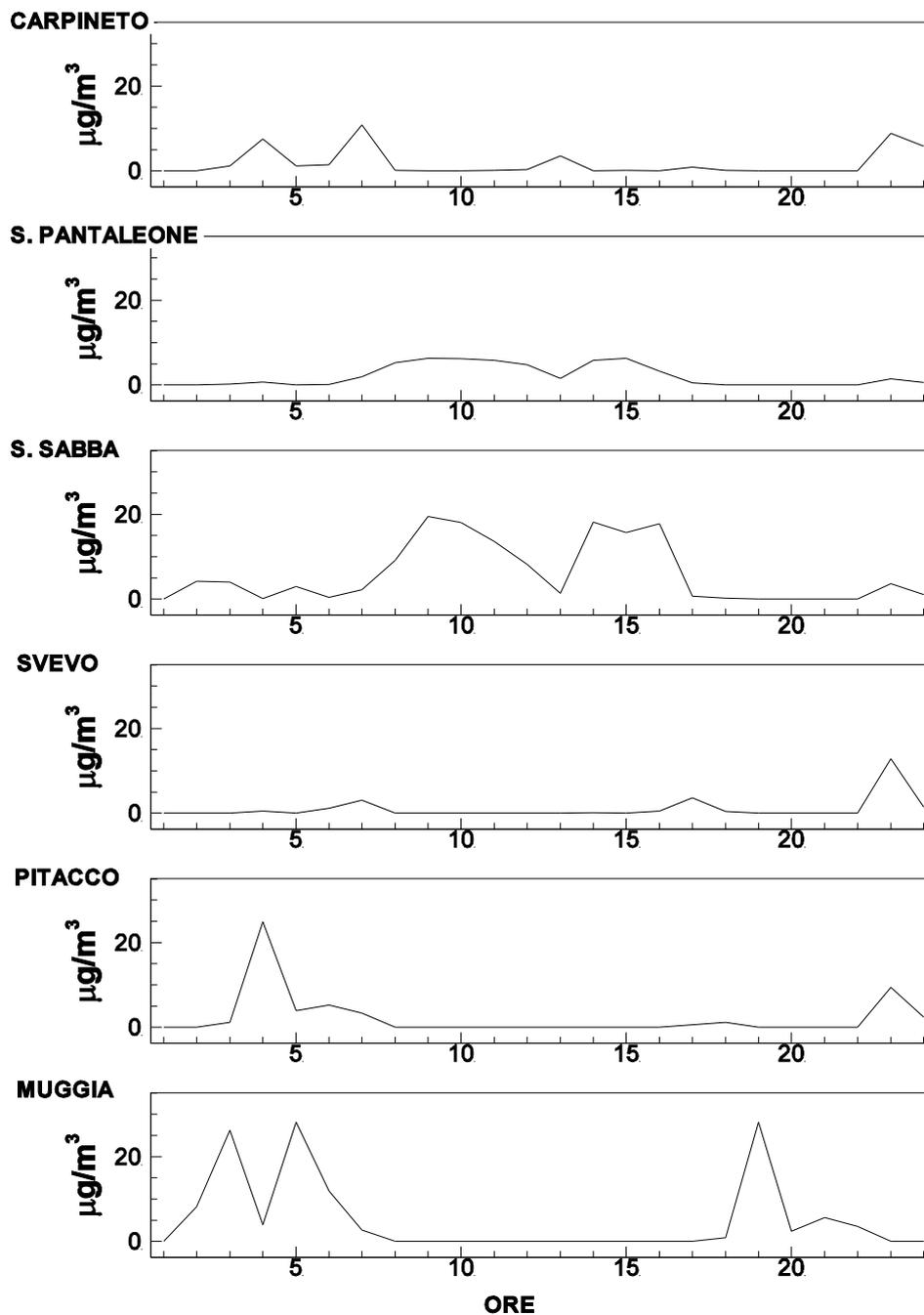


Figura 16: Andamento della concentrazione media oraria di biossido di azoto calcolato durante la giornata del 23/07/2008 ai punti recettori. ScENARIO B short-term.

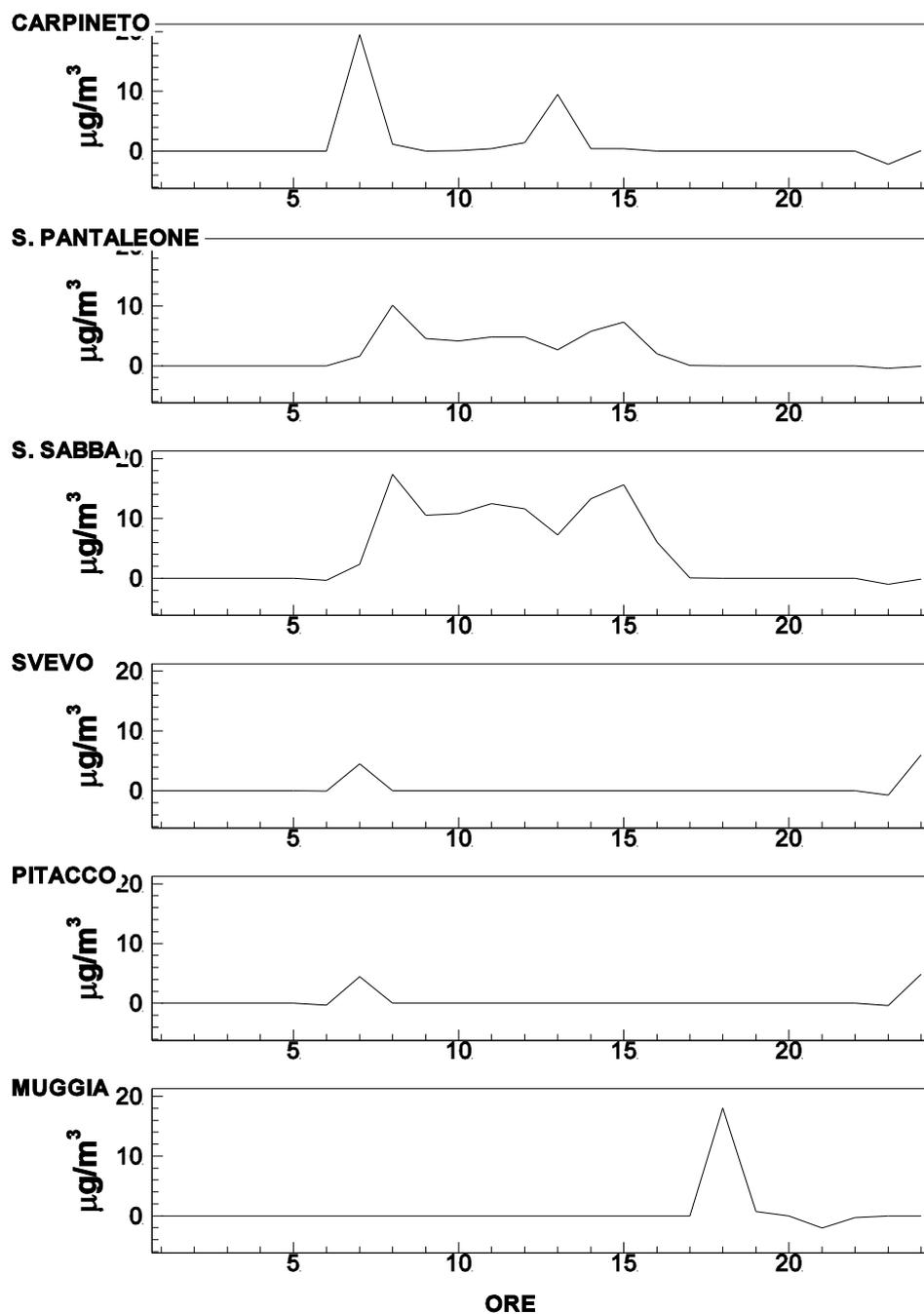


Figura 17: Differenza tra le concentrazioni medie orarie di NO_2 calcolate nello Scenario A short-term e nello Scenario B short-term ai punti recettori. Valori positivi indicano una riduzione delle concentrazioni nello Scenario B short-term.

4.3 Particolato PM_{10}

Coerentemente con quanto riscontrato nello Scenario B long-term, la cessazione dell'attività dello stabilimento siderurgico di Servola, comporta un sostanziale miglioramento della situazione, nei riguardi del particolato PM_{10} . Ciò si può anche osservare nella figura 18 che riporta la distribuzione spaziale delle massime concentrazioni orarie e dei massimi flussi secchi di ricaduta del particolato durante la giornata.

In particolare le concentrazioni massime sono inferiori a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e i flussi di deposizione secca sono inferiori a $0.001 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$.

Infine nella figura 19 sono riportate le concentrazioni medie orarie ai punti recettori. Anche da questi grafici è osservabile il miglioramento della situazione se si considera che ai punti recettori i valori sono sempre inferiori a $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre nei precedenti scenari erano osservati valori fino a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il valore massimo, nella giornata considerata, della concentrazione media oraria di PM_{10} nello Scenario B, è pari a $6.1081 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e si trova al punto di coordinate UTM (407.902 km, 5053.775 km), mentre il valore massimo della deposizione secca è pari a $0.0011 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ e si trova al punto di coordinate UTM (406.702 km, 5052.775 km).

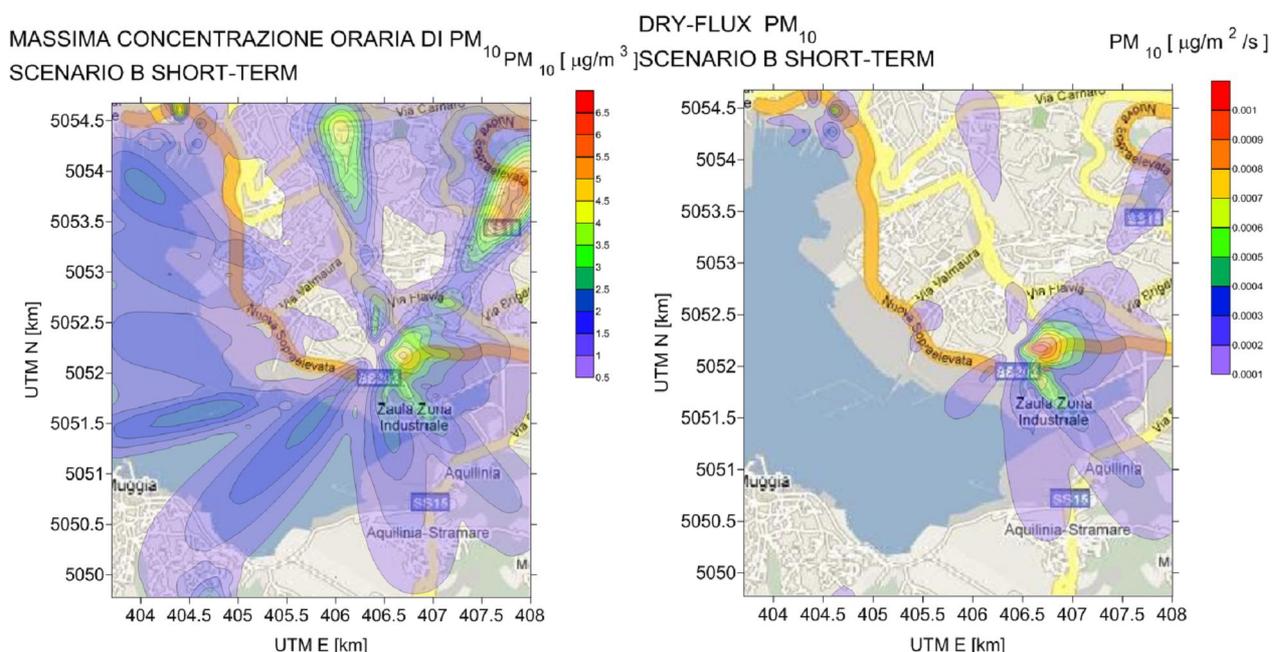


Figura 18: Distribuzione spaziale delle massime concentrazioni orarie (pannello di sinistra) e dei massimi flussi di ricaduta secca (pannello di destra) del particolato calcolate durante la giornata del 23/07/2008. Scenario B short-term.

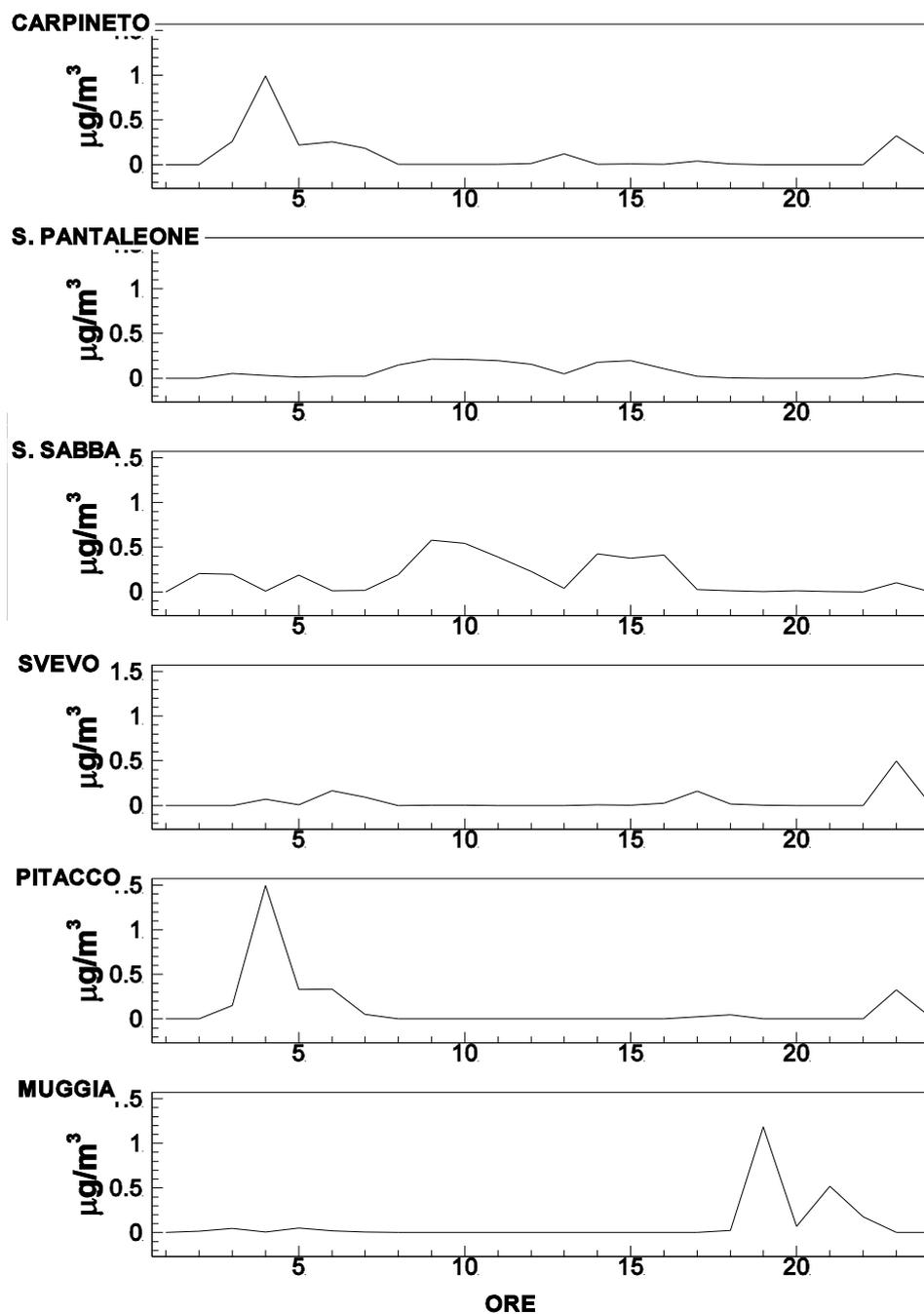


Figura 19: Andamento della concentrazione media oraria di PM₁₀ durante la giornata del 23/07/2008 ai punti recettori. Scenario B short-term.

5. ANALISI DELLO SCENARIO C

Lo Scenario C è simile allo Scenario B, si aggiungono però le emissioni dal terminale GNL Gas Natural di prevista realizzazione.

Le emissioni derivanti dal terminale GNL considerate nello Scenario C short-term sono di due tipi: quelle dovute al traffico navale correlato all'operatività dell'impianto, considerate anche nella corrispondente simulazione long-term; le emissioni dai vaporizzatori a fiamma sommersa SCVs che

non erano state considerate nella simulazione annuale perché funzionanti per un intervallo temporale molto ridotto e con quantità modeste di sostanze emesse.

I Submerged Combustion Vaporizers (SCVs), come indicato nelle integrazioni allo studio di impatto ambientale del rigassificatore GNL Gas Natural [1] sono dei vaporizzatori costituiti da un fascio di serpentine, che fungono da scambiatori di calore, in cui passa il GNL da vaporizzare, immerso in una vasca contenente acqua dolce mantenuta a temperatura costante attraverso l'iniezione dei gas combustivi provenienti da un bruciatore che opera in eccesso d'aria.

Gli SCVs saranno previsti nella quantità di 2, potranno vaporizzare fino al 25% della portata di GNL, e produrranno le seguenti emissioni:

$\text{NO}_x = 3,67 \text{ kg/ora}$

$\text{CO} = 3,56 \text{ kg/ora}$

Le emissioni di polveri e ossidi di zolfo si possono considerare nulle, sia in considerazione del tipo di combustibile utilizzato (che non produce tali sostanze), sia, in condizioni limite, per il passaggio dei fumi attraverso l'acqua con conseguente lavaggio degli stessi.

I vaporizzatori saranno posizionati all'interno dell'area prevista per il terminale GNL, nel punto di coordinate UTM (406.028 km, 5051.69 km), come da indicazione della documentazione integrativa di Aprile 2008 [3] disponibile sul sito web della Società Gas Natural Italia.

Dalla letteratura di settore (si faccia riferimento ad esempio agli studi dalla Division of Environmental Planning and management – California State Lands Commission) si evince che le caratteristiche tipiche degli SCVs sono contenute all'interno delle seguenti gamme di valori:

Altezza camino = 10 - 35 m

Diametro camino = 1 - 2 m

Temperatura fumi = 20 - 40 °C

La combinazione scelta per la presente simulazione ricade all'interno di tali valori tipici ed è riferita ad uno studio riportato dall'*Environmental Protection Department - Government of Hong Kong* per un Terminale GNL (www.epd.gov.hk).

I valori scelti sono i seguenti.

Altezza = 13 m

Diametro = 1.2 m

Temperatura fumi = 30°C



Utilizzando i valori riportati nel SIA del terminale GNL [1] secondo i quali la portata volumetrica complessiva dei fumi è pari a circa 35,600 Nmc/h, si può calcolare la velocità di efflusso ai due camini degli SCVs pari a circa 4.85 m/s.

Bisogna infine precisare che questa combinazione di esercizio, che comprende il funzionamento al 100% e continuo di entrambi i vaporizzatori è cautelativa, in quanto, in linea teorica, ciò dovrebbe accadere solo in condizioni di emergenza.

Inoltre anche il loro funzionamento nell'arco dell'anno è limitato. Infatti, come riportato in [2], *"..nella normale fase di esercizio l'impianto non produce emissioni.."*. E' anche riportato che *"...L'impianto, solamente nei brevi periodi in cui non saranno utilizzabili i rigassificatori a ruscellamento d'acqua (circa 30 giorni l'anno) utilizzerà i vaporizzatori a fiamma sommersa che comportano la produzione di emissioni in atmosfera."*

Per quanto riguarda il traffico navale, si sono utilizzate le stesse portate di emissioni considerate nello Scenario C long-term, considerandole distribuite in maniera uniforme lungo tutto l'anno e, di conseguenza, lungo tutta la giornata considerata. Come nel corrispondente Scenario C long-term, per un principio di conservatività, non è stata considerata la cessazione del traffico navale associato all'operatività dello stabilimento siderurgico di Servola.

Si è tenuto conto anche in questa simulazione dell'effetto del building downwash, considerando anche le strutture principali di prevista realizzazione del terminale GNL.

5.1 Biossido di zolfo SO₂

Per quanto riguarda il biossido di zolfo, si hanno emissioni maggiori rispetto allo Scenario B dovute al traffico navale collegato al terminale GNL. Nella figura 20 è riportata la distribuzione spaziale delle concentrazioni di SO₂. Si può vedere che le concentrazioni aumentano significativamente sulla zona soprastante la baia, ma rimangono sostanzialmente inalterate sull'area urbana, fatta eccezione la zona di Muggia, dove le concentrazioni di SO₂ aumentano lievemente.

Le concentrazioni orarie di SO₂ ai 6 punti recettori sono riportate nella figura 21, e per comprendere meglio come sia la situazione rispetto allo scenario *ante-operam*, nella figura 22 è riportata anche la loro differenza rispetto allo Scenario A. In particolare dalla figura 21 si vede che vi è un aumento mattutino e notturno della concentrazione in tutti i recettori tranne in quello di Muggia dove vi è un aumento solo serale (si ricorda che valori negativi nel grafico corrispondono ad un aumento della concentrazione rispetto allo Scenario A).

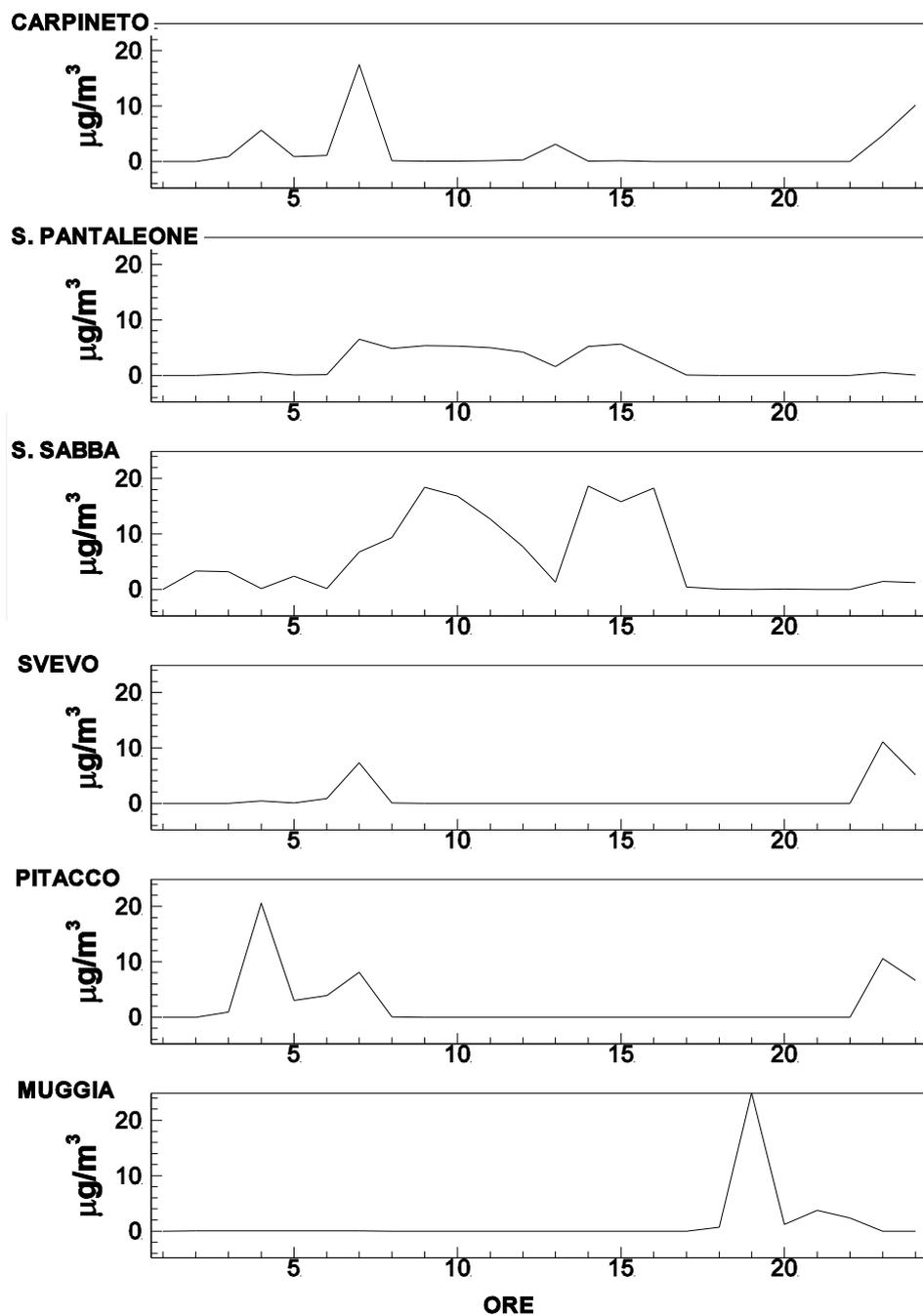


Figura 21: Andamento della concentrazione media oraria di biossido di zolfo calcolato durante la giornata del 23/07/2008 ai punti recettori. Scenario C short-term.

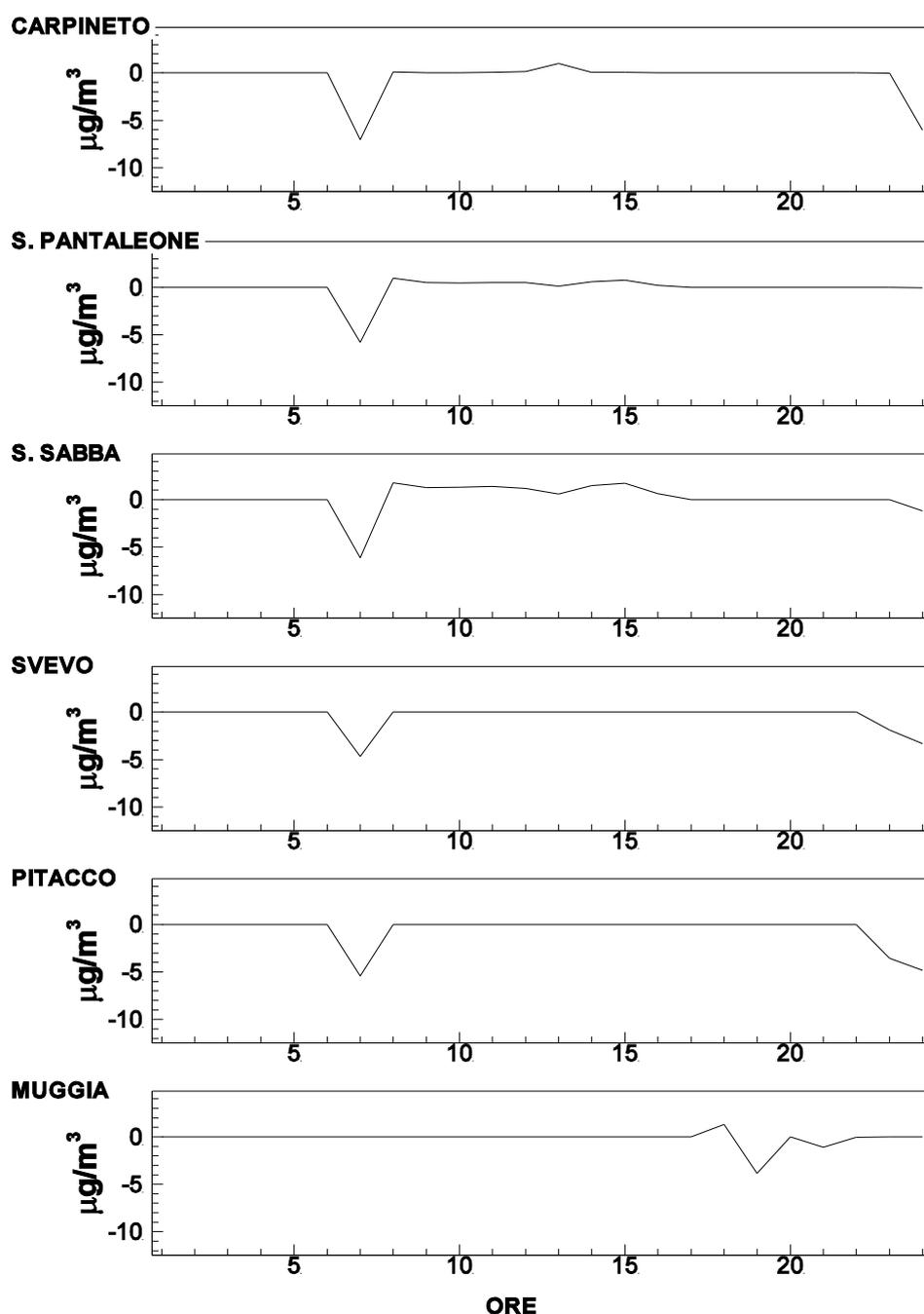


Figura 22: Differenza tra le concentrazioni medie orarie di SO_2 calcolate nello Scenario A short-term e nello Scenario C short-term ai punti recettori. Valori positivi indicano una riduzione delle concentrazioni nello Scenario C short-term.

5.2 Biossido di azoto NO_2

Anche per il biossido di azoto, la situazione appare modificata, rispetto allo Scenario B. Ciò è da attribuire principalmente al traffico navale associato al terminale GNL e in misura minore alle emissioni dei vaporizzatori SCVs.

Rispetto allo Scenario B le concentrazioni sono maggiori solo nella zona di ubicazione della Centrale e del terminale GNL, mentre non variano in maniera significativa nella restante parte del dominio come si può osservare nella figura 23.

Anche per il biossido di azoto sono state calcolate sia le concentrazioni orarie ai 6 punti recettori sia la differenza di tali valori rispetto allo Scenario A (figure 24 e 25 rispettivamente). Si può osservare che la situazione appare migliorativa rispetto allo scenario *ante-operam*, in quanto, in tutti i punti recettori, si riscontrano in generale sensibili diminuzioni della concentrazione, a parte un aumento molto lieve a tutti recettori osservato nelle ore serali della giornata.

Il valore massimo, nella giornata considerata, della concentrazione media oraria di NO₂ nello Scenario C, è pari a 116.82 µg/m³ e si trova al punto di coordinate UTM (406.002 km, 5049.975 km).

MASSIMA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO₂ SCENARIO C SHORT-TERM

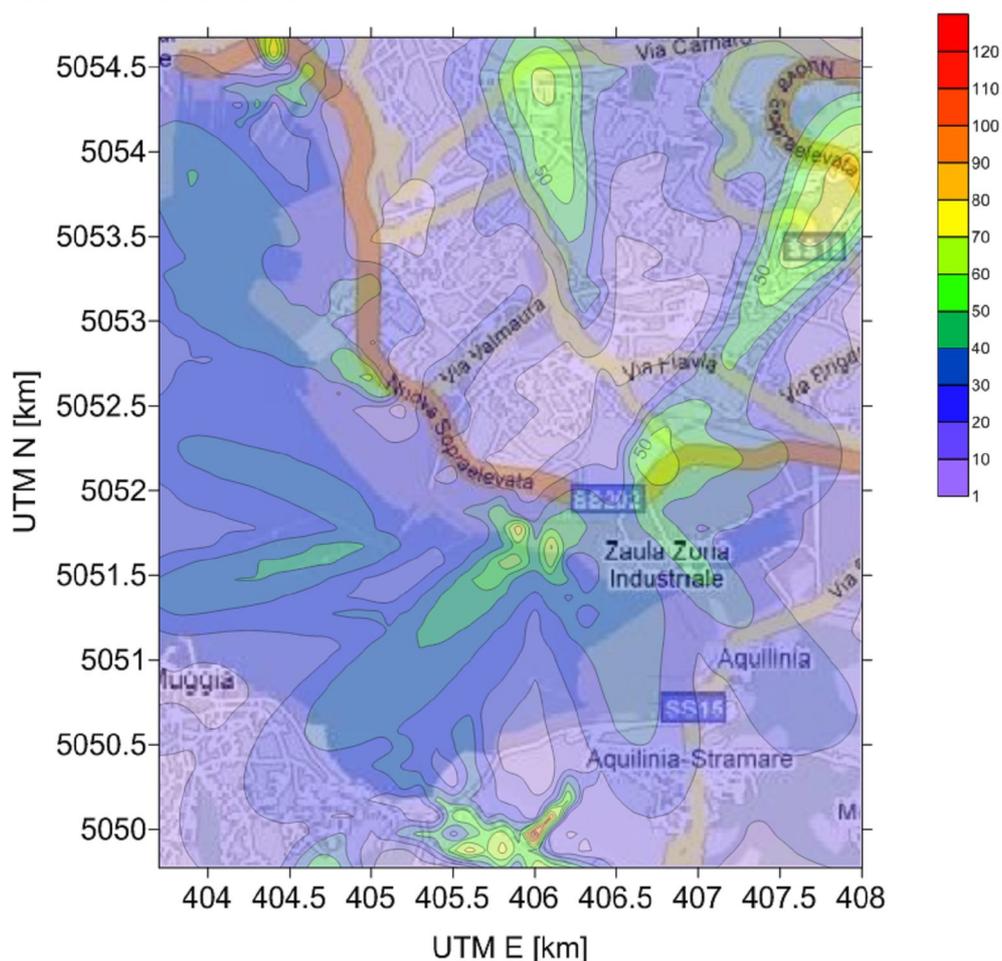


Figura 23: Distribuzione spaziale dei valori massimi della media oraria della concentrazione di NO₂ calcolate nella giornata del 23/07/2008. Scenario C short-term.

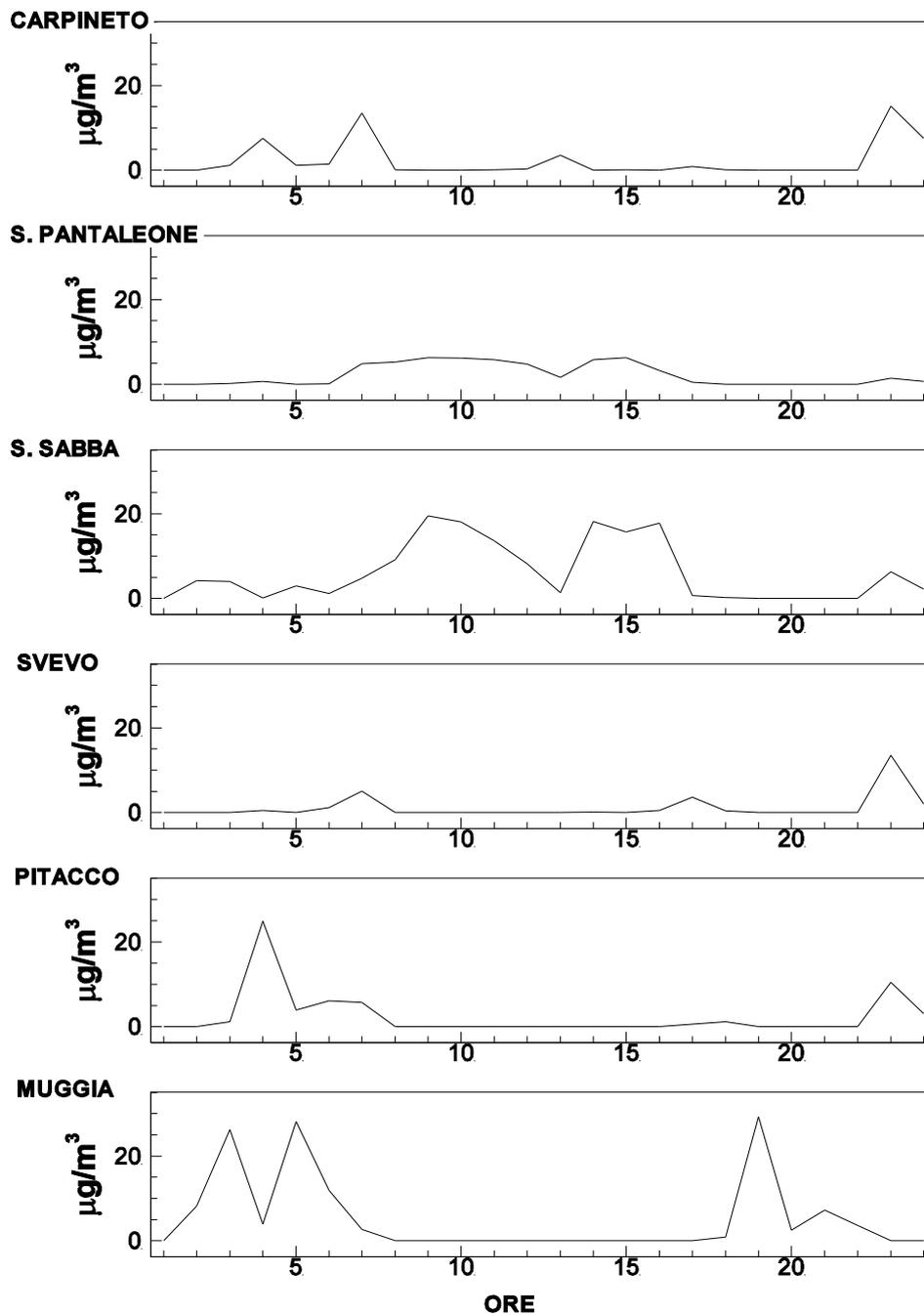


Figura 24: Andamento della concentrazione media oraria di NO₂ calcolato durante la giornata del 23/07/2008 ai punti recettori. Scenario C short-term.

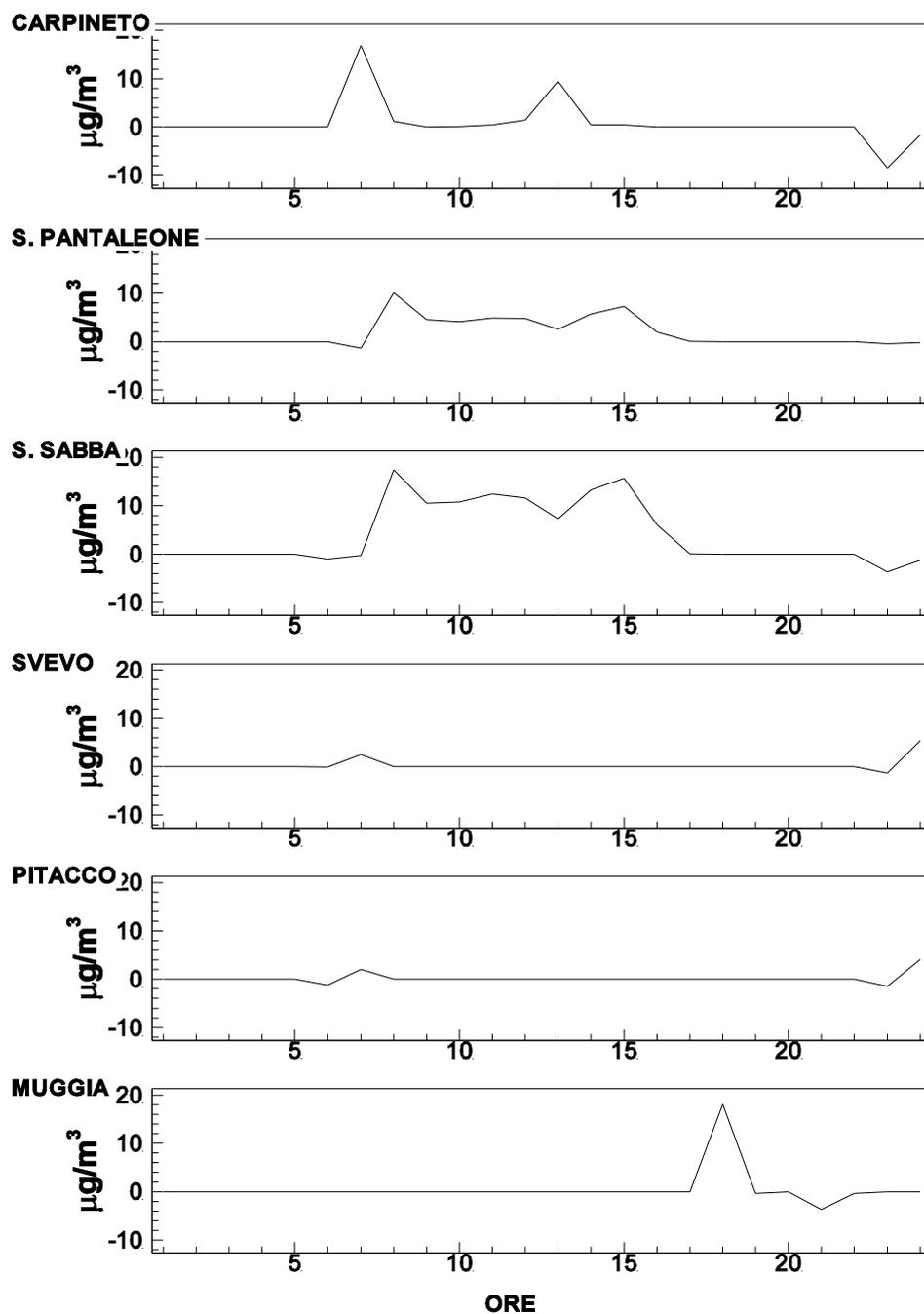


Figura 25: Differenza tra le concentrazioni medie orarie di NO_2 calcolate nello Scenario A short-term e nello Scenario C short-term ai punti recettori. Valori positivi indicano una riduzione delle concentrazioni nello Scenario C short-term.

5.3 Particolato PM_{10}

La situazione del particolato PM_{10} nello Scenario C short-term, analogamente a quanto trovato nel corrispondente scenario long-term, risulta molto tranquillizzante in quanto l'impatto del traffico navale sulle aree antropizzate del territorio per questo inquinante risulta ridotto.

Ciò era stato già osservato nell'analisi long-term ed era stato attribuito alle condizioni termo-fluidodinamiche di emissione da traffico navale. Nelle figura 26 sono riportate rispettivamente le distribuzioni dei massimi delle medie orarie delle concentrazioni e dei valori massimi della deposizione secca. Tali valori, come nello Scenario B, risultano molto bassi rispetto allo Scenario A , e del tutto tranquillizzanti.

La figura 27 riporta l'andamento della media oraria della concentrazione di PM_{10} ai punti recettori. Si osservano valori di picco dell'ordine di $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in particolari momenti della giornata. Tali valori sono di più di un ordine di grandezza inferiori ai valori limite di normativa.

La figura 28 riporta la differenza tra i valori registrati ai punti recettori nella simulazione A e nella presente simulazione. Si osservano valori massimi molto elevati, dell'ordine di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ al recettore Pitacco e differenze inferiori, ma sempre significative agli altri recettori, ad indicare l'effetto migliorativo nei confronti del presente inquinante dello Scenario di emissioni C rispetto alla situazione *ante-operam* (Scenario A).

Il valore massimo, nella giornata considerata, della concentrazione media oraria di PM_{10} nello Scenario C, è pari a $17.08 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e si trova al punto di coordinate UTM (404.902 km, 5051.275 km), mentre il valore massimo della deposizione secca è pari a $0.0011 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ e si trova al punto di coordinate UTM (406.702 km, 5052.175 km).

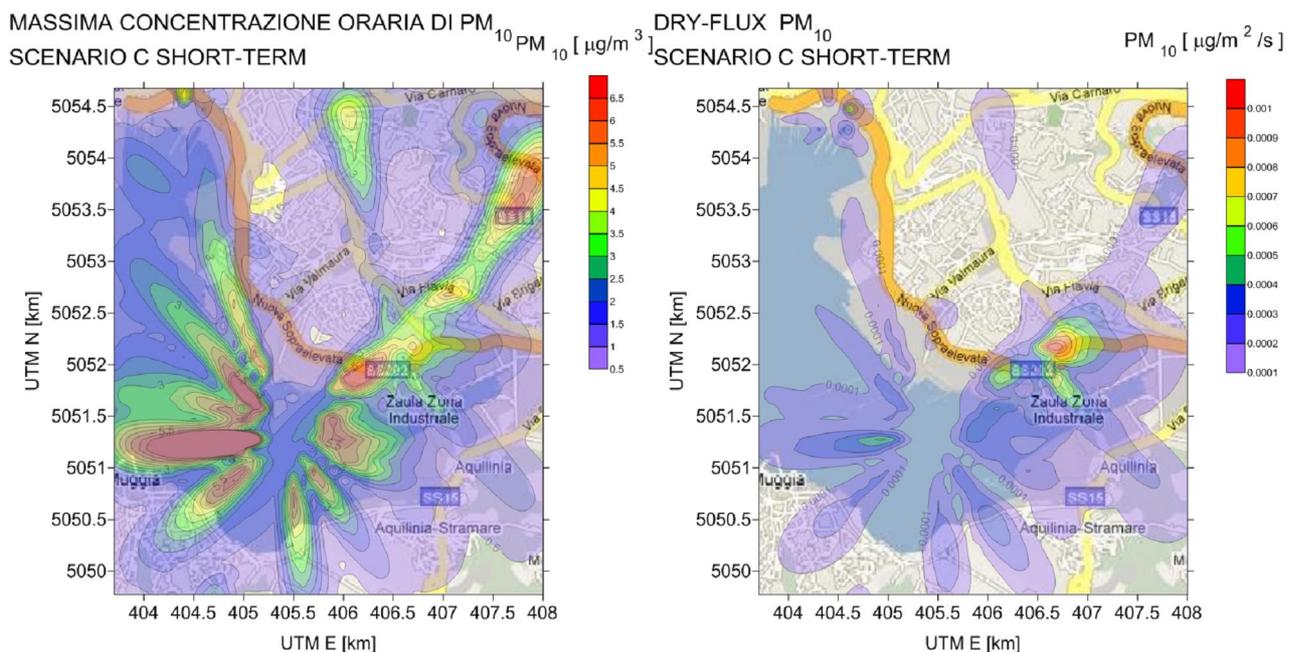


Figura 26: Distribuzione spaziale dei valori massimi di concentrazione medie orarie (pannello a sinistra) e dei valori massimi del flusso di deposizione secca (pannello a destra) di PM_{10} calcolate nella giornata del 23/07/2008. Scenario C short-term.

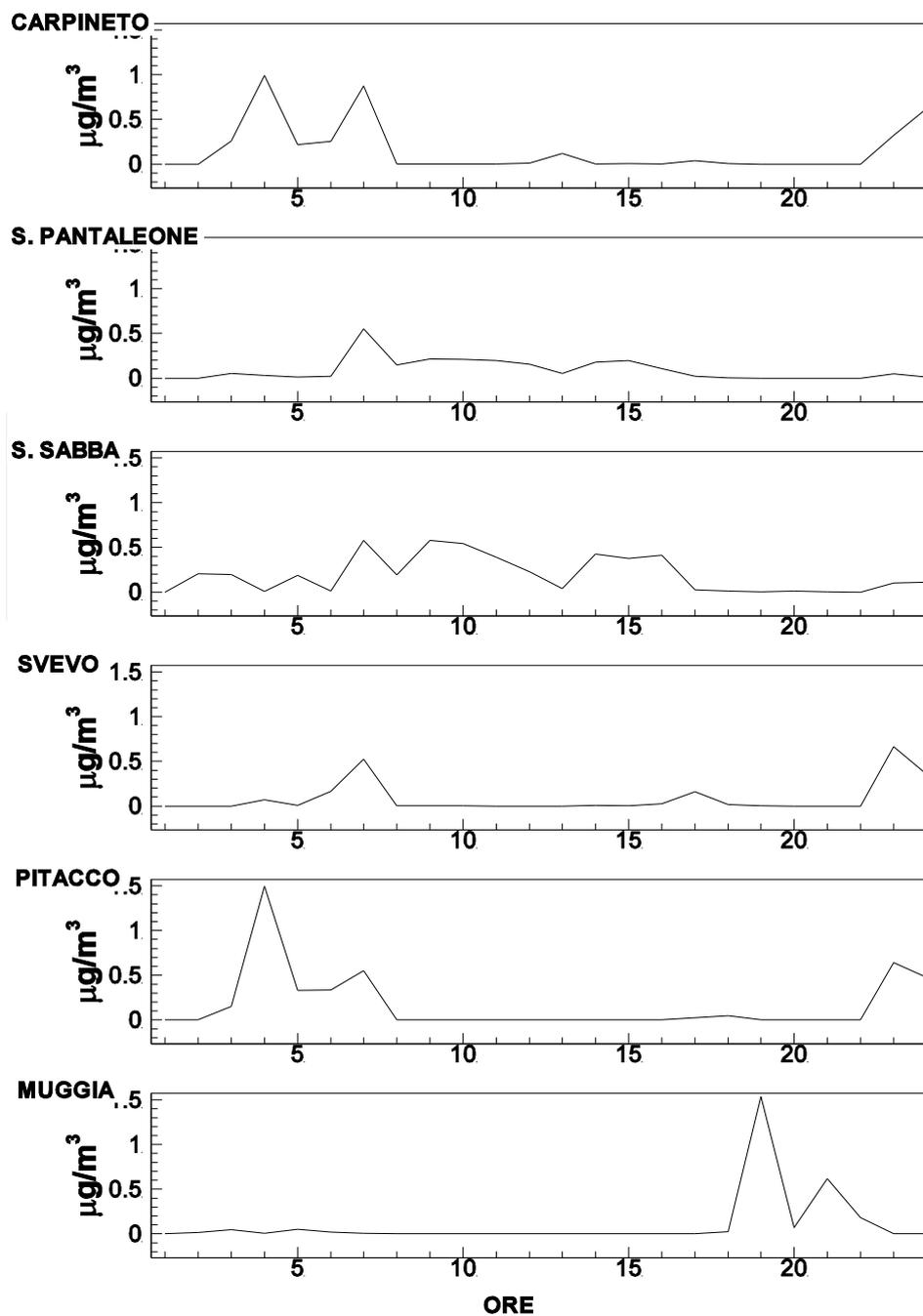


Figura 27: Andamento della concentrazione media oraria di PM10 calcolato durante la giornata del 23/07/2008 ai punti recettori. Scenario C short-term.

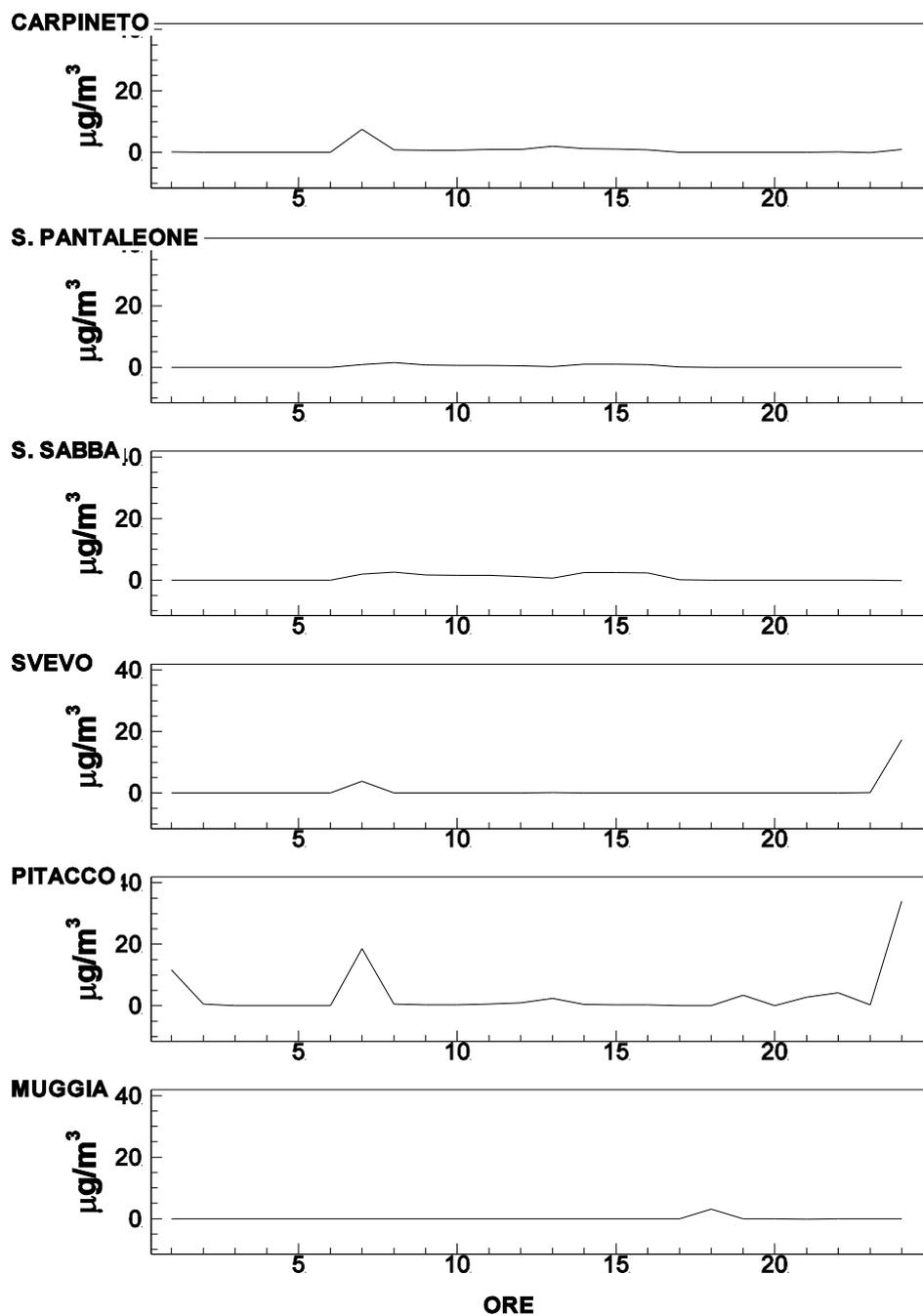


Figura 28: Differenza tra le concentrazioni medie orarie di PM₁₀ calcolate nello Scenario A short-term e nello Scenario C short-term ai punti recettori. Valori positivi indicano una riduzione delle concentrazioni nello Scenario C short-term.

6. ANALISI DELLO SCENARIO D

Nello Scenario D la situazione delle emissioni varia rispetto allo Scenario C, in quanto si considera operativo il sistema SCR (Riduzione Selettiva Catalitica) per la riduzione degli NO_x provenienti dal ciclo principale.

Tale sistema si avvale dell'uso di ammoniaca che va considerata come inquinante emesso aggiuntivo a fronte di una riduzione degli NO_x (si rimanda alla sezione 9 dell'Allegato 2 alla Relazione Conclusiva per una discussione più dettagliata sul funzionamento di tale sistema).

Le quantità di NO_x provenienti dal ciclo principale sono state ottenute da quelle considerate nello scenario long-term e divise per il numero di ore di progetto di funzionamento della Centrale in 1 anno (3,800 ore). Anche le altre portate emesse sono state dedotte dalle emissioni annue del corrispettivo Scenario D long-term considerando un periodo di funzionamento pari a 3,800 ore annue. Analogamente a quanto fatto per lo Scenario D long-term, per l'analisi di questo scenario saranno considerate solamente le concentrazioni di NO_2 e di NH_3 , in quanto la situazione risulta invariata per gli altri inquinanti rispetto allo Scenario C.

6.1 Biossido di azoto NO_2

E' stata analizzata, nella giornata presa in considerazione, la distribuzione dei valori massimi della concentrazione oraria di NO_2 (figura 29). La situazione appare simile a quella incontrata nel precedente Scenario C.

Anche guardando alle concentrazioni orarie ai 6 punti recettori riportate nella figura 30 e alle differenze di tali valori tra lo scenario C e D riportate in figura 31, si vede che i miglioramenti ottenuti dall'uso del metodo SCR sono minimi.

C'è da osservare però che, viste le condizioni di vento predominante dai quadranti occidentali, l' NO_2 emesso dalla Centrale arriva solo in maniera marginale ai recettori considerati che pertanto risultano meno significativi rispetto all'analisi delle distribuzioni spaziali.

Il valore massimo, nella giornata considerata, della concentrazione media oraria di NO_2 nello Scenario D, è pari a $116.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e si trova al punto di coordinate UTM (406.002 km, 5049.975 km).

MASSIMA CONCENTRAZIONE ORARIA DI NO₂ [μg/m³]
SCENARIO D SHORT-TERM

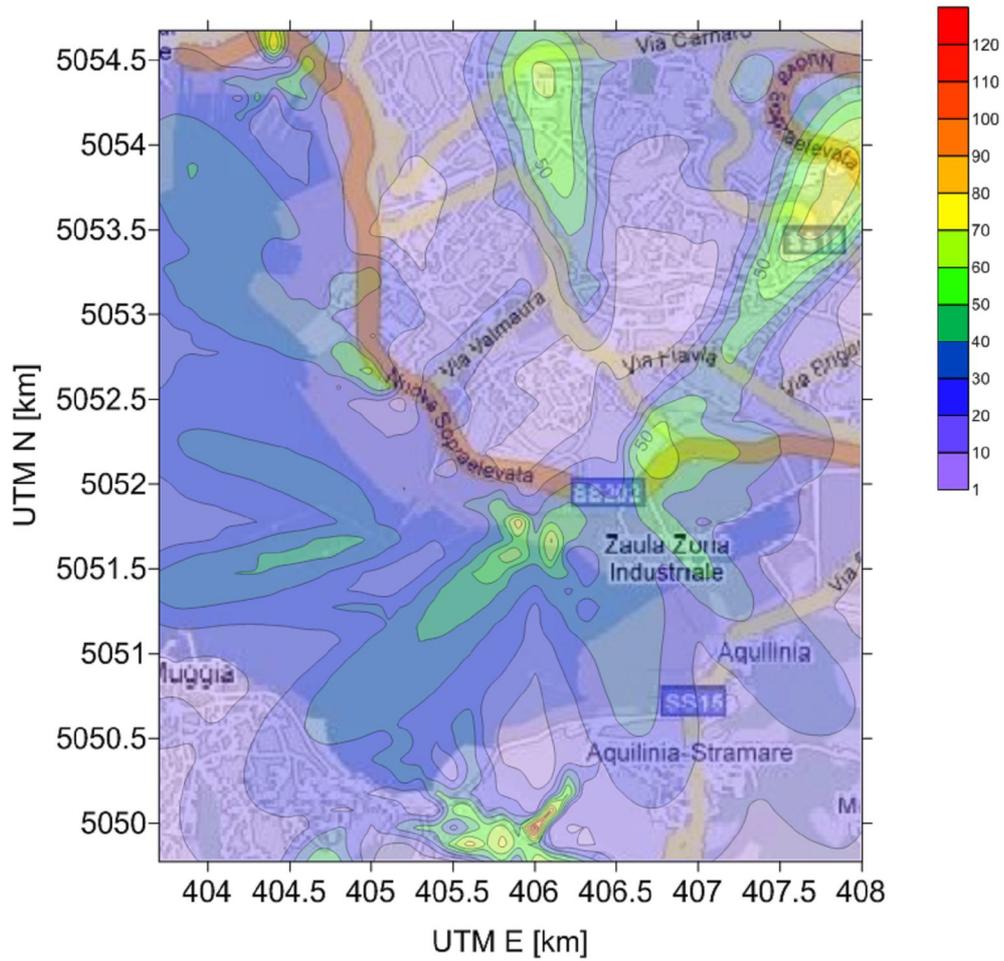


Figura 29: Distribuzione spaziale dei valori massimi di concentrazione medie orarie di NO₂ calcolate nella giornata del 23/07/2008. Scenario D short-term.

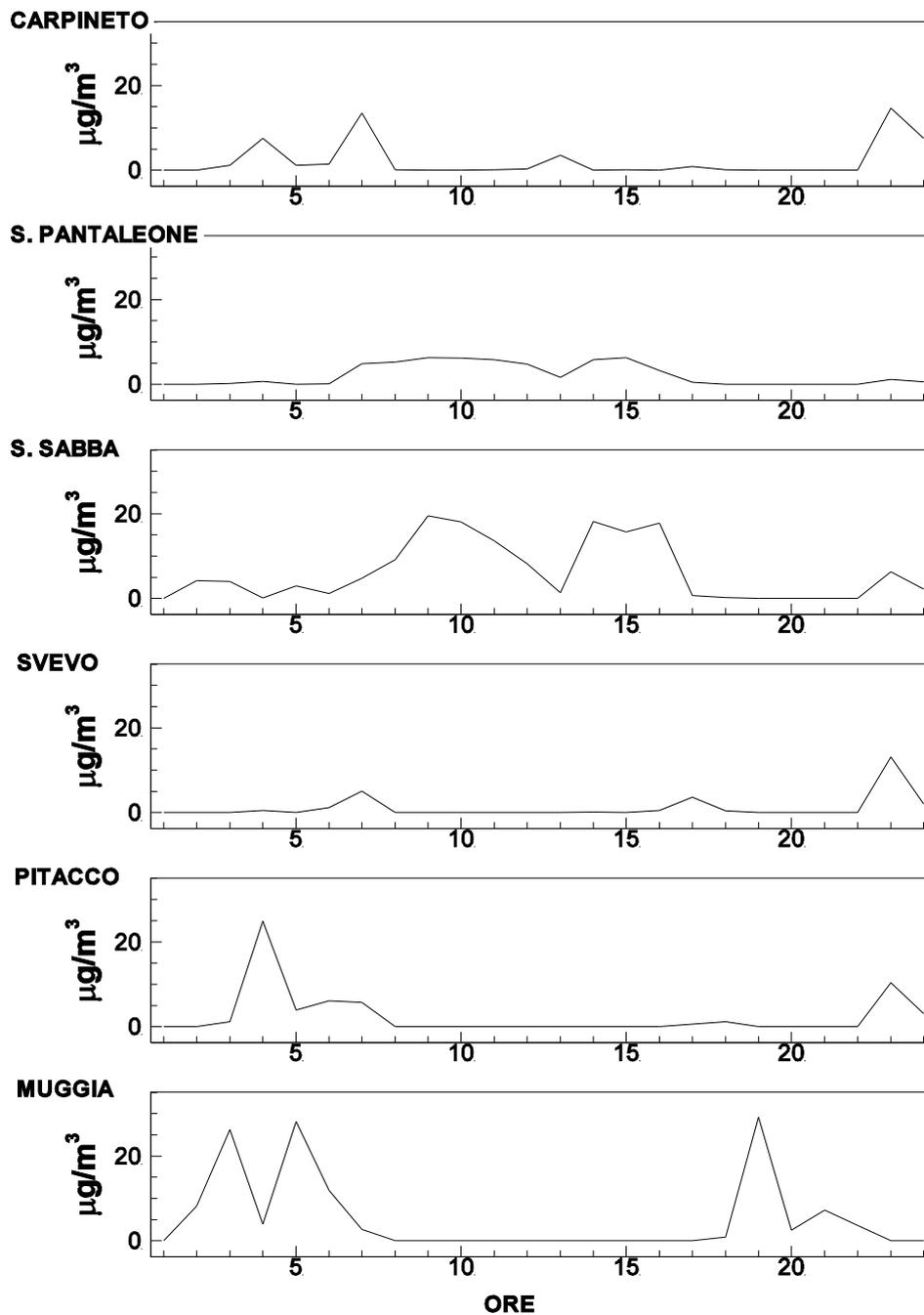


Figura 30: Andamento della concentrazione media oraria di NO₂ calcolato durante la giornata del 23/07/2008 ai punti recettori. Scenario D short-term.

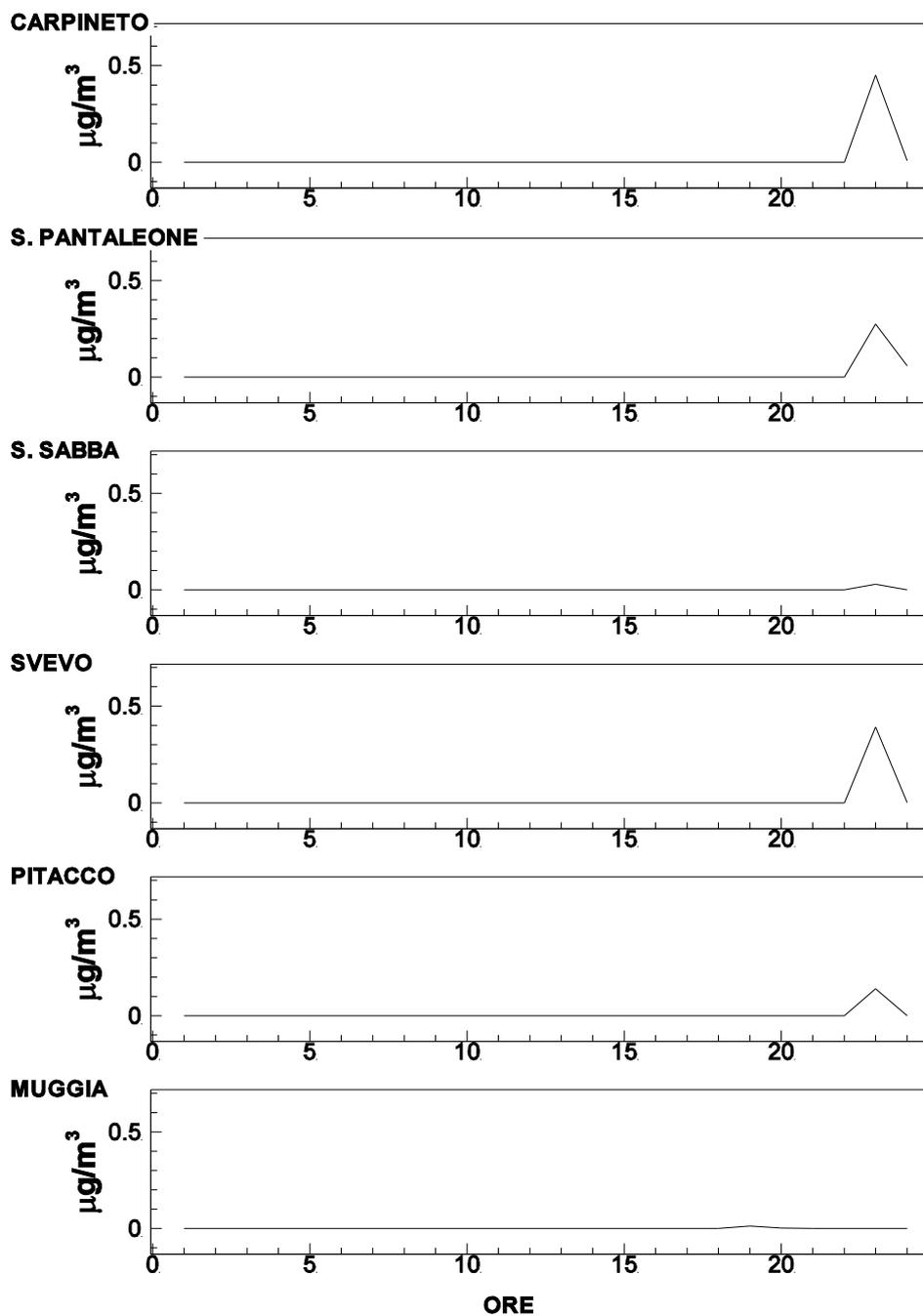


Figura 31: Differenza tra le concentrazioni medie orarie di NO₂ calcolate nello Scenario C short-term e nello Scenario D short-term ai punti recettori. Valori positivi indicano una riduzione delle concentrazioni nello Scenario D short-term.

6.2 Ammoniaca NH₃

Guardando alla distribuzione delle massime concentrazioni orarie della giornata considerata e riportate nella figura 32, si può vedere che esse presentano concentrazioni più elevate nelle due aree urbane poste rispettivamente a nord-est e nord ovest rispetto alla sorgente Italcementi. Un comportamento simile era stato già riscontrato nell'analisi della distribuzione degli NO₂ e degli SO₂,

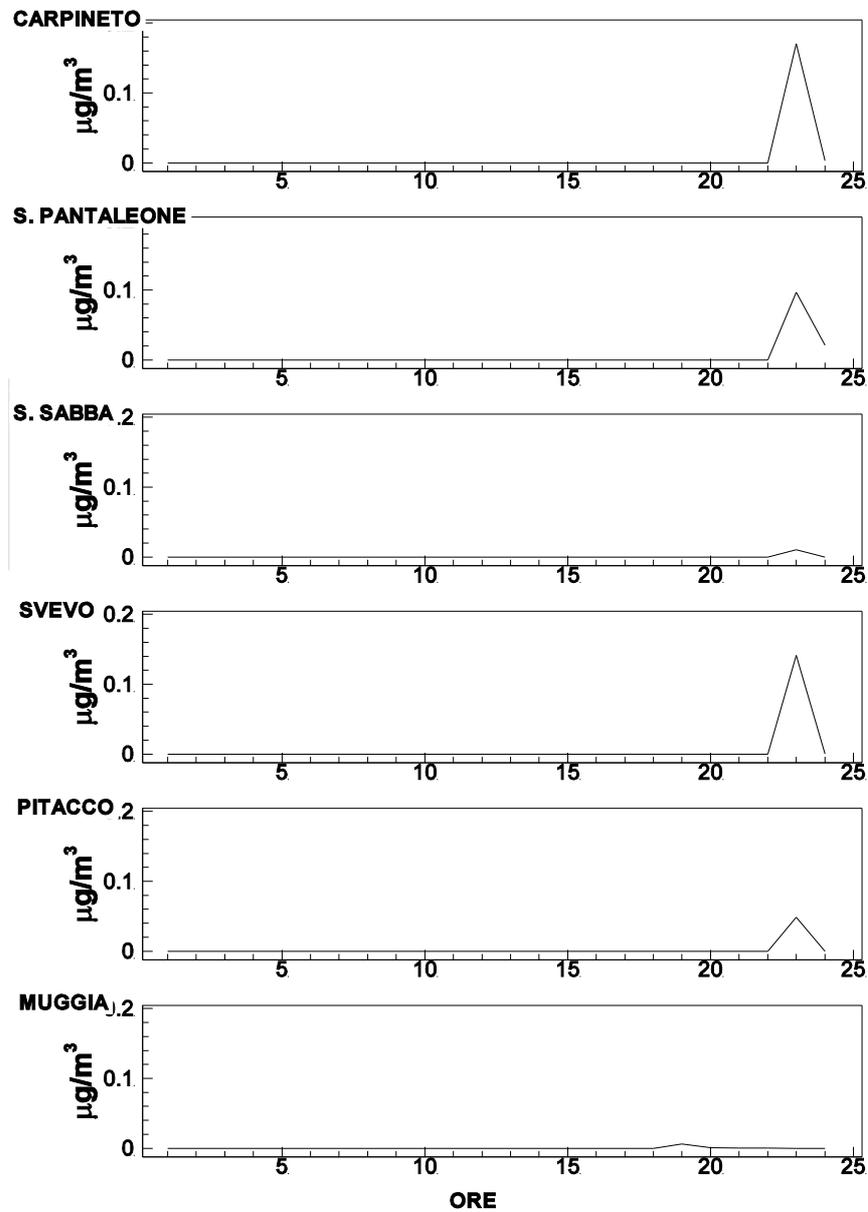


Figura 33: Andamento della concentrazione media oraria di ammoniaca calcolato durante la giornata del 23/07/2008 ai punti recettori. Scenario D short-term.

BIBLIOGRAFIA

[1] Medea Development per Gas Natural. Progetto: terminale di ricezione e rigassificazione Gas Natural liquefatto (GNL) Zaule (Ts). Studio di impatto ambientale (SIA). Numero documento 03246-E&E-R-0-001, Febbraio, 2006.

[2] Medea Development per Gas Natural. Progetto: terminale di ricezione e rigassificazione Gas Natural liquefatto (GNL) Zaule (Ts). Studio di impatto ambientale (SIA), integrazioni. Numero documento 03246-E&E-R-0-112, 11-12-2006 Rev 01.

[3] URS per Gas Natural, Terminale di Rigassificazione di GNL-Zaule-Piano di gestione dei malfunzionamenti, Revisione no 2, Marzo 2008.

Prof. Ing. Vincenzo Armenio

