



Consorzio per il coordinamento delle ricerche
inerenti al sistema lagunare di Venezia

Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia

Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512

Progetto **STUDIO B.6.72 B/12**

**ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI
DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE
BOCCHIE LAGUNARI**

Contratto CVN-CORILA n. 11808 UPE/MGA/cer

Documento **MACROATTIVITÀ: ARIA
SIMULAZIONI MODELLISTICHE
RAPPORTO FINALE**

Versione **1.0**

Emissione **1 Luglio 2017**

Redazione

Dott.ssa Elena Elvini

Redazione e Verifica

Dott. Franco Belosi
(CNR-ISAC)

Approvazione

Ing. Pierpaolo Campostrini

Indice

1 INTRODUZIONE.....	3
1.1 Oggetto delle simulazioni.....	3
1.2 Fasi di svolgimento dell'attività modellistica	3
1.3 Obiettivi delle simulazioni	4
2 DESCRIZIONE ATTIVITÀ SVOLTE	5
2.1 Strumenti modellistici e loro implementazione	5
2.1.1 <i>Caratterizzazione delle sorgenti emissive</i>	6
2.2 Emissioni da mezzi di cantiere	7
2.2.1 <i>Fattori di emissione - Mezzi di terra</i>	8
2.2.2 <i>Fattori di emissione - Mezzi acquei</i>	9
2.2.3 <i>Stima delle emissioni da mezzi di cantiere</i>	10
2.3 Emissioni da risollevarimento	15
2.4 Simulazioni eseguite e risultati.....	17
2.4.1 <i>Simulazioni per le emissioni dei mezzi di cantiere</i>	17
2.4.2 <i>Simulazioni per PM10 da risollevarimento</i>	17
3 ANALISI DEGLI OUTPUT	19
3.1 Bocca di porto di Lido.....	19
3.2 Bocca di porto di Malamocco.....	20
3.3 Bocca di porto di Chioggia	21
4 APPROFONDIMENTI	43
5 CONCLUSIONI.....	50
BIBLIOGRAFIA.....	52
APPENDICE 1: LIVELLI TECNOLOGICI PER MEZZI OFF-ROAD DIESEL	54
APPENDICE 2: EMISSIONI MENSILI 2016 MEZZI DI CANTIERE	55
6 APPENDICE 3: STIMA EMISSIONI ANNO 2015.....	59

1 INTRODUZIONE

1.1 Oggetto delle simulazioni

Nell'ambito delle attività di monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere del MOSE alle bocche lagunari (Studio B.6.72 B/12, periodo maggio 2016 - aprile 2017), ed in continuità con quanto svolto nel corso dei precedenti Studi B/7-B/11, viene effettuato uno studio modellistico per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria delle attività di costruzione del MOSE alle tre bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia relativamente all'anno 2016. Le simulazioni modellistiche hanno la finalità di fornire una mappatura spaziale dell'impatto delle attività di cantiere, indicando, in relazione alle condizioni meteorologiche e all'andamento delle lavorazioni, la probabilità che il contributo della sorgente indagata superi una determinata soglia presso i punti sensibili e quelli di massima ricaduta.

Le simulazioni modellistiche di dispersione in atmosfera degli inquinanti condotte nel presente studio hanno come oggetto le ricadute delle emissioni relative all'impiego di macchinari e mezzi sia di terra che di acqua, nonché causate dalla movimentazione e dal risollevarimento di materiale polverulento (risollevarimento meccanico per passaggio di mezzi di lavoro e risollevarimento eolico) nei cantieri di costruzione del MOSE alle tre bocche di porto.

1.2 Fasi di svolgimento dell'attività modellistica

Come definito nei rapporti delle precedenti annualità, l'attività modellistica si sviluppa nelle seguenti fasi:

- a. definizione degli obiettivi e degli strumenti modellistici idonei;
- b. definizione del dominio di indagine;
- c. predisposizione degli input meteorologici e geografici per l'area di indagine (dominio di calcolo);
- d. definizione delle sorgenti di emissione e loro georeferenziazione nel dominio di calcolo;
- e. stima dei ratei emissivi per ciascuna sorgente;
- f. simulazioni con la catena modellistica;
- g. analisi e interpretazione degli output.

Nel corso del presente Studio B.6.72 B/12 i campi tridimensionali meteorologici e bidimensionali geografici in input a CALPUFF sono forniti da ARPAV-Centro Meteorologico di Teolo (CMT) su un'area che contiene i domini di calcolo di CALPUFF relativi alle tre bocche di porto.

Il contenuto di questo periodo di attività riguarda:

- la stima delle emissioni per l'intero anno 2016 dovute alle attività di cantiere relativamente alle bocche di porto di Lido e Malamocco;
- le simulazioni modellistiche per l'anno 2016 relativamente a NO_x, NO₂ e PM10 per le bocche di porto di Lido e Malamocco;
- post-elaborazione su base annua degli output del modello per le simulazioni relative alle tre bocche di porto;
- analisi e interpretazione dei risultati per tutte e tre le bocche di porto.

1.3 Obiettivi delle simulazioni

Si ricordano gli obiettivi delle simulazioni descritti nel Disciplinare Tecnico (Studio B.6.72 B/12):

- simulazioni annuali di NO_x e NO₂ per ciascuna bocca di porto;
- approfondimenti per le situazioni meteorologiche/emissive critiche;
- simulazioni stagionali e annuali per ciascuna bocca di porto del particolato primario PM₁₀.

2 DESCRIZIONE ATTIVITÀ SVOLTE

2.1 Strumenti modellistici e loro implementazione

Le simulazioni previste sono condotte utilizzando il modello di dispersione non stazionario a puff CALPUFF (Scire *et al.*, 2001, v. 5.8), in catena col modello meteorologico diagnostico CALMET (Scire *et al.*, 2000, v. 5.8).

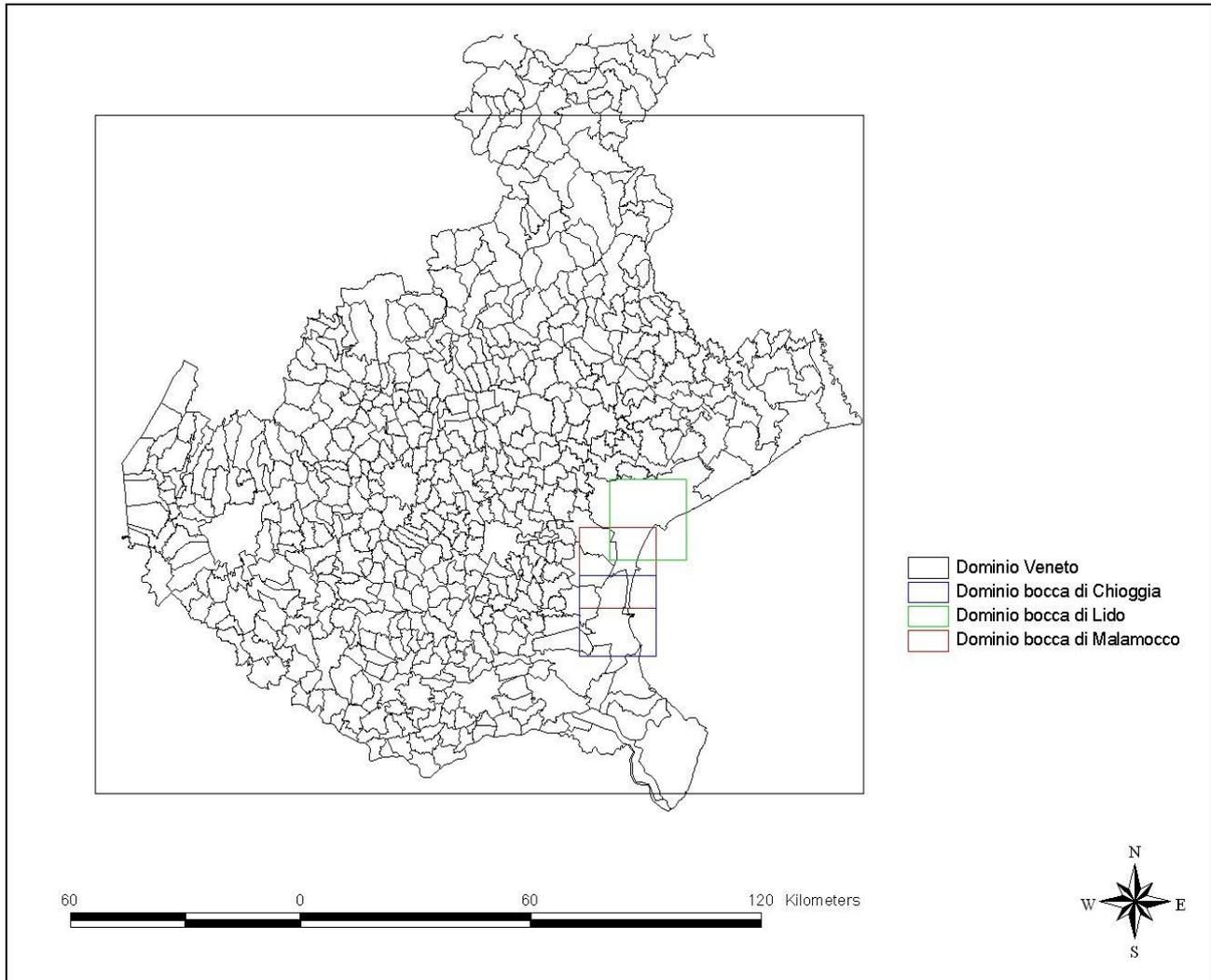


Figura 1. Dominio di calcolo regionale di CALMET e domini di calcolo di CALPUFF relativi alle tre bocche di porto.

L'input meteorologico tridimensionale per CALPUFF, calcolato tramite CALMET a partire dai dati meteorologici al suolo e in quota, è stato fornito dal CMT su un dominio di dimensione 28x44 km², sufficiente per contenere i domini di calcolo relativi alle tre bocche di porto, con griglia a risoluzione di 500 m, innestato su un dominio regionale, di 200x168 km², comprendente tutta la pianura veneta e una porzione della zona montana, con risoluzione di calcolo di 4x4 km², come illustrato in Figura 1. Verticalmente CALMET è implementato con 10 livelli verticali dalla superficie a 3000 m di altezza. I dati meteorologici relativi al primo livello verticale forniti in input a CALMET sono registrati presso 38 stazioni (con anemometro a 10 m in pianura e 5 m in zona montuosa), di cui 9 stazioni sinottiche dell'Aeronautica Militare e 28 stazioni della rete del Centro Meteorologico di Teolo; a questi si aggiungono i dati della stazione off-shore gestita dal Comune di

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Venezia e posizionata sulla piattaforma del CNR a largo della laguna di Venezia e i dati delle stazioni 5 e 23 gentilmente forniti dall'Ente Zona Industriale di Porto Marghera. Per quanto riguarda i livelli verticali superiori, i dati in input a CALMET sono relativi a 3 radiosondaggi (Milano-Linate, Udine-Campoformido e Bologna-San Pietro Capofiume).

Le concentrazioni di inquinanti sono state stimate tramite il modello CALPUFF su tre domini di 20x20 km², centrati sulle tre bocche di porto, con risoluzione pari a 250x250 m².

Per la descrizione più dettagliata degli strumenti modellistici e della loro implementazione si rimanda ai rapporti presentati nel corso dello Studio B.6.72 B/7.

2.1.1 Caratterizzazione delle sorgenti emissive

CALPUFF prevede la possibilità di implementare diverse tipologie di sorgenti emissive (puntuali, lineari, areali, volumetriche), consentendo di scegliere il modo più adeguato al caso in esame per caratterizzare l'input emissivo al modello.

Per le aree dei cantieri del MOSE si sono raggruppate le fonti inquinanti in due categorie: emissioni da combustione (NO_x e PM₁₀) dai mezzi a motore sia terrestri che acquei che operano nei cantieri, e risollevarimento di polveri sottili nelle aree interessate dai cantieri, dovute sia al passaggio di mezzi durante le attività di cantiere, sia all'azione erosiva del vento su superfici di terreno non pavimentato.

Le emissioni da combustione da mezzi terrestri e navali sono introdotte nel modello come sorgenti volumetriche, combinando in un'unica sorgente virtuale le singole sorgenti distribuite in area di cantiere. Per ogni bocca di porto è stata assegnata una sorgente volumetrica per ciascuna zona di cantiere (su terra o su mare), secondo gli stessi raggruppamenti con cui sono forniti i dati relativi all'impiego dei mezzi nei cantieri.

Le emissioni di polveri da risollevarimento sono parametrizzate come sorgenti areali, utilizzate per modellizzare emissioni diffuse a livello del suolo senza spinta verticale, e collocate presso le aree di cantiere a terra.

La collocazione e dimensione delle sorgenti areali e volumetriche, Figura 2, sono state ricavate dalle mappe progettuali fornite dai cantieri. I ratei emissivi associati alle sorgenti così caratterizzate sono discussi nei prossimi paragrafi.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

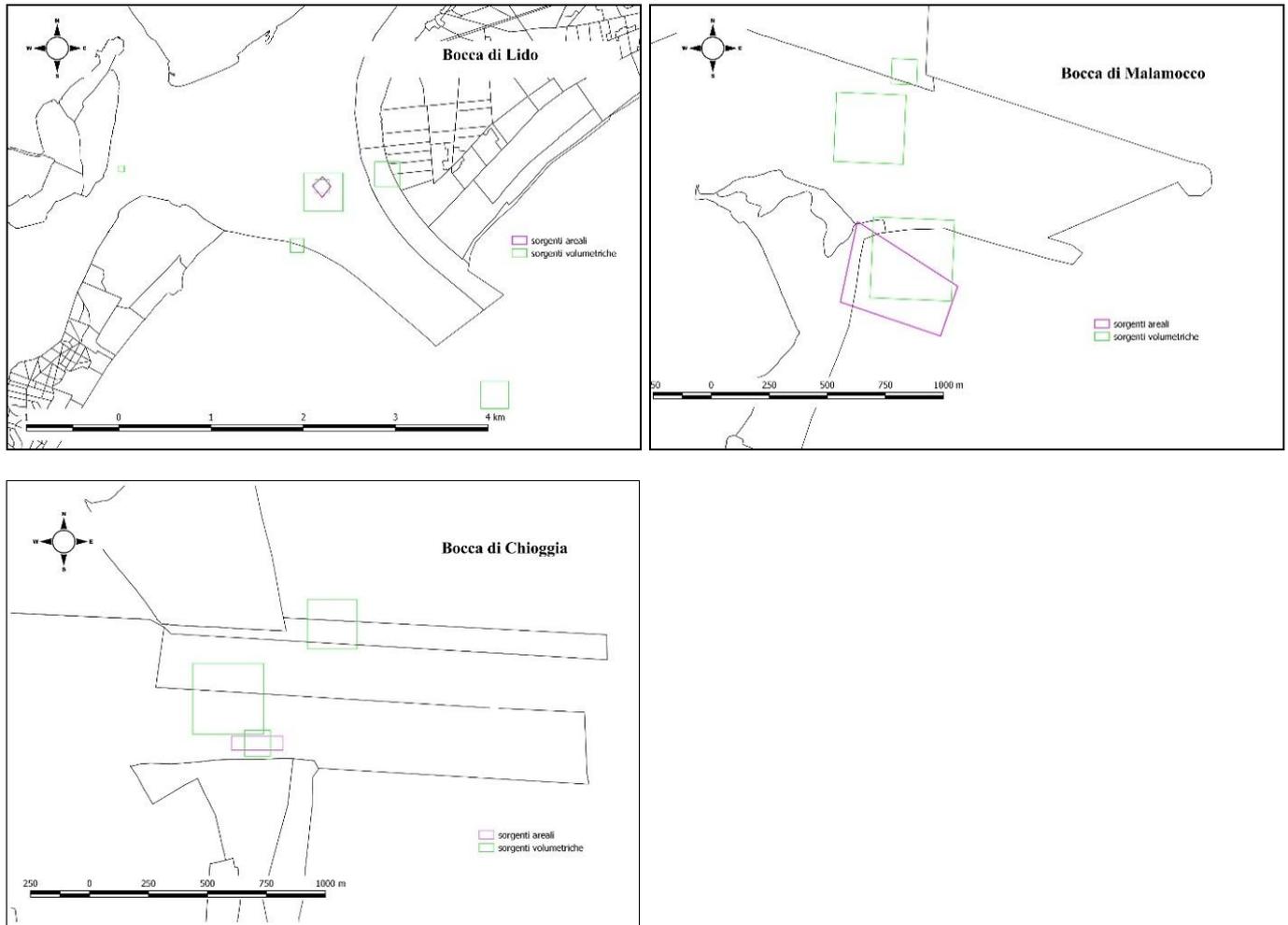


Figura 2. Collocazione presso le tre bocche di porto delle sorgenti areali e volumetriche per gli input emissivi a CALPUFF.

2.2 Emissioni da mezzi di cantiere

Per la stima delle emissioni legate alle attività dei cantieri, secondo quanto previsto nel Disciplinare Tecnico, Consorzio Venezia Nuova ha fornito i dati relativi ai mezzi impiegati in ciascun cantiere, suddivisi per zone di lavoro e mesi, in termini di numero di mezzi per numero di giorni e percentuali di utilizzo, secondo le seguenti tipologie:

Mezzi di terra	Mezzi acquei
dumper, camion	motopontoni
escavatori, miniescavatori	pontoni, chiatte
betoniere	motopontoni con escavatore o gru
carrelli elevatori, merli	pontoni con escavatore o gru
autogru, gru cingolata, gru 50t	motonavi, motobarche
terne, ruspe, pale, rulli, pompe carrate	draghe
mezzi speciali (gru telescopica ...)	spintori, rimorchiatori
altri mezzi (gru a torre, vibratore)	motopontoni con escavatore o gru
	pontoni con escavatore o gru

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Già dallo Studio B.6.72 B/7 è disponibile l'informazione sulla potenza media per ciascuna tipologia di mezzi. Come da indicazioni fornite dalla Direzione Lavori, si è assunto inoltre che tutti i mezzi sia acquei che di terra siano dotati di motore diesel.

Per ciascun mese è stato chiesto di quantificare il numero tipico di ore lavorative in un giorno e di precisare i giorni in cui non si sono svolte attività nei cantieri.

2.2.1 Fattori di emissione - Mezzi di terra

Le informazioni fornite sono state utilizzate per applicare il livello Tier 3 (di maggior dettaglio, applicabile a scala locale) della metodologia di stima ufficiale europea CORINAIR, presentata nel Guidebook 2009 alla sezione 1.A.4 Other mobile (update June 2010).

Secondo tale metodologia la stima delle emissioni viene effettuata secondo la seguente formula:

$$E = N \times \text{HRS} \times \text{HP} \times \text{LF} \times \text{EF}$$

dove:

E = emissione per l'intero periodo considerato [g]

N = numero mezzi

HRS = durata di lavoro nel periodo considerato [h]

HP = potenza nominale media [kW]

LF = fattore di carico del motore

EF = fattore di emissione medio [g/kWh]

Per i mezzi off-road utilizzati in ambito civile-industriale, la metodologia CORINAIR differenzia i fattori di emissione per potenza nominale del mezzo e per tecnologia di trattamento dei gas di scarico, suddividendoli essenzialmente in mezzi non catalizzati (uncontrolled), in mezzi con tecnologia Stage I, II o IIIA.

In assenza di dati precisi relativi al parco mezzi utilizzati nei tre cantieri delle opere del MOSE, è stata effettuata una ricostruzione della distribuzione dei mezzi per età e livello tecnologico, incrociando le informazioni relative alla ripartizione dell'uso di combustibile per età del veicolo e tecnologia ricavate dalle tabelle 3-3 e 3-7 del Guidebook stesso (a cui si rimanda per ulteriori approfondimenti). Tale operazione ha permesso di calcolare un fattore di emissione, per range di potenza del mezzo, pesato su una "flotta-tipo" di mezzi diesel mediamente utilizzati in ambito civile-industriale a livello europeo.

A scopo cautelativo comunque, oltre al "fattore pesato", che in pratica ricostruisce una flotta con preponderanza di mezzi di categoria tra Stage I e Stage II, le stime emissive sono state condotte anche considerando il parco mezzi attivo nei cantieri come interamente costituito da mezzi "uncontrolled".

In Tabella 1 sono riassunti i fattori di emissione utilizzati per NOx e PM, quest'ultimo considerato come completamente costituito da PM10.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 1. Fattori di emissione [g/kWh] utilizzati per i mezzi di terra.

		Power range (kW)							
<i>pollutant</i>	EF	0-20	20-37	37-75	75-130	130-300	300-560	560-1000	> 1000
NO _x	<i>composite</i>	14.4	9.8	8.1	7.6	7.6	7.6	14.4	14.4
	<i>uncontrolled</i>	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
PM	<i>composite</i>	2.6	1.3	0.8	0.6	0.5	0.5	1.3	1.3
	<i>uncontrolled</i>	2.6	2.1	1.8	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3

Per quanto riguarda infine i fattori di carico (load factor) si è deciso di riferirsi alla documentazione corredata all'inventario US-EPA AP42 (Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling, EPA420-P-02-014, 2002), che rappresenta la fonte della metodologia europea per i mezzi off road (Tabella 2). Questi fattori rappresentano il rapporto medio tra potenza effettivamente assorbita durante le operazioni di lavoro e la potenza nominale del mezzo impiegato.

Tabella 2. Fattori di carico per i mezzi off-road.

Mezzi di terra	LF
dumper, camion	0.21
escavatori, miniescavatori	0.59
betoniere	0.43
carrelli elevatori, merli	0.59
autogru, gru cingolata, gru 50t	0.43
terne, ruspe, pale, rulli, pompe carrate	0.59
mezzi speciali (gru telescopica ...)	0.43
altri mezzi (gru a torre, vibratore)	0.43

2.2.2 Fattori di emissione - Mezzi acquei

Per i mezzi acquei si è applicata la metodologia presentata nella sezione 1.A.3.d - Navigation (international navigation, national navigation, national fishing) del Guidebook 2009, sempre per il livello di dettaglio maggiore (Tier 3).

L'equazione per la stima delle emissioni è sostanzialmente analoga al caso precedente: la stima si ottiene moltiplicando i fattori di emissione per la potenza nominale, per le ore di funzionamento e per il fattore di carico del motore. In questo caso però la metodologia di dettaglio differenzia fattori di emissione e di carico per le diverse fasi di attività (crociera, stazionamento e manovra); il calcolo dell'emissione totale è ottenuto come sommatoria di questi tre contributi.

$$E_{trip} = E_{cruise} + E_{manoeuvring} + E_{hotelling}$$

Inoltre la metodologia differenzia i fattori di carico per motore principale e ausiliario.

Nel caso specifico delle emissioni da mezzi acquei di cantiere si è ritenuto di trascurare la fase di crociera (che in pratica è consistita nel raggiungimento delle zone di lavoro) e di stazionamento, e di considerare tutta l'attività svolta come fase di manovra. Inoltre, data la stazza ridotta delle imbarcazioni, non è stato possibile differenziare tra motore principale e ausiliario, e si è quindi utilizzato cautelativamente il fattore di carico di 0.5¹.

¹ Il Guidebook prevederebbe in fase di manovra fattore di carico 0.2 per il motore principale e 0.5 per i motori ausiliari.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

A partire da questa considerazione ed in riferimento alle indicazioni ottenute dalla Direzione Lavori relative all'utilizzo praticamente esclusivo del combustibile MDO (marine diesel oil), i fattori di emissione utilizzati nella presente stima sono quelli riportati nella successiva Tabella 3, estratti dalla tabella 3-10 (Tier Emission Factors for NO_x, NMVOC, PM and Specific Fuel Consumption for different engine types/fuel combinations and vessel trip phases cruising, hotelling, manoeuvring in g/kWh) del Guidebook 2009².

Tabella 3. Fattori di emissione utilizzati per i mezzi acquei.

Pollutant	Emission Factor [g/kWh]
NO _x	10.2
PM	0.9

2.2.3 Stima delle emissioni da mezzi di cantiere

A partire dallo Studio B.6.72 B/8 i cantieri hanno fornito, oltre ai dati relativi al numero di mezzi impiegati per numero di giorni e percentuali di utilizzo, per ciascun mese dell'anno e per ciascuna tipologia di mezzi, anche i dati relativi all'orario lavorativo giornaliero (riportati in Tabella 4).

Tabella 4. Orario lavorativo giornaliero indicato dai cantieri per l'anno 2016.

Bocca di Porto	Cantiere o Ditta	Ore lavorative al giorno	Orario lavorativo
Lido	S. Nicolò	8	8:00-12:00 - 3:00-17:00
	Treporti	8	7:30-12:00 - 13:00-16:30 ⁽¹⁾
	Teleguidata	7	9:00-12:00 - 13:00-17:00
Malamocco	Mantovani	8	7:30-12:00 - 13:00-16:30 ⁽¹⁾
	GLF	8	7:00-12:00 - 13:00-16:00
Chioggia	Clodia	8	7:00-12:00 - 13:00-16:00
	Mantovani	8	7:30-12:00 - 13:00-16:30 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Per le simulazioni è stato utilizzato l'orario 7:00-12:00 - 13:00-16:00, dal momento che la risoluzione temporale dei dati emissivi in input al modello è pari all'ora intera.

L'ammontare mensile delle emissioni dei mezzi di cantiere per zona di lavoro per ciascun inquinante è stato stimato utilizzando i dati mensili, forniti dai cantieri, e i fattori di emissione descritti nei paragrafi 2.2.1 e 2.2.2. Le stime risultanti sono riportate in Appendice da Tabella A2 a Tabella A5. Per i mezzi di terra sono stati usati fattori di emissione ricavati per un parco-mezzi con una parziale presenza di mezzi catalitici, così come descritti dalla tipologia *composite*. Gli andamenti annuali delle emissioni mensili di NO_x e PM10 sono rappresentati rispettivamente in Figura 3 e Figura 4. Come si nota dai grafici, nel sito di Malamocco il livello di attività di cantiere si è mantenuto abbastanza costante nel corso dell'anno, a Lido si rileva un'intensificazione delle lavorazioni nel periodo che va da giugno a ottobre (agosto escluso), mentre a Chioggia l'attività cantieristica risulta di entità maggiore per tutto l'anno, e in particolare nel periodo primaverile-estivo.

² Il Guidebook differenzia ulteriormente i fattori di emissione in "high, medium e slow speed engine". Di queste tre categorie, considerando che i motori diesel a bassa velocità sono tipicamente utilizzati nelle grandi navi, si è deciso di scegliere i fattori di emissione della categoria intermedia, medium speed diesel.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

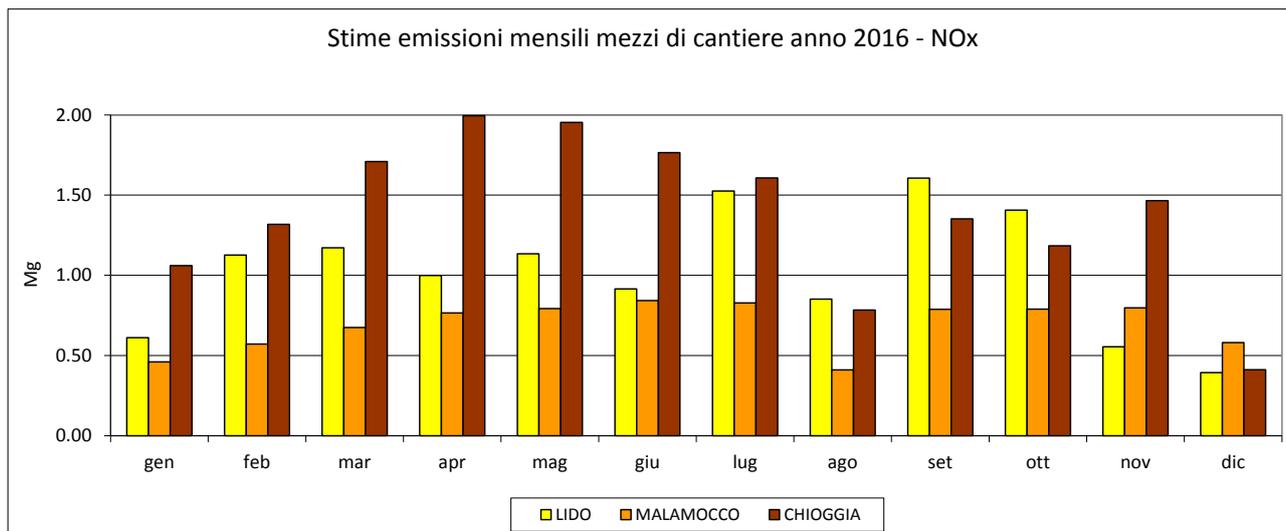


Figura 3. Emissioni di NOx dei mezzi di cantiere (*composite*) stimate per mese e per bocca di porto [Mg] - anno 2016.

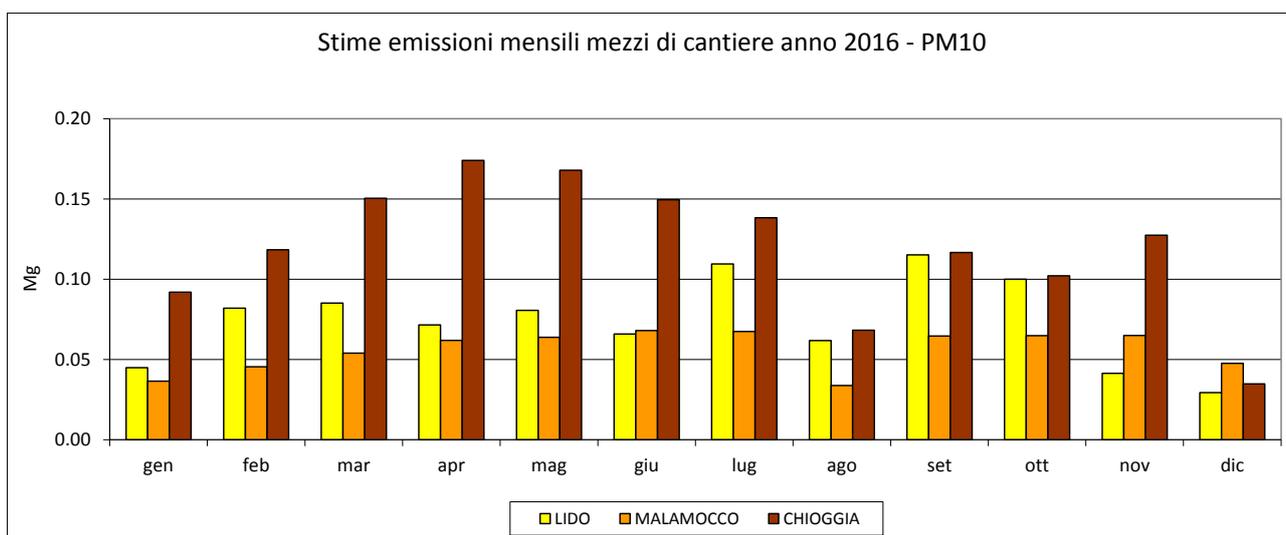


Figura 4. Emissioni di PM10 dei mezzi di cantiere (*composite*) stimate per mese e per bocca di porto [Mg] - anno 2016.

In Tabella 5 sono riportate, per le tre bocche di porto, le stime emissive di NOx e PM10 dei mezzi di cantiere, suddivisi tra mezzi di terra e mezzi acquei, per l'intero anno 2016, periodo per il quale sono state eseguite le simulazioni con il modello di dispersione. Per il PM10 sono riportate in Tabella 6 anche le stime emissive relative alle frazioni di anno, trimestri e quadrimestri, su cui vengono analizzati i risultati modellistici.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 5. Stima emissioni di NOx e PM10 dei mezzi di cantiere (*composite*) per l'intero anno 2016 [Mg].

Bocca di Porto	Tipo	NOx	PM10
Lido	Mezzi di terra	8.5	0.57
	Mezzi acquei	3.8	0.31
	Totale	12.3	0.89
Malamocco	Mezzi di terra	4.0	0.28
	Mezzi acquei	4.3	0.39
	Totale	8.3	0.67
Chioggia	Mezzi di terra	5.9	0.45
	Mezzi acquei	10.7	0.99
	Totale	16.6	1.44

Tabella 6 Stima emissioni di PM10 dei mezzi di cantiere (*composite*) per frazioni di anno 2016 (trimestri e quadrimestri) [Mg].

Bocca di Porto	Tipo	1° quadrim. 2016	2° quadrim. 2016	3° quadrim. 2016	1° trim. 2016	2° trim. 2016	3° trim. 2016	4° trim. 2016
Lido	mezzi di terra	0.18	0.21	0.18	0.13	0.15	0.19	0.11
	mezzi acquei	0.11	0.11	0.10	0.09	0.06	0.10	0.06
	totale	0.28	0.32	0.29	0.21	0.22	0.29	0.17
Malamocco	mezzi di terra	0.09	0.10	0.10	0.06	0.08	0.06	0.07
	mezzi acquei	0.11	0.14	0.15	0.07	0.11	0.10	0.11
	totale	0.20	0.23	0.24	0.14	0.19	0.17	0.18
Chioggia	mezzi di terra	0.14	0.18	0.13	0.09	0.16	0.11	0.09
	mezzi acquei	0.40	0.34	0.25	0.27	0.33	0.21	0.18
	totale	0.54	0.52	0.38	0.36	0.49	0.32	0.27

Alla bocca di porto di Lido si ha una prevalenza, pari al 69% del totale per NOx e al 65% per PM10, dei contributi emissivi relativi ai mezzi di terra rispetto ai mezzi acquei. L'ammontare totale di emissioni di NOx e di PM10 stimate per il 2016 è diminuito del 20% e del 30% rispettivamente rispetto al 2015 (si veda la Tabella A6 in Appendice, che riprende i dati discussi nel Rapporto Finale dello Studio B.6.72 B/11).

Alla bocca di porto di Malamocco si riscontra un aumento dell'attività cantieristica (+87% e +100% rispetto al 2015 per NOx e PM10 rispettivamente), pur risultando, fra le tre, la località con le emissioni inferiori. L'incremento è a carico soprattutto del settore acqueo, i cui mezzi contribuiscono alle emissioni per poco più della metà (52% del totale per NOx, 58% per PM10).

Alla bocca di porto di Chioggia, nel 2016 i valori stimati per le emissioni di NOx e PM10 dovute alla combustione nei mezzi di cantiere sono diminuite rispettivamente del 18% e 16% rispetto ai corrispondenti valori relativi all'anno 2015. Per entrambi gli inquinanti prevale il contributo dei mezzi acquei, pari al 65% e al 68% del totale rispettivamente, distribuzione che non si discosta da quella dell'anno precedente.

La ripartizione delle emissioni tra mezzi di terra e mezzi acquei nelle tre bocche di porto è esemplificata nei grafici di Figura 5 e Figura 6. Inoltre, nei grafici di Figura 7 e Figura 8 sono dettagliati i contributi alle emissioni di NOx e PM10 per ciascuna tipologia di mezzi di cantiere, distinti tra mezzi terrestri e mezzi acquei.

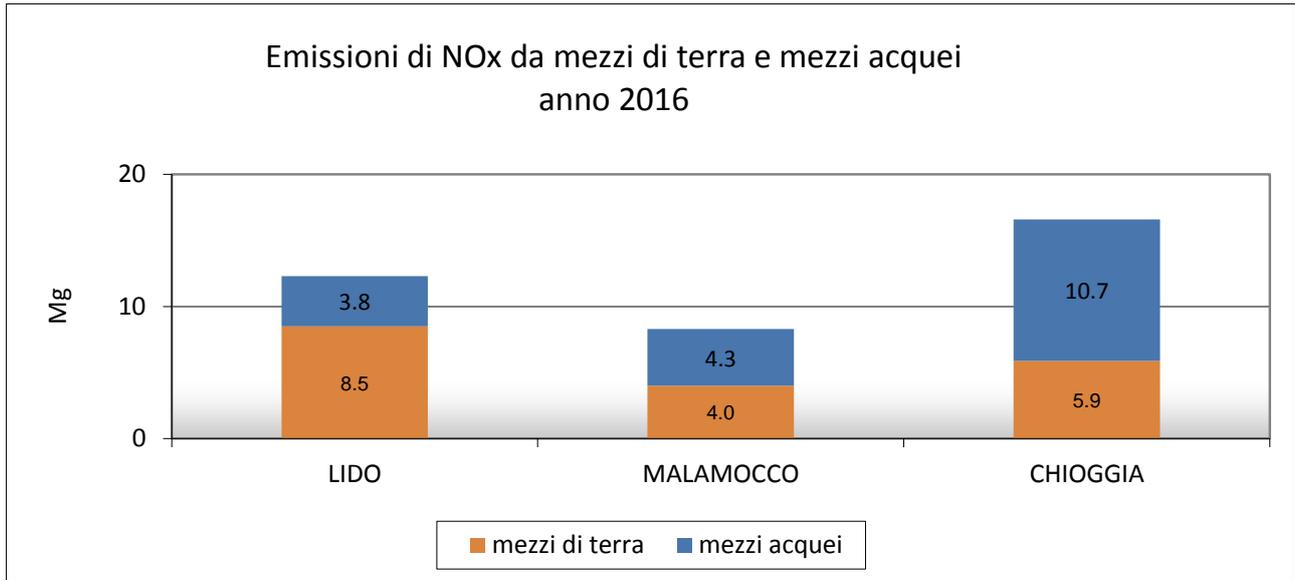


Figura 5. Contributo dei mezzi di terra e dei mezzi acquei alle emissioni di NOx dei mezzi di cantiere stimate per l'anno 2016 [Mg].

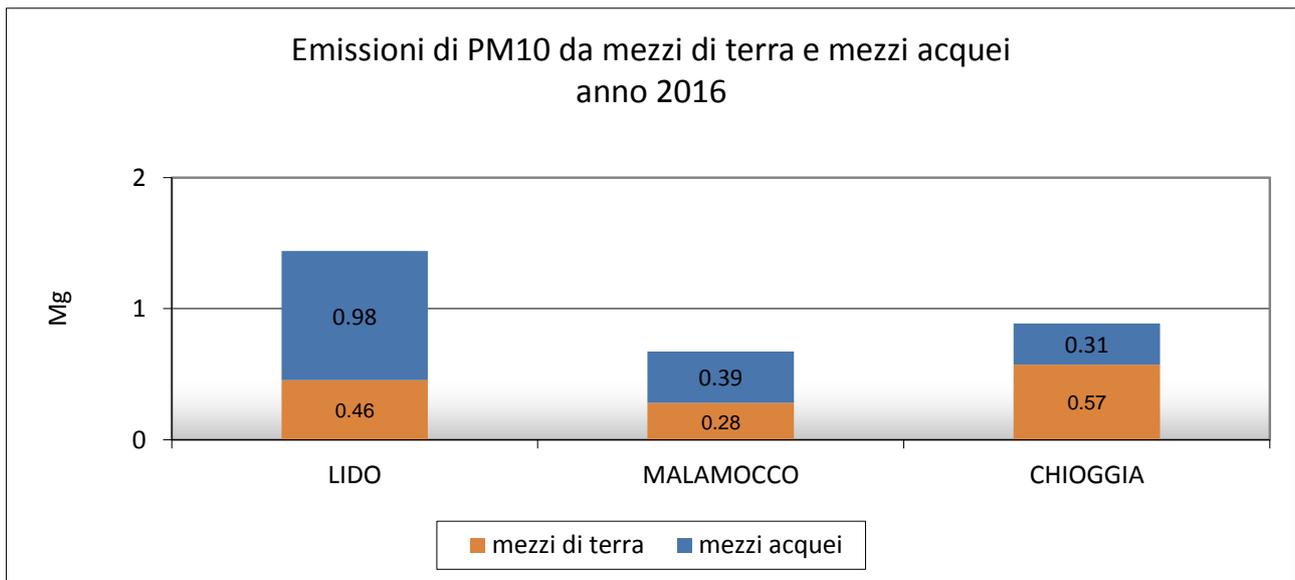


Figura 6. Contributo dei mezzi di terra e dei mezzi acquei alle emissioni di PM10 dei mezzi di cantiere stimate per l'anno 2016 [Mg].

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

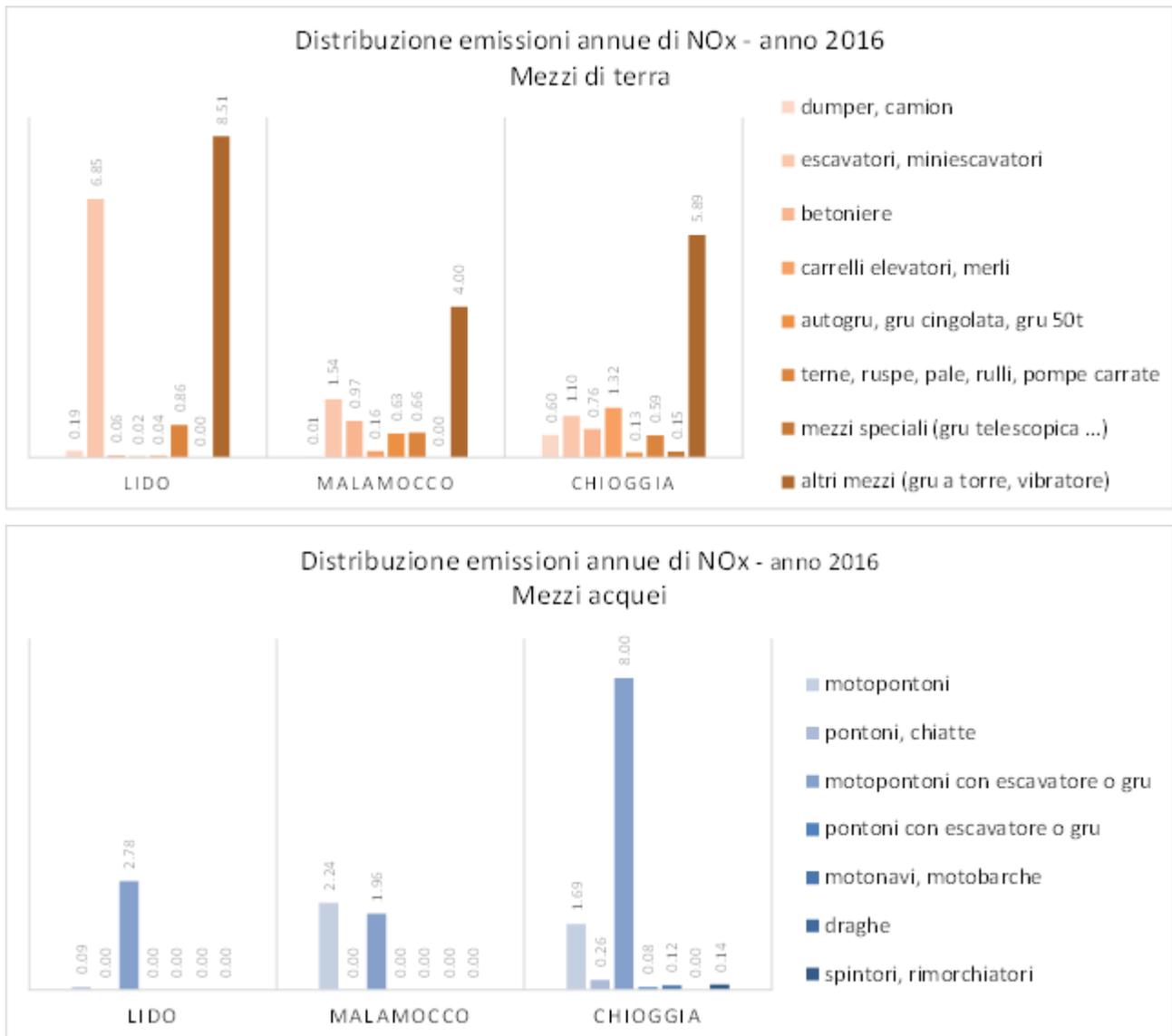


Figura 7. Stima emissioni annue di NOx [Mg] per ciascuna tipologia di mezzi di cantiere, distinti tra mezzi terrestri e mezzi acquei.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

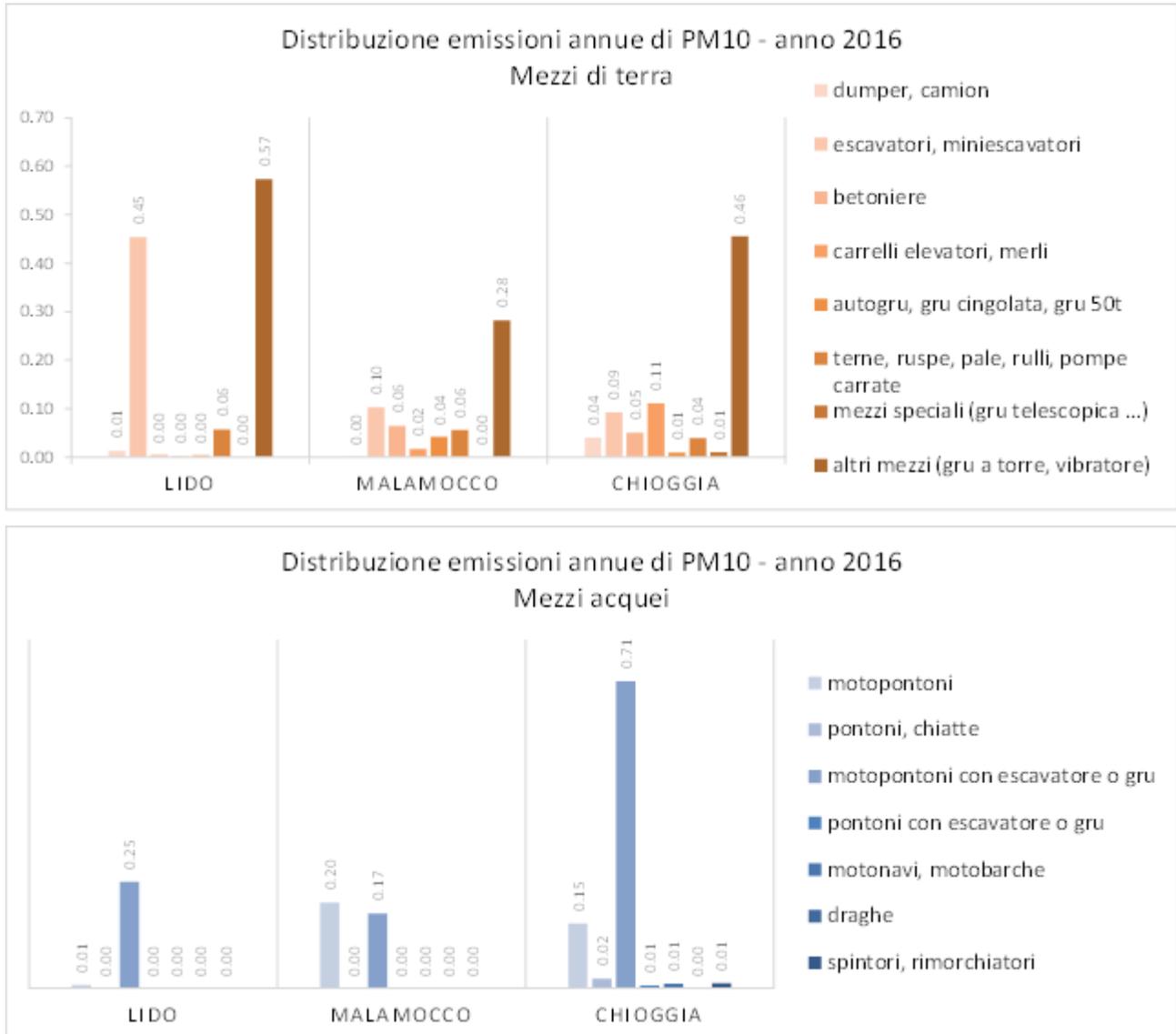


Figura 8. Stima emissioni annue di PM10 [Mg] per ciascuna tipologia di mezzi di cantiere, distinti tra mezzi terrestri e mezzi acquei.

2.3 Emissioni da risolleamento

La stima delle polveri da risolleamento, sia eolico che dovuto alle attività di cantiere, che possono essere fonti di polverosità è stata effettuata applicando il metodo speditivo proposto nell'inventario US-EPA AP42 per "Heavy construction operations". I risultati dell'applicazione di tale approccio sintetico, presentati nei precedenti rapporti, sono riportati per la bocca di porto di Chioggia in Tabella 8, suddivisi per risolleamento eolico e da cantiere.

Per stimare l'impatto delle attività di cantiere sul risolleamento di polveri è stato applicato un fattore di emissione "bulk", ossia di insieme, pari a 0.11 tonn/(acro-mese), secondo quanto proposto dall'Agenzia di Protezione dell'Ambiente dello Stato della California (www.arb.ca.gov/ei/areasrc/fullpdf/full7-7.pdf), che tiene in considerazione un'attività cantieristica di 8 ore al giorno.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Per quanto riguarda il risollevarimento eolico si è utilizzato il fattore di emissione di 0.85 tonn/(ha-anno)³, pari a 2.695x10⁻⁶ g/(m²·s), definito per “exposed areas” in assenza di copertura vegetale.

A partire dall’anno di monitoraggio 2012, il fattore di emissione relativo al risollevarimento eolico è stato applicato solo in orario notturno, mentre in orario diurno è stato ridotto del 50% per tener conto dell’effetto di mitigazione indotto da un adeguato trattamento di bagnatura del terreno, come peraltro prescritto dal SIA in avvio di lavori.

In seguito alle variazioni intervenute nel corso del 2014, già illustrate nel Rapporto Finale dello Studio B.6.72 B/10 (PROVV.OO.PP.-CORILA, 2015) (riduzione della superficie sterrata dell’isola artificiale per il procedere dei lavori di costruzione degli edifici tecnici alla bocca di porto di Lido; riduzione delle attività nella zona di costruzione dei cassoni e pavimentazione dell’area adiacente alla conca di navigazione alla bocca di porto di Malamocco; allagamento della tura e riduzione dell’area sterrata alla spalla sud per il progredire della costruzione degli edifici tecnici alla bocca di porto di Chioggia), per il 2016 vengono confermate le stesse zone, riportate in Tabella 7, in cui è da ritenere significativa la produzione di polveri per risollevarimento. Ciascuna di tali zone viene introdotta nel modello come sorgente areale e le relative stime delle emissioni di PM10 da risollevarimento sono effettuate sulla base dei parametri riportati nella medesima Tabella 7. I fattori di emissione riportati in tale tabella risultano dal prodotto dei fattori di emissione “bulk” discussi in precedenza in questo paragrafo per i fattori di riduzione applicati (frazione sterrata dell’area in esame, mitigazione per bagnatura del terreno).

Tabella 7. Sorgenti areali e fattori di emissione per la simulazione del risollevarimento di polveri.

Bocca di Porto e aree di lavorazione	Superficie (m²)	Frazione sterrata	EF diurno (dalle 8 alle 16) [g/(m²·s)]	EF notturno [g/(m²·s)]
Lido poligono isola	22352	50%	1.6E-05	6.7E-07
Malamocco poligono SUD spalla sud	137268	10%	3.1E-06	1.3E-07
Chioggia poligono spalla sud	13080	25%	7.9E-06	3.4E-07

Tabella 8. Stima emissioni di PM10 [Mg] per risollevarimento per l’anno 2016.

Bocca di Porto	Risollevarimento da cantiere	Risollevarimento eolico	Totale risollevarimento
Lido	3.70	0.32	4.01
Malamocco	4.54	0.39	4.93
Chioggia	1.08	0.09	1.17

Le emissioni di PM10 stimate per le sorgenti areali relativamente all’intero anno 2016 sono riportate in Tabella 8, mentre in Figura 9 è illustrato il dettaglio mensile di tali emissioni.

³ U.S. EPA - AP42, *Compilation of air pollutant emission factors*, volume 1 capitolo 11, quinta edizione, Table 11.9-4.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

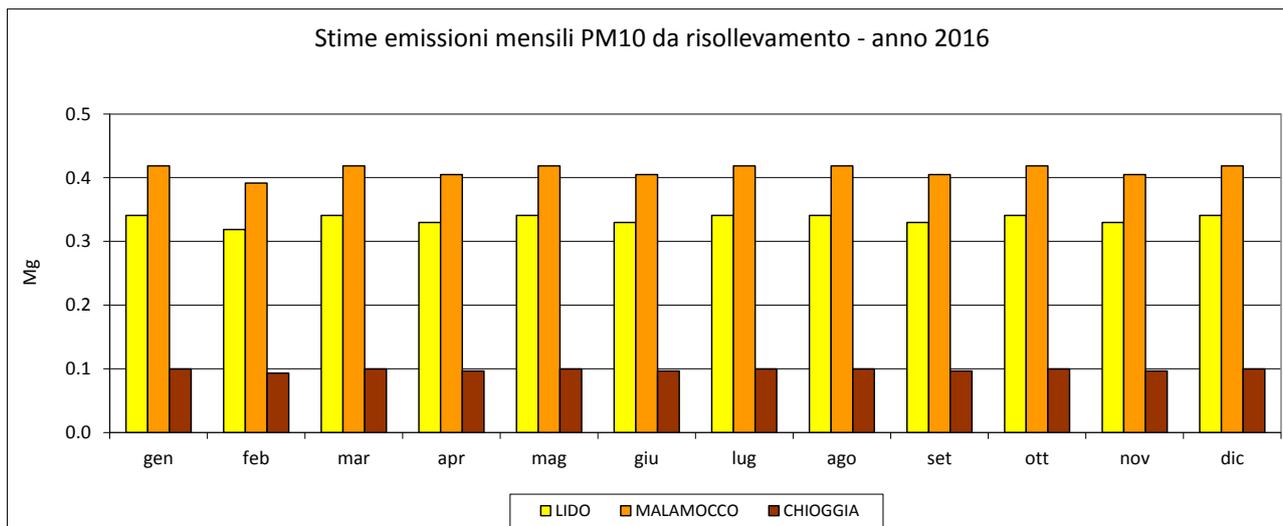


Figura 9. Emissioni di PM10 da risolleamento stimate per mese e per bocca di porto [Mg] - anno 2016.

2.4 Simulazioni eseguite e risultati

Nel corso del terzo periodo di attività dello Studio B.6.72 B/12 sono state eseguite le simulazioni relative al 2016 per NO_x, NO₂ e PM10 per le bocche di porto di Lido e Malamocco; le simulazioni per la bocca di porto di Chioggia e una discussione preliminare dei risultati sono state argomento del I e del II Rapporto di Valutazione quadrimestrale.

Sono stati quindi elaborati i risultati dell'intero anno 2016 delle simulazioni relative a tutte tre le bocche di porto, ricavando le mappe e le tabelle discusse in seguito. Per il PM10 sono state eseguite anche quattro simulazioni trimestrali per ciascuna bocca di porto.

2.4.1 *Simulazioni per le emissioni dei mezzi di cantiere*

Nelle simulazioni, le emissioni dei motori dei mezzi di cantiere sono state associate alle aree di lavorazione dei cantieri e descritte nel modello come sorgenti volumetriche. Per calcolare gli input emissivi orari, le emissioni di NO_x e PM10, stimate su base mensile per ogni zona di lavoro dei cantieri, come illustrato nel paragrafo 2.2, sono state distribuite sui soli giorni lavorativi secondo la modulazione temporale riportata in Tabella 4.

Per permettere il calcolo delle concentrazioni di NO₂, in CALPUFF è stato applicato lo schema chimico RIVAD/ARM3: in input al modello, il quantitativo stimato di ossidi di azoto emessi dai mezzi, identificato come NO_x, è stato separato nei componenti della miscela, secondo la proporzione (in peso) 95% NO - 5% NO₂, tipica delle combustioni. Inoltre sono stati forniti in input al modello i valori di concentrazione oraria di ozono (richiesti dallo schema stesso) misurati nel corso del 2016 presso la stazione ARPAV di Venezia Sacca Fisola.

2.4.2 *Simulazioni per PM10 da risolleamento*

Per le simulazioni relative al PM10 da risolleamento, le emissioni sono state parametrizzate come sorgenti areali, aventi superficie e frazione sterrata riportate in Tabella 7. Nella stessa tabella sono indicati i fattori di emissione in g/(m²·s) forniti in input al modello.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Nel caso delle sorgenti areali da risollelamento la modulazione temporale è stata effettuata senza differenziazione settimanale o mensile: si è pertanto applicato il fattore di emissione diurno dalle 8 alle 16, e il fattore di emissione notturno nelle restanti ore.

3 ANALISI DEGLI OUTPUT

Da Figura 10 a Figura 30 si presentano le mappe delle concentrazioni medie annue relative al 2016 di NO₂, NO_x e PM10 prodotti dalle attività di cantiere, dettagliando inoltre il PM10 nelle quote prodotte dalla combustione dai mezzi a motore e dal risollevarimento. Per l'NO₂ e il PM10 sono riportate anche le mappe ottenute dalla sovrapposizione dell'impatto del cantiere con il valore di fondo derivato dai dati della centralina ARPAV di Sacca Fisola. Per il PM10 sono inoltre presentate mappe delle concentrazioni medie trimestrali.

Nella discussione che segue si andrà a valutare la possibilità che i risultati modellistici indichino il superamento dei limiti imposti dal Decreto Legislativo 155/2010 per la qualità dell'aria, elencati in sintesi nella seguente Tabella 9.

Tabella 9 Limiti indicati dal Decreto Legislativo 155/2010 per la qualità dell'aria.

Inquinante	Finalità	Periodo di mediazione	Valore limite
NO ₂	Protezione della salute umana	Annuo	40 µg/m ³
PM10	Protezione della salute umana	Annuo	40 µg/m ³
NO ₂	Protezione della salute umana	Orario (da superare per non più di 18 volte all'anno)	200 µg/m ³
NO _x	Protezione della vegetazione	Annuo	30 µg/m ³

3.1 Bocca di porto di Lido

La concentrazione media annuale di NO₂ per il sito di Lido è riportata in Figura 10; in essa è mappato il solo contributo del cantiere, mentre in Figura 11 si riporta la mappa ottenuta dalla sovrapposizione dell'impatto del cantiere con il valore di fondo derivato dai dati della centralina ARPAV di Sacca Fisola, la cui media annuale di NO₂ per il 2016 risulta di 34 µg/m³. Tale valore, registrato nella stazione fissa di background urbano più vicina ai cantieri, va considerato cautelativo in quanto tipico di un'esposizione in area a maggior densità abitativa ed emissiva rispetto alle bocche di porto (per le quali si potrebbe pensare, in assenza dell'attività cantieristica, ad un'esposizione più simile ad un background rurale). Il contributo dei cantieri presso questa bocca di porto risulta ulteriormente diminuito rispetto al 2015, come conseguenza della riduzione delle attività e la conseguente riduzione nella stima delle emissioni, già discussa nel paragrafo 2.2.3. Il modello stima valori medi di concentrazione inferiori a 10 µg/m³ in tutto il dominio di calcolo, eccetto che in una sola cella all'interno della zona acquea in area di cantiere. Sommando all'impatto dei cantieri il valore di background (34 µg/m³, di poco inferiore ai 36 µg/m³ del 2015), quella stessa cella risulta anche l'unica in cui viene superato il limite di legge di 40 µg/m³ (rif. Tabella 9) per la concentrazione media annua di NO₂.

In Figura 12 è rappresentata la mappa di concentrazione media annuale di NO_x stimata dal modello per l'effetto delle attività di cantiere. Il limite di protezione della vegetazione di 30 µg/m³ viene superato unicamente nella stessa cella già citata relativamente a NO₂. Come già riportato nel Rapporto Finale dello Studio B.6.72 B/10, non essendo disponibili nel dominio di indagine valori di background utili alla stima della protezione della vegetazione, non è stato possibile sovrapporre all'output modellistico la concentrazione di fondo.

Anche per quanto riguarda il PM10, rappresentato come media annuale in Figura 13, si evidenzia come i contributi più significativi imputati al cantiere (somma delle emissioni da mezzi e da risollevarimento) siano confinati a ridosso della zona delle lavorazioni. L'area in cui la concentrazione media annuale stimata per questo inquinante supera 1 µg/m³, rimanendo

comunque al di sotto dei $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, si estende per una ampiezza di circa 2 km, senza arrivare a interessare zone abitate. Relativamente alla sovrapposizione della concentrazione risultante dai calcoli modellistici con il valore di fondo (pari nel 2016 a $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sempre registrato a Sacca Fisola), il superamento del limite di protezione della popolazione di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ viene stimato solo in poche celle al centro del canale di bocca, in zona di cantiere (Figura 14), mentre i recettori direttamente a ridosso di essa rimangono al di sotto di tale limite. Dall'analisi dei due diversi contributi al PM10 (Figura 15, in cui a sinistra sono rappresentate le concentrazioni dovute alle emissioni da mezzi di cantiere mentre a destra quelle dovute alle emissioni da risollevarmento) si rileva che le prime hanno un impatto inferiore rispetto alle seconde, ricalcando i risultati dello scorso anno. Dall'analisi delle ricadute trimestrali (Figura 16) non si riscontrano particolari criticità, con valori di concentrazione media del periodo che superano i $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ solo in poche celle di dominio ricadenti nelle aree di cantiere. Le ricadute significative, maggiori di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, si estendono in aree di maggior ampiezza (all'incirca 2.6 e 3.1 km rispettivamente) nel terzo e nel quarto trimestre.

3.2 Bocca di porto di Malamocco

Questa bocca di porto è stata caratterizzata da un livello di attività di cantiere più basso rispetto alle altre due, come evidenziato nella discussione delle stime emissive nel paragrafo 2.2.3. Nei risultati modellistici si riscontrano valori di concentrazione piuttosto contenuti per l' NO_2 , l' NO_x e per il contributo da combustione nei mezzi di cantiere al PM10.

In Figura 17 e Figura 18 sono rappresentate le mappe della concentrazione media annuale di NO_2 per il sito di Malamocco, la prima relativa al solo contributo dei mezzi di cantiere e la seconda ottenuta dalla sovrapposizione dell'impatto del cantiere con il valore di fondo. I valori medi annuali di concentrazione stimati per effetto delle attività di cantiere superano $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ solo a ridosso delle aree di cantiere (Figura 17) e si mantengono ovunque al di sotto dei $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, fatta eccezione per due celle che ricadono nelle aree di cantiere, dove sono collocate le sorgenti emissive. In una di queste celle viene superato il limite annuale di legge di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da parte della concentrazione di NO_2 stimata dal modello incrementata del valore di fondo di $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$, concentrazione complessiva, che per il resto del dominio si mantiene al di sotto del limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figura 18).

Nella mappa di concentrazione media annuale di NO_x , riportata in Figura 19, non si evidenziano superamenti del limite di protezione della vegetazione di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Valori di ricaduta superiori a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vengono registrati in un'area con ampiezza all'incirca di 2.5 km attorno alle aree di lavoro.

La mappa di concentrazione media annua di PM10, riportata in Figura 20, mostra un'estensione di circa due chilometri e mezzo dell'area di significatività (concentrazione superiore a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ma comunque inferiore a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) del contributo complessivo dei cantieri (mezzi + risollevarmento). Nella Figura 21, in cui il valore di fondo è sovrapposto alla concentrazione di PM10 stimata dal modello, si riscontrano superamenti del limite di legge di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ solo in alcune celle a ridosso dell'area di cantiere.

Dall'analisi dei due contributi separati, relativi alle emissioni da mezzi di cantiere e alle emissioni da risollevarmento, in Figura 22, emerge la netta prevalenza dell'impatto da risollevarmento (meccanico ed eolico), come già evidenziato nelle precedenti annualità.

Infine, esaminando gli andamenti stagionali riportati in Figura 23, si denota un'estensione dell'area di ricaduta significativa (concentrazione maggiore ad $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) leggermente maggiore nel quarto trimestre dell'anno, più ridotta nel primo trimestre. Il massimo all'interno del dominio delle medie

trimestrali si rileva in tutti i casi nella medesima cella a ridosso dell'area di varo dei cassoni, con valori inferiori o di poco superiori ai 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

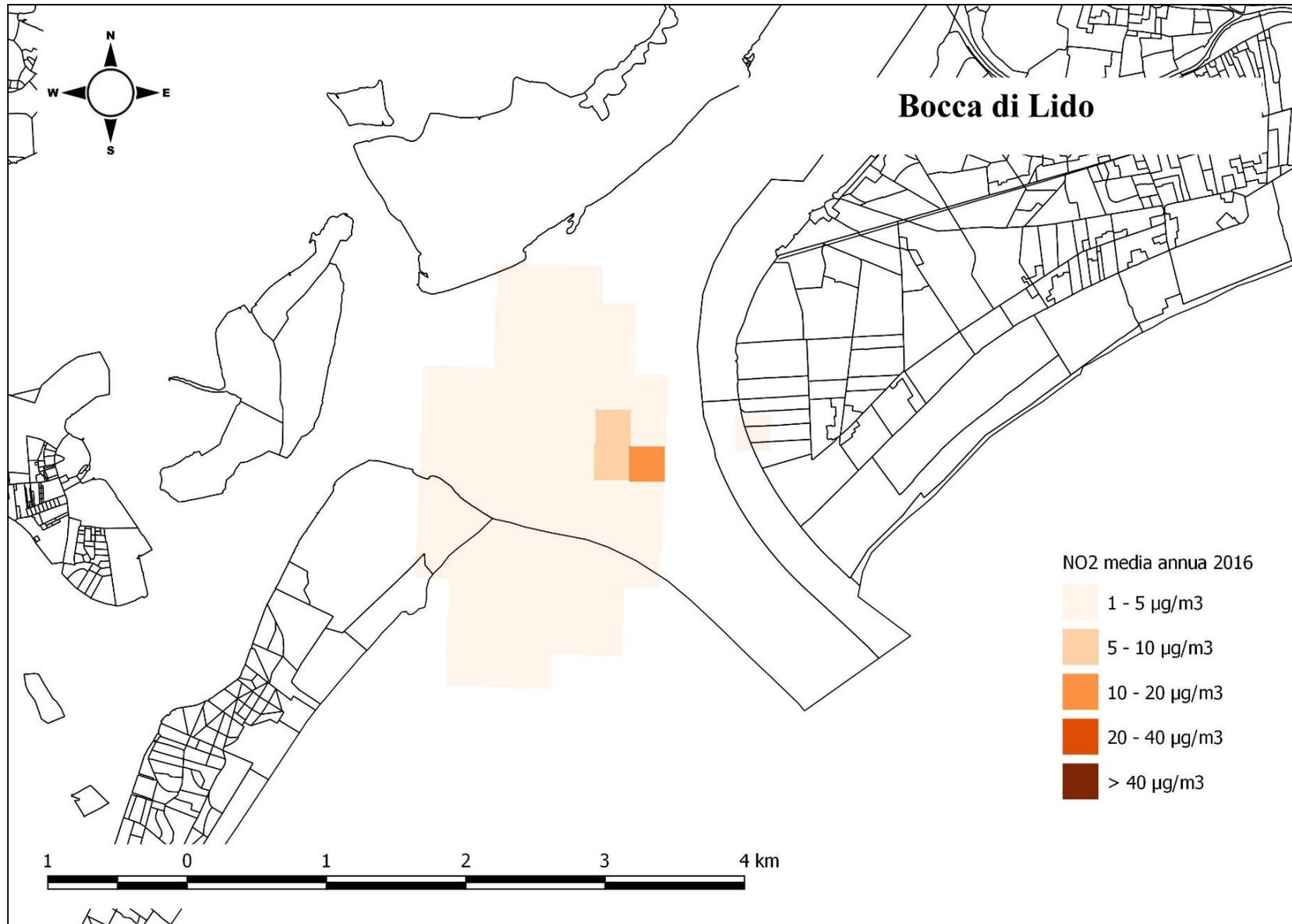
3.3 Bocca di porto di Chioggia

La concentrazione media annua di NO_2 (Figura 24) calcolata per la bocca di porto di Chioggia mostra una distribuzione spaziale simile a quella dello scorso anno. L'area in cui le ricadute di NO_2 imputabili alle sole attività di cantiere superano 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ si estende per circa 3.7 chilometri, arrivando a lambire il centro abitato di Chioggia. Il superamento del limite annuale di protezione della salute per l' NO_2 (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), da parte della concentrazione ottenuta sommando il contributo medio annuo stimato dal modello al valore di fondo (Figura 25), rimane confinato nei pressi dell'area di cantiere.

Analogamente, dalla mappa rappresentante la media annuale degli NO_x (Figura 26) si nota che l'area di ricaduta significativa, con elevata probabilità di superamento del limite di protezione della vegetazione, si mantiene confinata alle aree limitrofe al cantiere.

Per quanto riguarda il PM_{10} , valori superiori a 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nella concentrazione media annua sono stimati in un'area estesa per circa un chilometro e mezzo intorno ai cantieri (Figura 27). Il superamento del limite di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la somma dell'impatto dei cantieri con il valore di fondo (Figura 28) viene stimato in una sola cella del dominio di calcolo, posizionata all'interno delle aree di cantiere alla spalla sud. Alla concentrazione media annua di PM_{10} contribuiscono in misura equivalente la combustione nei motori dei mezzi di cantiere e il risollevaramento (Figura 29).

Nelle mappe delle medie trimestrali di PM_{10} (Figura 30) non si rilevano significative differenze stagionali per quanto riguarda le ricadute. Nella cella collocata nei pressi di spalla sud dove si rilevano le massime ricadute, il valore medio stagionale di PM_{10} si mantiene al di sotto dei 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura 10. Concentrazione media annuale di NO₂ [µg/m³] - bocca di Lido.

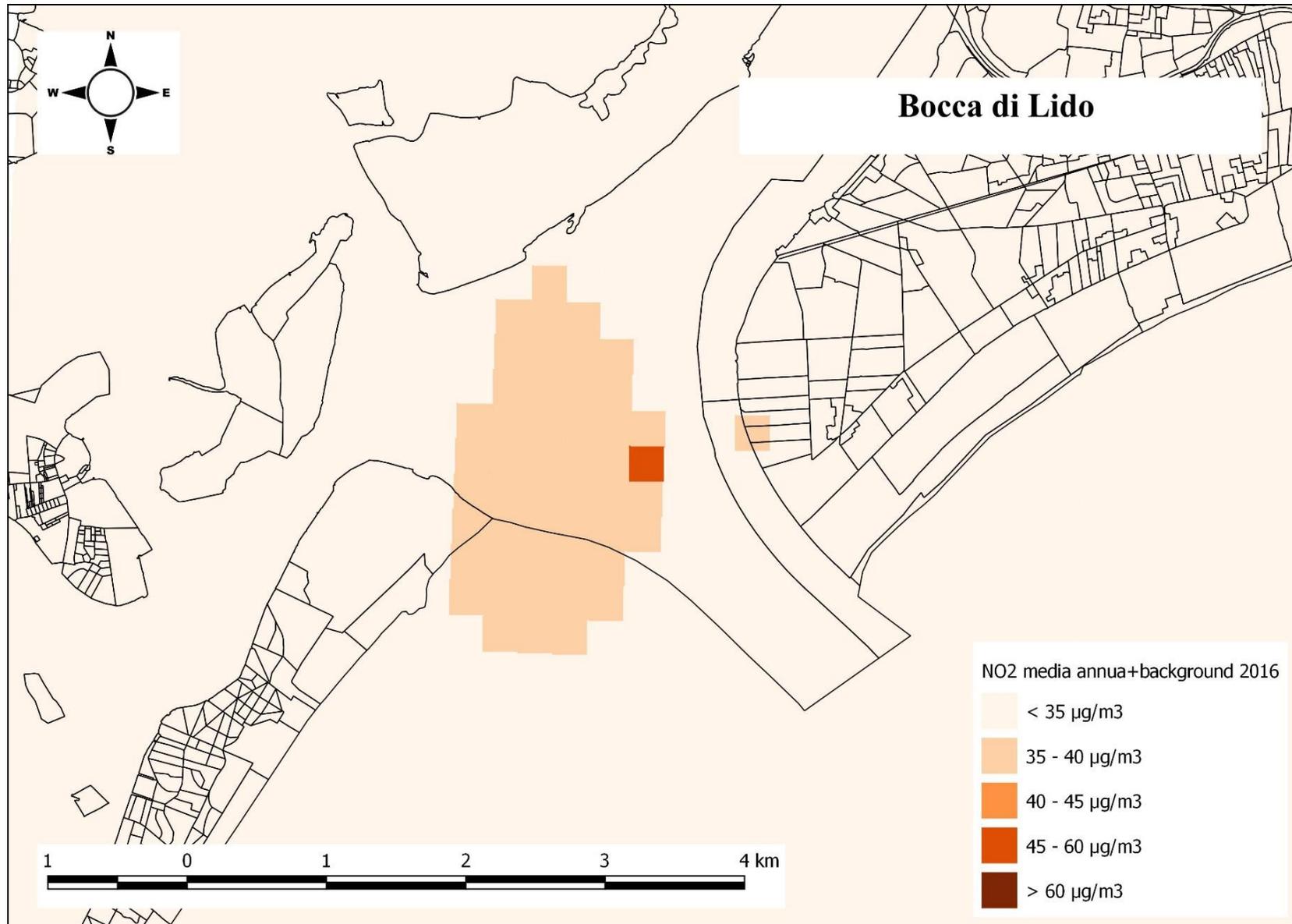
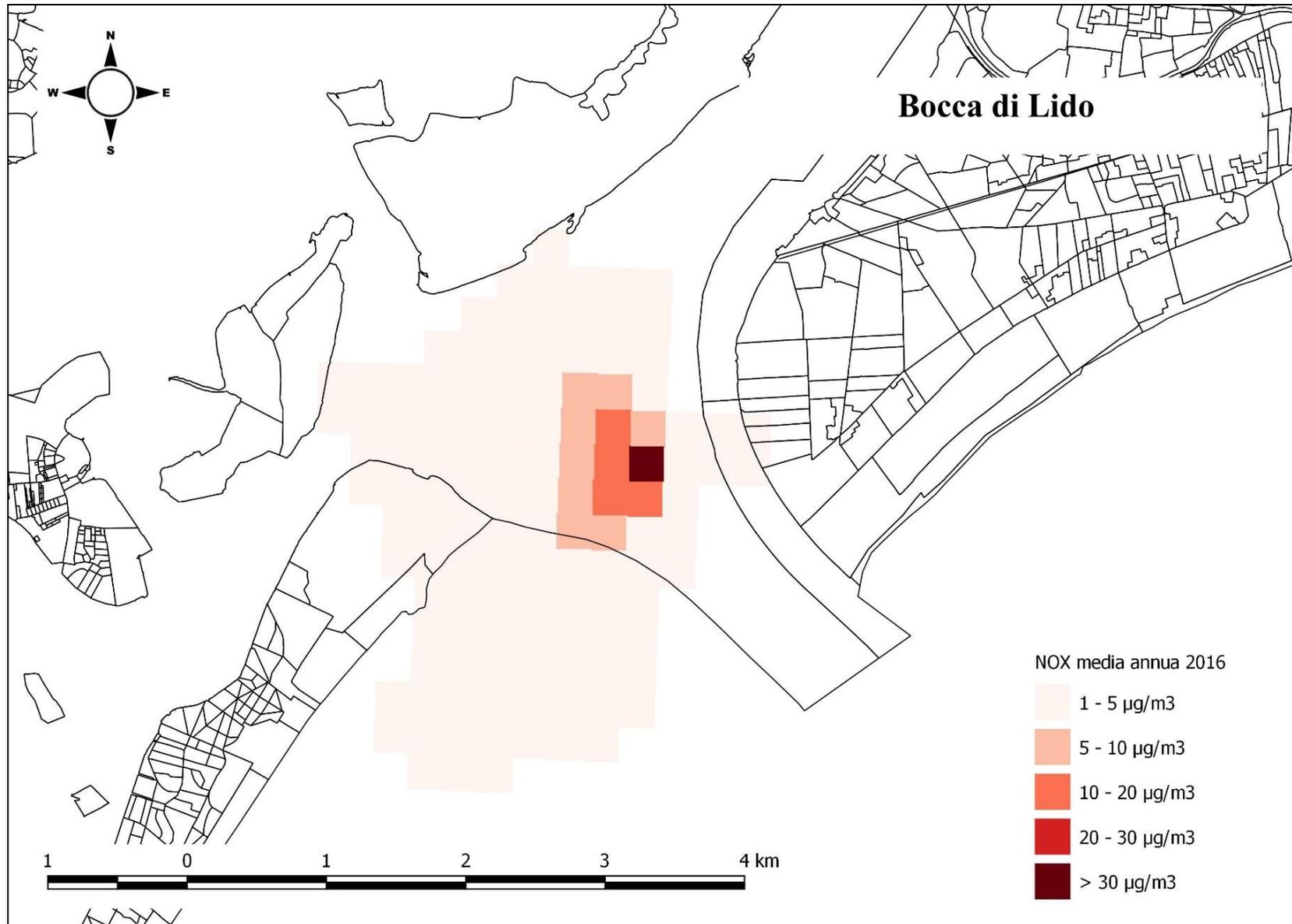


Figura 11. Concentrazione media annuale di NO₂ (attività di cantiere + background) [µg/m³] - bocca di Lido.

Figura 12. Concentrazione media annuale di NOx [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - bocca di Lido.

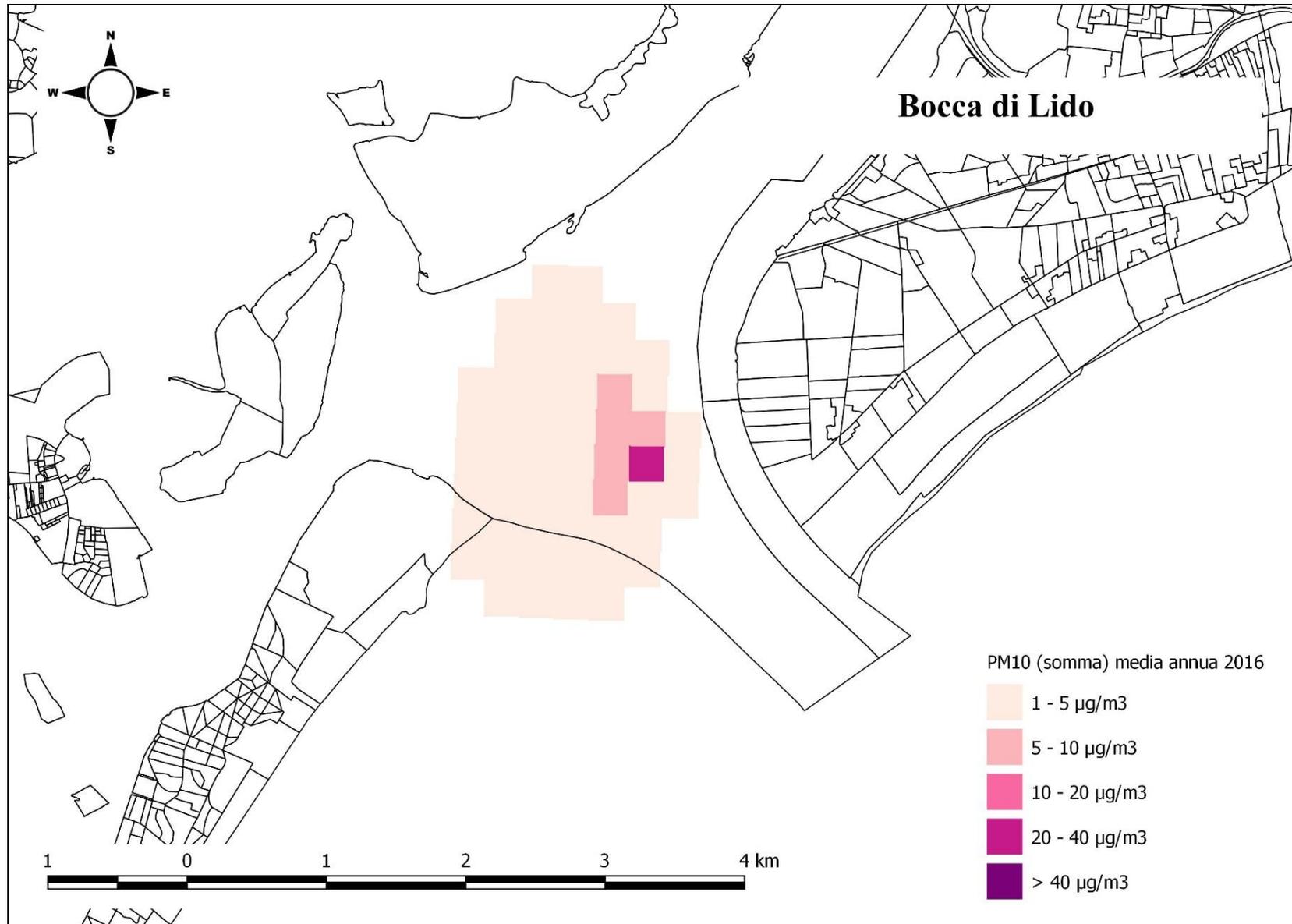


Figura 13. Concentrazione media annuale di PM10 (emissioni mezzi + risolleivamento) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - bocca di Lido.

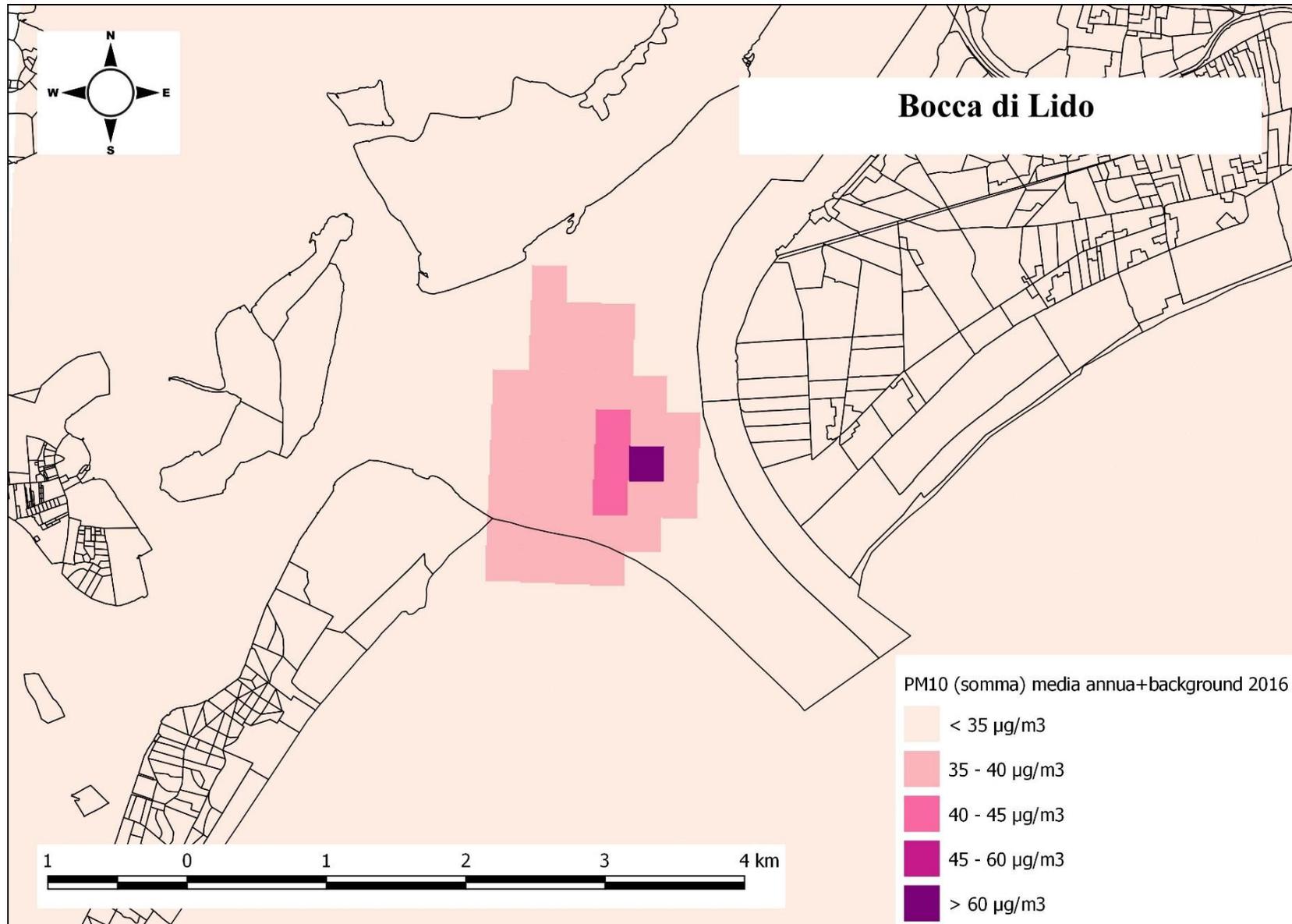


Figura 14. Concentrazione media annuale di PM10 (attività di cantiere + background) [µg/m³] - bocca di Lido.

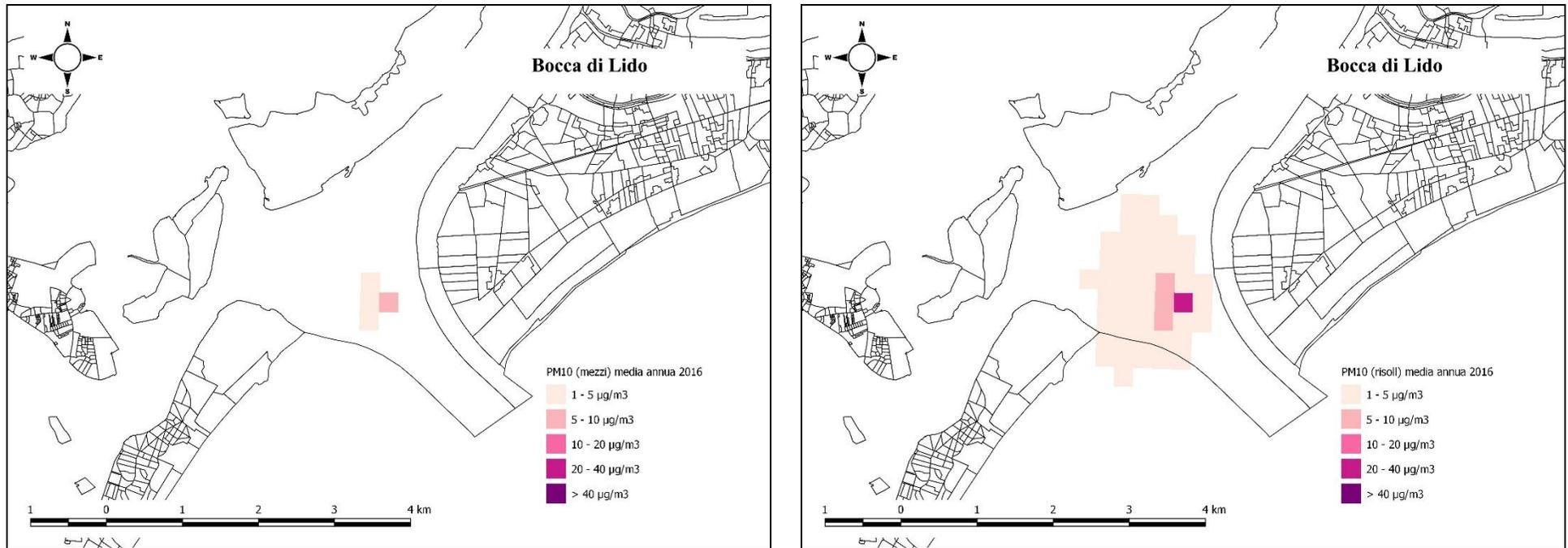


Figura 15. Concentrazioni medie annuali di PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]. A sinistra: emissioni mezzi - a destra: risolleivamento - bocca di Lido.

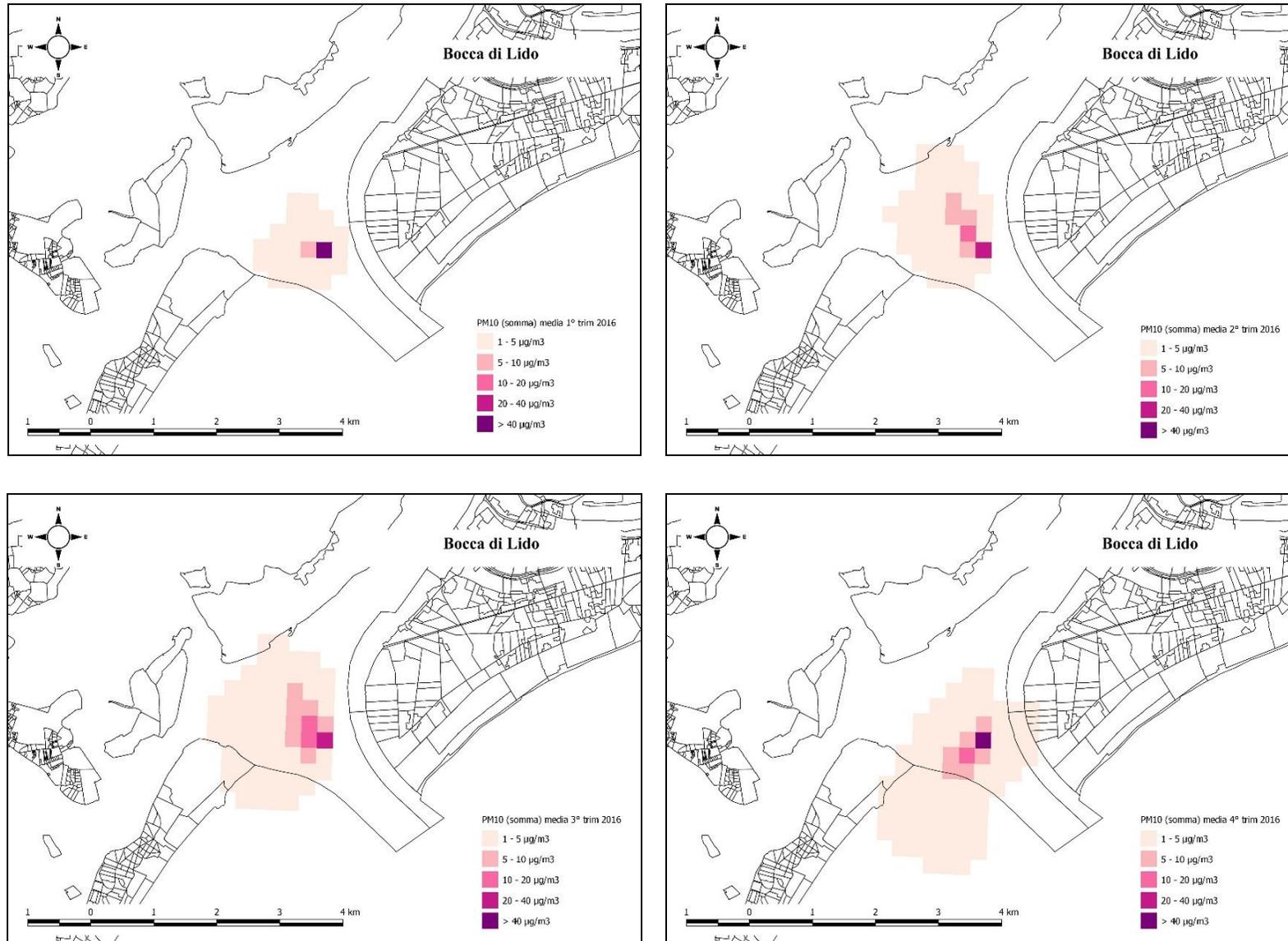
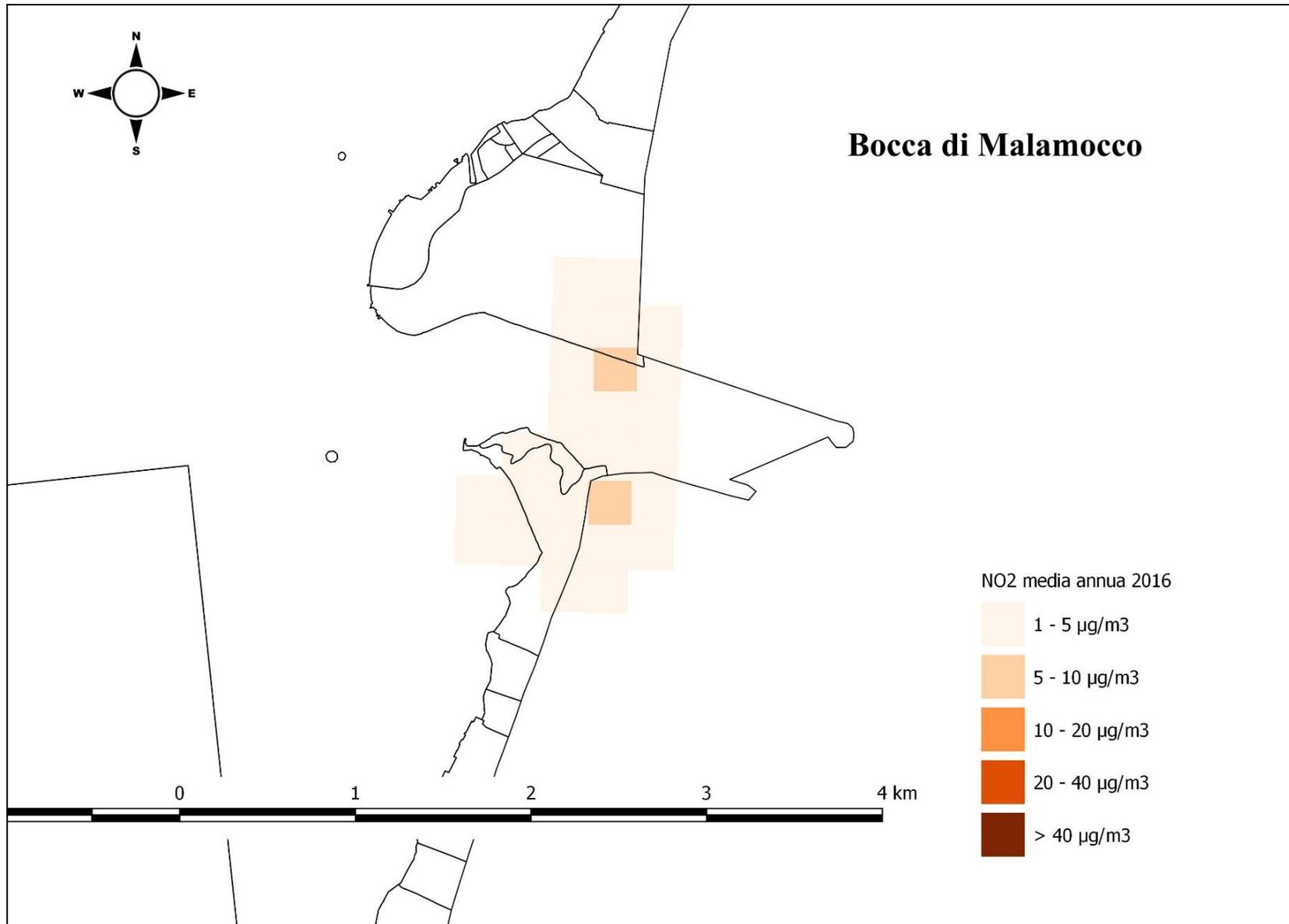


Figura 16. Concentrazioni medie trimestrali di PM10 (emissione mezzi + risollevarimento) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - bocca di Lido.

Figura 17. Concentrazione media annuale di NO₂ [µg/m³] - bocca di Malamocco.

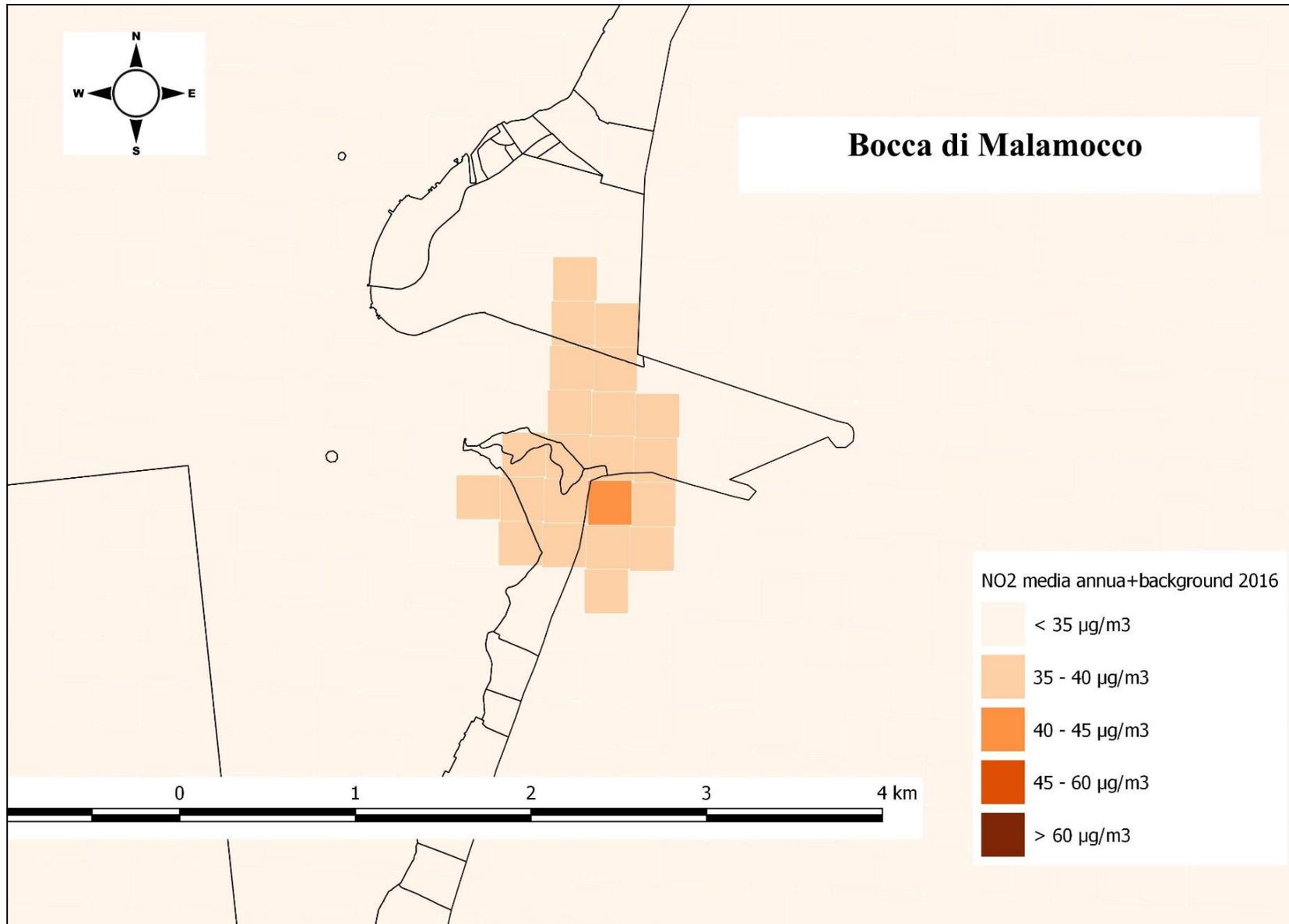
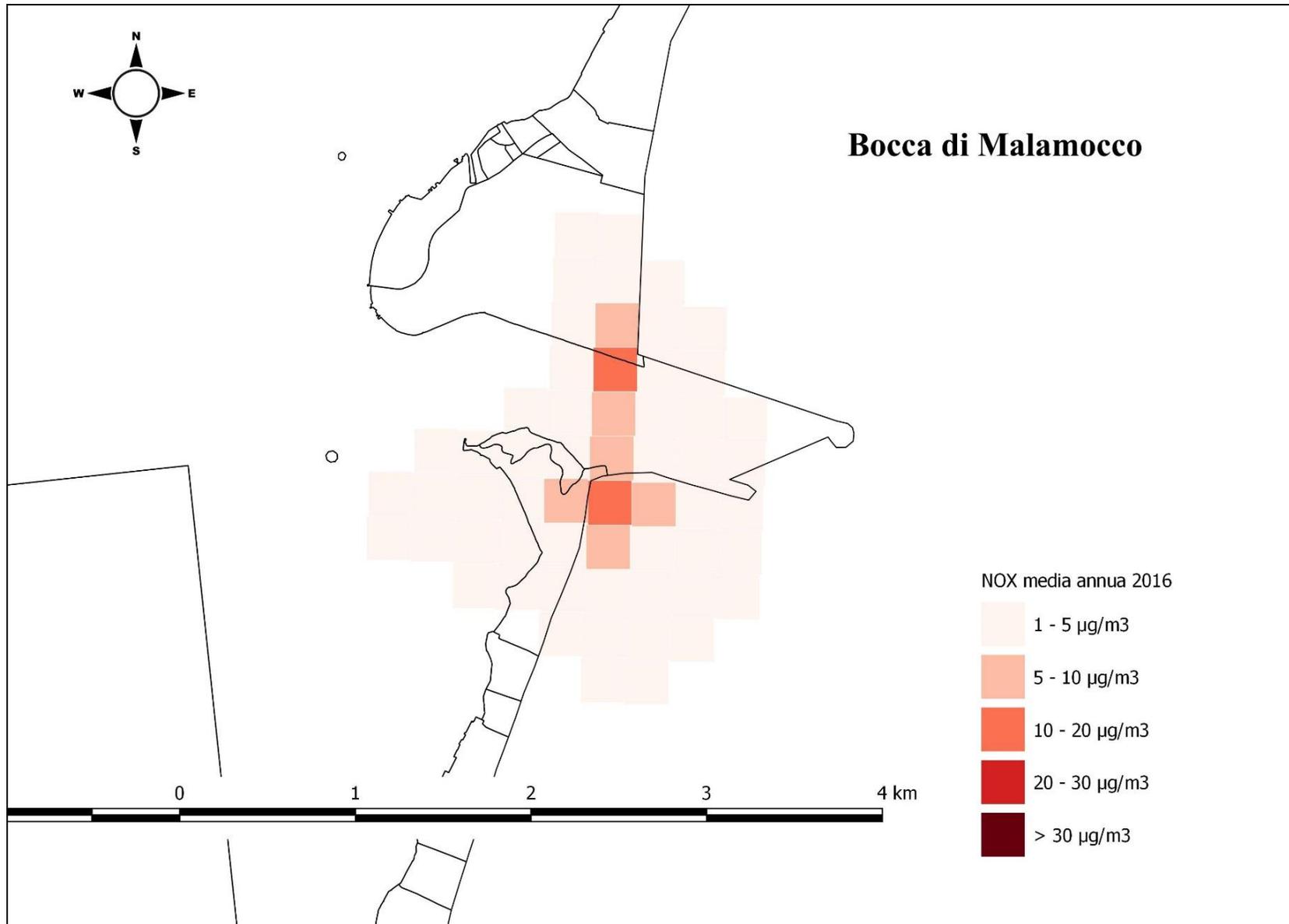


Figura 18. Concentrazione media annuale di NO₂ (attività di cantiere + background) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - bocca di Malamocco.

Figura 19. Concentrazione media annuale di NOx [µg/m³] - bocca di Malamocco.

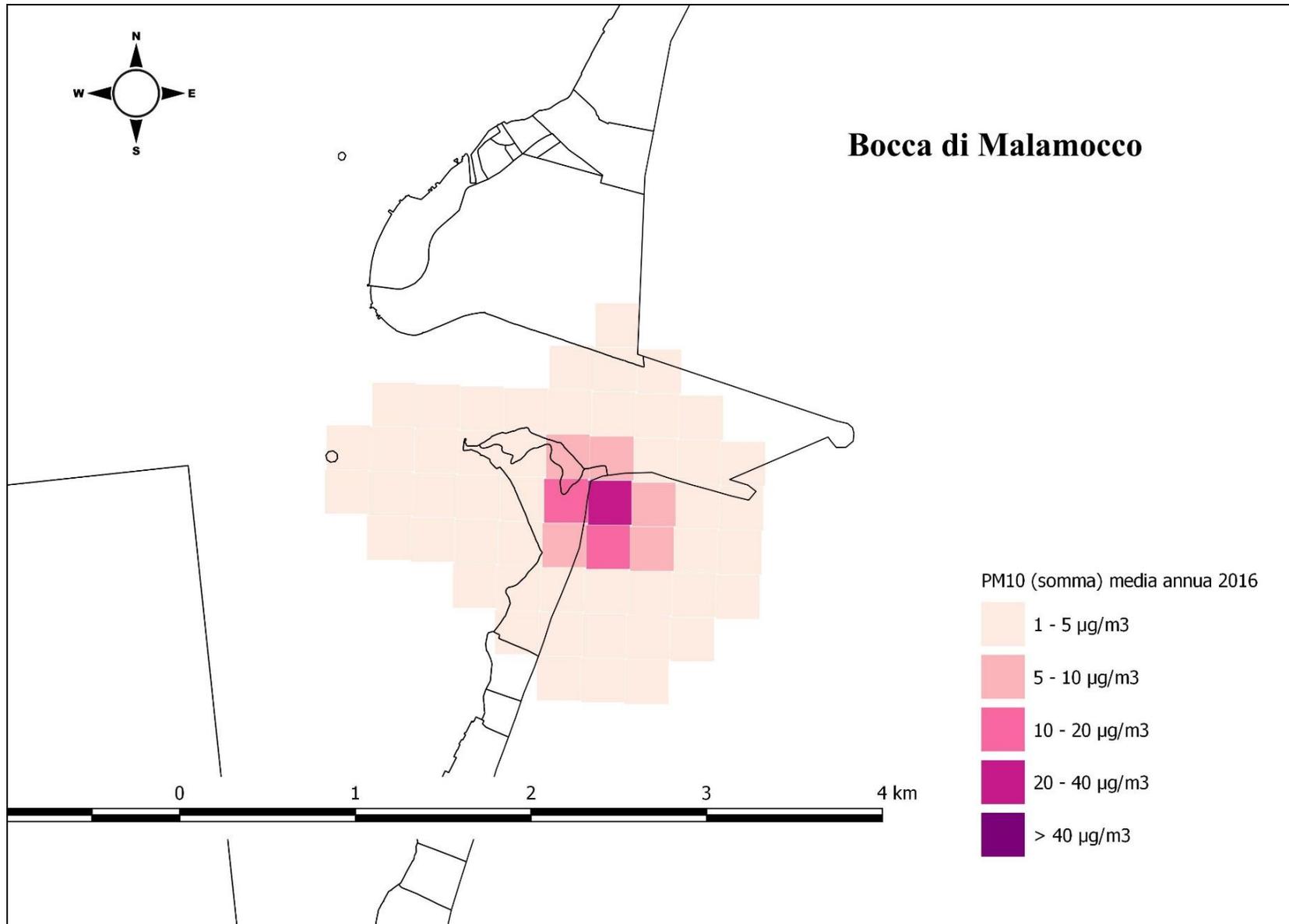


Figura 20. Concentrazione media annuale di PM10 (emissione mezzi + risolleivamento) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - bocca di Malamocco.

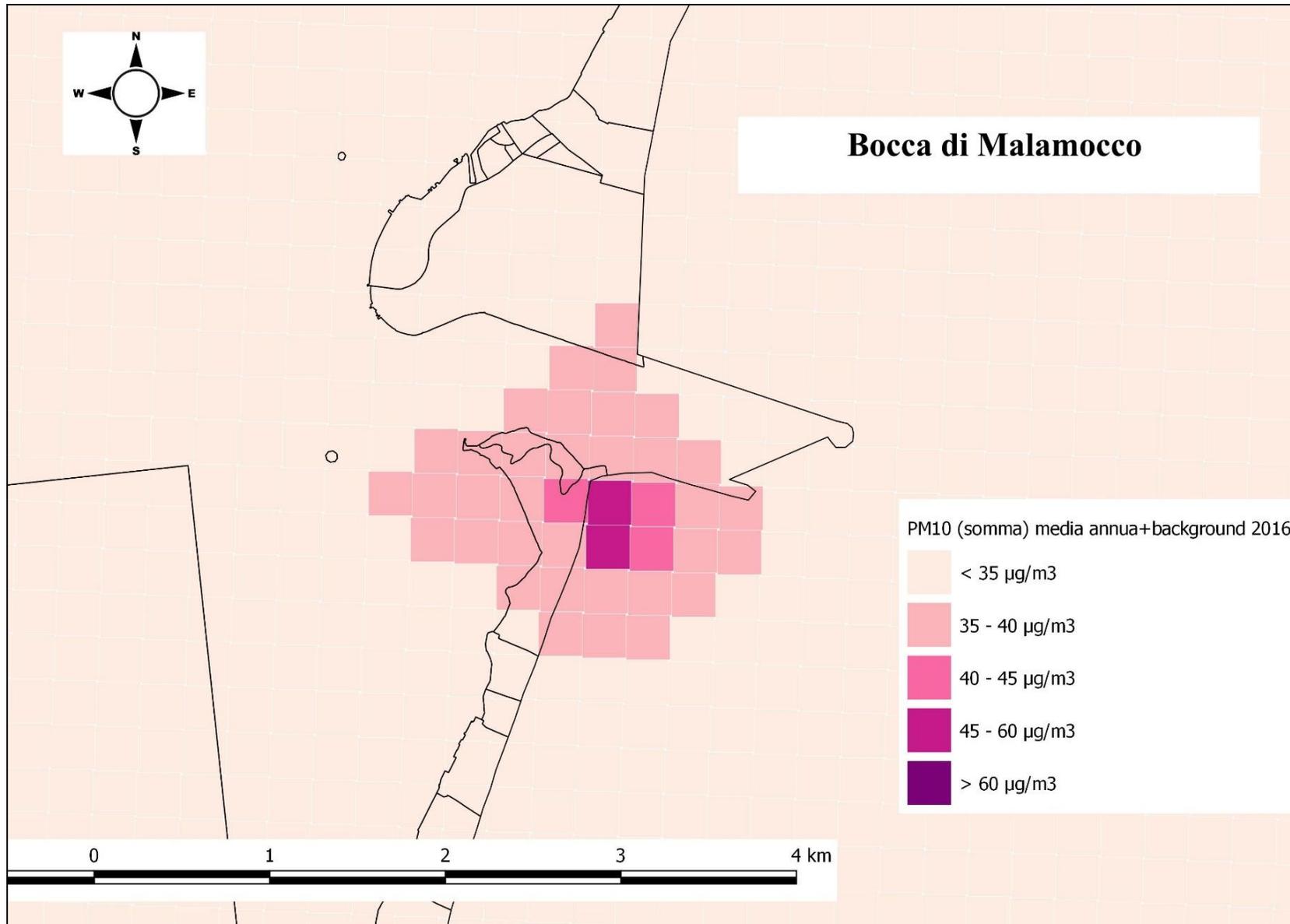


Figura 21. Concentrazione media annuale di PM10 (attività di cantiere + background) [µg/m³] - bocca di Malamocco.

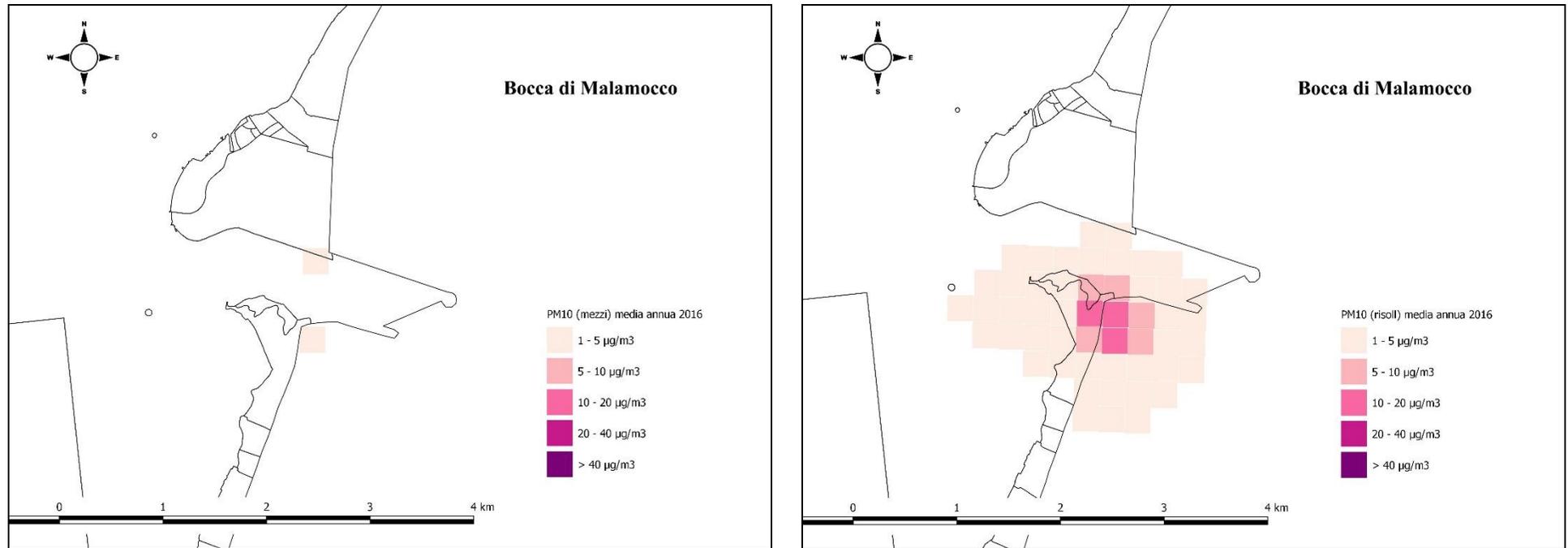


Figura 22. Concentrazioni medie annuali di PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]. A sinistra: emissioni mezzi - a destra: risolleivamento - bocca di Malamocco.

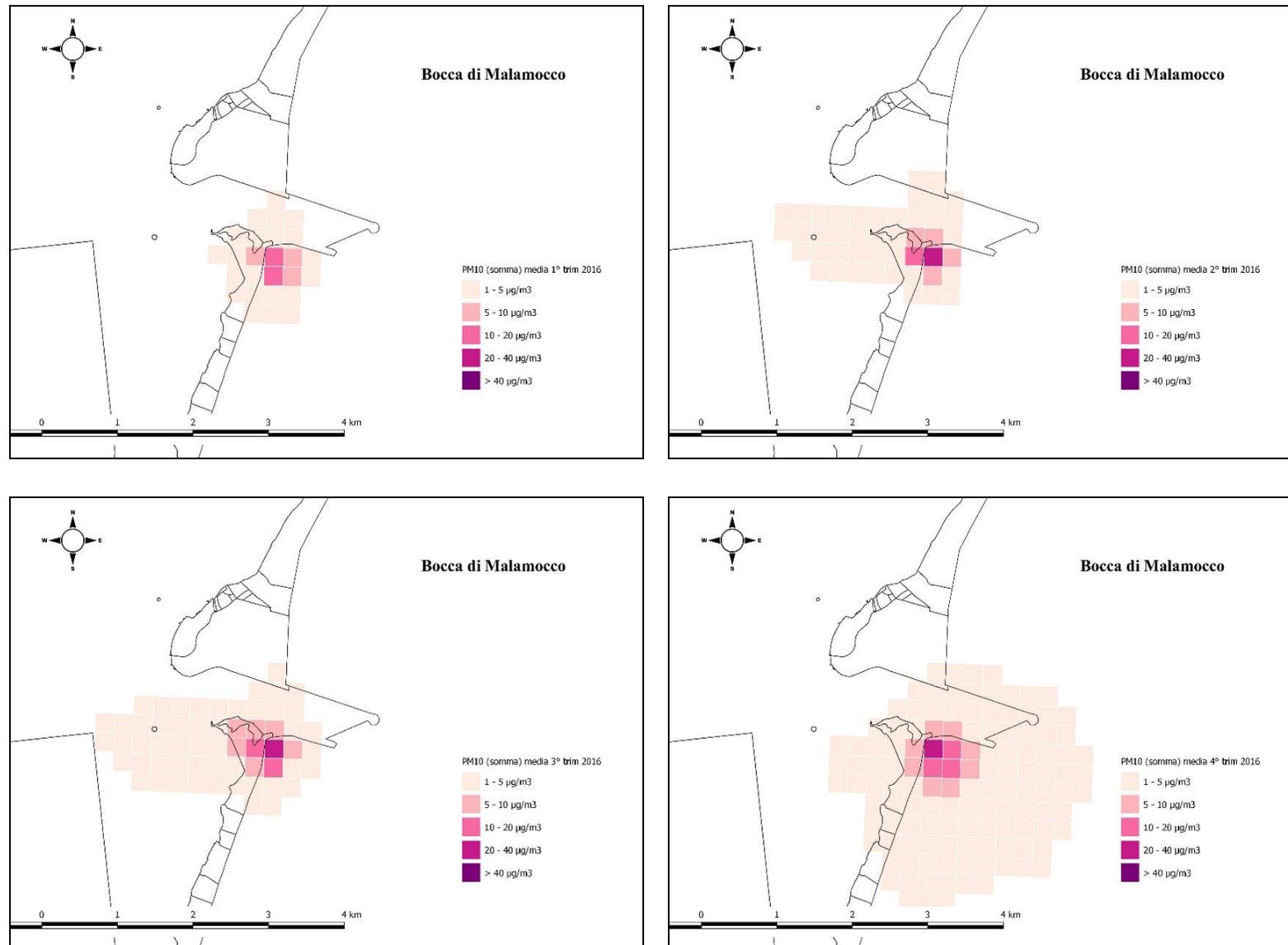
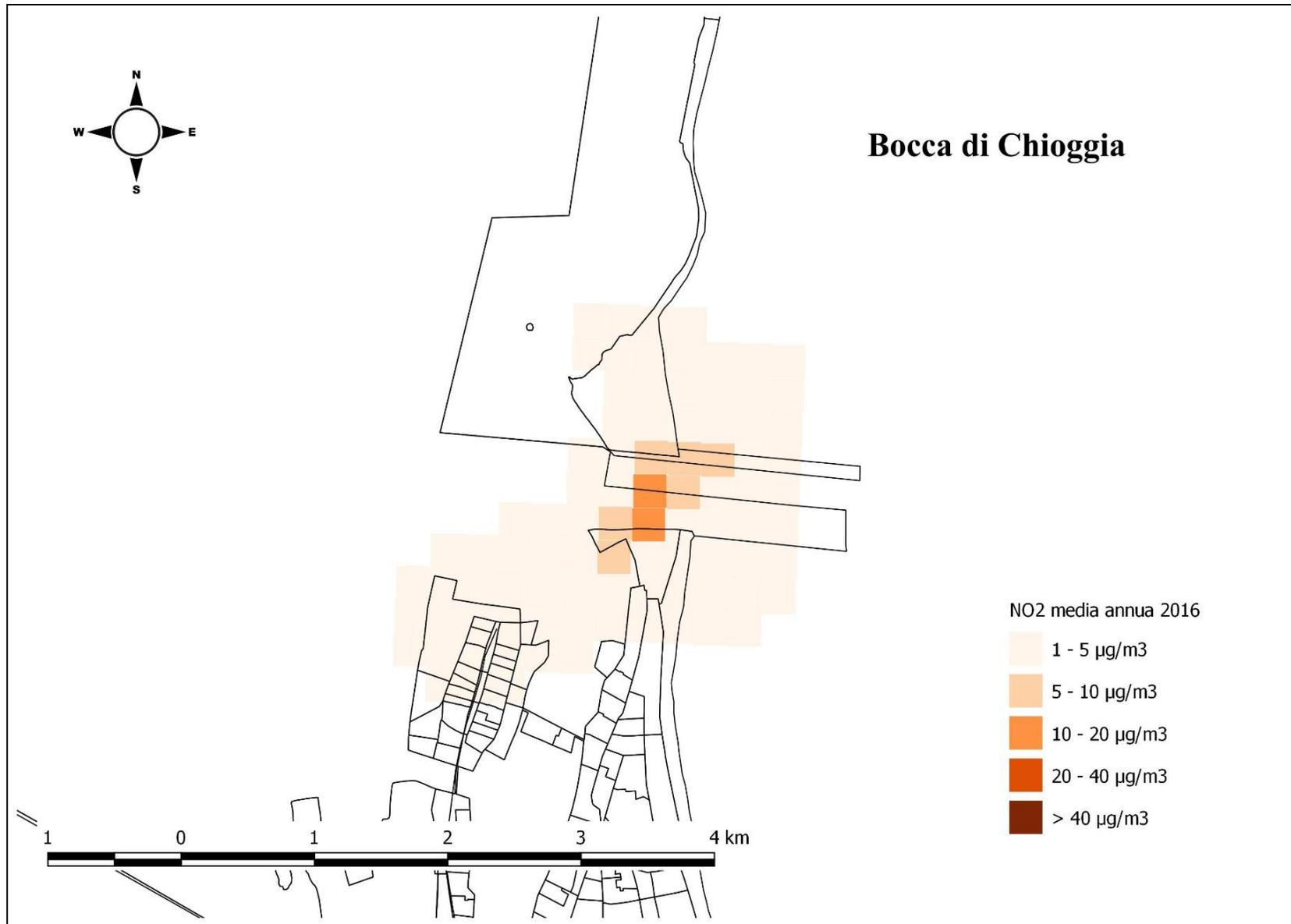


Figura 23. Concentrazioni medie trimestrali di PM10 (emissione mezzi + risollelamento) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - bocca di Malamocco.

Figura 24. Concentrazione media annuale di NO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - bocca di Chioggia.

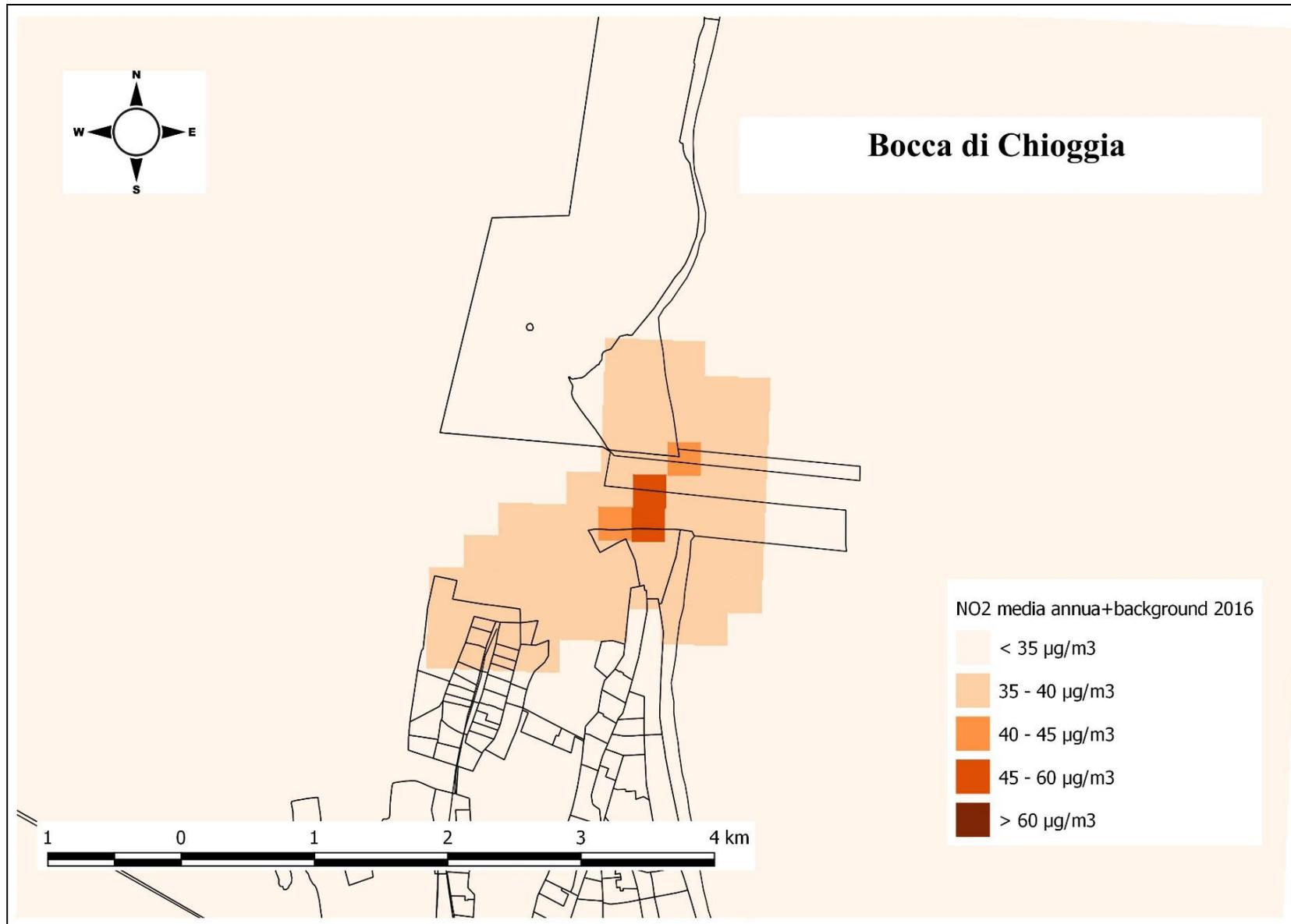
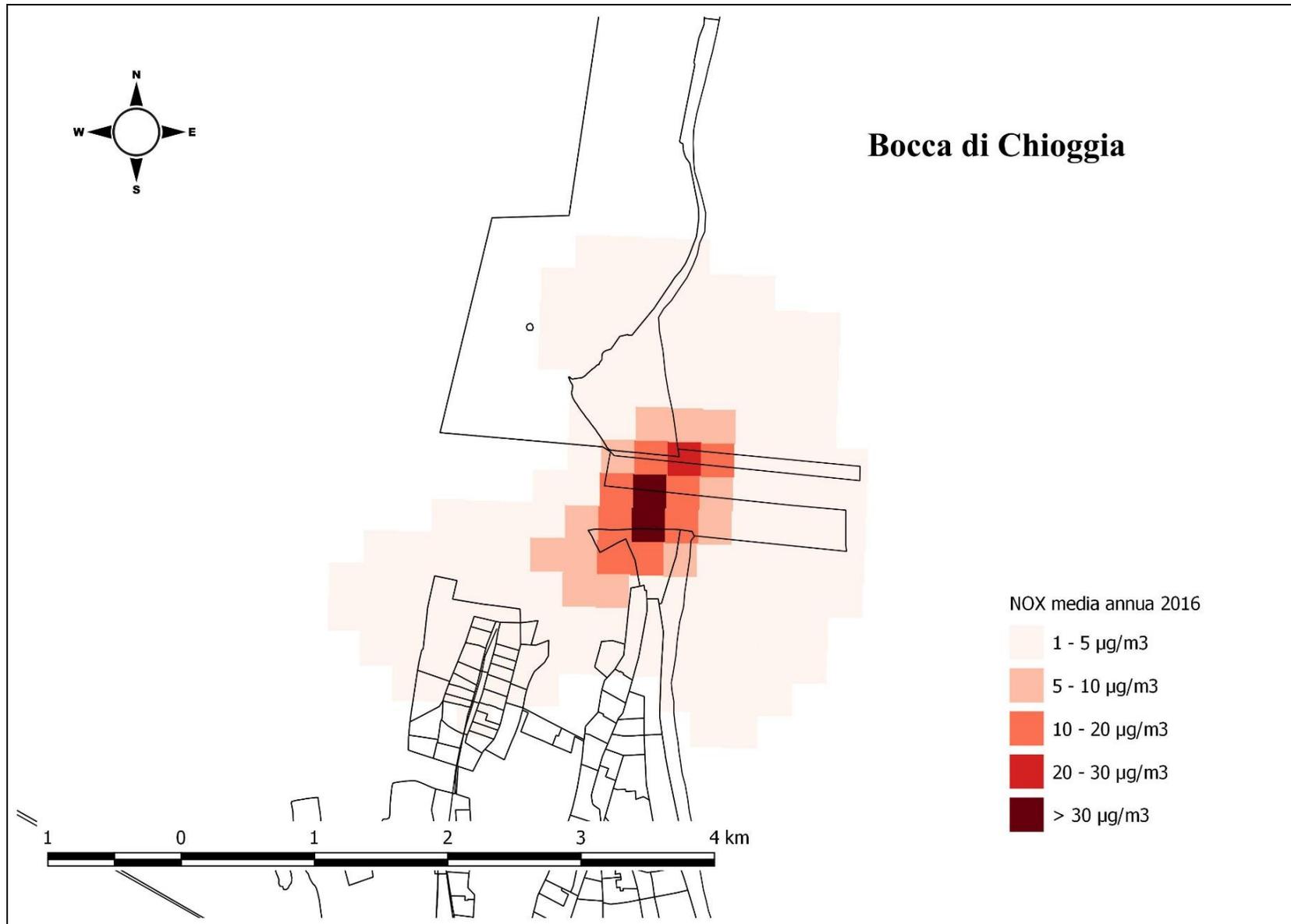


Figura 25. Concentrazione media annuale di NO₂ (attività di cantiere + background) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - bocca di Chioggia.

Figura 26. Concentrazione media annuale di NOx [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - bocca di Chioggia.

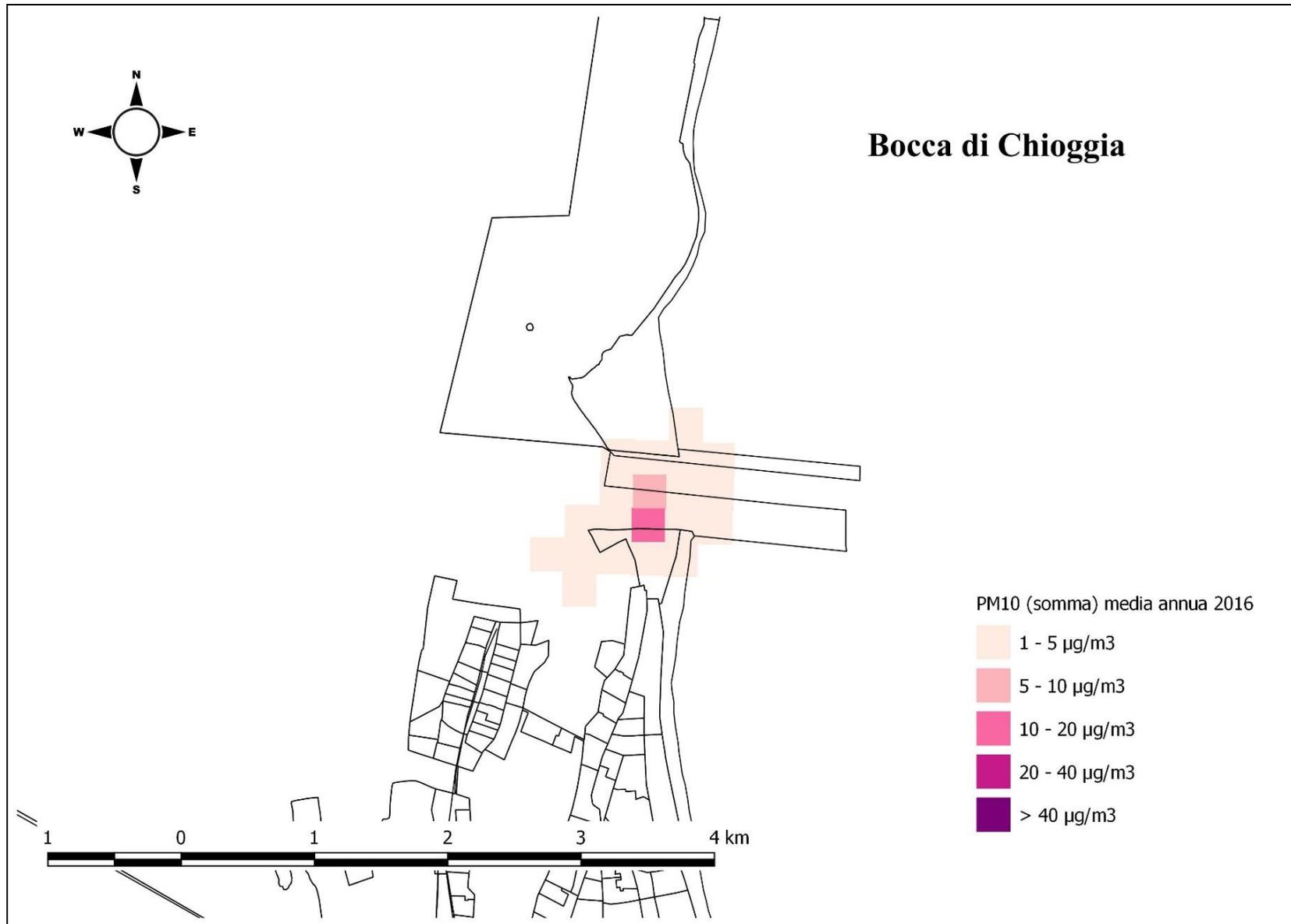


Figura 27. Concentrazione media annuale di PM10 (emissioni mezzi + risollelamento) [µg/m³] - bocca di Chioggia.

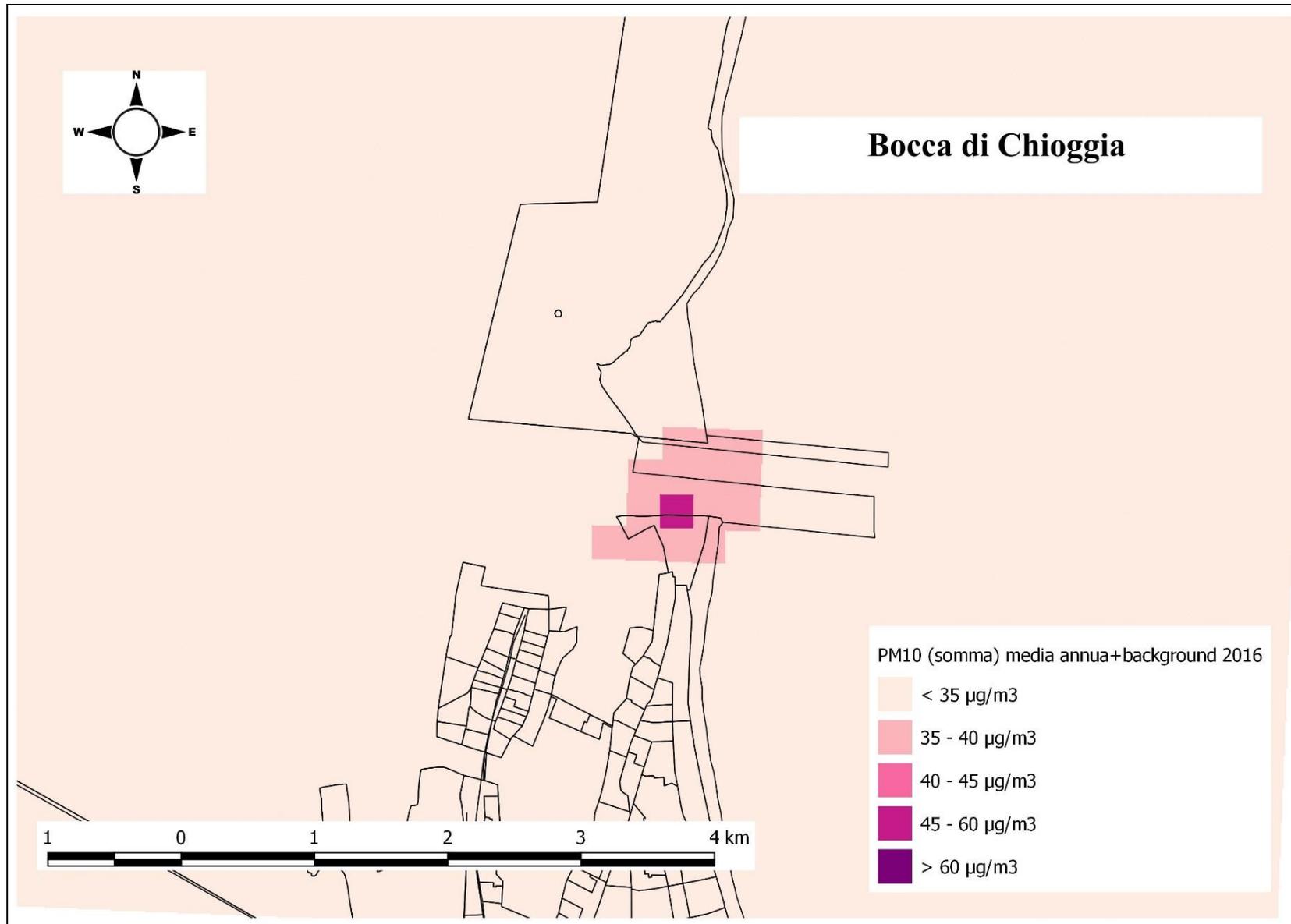


Figura 28. Concentrazione media annuale di PM10 (attività di cantiere + background) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - bocca di Chioggia.

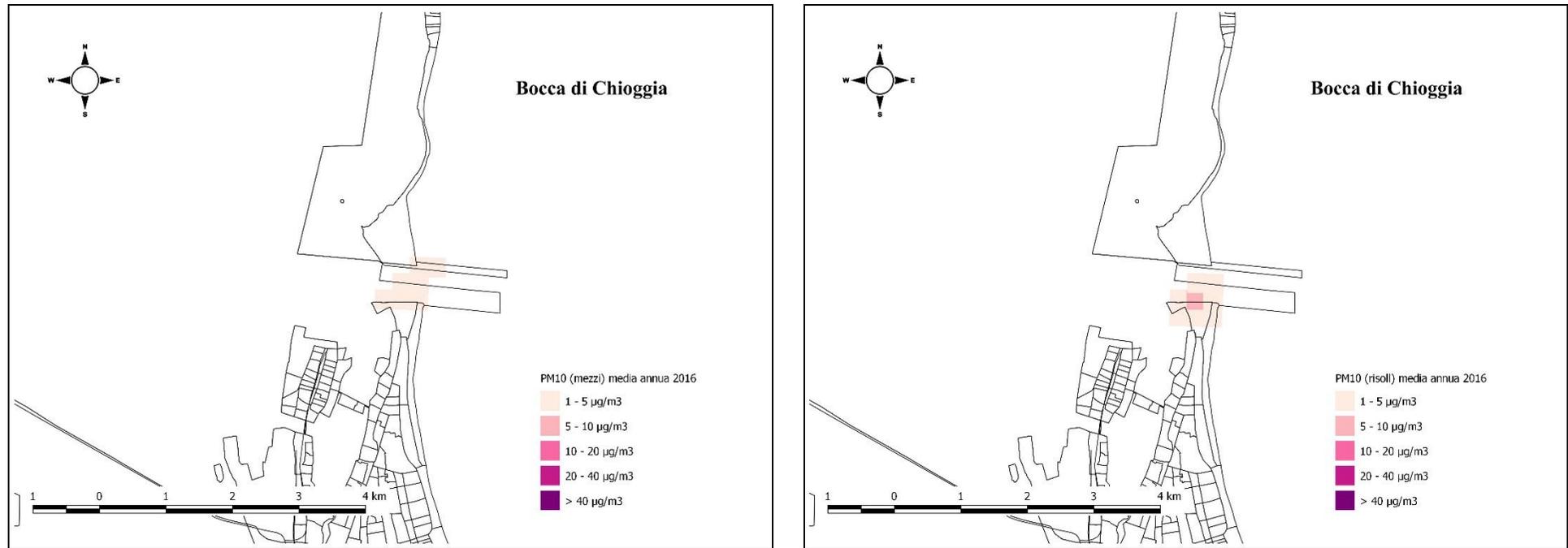


Figura 29. Concentrazioni medie annuali di PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]. A sinistra: emissioni mezzi - a destra: risollevamento - bocca di Chioggia.

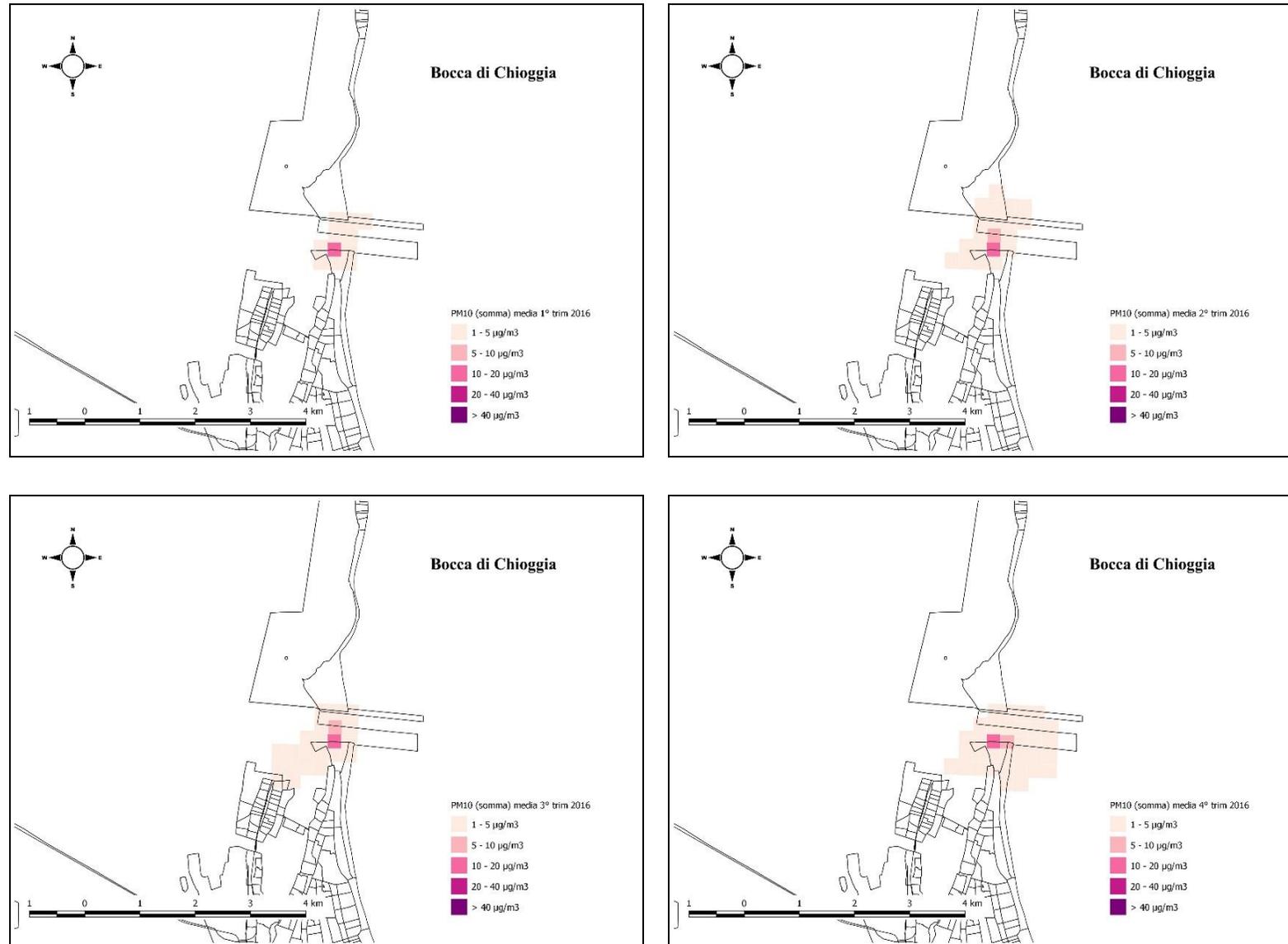


Figura 30. Concentrazioni medie trimestrali di PM10 (emissione mezzi + risolleivamento) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - bocca di Chioggia.

4 APPROFONDIMENTI

Per approfondire l'analisi degli impatti delle attività di cantiere stimati dal modello per l'anno 2016, si riporta nel seguito una descrizione degli output ottenuti nei punti di massima ricaduta all'interno di ciascun dominio di calcolo.

In Tabella 10 sono riportate le concentrazioni medie annuali più elevate stimate dal modello all'esterno delle aree di cantiere per le tre bocche di porto. Mentre nelle mappe di concentrazione, sopra riportate, sono rappresentati i valori simulati dal modello per tutti i punti di griglia del dominio di calcolo, nella tabella sottostante sono riassunti i massimi di ricaduta ottenuti escludendo i punti ricadenti all'interno delle aree di cantiere che costituiscono le sorgenti emissive (illustrate in Figura 2). Tali valori rappresentano i massimi contributi che il modello stima per le attività di cantiere e non tengono dunque conto delle concentrazioni di fondo presenti nei domini di indagine.

Per quanto riguarda il PM10, si precisa che il valore massimo di dominio della concentrazione media annuale associato alle emissioni dei mezzi e quello dovuto al risollevarimento si verificano in punti diversi del dominio, in quanto le due diverse sorgenti emissive di polveri sono localizzate diversamente all'interno delle aree di cantiere e trattate nel modello in maniera diversa (le une come sorgenti volumetriche, le altre come sorgenti areali). Per questo motivo il massimo della media annua della somma delle due componenti (ultima colonna in Tabella 10) risulta diverso dalla somma dei massimi di ciascuna (le due precedenti colonne della medesima tabella). Nella successiva Tabella 11 viene riportato l'andamento quadrimestrale delle ricadute.

Tabella 10. Valori massimi nel dominio di calcolo (esclusi i punti di cantiere) delle concentrazioni medie annuali per il 2016 per i diversi inquinanti simulati [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Bocca di porto	NO ₂	NO _x	PM10		
			emiss. mezzi	risollevarimento	emiss. mezzi + risollevarimento
Lido	5.3	18.3	1.3	8.6	9.8
Malamocco	3.6	8.5	0.7	11.3	11.7
Chioggia	7.3	16.0	1.4	2.7	3.7

Tabella 11. Valori massimi nel dominio di calcolo (esclusi i punti di cantiere) delle concentrazioni medie quadrimestrali per il 2016 per i diversi inquinanti simulati [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Bocca di porto	1° quadrimestre 2016			2° quadrimestre 2016			3° quadrimestre 2016		
	NO ₂	NO _x	PM10	NO ₂	NO _x	PM10	NO ₂	NO _x	PM10
Lido	5.1	15.1	8.8	8.8	22.1	15.7	4.5	19.1	10.7
Malamocco	2.8	7.0	9.3	4.6	10.1	15.2	3.5	8.7	17.0
Chioggia	5.6	12.5	2.7	9.6	20.3	4.0	6.8	19.2	7.1

Nei grafici di Figura 31 e Figura 32 si rappresentano i massimi di dominio (aree di cantiere escluse) delle concentrazioni medie annuali di NO₂ e PM10 per gli anni 2015-2016. In Figura 31 il grafico dei massimi di NO₂ viene affiancato al grafico dei corrispondenti andamenti per anno e per bocca di porto delle emissioni di NO_x; analogamente in Figura 32 sono presentati i grafici relativi alle massime ricadute di PM10 totale (somma dei contributi dei mezzi e del risollevarimento) e quelli riferiti alle stime emissive della somma di PM10 da mezzi e da risollevarimento.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

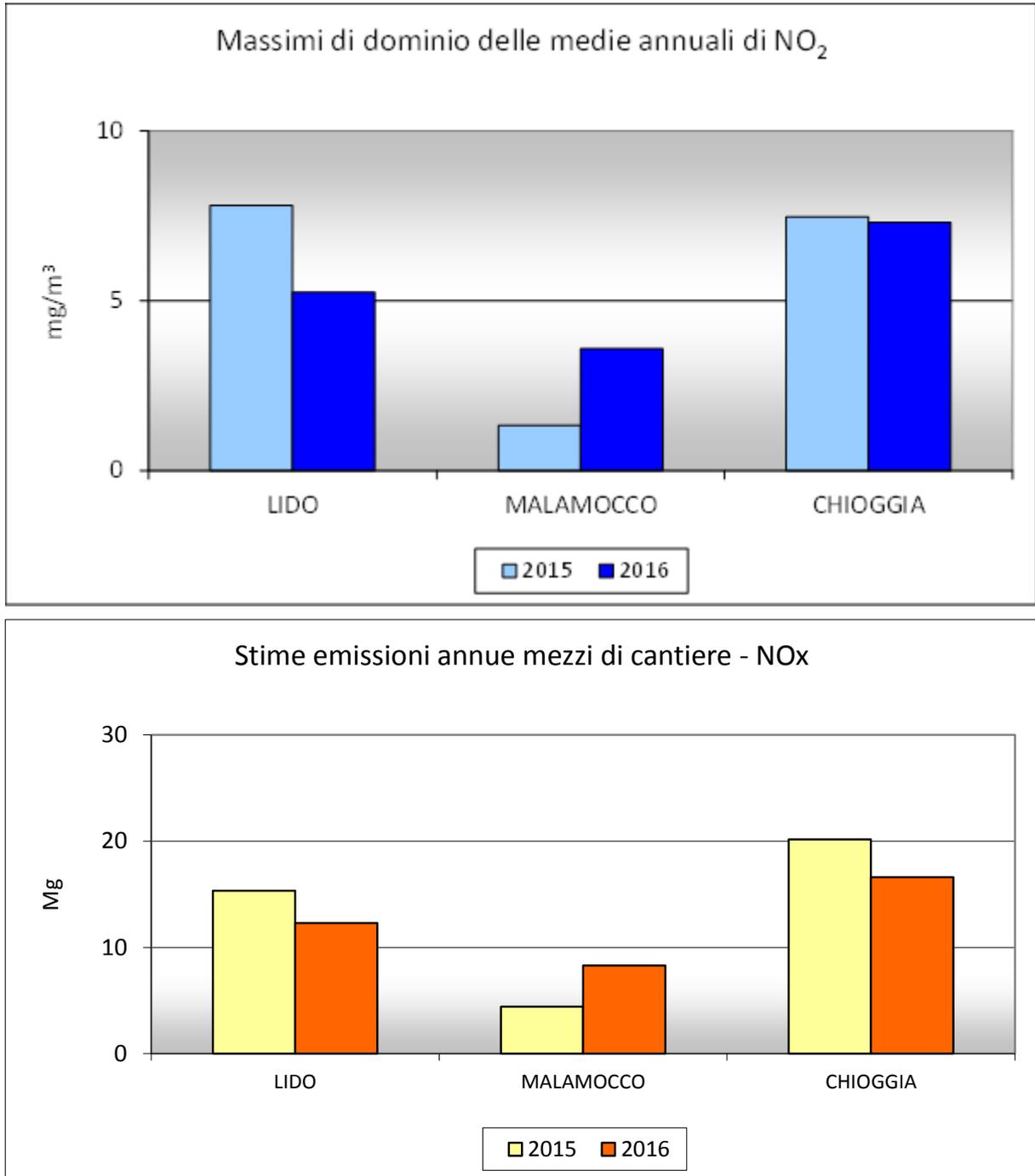


Figura 31. Massimi di dominio (aree di cantiere escluse) delle concentrazioni medie annuali di NO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$], in alto, e emissioni annuali di NO_x stimate per i mezzi di cantiere (*composite*) [Mg], in basso - confronto 2015-2016.

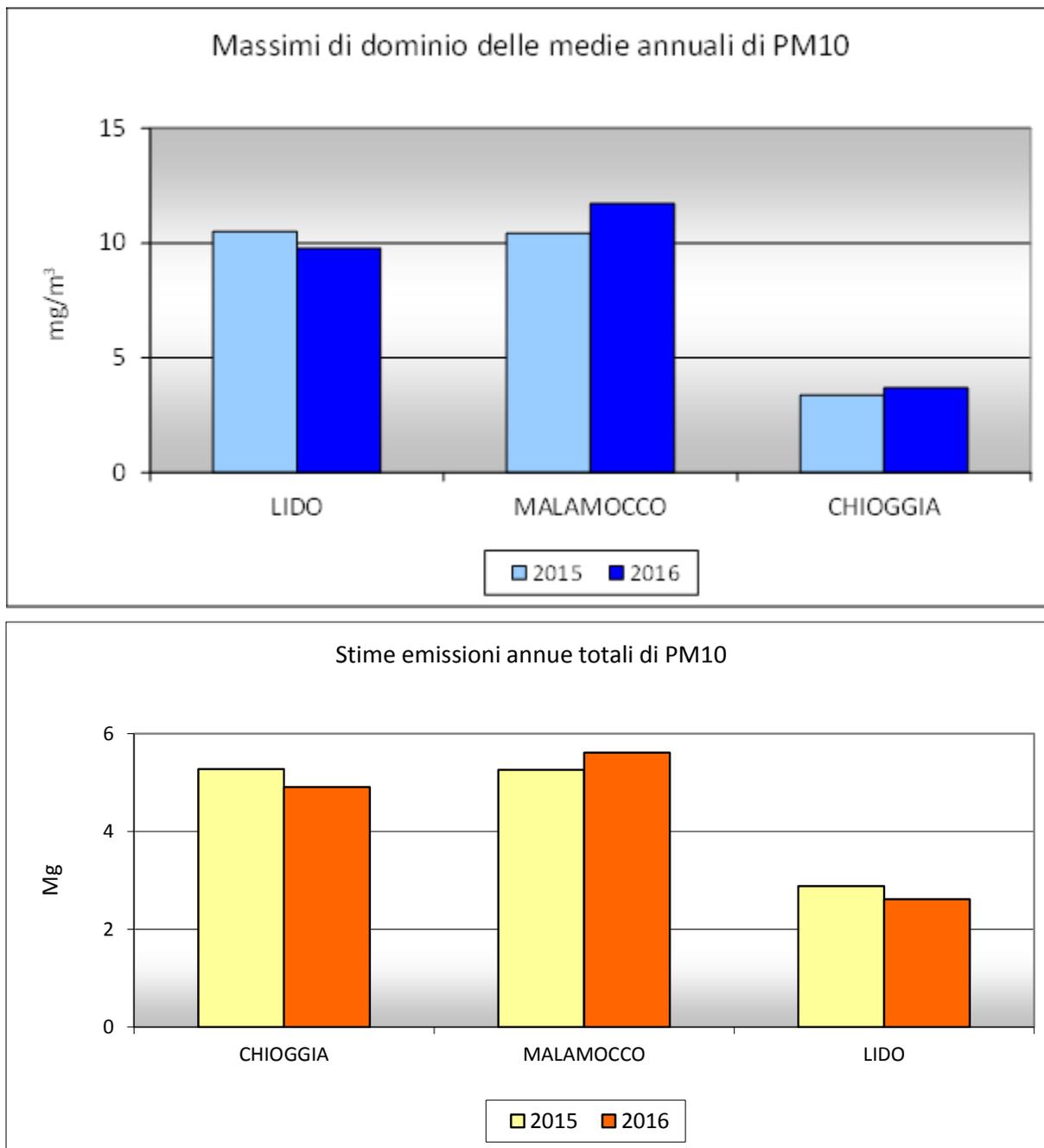


Figura 32. Massimi di dominio (aree di cantiere escluse) delle concentrazioni medie annuali di PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$], in alto, e emissioni annuali di PM10 stimate per i mezzi di cantiere e per risolleivamento [Mg], in basso - confronto 2015-2016.

Alla bocca di porto di Lido la minore attività di cantiere registrata nel 2016 rispetto al 2015, risultante in una stima delle emissioni di NO_x da parte dei mezzi di cantiere ridotta del 20% (v. grafico delle emissioni di NO_x in basso in Figura 31), si riflette su una diminuzione di circa il 35% del valore di massima ricaduta per l'NO₂ stimato dal modello nel 2016 rispetto al 2015 (Figura 31 in alto). Alla bocca di porto di Malamocco si stima nel 2016 un ammontare delle emissioni di ossidi di azoto pari a quasi il doppio rispetto al 2015 e il valore di massima ricaduta di NO₂ calcolato dal modello risulta pari a più di due volte e mezzo (incremento del 170%) rispetto al valore dell'anno precedente. Alla bocca di porto di Chioggia il massimo di dominio della media annuale di NO₂ al

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

di fuori delle aree di cantiere risulta pressoché uguale al corrispondente parametro calcolato nel 2015, a fronte di un decremento del 18% nelle emissioni di NO_x.

Relativamente al PM₁₀, alla bocca di porto di Lido l'ammontare complessivo (mezzi + risollevario) delle emissioni (Figura 32 in basso) e le massime ricadute (grafici in alto in Figura 32) variano rispetto al 2015 nella stessa proporzione (diminuzione del 7%), e così alla bocca di porto di Malamocco, dove entrambe aumentano di circa il 10%. Nel sito di Chioggia la stima delle emissioni polverulente complessive è lievemente diminuita (-9%) rispetto al valore del 2015, mentre la massima ricaduta di PM₁₀ è aumentata della stessa proporzione (+9%) (Figura 32 in alto).

In Appendice (da Tabella A8 a Tabella A13), per una maggiore possibilità di confronto, si riportano le sintesi relative agli anni dal 2011 al 2016 delle stime emissive e dei valori di massima ricaduta dei diversi inquinanti alle tre bocche di porto.

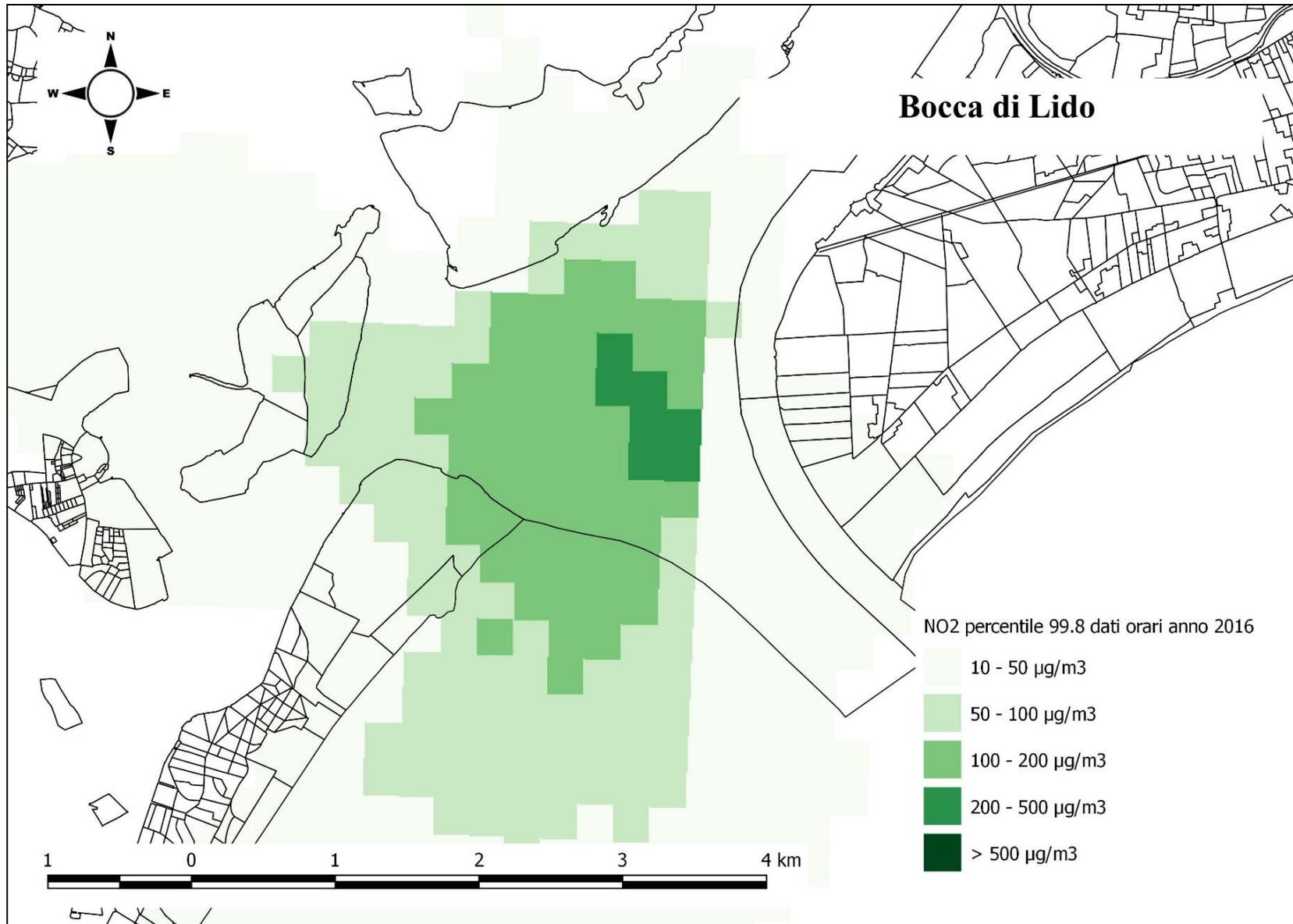
In riferimento al limite orario dell'NO₂ per la protezione della salute, nelle mappe di Figura 33, Figura 34 e Figura 35 si riporta, per ogni punto del dominio, il 99.8° percentile⁴ della serie oraria delle concentrazioni di NO₂ stimate dal modello per le tre bocche di porto.

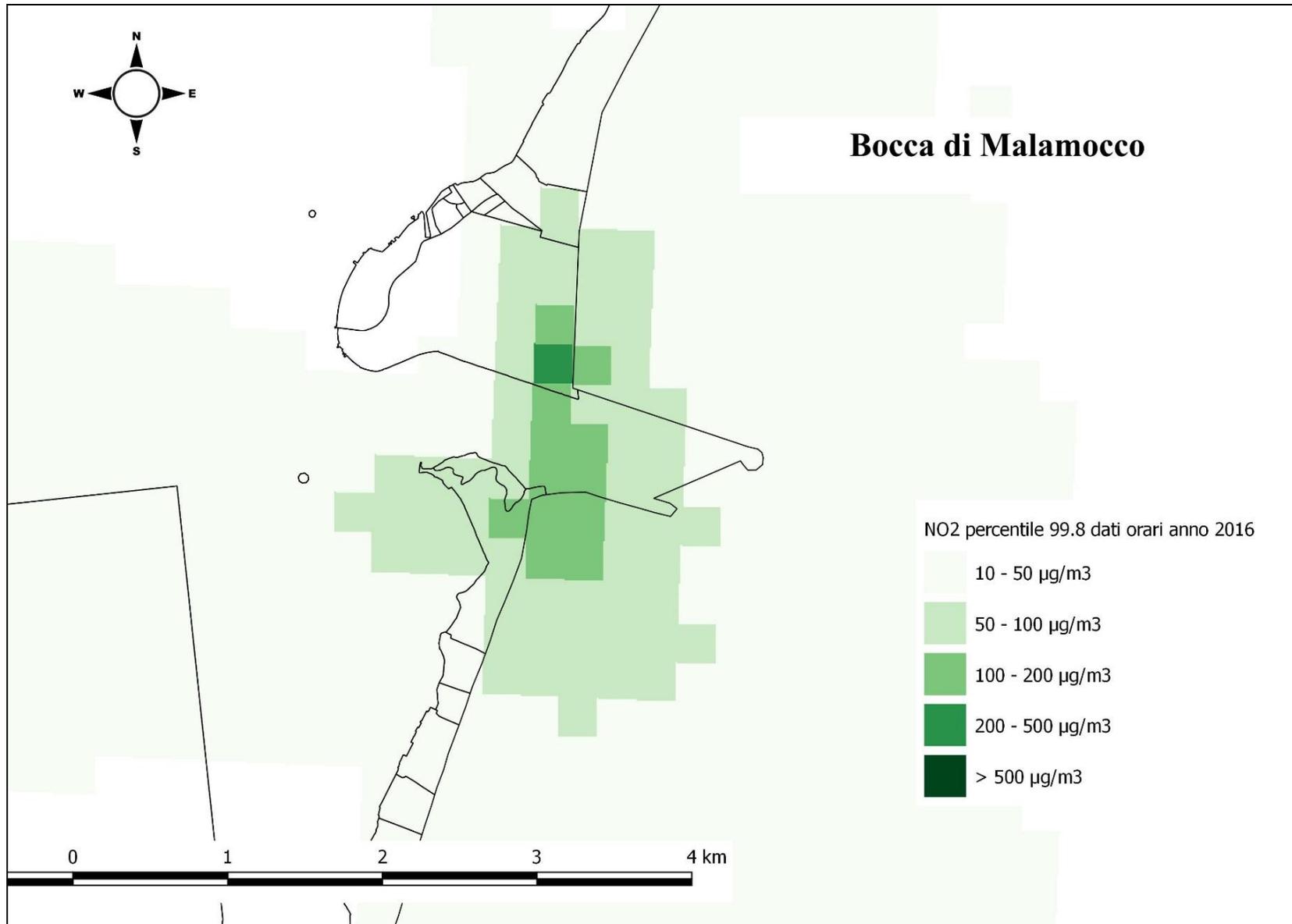
Fra i tre siti, un maggiore rischio di superamento del limite orario in zone abitate si evidenzia per la bocca di porto di Chioggia. La zona in cui il modello stima valori per questo parametro superiori ai 100 µg/m³ si estende per circa 3.5 km, interessando una parte del centro abitato di Chioggia (Figura 35). Tenendo conto che al contributo del modello vanno sommati i contributi relativi a tutte le altre sorgenti emissive presenti nel dominio, il modello indica che, nell'area in esame, in presenza di condizioni di alta pressione e scarsa ventilazione, così come di assenza di precipitazioni, che favoriscono l'accumulo degli inquinanti, è possibile il superamento del limite di breve periodo⁵. È comunque da sottolineare, come evidenziato anche nel paragrafo 3.1 a commento delle mappe di concentrazione di NO₂ calcolata dal modello incrementata dal valore di fondo, che la stazione di fondo più prossima, ossia Sacca Fisola, è una stazione di background urbano, e fornisce valori che risultano cautelativi per il contesto relativo alle bocche di porto, più simile ad un background rurale.

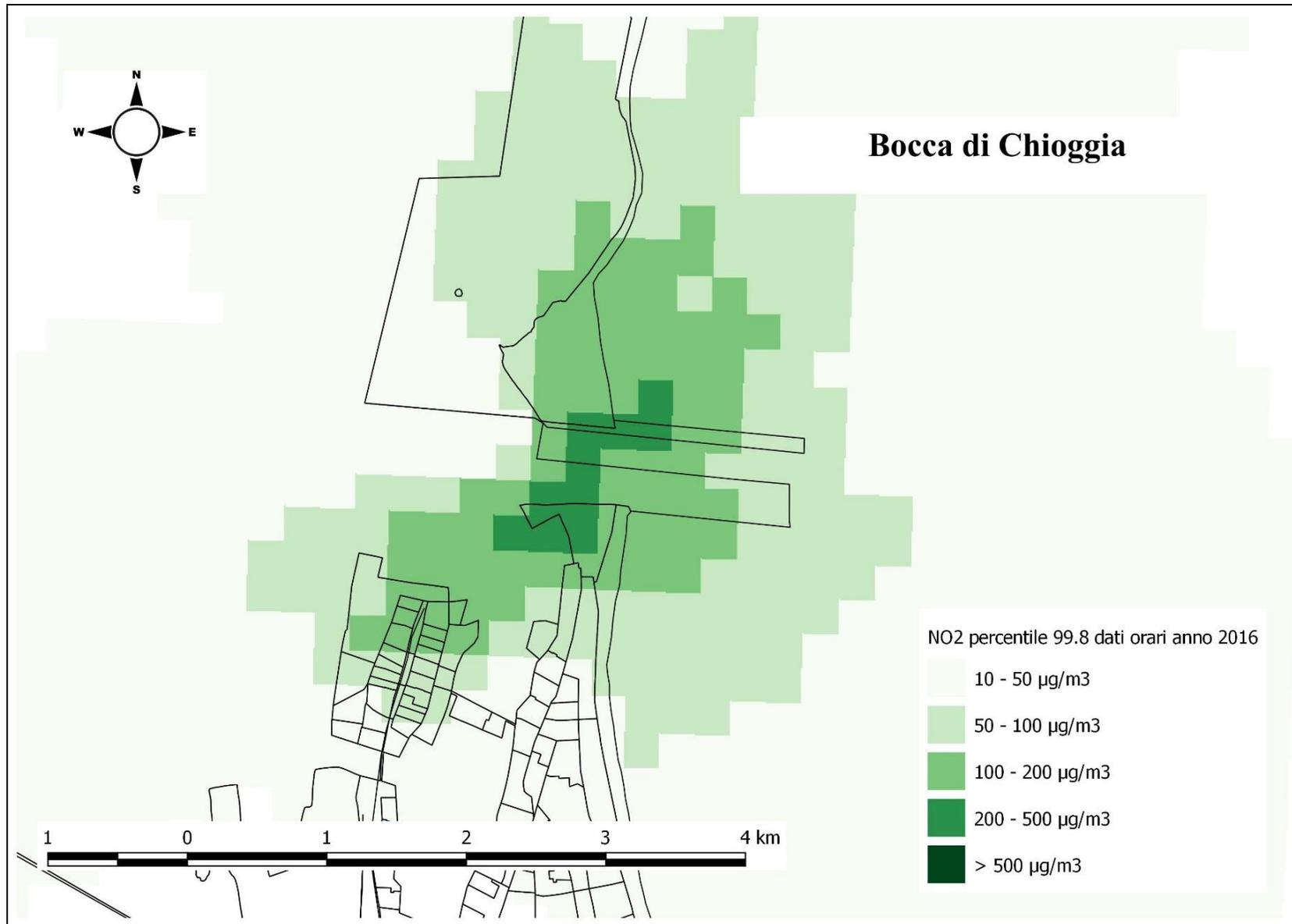
Alla bocca di porto di Lido l'area di superamento dei 100 µg/m³ da parte del 99.8° percentile si estende per una larghezza di circa 2.5 km, nella zona acqua intorno alle aree di cantiere, senza interessamento di centri abitati (Figura 33). Alla bocca di porto di Malamocco le poche celle del dominio in cui il 99.8° percentile supera il valore di 100 µg/m³ ricadono nelle aree di cantiere sui due lati del canale (Figura 34).

⁴ Il 99.8° percentile corrisponde al 19° massimo della serie oraria: tale valore può essere confrontato con il limite orario di 200 µg/m³, che si intende superato se si verificano più di 18 superamenti l'anno (DLgs 155/2010).

⁵ Si considera come riferimento la linea di isoconcentrazione di 100 µg/m³ per delimitare l'area di maggior rischio di superamento per più di 18 volte l'anno del limite di 200 µg/m³, in quanto si sommano le concentrazioni simulate con il 99.8° percentile delle concentrazioni di NO₂ registrate presso la stazione ARPAV di Sacca Fisola, che nel 2016 risulta pari a 116 µg/m³.

Figura 33. Percentile 99.8° delle concentrazioni di NO₂ [µg/m³] – bocca di Lido.

Figura 34. Percentile 99.8° delle concentrazioni di NO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - bocca di Malamocco.

Figura 35. Percentile 99.8° delle concentrazioni di NO₂ [µg/m³] - bocca di Chioggia.

5 CONCLUSIONI

Nel presente rapporto sono descritti i risultati delle simulazioni modellistiche relative alla dispersione in atmosfera degli inquinanti rilasciati durante le attività di cantiere del MOSE nell'anno 2016.

Le simulazioni modellistiche, svolte con la catena modellistica CALMET-CALPUFF, hanno riguardato le emissioni dovute all'impiego di macchinari e mezzi sia di terra che di acqua, nonché le emissioni polverulente dovute al risollevaramento eolico e meccanico per il passaggio dei mezzi nelle aree dei cantieri.

Per quanto riguarda i gas NO_x/NO₂, nell'anno 2016 alle bocche di porto di Lido e di Chioggia sono stati stimati livelli di concentrazione abbastanza simili nelle due bocche, in particolare per l'NO_x, mentre a Malamocco i valori di concentrazione sono risultati inferiori, all'incirca la metà rispetto agli altri due siti per l'NO_x. La massima concentrazione media annua a Lido, escludendo le aree interne ai cantieri, è di 5 µg/m³ per NO₂ e di 18 µg/m³ per NO_x, valori stimati a ridosso del lato ovest dell'isola artificiale che separa le due schiere di paratoie. A Malamocco il modello stima valori di massima ricaduta di 4 µg/m³ per l'NO₂ e di 8 µg/m³ per l'NO_x, presso la spalla nord. Alla bocca di Chioggia si registrano massimi delle medie annuali di NO₂ e NO_x rispettivamente di 7 µg/m³ e di 16 µg/m³ presso il Forte San Felice.

Relativamente all'NO₂, per tutte le tre bocche di porto si sottolinea che le concentrazioni medie annue stimate scendono rapidamente al di sotto di valori inferiori a 1 µg/m³ non appena ci si allontana dai confini esterni delle aree di cantiere, interessando zone residenziali solo a Chioggia. Pur sommando ai valori stimati dal modello un livello di concentrazione di background piuttosto cautelativo come quello misurato dalla stazione ARPAV di Sacca Fisola, che per il 2016 ammonta a 34 µg/m³, non si segnala alcun rischio di superamento del limite di 40 µg/m³ per la protezione della popolazione.

Per gli NO_x, il contributo delle attività cantieristiche stimato dal modello non comporta rischi di superamento del limite di 30 µg/m³ per la protezione della vegetazione. Manca in questo caso però un sito di misura significativo che possa essere utilizzato come valore di background con il quale verificare se il contributo del cantiere più il fondo porti a situazioni critiche.

Per le massime ricadute di PM₁₀ primario sono stimati valori abbastanza simili alle bocche di porto di Lido e di Malamocco (rispettivamente 10 e 12 µg/m³) e un valore pari a circa un terzo dei precedenti (4 µg/m³) alla bocca di Chioggia. Le stime modellistiche per il PM₁₀ dipendono sia dal contributo di emissione dai mezzi di cantiere che dal risollevaramento, che a Lido e a Malamocco costituisce un apporto maggiore rispetto a Chioggia.

Prendendo come riferimento per il livello di fondo di PM₁₀ la concentrazione media annua misurata dalla stazione ARPAV di Sacca Fisola, pari a 34 µg/m³, il rischio di superamento del limite annuo di 40 µg/m³ per la protezione della popolazione viene registrato in alcune celle del dominio ricadenti nelle aree di cantiere nel caso di tutti e tre i siti. In generale, dunque, in nessuna bocca di porto si evidenziano criticità per quanto riguarda i limiti annuali di protezione della popolazione relativamente a questo inquinante.

Valutando l'impatto di breve periodo, qualche attenzione al rischio di superamento per l'NO₂ del limite orario di protezione della salute di 200 µg/m³ va posta per la parte settentrionale del centro abitato di Chioggia, mentre negli altri siti non si hanno indicazioni di superamento che riguardino aree residenziali.

Complessivamente, nel 2016 l'impatto dei cantieri, in termini di ricadute degli inquinanti modellizzati, si attesta su livelli analoghi al 2015 per le bocche di porto di Lido e Chioggia, mentre

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

per Malamocco si riporta sui livelli del 2014, dopo aver registrato una consistente diminuzione nel 2015.

BIBLIOGRAFIA

- Applied Environmental Consultants, 2010. Rosemont Copper Company - CALPUFF Modeling Report to Assess , Rosemont Copper Project, Southeastern Arizona (<http://www.rosemonteis.us/files/technical-reports/013224.pdf>).
- Arizona Department of Environmental Quality, 2014. Air Dispersion Modeling Guidelines for Arizona Air Quality Permits (<http://www.azdeq.gov/environ/air/download/modeling.pdf>).
- California Environmental Protection Agency Emissions Inventory, 2002. Sec. 7.7 Building Construction Dust (<http://www.arb.ca.gov/ei/areasrc/fullpdf/full7-7.pdf>).
- EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook, 2009. - International navigation, national navigation, national fishing and military (shipping) - sec.1.A.3.d Navigation (update March 2011) (<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-d-navigation.pdf>).
- EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook, 2009. - Non-road mobile sources and machinery (land-based emissions) - sec. 1.A.4 Other Mobile (update June 2010) (<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-4-other-mobile-tfeip-endorsed-draft.pdf>).
- Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA, 2012. Studio B.6.72 B/7. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Aria-Simulazioni modellistiche. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA, 2013. Studio B.6.72 B/8. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Aria-Simulazioni modellistiche. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia (ex Magistrato alle Acque di Venezia) - CORILA, 2014. Studio B.6.72 B/9. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Aria-Simulazioni modellistiche. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia (ex Magistrato alle Acque di Venezia) - CORILA, 2015. Studio B.6.72 B/10. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Aria-Simulazioni modellistiche. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia (ex Magistrato alle Acque di Venezia) - CORILA, 2016. Studio B.6.72 B/11. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Aria-Simulazioni modellistiche. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- North Carolina Division of Air Quality, 2009. Guidelines for evaluating the air quality impacts of toxic pollutants in North Carolina (<http://daq.state.nc.us/permits/mets/Guidance.pdf>).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Pernigotti, D., M. Sansone and M. Ferrario, 2005. Validation of one-year LAMI model Re-Analysis on the Po-Valley, Northern Italy. Comparison to CALMET model output on the sub-area of Veneto Region. 10th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, Crete 17-20 October.

Sansone, M., D. Pernigotti and M. Ferrario, 2005. Application of CALMET model to the Veneto region, with particular attention to the shoreline, using offshore data for initialization. 1st International Conference on Harbours & Air Quality, Genova (Italy), 15 - 17 June.

Scire J.S., Robe F.R., Fernau M.E. and Yamartino R.J., 2000. A User's Guide for the CALMET Meteorological Model. Earth Tech, Inc., Concord, MA.

Scire J.S., Strimaitis D.G. and Yamartino R.J., 2001. A user's Guide for the CALPUFF Dispersion Model, Earth Tech, Concord, MA.

US Environmental Protection Agency AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 11: Mineral Products Industry - 11.9 Western Surface Coal Mining, 1998
(<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch11/final/c11s09.pdf>).

US Environmental Protection Agency AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 13: Miscellaneous Sources - 13.2.2 Unpaved Roads, 2006
(<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/final/c13s0202.pdf>).

US Environmental Protection Agency AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 13: Miscellaneous Sources - 13.2.3 Heavy Construction Operations, 1995
(<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/final/c13s02-3.pdf>).

US Environmental Protection Agency AP42, 2002. Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling, EPA420-P-02-014
(<http://www.epa.gov/otaq/models/nonrdmdl/p02014.pdf>).

APPENDICE 1: LIVELLI TECNOLOGICI PER MEZZI OFF-ROAD DIESEL

Tabella A1. Livelli tecnologici per mezzi off-road diesel in ambito civile-industriale (estratto da EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2009, <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>).

Table 2-3 Overview of EU emission directives relevant for diesel-fuelled non-road machinery

Stage/engine size [kW]	CO [g/kWh]	VOC	NO _x	VOC+NO _x	PM	Diesel machinery			Tractors	
						EU Directive	Implement. date Transient	Constant	EU Directive	Implement. date
Stage I										
37<=P< 75	6.5	1.3	9.2	-	0.85	97/68	1/4 1999	-	2000/25	1/7 2001
Stage II										
130<=P< 560	3.5	1	6	-	0.2	97/68	1/1 2002	1/1 2007	2000/25	1/7 2002
75<=P< 130	5	1	6	-	0.3		1/1 2003	1/1 2007		1/7 2003
37<=P< 75	5	1.3	7	-	0.4		1/1 2004	1/1 2007		1/1 2004
18<=P< 37	5.5	1.5	8	-	0.8		1/1 2001	1/1 2007		1/1 2002
Stage IIIA										
130<=P< 560	3.5	-	-	4	0.2	2004/26	1/1 2006	1/1 2011	2005/13	1/1 2006
75<=P< 130	5	-	-	4	0.3		1/1 2007	1/1 2011		1/1 2007
37<=P< 75	5	-	-	4.7	0.4		1/1 2008	1/1 2012		1/1 2008
19<=P< 37	5.5	-	-	7.5	0.6		1/1 2007	1/1 2011		1/1 2007
Stage IIIB										
130<=P< 560	3.5	0.19	2	-	0.025	2004/26	1/1 2011	-	2005/13	1/1 2011
75<=P< 130	5	0.19	3.3	-	0.025		1/1 2012	-		1/1 2012
56<=P< 75	5	0.19	3.3	-	0.025		1/1 2012	-		1/1 2012
37<=P< 56	5	-	-	4.7	0.025		1/1 2013	-		1/1 2013
Stage IV										
130<=P< 560	3.5	0.19	0.4	-	0.025	2004/26	1/1 2014		2005/13	1/1 2014
56<=P< 130	5	0.19	0.4	-	0.025		1/10 2014			1/10 2014

APPENDICE 2: EMISSIONI MENSILI 2016 MEZZI DI CANTIERE

Tabella A2. Bocca di porto di Lido, zone di lavoro a terra. Emissioni mensili mezzi di cantiere [Mg] raggruppati per aree di lavoro.

Bocca di porto	Zona	Mese	NOx			NOx uncontrolled			PM			PM uncontrolled			
			Mezzi di terra	Mezzi acquei	Totale	Mezzi di terra	Mezzi acquei	Totale	Mezzi di terra	Mezzi acquei	Totale	Mezzi di terra	Mezzi acquei	Totale	
LIDO - TERRA	SPALLA NORD + TURA	gen	0.068	0.000	0.068	0.128	0.000	0.128	0.004	0.000	0.004	0.011	0.000	0.011	
	SPALLA NORD + TURA	feb	0.174	0.000	0.174	0.330	0.000	0.330	0.012	0.000	0.012	0.029	0.000	0.029	
	SPALLA NORD + TURA	mar	0.174	0.000	0.174	0.330	0.000	0.330	0.012	0.000	0.012	0.029	0.000	0.029	
	SPALLA NORD + TURA	apr	0.406	0.000	0.406	0.770	0.000	0.770	0.027	0.000	0.027	0.069	0.000	0.069	
	SPALLA NORD + TURA	mag	0.510	0.000	0.510	0.969	0.000	0.969	0.034	0.000	0.034	0.086	0.000	0.086	
	SPALLA NORD + TURA	giu	0.304	0.000	0.304	0.576	0.000	0.576	0.020	0.000	0.020	0.051	0.000	0.051	
	SPALLA NORD + TURA	lug	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	SPALLA NORD + TURA	ago	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	SPALLA NORD + TURA	set	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	SPALLA NORD + TURA	ott	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	SPALLA NORD + TURA	nov	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	SPALLA NORD + TURA	dic	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	SPALLA NORD + TURA	2016		1.635	0.000	1.635	3.104	0.000	3.104	0.108	0.000	0.108	0.277	0.000	0.277
	ISOLA	gen		0.313	0.228	0.541	0.595	0.278	0.873	0.021	0.019	0.040	0.054	0.025	0.078
	ISOLA	feb		0.548	0.390	0.938	1.040	0.477	1.517	0.037	0.032	0.069	0.093	0.042	0.136
	ISOLA	mar		0.583	0.399	0.982	1.107	0.486	1.592	0.039	0.033	0.072	0.099	0.043	0.142
	ISOLA	apr		0.327	0.231	0.557	0.620	0.279	0.899	0.022	0.019	0.042	0.056	0.025	0.081
	ISOLA	mag		0.342	0.242	0.584	0.649	0.293	0.942	0.024	0.020	0.044	0.059	0.026	0.085
	ISOLA	giu		0.342	0.250	0.592	0.648	0.303	0.951	0.023	0.021	0.044	0.059	0.027	0.085
	ISOLA	lug		1.042	0.456	1.497	1.977	0.557	2.534	0.070	0.038	0.108	0.177	0.049	0.226
	ISOLA	ago		0.551	0.282	0.833	1.046	0.345	1.390	0.037	0.023	0.060	0.094	0.031	0.124
	ISOLA	set		1.122	0.477	1.599	2.129	0.583	2.712	0.075	0.040	0.115	0.191	0.052	0.242
	ISOLA	ott		1.029	0.358	1.387	1.953	0.438	2.390	0.069	0.030	0.099	0.175	0.039	0.214
	ISOLA	nov		0.320	0.228	0.547	0.607	0.278	0.885	0.022	0.019	0.041	0.055	0.025	0.080
	ISOLA	dic		0.228	0.163	0.391	0.433	0.199	0.632	0.016	0.013	0.029	0.039	0.018	0.057
	ISOLA	2016		6.746	3.703	10.449	12.804	4.516	17.319	0.456	0.307	0.763	1.151	0.400	1.551
	SPALLA SUD	gen		0.003	0.000	0.003	0.006	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001
	SPALLA SUD	feb		0.009	0.005	0.014	0.017	0.005	0.022	0.001	0.000	0.001	0.002	0.000	0.002
	SPALLA SUD	mar		0.011	0.004	0.015	0.021	0.004	0.025	0.001	0.000	0.001	0.002	0.000	0.002
	SPALLA SUD	apr		0.012	0.003	0.015	0.023	0.003	0.026	0.001	0.000	0.001	0.002	0.000	0.002
	SPALLA SUD	mag		0.013	0.004	0.018	0.026	0.004	0.030	0.001	0.000	0.001	0.002	0.000	0.003
	SPALLA SUD	giu		0.015	0.005	0.020	0.029	0.005	0.034	0.001	0.000	0.002	0.003	0.000	0.003
	SPALLA SUD	lug		0.023	0.004	0.028	0.045	0.004	0.049	0.002	0.000	0.002	0.004	0.000	0.004
SPALLA SUD	ago		0.014	0.005	0.019	0.026	0.005	0.031	0.001	0.000	0.001	0.002	0.000	0.003	
SPALLA SUD	set		0.007	0.000	0.007	0.013	0.000	0.013	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	
SPALLA SUD	ott		0.012	0.006	0.019	0.024	0.006	0.030	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.003	
SPALLA SUD	nov		0.005	0.003	0.007	0.009	0.003	0.012	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	
SPALLA SUD	dic		0.003	0.000	0.003	0.006	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	
SPALLA SUD	2016		0.128	0.040	0.168	0.243	0.040	0.283	0.010	0.004	0.013	0.023	0.004	0.027	
TOTALE BOCCA DI LIDO - TERRA			8.5	3.7	12.3	16.2	4.6	20.7	0.57	0.31	0.88	1.45	0.40	1.85	

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella A3. Bocca di porto di Lido, zone di lavoro in mare. - Emissioni mensili mezzi di cantiere [Mg] raggruppati per aree di lavoro.

Bocca di porto	Zona	Mese	NOx			NOx uncontrolled			PM			PM uncontrolled		
			Mezzi di terra	Mezzi acquei	Totale	Mezzi di terra	Mezzi acquei	Totale	Mezzi di terra	Mezzi acquei	Totale	Mezzi di terra	Mezzi acquei	Totale
LIDO - ACQUA	CANALE+BARRIERA	gen	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CANALE+BARRIERA	feb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CANALE+BARRIERA	mar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CANALE+BARRIERA	apr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CANALE+BARRIERA	mag	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CANALE+BARRIERA	giu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CANALE+BARRIERA	lug	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CANALE+BARRIERA	ago	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CANALE+BARRIERA	set	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CANALE+BARRIERA	ott	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CANALE+BARRIERA	nov	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CANALE+BARRIERA	dic	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CANALE+BARRIERA	2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	LUNATA	gen	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	LUNATA	feb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	LUNATA	mar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	LUNATA	apr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	LUNATA	mag	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	LUNATA	giu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	LUNATA	lug	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	LUNATA	ago	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	LUNATA	set	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	LUNATA	ott	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	LUNATA	nov	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	LUNATA	dic	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	LUNATA	2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	TELEGUIDATA	gen	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	TELEGUIDATA	feb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	TELEGUIDATA	mar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	TELEGUIDATA	apr	0.000	0.022	0.022	0.000	0.027	0.027	0.000	0.002	0.002	0.000	0.002	0.002
	TELEGUIDATA	mag	0.000	0.022	0.022	0.000	0.027	0.027	0.000	0.002	0.002	0.000	0.002	0.002
	TELEGUIDATA	giu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	TELEGUIDATA	lug	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	TELEGUIDATA	ago	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	TELEGUIDATA	set	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	TELEGUIDATA	ott	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
TELEGUIDATA	nov	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
TELEGUIDATA	dic	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
TELEGUIDATA	2016	0.000	0.043	0.043	0.000	0.053	0.053	0.000	0.004	0.004	0.000	0.005	0.005	
TOTALE BOCCA DI LIDO - ACQUA			0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella A4. Bocca di porto di Malamocco. - Emissioni mensili mezzi di cantiere [Mg] raggruppati per aree di lavoro.

Bocca di porto	Zona	Mese	NOx			NOx uncontrolled			PM			PM uncontrolled			
			Mezzi di terra	Mezzi acquei	Totale	Mezzi di terra	Mezzi acquei	Totale	Mezzi di terra	Mezzi acquei	Totale	Mezzi di terra	Mezzi acquei	Totale	
MALAMOCCO	SPALLA NORD	gen	0.141	0.098	0.239	0.267	0.098	0.365	0.010	0.009	0.019	0.024	0.009	0.033	
	SPALLA NORD	feb	0.171	0.132	0.303	0.324	0.132	0.456	0.012	0.012	0.024	0.029	0.012	0.041	
	SPALLA NORD	mar	0.175	0.150	0.324	0.331	0.150	0.481	0.012	0.014	0.026	0.030	0.014	0.044	
	SPALLA NORD	apr	0.191	0.178	0.368	0.362	0.178	0.540	0.013	0.016	0.029	0.033	0.016	0.049	
	SPALLA NORD	mag	0.185	0.190	0.375	0.351	0.190	0.541	0.013	0.017	0.030	0.032	0.017	0.049	
	SPALLA NORD	giu	0.206	0.207	0.413	0.390	0.207	0.597	0.014	0.019	0.033	0.035	0.019	0.054	
	SPALLA NORD	lug	0.206	0.221	0.428	0.392	0.221	0.613	0.014	0.020	0.034	0.036	0.020	0.056	
	SPALLA NORD	ago	0.076	0.110	0.185	0.144	0.110	0.253	0.005	0.010	0.015	0.013	0.010	0.023	
	SPALLA NORD	set	0.176	0.196	0.372	0.334	0.196	0.530	0.012	0.018	0.030	0.030	0.018	0.048	
	SPALLA NORD	ott	0.198	0.202	0.400	0.376	0.202	0.578	0.014	0.018	0.032	0.034	0.018	0.053	
	SPALLA NORD	nov	0.204	0.205	0.410	0.388	0.205	0.593	0.014	0.019	0.033	0.035	0.019	0.054	
	SPALLA NORD	dic	0.141	0.153	0.294	0.268	0.153	0.421	0.010	0.014	0.024	0.024	0.014	0.038	
	SPALLA NORD	2016		2.069	2.042	4.111	3.927	2.042	5.969	0.143	0.185	0.328	0.357	0.185	0.542
	SPALLA SUD + CASSONI	gen	0.122	0.098	0.221	0.231	0.098	0.329	0.009	0.009	0.018	0.022	0.009	0.031	
	SPALLA SUD + CASSONI	feb	0.135	0.133	0.268	0.255	0.133	0.388	0.009	0.012	0.022	0.023	0.012	0.036	
	SPALLA SUD + CASSONI	mar	0.182	0.167	0.350	0.345	0.167	0.512	0.013	0.015	0.028	0.032	0.015	0.047	
	SPALLA SUD + CASSONI	apr	0.186	0.211	0.396	0.351	0.211	0.561	0.013	0.019	0.032	0.033	0.019	0.052	
	SPALLA SUD + CASSONI	mag	0.210	0.208	0.418	0.396	0.208	0.604	0.015	0.019	0.034	0.037	0.019	0.056	
	SPALLA SUD + CASSONI	giu	0.204	0.225	0.429	0.385	0.225	0.611	0.015	0.020	0.035	0.036	0.020	0.056	
	SPALLA SUD + CASSONI	lug	0.162	0.237	0.399	0.305	0.237	0.542	0.012	0.022	0.033	0.029	0.022	0.050	
	SPALLA SUD + CASSONI	ago	0.103	0.121	0.224	0.195	0.121	0.316	0.008	0.011	0.019	0.018	0.011	0.029	
	SPALLA SUD + CASSONI	set	0.178	0.237	0.415	0.336	0.237	0.573	0.013	0.022	0.035	0.032	0.022	0.053	
	SPALLA SUD + CASSONI	ott	0.152	0.237	0.389	0.286	0.237	0.523	0.011	0.022	0.033	0.027	0.022	0.049	
	SPALLA SUD + CASSONI	nov	0.176	0.211	0.386	0.331	0.211	0.542	0.013	0.019	0.032	0.031	0.019	0.050	
	SPALLA SUD + CASSONI	dic	0.119	0.167	0.286	0.224	0.167	0.391	0.009	0.015	0.024	0.021	0.015	0.036	
	SPALLA SUD + CASSONI	2016		1.928	2.253	4.181	3.639	2.253	5.892	0.139	0.205	0.344	0.341	0.205	0.546
	BARRIERA	gen	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	BARRIERA	feb	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	BARRIERA	mar	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	BARRIERA	apr	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	BARRIERA	mag	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	BARRIERA	giu	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	BARRIERA	lug	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
BARRIERA	ago	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
BARRIERA	set	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
BARRIERA	ott	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
BARRIERA	nov	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
BARRIERA	dic	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
BARRIERA	2016		0.000	0.013	0.013	0.000	0.013	0.013	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	
TOTALE BOCCA DI MALAMOCCO			4.0	4.3	8.3	7.6	4.3	11.9	0.28	0.39	0.67	0.70	0.39	1.09	

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella A5. Bocca di porto di Chioggia - Emissioni mensili mezzi di cantiere [Mg] raggruppati per aree di lavoro.

Bocca di porto	Zona	Mese	NOx			NOx uncontrolled			PM			PM uncontrolled			
			Mezzi di terra	Mezzi acquei	Totale	Mezzi di terra	Mezzi acquei	Totale	Mezzi di terra	Mezzi acquei	Totale	Mezzi di terra	Mezzi acquei	Totale	
CHIOGGIA	SPALLA SUD	gen	0.196	0.239	0.436	0.372	0.239	0.612	0.016	0.022	0.038	0.036	0.022	0.058	
	SPALLA SUD	feb	0.184	0.081	0.265	0.349	0.081	0.430	0.015	0.007	0.023	0.034	0.007	0.042	
	SPALLA SUD	mar	0.232	0.141	0.372	0.440	0.141	0.581	0.018	0.013	0.031	0.043	0.013	0.056	
	SPALLA SUD	apr	0.360	0.177	0.537	0.683	0.177	0.860	0.027	0.016	0.044	0.065	0.016	0.081	
	SPALLA SUD	mag	0.383	0.195	0.578	0.728	0.195	0.923	0.029	0.018	0.047	0.069	0.018	0.087	
	SPALLA SUD	giu	0.358	0.180	0.538	0.679	0.180	0.859	0.028	0.017	0.044	0.065	0.017	0.082	
	SPALLA SUD	lug	0.388	0.254	0.642	0.737	0.254	0.991	0.030	0.023	0.053	0.070	0.023	0.094	
	SPALLA SUD	ago	0.264	0.099	0.363	0.502	0.099	0.600	0.021	0.009	0.030	0.048	0.009	0.058	
	SPALLA SUD	set	0.454	0.121	0.575	0.862	0.121	0.983	0.035	0.011	0.046	0.083	0.011	0.094	
	SPALLA SUD	ott	0.319	0.045	0.364	0.606	0.045	0.651	0.025	0.004	0.029	0.059	0.004	0.063	
	SPALLA SUD	nov	0.330	0.117	0.447	0.627	0.117	0.744	0.026	0.011	0.036	0.060	0.011	0.071	
	SPALLA SUD	dic	0.183	0.036	0.219	0.347	0.036	0.383	0.014	0.003	0.018	0.034	0.003	0.037	
	SPALLA SUD	2016		3.653	1.683	5.336	6.933	1.683	8.616	0.284	0.156	0.440	0.665	0.156	0.821
	BARRIERA	gen	0.010	0.176	0.186	0.018	0.176	0.194	0.001	0.017	0.018	0.002	0.017	0.019	
	BARRIERA	feb	0.023	0.699	0.722	0.044	0.699	0.743	0.002	0.065	0.067	0.004	0.065	0.070	
	BARRIERA	mar	0.067	0.733	0.800	0.128	0.733	0.860	0.005	0.068	0.073	0.012	0.068	0.080	
	BARRIERA	apr	0.051	0.741	0.792	0.096	0.741	0.837	0.004	0.069	0.073	0.009	0.069	0.078	
	BARRIERA	mag	0.032	0.524	0.557	0.061	0.524	0.585	0.002	0.049	0.051	0.006	0.049	0.055	
	BARRIERA	giu	0.030	0.387	0.417	0.056	0.387	0.444	0.002	0.036	0.038	0.005	0.036	0.041	
	BARRIERA	lug	0.021	0.497	0.518	0.040	0.497	0.537	0.001	0.046	0.047	0.004	0.046	0.049	
	BARRIERA	ago	0.006	0.248	0.254	0.011	0.248	0.259	0.000	0.023	0.023	0.001	0.023	0.024	
	BARRIERA	set	0.018	0.466	0.484	0.035	0.466	0.501	0.001	0.043	0.044	0.003	0.043	0.046	
	BARRIERA	ott	0.033	0.423	0.457	0.063	0.423	0.487	0.002	0.039	0.041	0.006	0.039	0.045	
	BARRIERA	nov	0.029	0.606	0.635	0.055	0.606	0.661	0.002	0.056	0.058	0.005	0.056	0.061	
	BARRIERA	dic	0.000	0.052	0.052	0.000	0.052	0.052	0.000	0.005	0.005	0.000	0.005	0.005	
	BARRIERA	2016		0.320	5.554	5.874	0.607	5.554	6.161	0.023	0.516	0.539	0.056	0.516	0.572
	SPALLA NORD	gen	0.181	0.258	0.440	0.344	0.258	0.603	0.013	0.024	0.037	0.032	0.024	0.056	
	SPALLA NORD	feb	0.096	0.234	0.331	0.183	0.234	0.417	0.008	0.021	0.029	0.018	0.021	0.039	
	SPALLA NORD	mar	0.154	0.383	0.537	0.292	0.383	0.675	0.012	0.034	0.046	0.028	0.034	0.062	
	SPALLA NORD	apr	0.229	0.438	0.667	0.434	0.438	0.872	0.018	0.039	0.058	0.042	0.039	0.082	
	SPALLA NORD	mag	0.308	0.510	0.818	0.584	0.510	1.094	0.024	0.046	0.070	0.056	0.046	0.102	
	SPALLA NORD	giu	0.361	0.449	0.810	0.686	0.449	1.134	0.027	0.040	0.067	0.064	0.040	0.105	
	SPALLA NORD	lug	0.201	0.246	0.447	0.381	0.246	0.628	0.015	0.022	0.038	0.036	0.022	0.059	
SPALLA NORD	ago	0.039	0.128	0.167	0.073	0.128	0.202	0.003	0.012	0.015	0.007	0.012	0.019		
SPALLA NORD	set	0.076	0.216	0.292	0.144	0.216	0.360	0.006	0.020	0.026	0.014	0.020	0.034		
SPALLA NORD	ott	0.101	0.262	0.363	0.191	0.262	0.453	0.008	0.024	0.032	0.019	0.024	0.042		
SPALLA NORD	nov	0.121	0.262	0.382	0.229	0.262	0.491	0.009	0.023	0.033	0.022	0.023	0.046		
SPALLA NORD	dic	0.052	0.089	0.141	0.098	0.089	0.187	0.004	0.008	0.012	0.010	0.008	0.018		
SPALLA NORD	2016		1.918	3.478	5.395	3.639	3.478	7.117	0.148	0.313	0.462	0.348	0.313	0.662	
TOTALE BOCCA DI CHIOGGIA			5.9	10.7	16.6	11.2	10.7	21.9	0.46	0.98	1.44	1.07	0.98	2.05	

6 APPENDICE 3: STIMA EMISSIONI ANNO 2015

Tabella A6. Stima emissioni di NOx e PM10 dei mezzi di cantiere (composite) per le tre bocche di porto per l'intero anno 2015 [Mg].

Bocca di Porto	tipo	NOx	PM
Lido	mezzi di terra	3.98	0.29
	mezzi acquei	11.37	0.97
	totale	15.35	1.26
Malamocco	mezzi di terra	3.08	0.21
	mezzi acquei	1.35	0.12
	totale	4.43	0.34
Chioggia	mezzi di terra	7.60	0.55
	mezzi acquei	12.58	1.16
	totale	20.18	1.71

Tabella A7. Valori massimi nel dominio di calcolo (esclusi i punti di cantiere) delle concentrazioni medie annuali per il 2015 per i diversi inquinanti simulati [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Bocca di porto	NO ₂	NOx	PM10		
			emiss. mezzi	risollevamento	emiss. mezzi+ risollevamento
Lido	7.8	18.0	1.5	9.5	10.5
Malamocco	1.3	2.7	0.2	10.3	10.4
Chioggia	7.5	16.6	1.4	2.2	3.4

Tabella A8. Stima emissioni annuali di NOx dei mezzi di cantiere per bocca di porto [Mg] - anni dal 2011 al 2016.

Bocca di porto	Tipologia di mezzi	NOx 2011	NOx 2012	NOx 2013	NOx 2014	NOx 2015	NOx 2016
Lido	mezzi di terra	48.4	12.1	4.1	19.0	4.0	8.5
	mezzi acquei	49.8	58.5	15.0	79.2	11.4	3.8
	totale	98.2	70.6	19.1	98.2	15.4	12.3
Malamocco	mezzi di terra	12.9	12.0	11.5	8.0	3.1	4.0
	mezzi acquei	5.9	17.0	18.8	4.8	1.4	4.3
	totale	18.8	29.0	30.4	12.8	4.4	8.3
Chioggia	mezzi di terra	12.1	5.1	8.8	7.1	7.6	5.9
	mezzi acquei	20.1	6.0	10.0	15.9	12.6	10.7
	totale	32.2	11.1	18.8	23.1	20.2	16.6

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella A9. Stima emissioni annuali di PM10 dei mezzi di cantiere per bocca di porto [Mg] - anni dal 2011 al 2016.

Bocca di porto	Tipologia di mezzi	PM10 2011	PM10 2012	PM10 2013	PM10 2014	PM10 2015	PM10 2016
Lido	mezzi di terra	3.4	0.9	0.3	1.4	0.3	0.6
	mezzi acquei	4.4	5.1	1.3	6.9	1.0	0.3
	totale	7.8	6.0	1.6	8.3	1.3	0.9
Malamocco	mezzi di terra	0.9	0.8	0.8	0.6	0.2	0.3
	mezzi acquei	0.5	1.5	1.7	0.4	0.1	0.4
	totale	1.4	2.4	2.5	1.0	0.3	0.7
Chioggia	mezzi di terra	0.9	0.4	0.6	0.5	0.5	0.5
	mezzi acquei	1.8	0.6	0.9	1.5	1.2	1.0
	totale	2.7	0.9	1.6	2.0	1.7	1.4

Tabella A10. Stima emissioni annuali di PM10 per risollevarimento [Mg]] - anni dal 2011 al 2016.

Bocca di Porto	tipo	PM10 2011	PM10 2012	PM10 2013	PM10 2014	PM10 2015	PM10 2016
Lido	risollevarimento da cantiere	13.0	8.8	7.4	3.7	3.7	3.7
	risollevarimento eolico	3.4	0.8	0.6	0.3	0.3	0.3
	totale	16.3	9.6	8.0	4.0	4.0	4.0
Malamocco	risollevarimento da cantiere	22.8	22.8	22.7	10.2	4.5	4.5
	risollevarimento eolico	2.0	2.0	1.9	0.9	0.4	0.4
	totale	24.7	24.7	24.7	11.1	4.9	4.9
Chioggia	risollevarimento da cantiere	9.6	9.7	9.7	2.3	1.1	1.1
	risollevarimento eolico	2.5	0.8	0.8	0.2	0.1	0.1
	totale	12.1	10.6	10.5	2.5	1.2	1.2

Tabella A11. Valori massimi nel dominio di calcolo (esclusi i punti di cantiere) delle concentrazioni medie annuali di NO₂ [µg/m³] - anni dal 2011 al 2016.

Bocca di Porto	NO ₂ 2011	NO ₂ 2012	NO ₂ 2013	NO ₂ 2014	NO ₂ 2015	NO ₂ 2016
Lido	31.2	12.6	7.6	22.8	7.8	5.3
Malamocco	10.1	4.7	8.2	4.0	1.3	3.6
Chioggia	14.1	4.0	7.1	7.0	7.5	7.3

Tabella A12. Valori massimi nel dominio di calcolo (esclusi i punti di cantiere) delle concentrazioni medie annuali di NO_x [µg/m³] - anni dal 2011 al 2016.

Bocca di Porto	NO _x 2011	NO _x 2012	NO _x 2013	NO _x 2014	NO _x 2015	NO _x 2016
Lido	66.3	35.3	22.7	119.2	18.0	18.3
Malamocco	17.8	18.7	27.9	9.5	2.7	8.5
Chioggia	25.1	8.9	15.9	16.5	16.6	16.0

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella A13. Valori massimi nel dominio di calcolo (esclusi i punti di cantiere) delle concentrazioni medie annuali di PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - anni dal 2011 al 2016.

Bocca di Porto	tipo	PM10 2011	PM10 2012	PM10 2013	PM10 2014	PM10 2015	PM10 2016
Lido	emiss.mezzi	5.3	3.1	1.9	10.3	1.5	9.8
	risollevamento	15.8	14.8	17.9	8.4	9.5	11.7
	emiss.mezzi+ risollevamento	21.1	16.6	18.4	15.6	10.5	3.7
Malamocco	emiss.mezzi	1.4	1.5	2.3	0.7	0.2	9.8
	risollevamento	20.2	19.4	22.7	11.6	10.3	11.7
	emiss.mezzi+ risollevamento	20.7	20.9	25.1	12.3	10.4	3.7
Chioggia	emiss.mezzi	2.1	0.7	1.3	1.4	1.4	9.8
	risollevamento	10.9	8.3	10.5	2.4	2.2	11.7
	emiss.mezzi+ risollevamento	12.7	9.0	11.6	3.6	3.4	3.7