

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN - NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE - PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE
CUP C11J05000030001

Chantier Opérationnel 02D / Cantiere Operativo 02D
CIG Z9A26AB627

PROGETTO DEFINITIVO IN VARIANTE DI RICOLLOCAZIONE
DEL "CENTRO GUIDA SICURA" NEL COMUNE DI BUTTIGLIERA ALTA
(OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI N. 27 E 132 DELLA DELIBERA CIPE 19/2015)

RELAZIONI TECNICHE E SPECIALISTICHE
VALUTAZIONE MODELLISTICA IMPATTI EMISSIVI

Indice	Date / Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	27/05/2019	Première diffusion / Prima emissione	Balbo	Balbo	Ing. V. Ripamonti
A	18/12/2020	Transposition observe. TELT/Del. Comm. Cesana T.se n° 47 du 25/10/2019 Recepimento osserv. TELT/Del. Comune Cesana T.se n. 47 del 25/10/2019	Balbo	Balbo	Ing. V. Ripamonti
B	10/03/2022	Révision suite aux observations du TELT - 28/02/2022 Revisione a seguito osservazioni TELT - 28/02/2022	Balbo	Balbo	Ing. V. Ripamonti
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

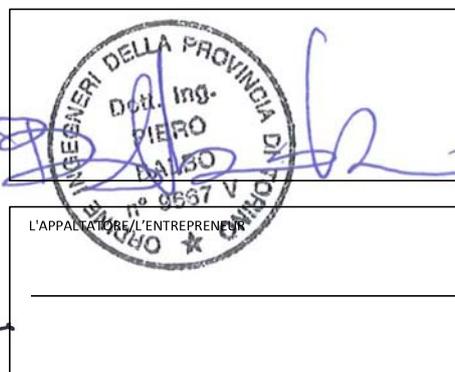
0	2	D	1	8	1	3	9	4	0	N	V	0	6	0	0
Cantiere Operativo Chantier Opérationnel			Contratto Contrat			Opera Ouvrage			Tratto Section		Parte Partie				

D	R	E	A	M	0	0	1	0	2	6	B
Fase Phase		Tipo documento Type de document		Oggetto Objet		Numero documento Numéro de document			Indice Index		

I PROGETTISTI (A.T.I.) :

Ing. Valter RIPAMONTI (Capogruppo)
 Studio DUEPUNTDIECI Associati
essebi INGEGNERIA - Studio Tecnico Associato
 Ing. Enrico GUIOT
 Ing. Andrea DAVICO

Capogruppo di progettazione:
 Ing. Valter RIPAMONTI



-		A P Stato / Statut
SCALA / ÉCHELLE		
-		IL DIRETTORE DEI LAVORI/LE MAÎTRE D'ŒUVRE
Indirizzo / Adresse GED ID DMS		



***Progetto per la rilocalizzazione del
Centro di Guida Sicura presso il Comune
di Buttiglieria Alta***

**STUDIO DELL'IMPATTO SULLA QUALITÀ
DELL'ARIA MEDIANTE SIMULAZIONE
MODELLISTICA METEODISPERSIVA**



**PIERO
BALBO**
ingegnere

Servizi per
l'Ambiente e
la Sicurezza

(+39) 340 728 4906
piero.balbo@gmail.com



SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
1.1	Oggetto del documento	3
1.2	Approccio metodologico	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
3	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
4	QUADRO METEOROLOGICO	6
5	QUADRO EMISSIVO.....	8
5.1	Fase di cantiere	8
5.2	Fase di esercizio.....	16
5.3	Definizione delle sorgenti.....	18
5.3.1	Fase di cantiere	18
5.3.2	Fase di esercizio	19
6	IPOTESI E CODICI DI CALCOLO	21
6.1	La catena modellistica	21
6.2	Dominio di calcolo e definizione del sistema ricettore.....	22
6.3	Dati di input geografico.....	23
6.4	Dati di input meteorologico	24
6.5	Opzioni di calcolo	24
7	RISULTATI.....	25
7.1	Fase di cantiere	26
7.2	Fase di esercizio.....	27
8	CONCLUSIONI	29
9	ALLEGATO – MAPPE DI CONCENTRAZIONE.....	30

1 PREMESSA

1.1 Oggetto del documento

Il presente studio è stato redatto su incarico dello Studio Tecnico Ing. Valter Ripamonti nell'ambito della previsione progettuale per la rilocalizzazione del Centro di Guida Sicura presso il Comune di Buttigliera Alta sviluppata ai fini del procedimento di VIA.

1.2 Approccio metodologico

Scopo dell'attività in oggetto è la stima degli impatti attesi sulla qualità dell'aria tanto in fase di cantiere, per la realizzazione della pista di guida sicura in oggetto, che dell'esercizio della stessa.

L'impostazione metodologica ha previsto la definizione delle sorgenti e delle fasi emissive significative con il Committente ed il gruppo di progettazione ed una modellizzazione che prende in considerazione l'orografia e le caratteristiche meteorologiche sito specifiche per ciascuno dei progetti in esame.

A tal scopo, in particolare, è stato utilizzato il modello non stazionario a puff denominato CALPUFF in catena col modello meteorologico diagnostico CALMET. CALPUFF è riconosciuto quale strumento di riferimento tanto dall'EPA (*Environmental Protection Agency*) statunitense che a livello nazionale. Il modello, in particolare, è idoneo ad applicazioni in campo vicino quando sono importanti effetti non stazionari come variabilità delle condizioni meteorologiche, calme di vento, effetti di ricircolazione, ecc. (http://www.epa.gov/ttn/scram/dispersion_prefrec.htm#calpuff). I valori di concentrazione medi orari calcolati da CALPUFF sono rielaborati tramite il modulo CALPOST per la predisposizione delle mappe di concentrazione ed il calcolo degli indicatori statistici richiesti.

Al fine della valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria delle azioni di progetto e, nella fattispecie, per il confronto con le soglie normative vigenti, sono stati individuati i seguenti parametri di riferimento: PM10, CO ed NOx.

Per quanto attiene al PM2.5 è noto con riferimento alle sorgenti in esame il suo rapporto con il PM10 tanto da dati di letteratura che facendo diretto riferimento al *database* dei fattori di emissione impiegati nello studio. In particolare, la frazione del PM2.5 sul PM10 è compresa tra ca. il 70 e l'80% con riferimento alle categorie veicolari e al ciclo guida considerato.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sistema di coordinate geografiche di riferimento dello studio è il seguente:

- *sistema*: UTM (*Universal Transverse of Mercatore*);
- *datum*: WGS84 (*World Geodetic System 1984*);
- *fuso*: 32;
- *zona*: T (nord).

Il progetto del Centro di Guida Sicura in oggetto è ubicato nel Comune di Buttigliera Alta in Via Martin Luther King.

Il sito in oggetto ricade in un contesto prettamente industriale ed extraurbano, in affaccio diretto sul lato meridionale sullo stabilimento della Tekfor S.p.A e in direzione W e SW sui fabbricati della Azimut Yachts. Immediatamente a nord i terreni in oggetto sono limitati dal percorso della Dora Riparia e quindi a breve distanza dal tracciato dell'A32 Torino – Bardonecchia.

L'area di studio è interessata a distanze di ca. 300 m dal perimetro dell'area di intervento in direzione SE dalla presenza di un primo fronte residenziale (Via Dora Riparia) ed in direzione N, ad oltre 500 m di distanza ed al di là del tracciato autostradale, dagli insediamenti che si sviluppano lungo la SP24.

Il dominio di calcolo è caratterizzato da modesta complessità orografica.

Per maggiori dettagli circa la definizione del dominio di calcolo e l'elaborazione dei dati di input geografico si rimanda ai § 6.2 e 6.3.

3 RIFERIMENTI NORMATIVI

A livello nazionale il D. Lgs. 155/2010 ha istituito un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Il decreto stabilisce i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, PM10 ed introduce per la prima volta un valore limite per il PM2.5.

Il decreto fissa inoltre i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e di informazione per l'ozono, ed i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Nell'allegato XI al decreto, vengono riportati i valori limite ed i livelli critici degli inquinanti normati.

La seguente tabella riporta i valori limite di qualità dell'aria per la protezione della salute umana vigenti e fissati dal D. Lgs. 155/2010 con riferimento ai parametri di studio.

Tab. 3.1 Parametri di studio – Valori limite stabiliti dal D.Lgs. 155/2010

<i>Parametro</i>	<i>Limite</i>	<i>Periodo di mediazione</i>	<i>Valore</i>	<i>Superamenti in un anno</i>
PM10	Valore limite sulle 24 ore per la protezione della salute umana	1 giorno	50 µg/m ³	≤ 35
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³	
PM2.5	Valore Limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	25 µg/m ³	
NO ₂	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³	≤ 18
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³	
CO	Valore limite orario per la protezione della salute umana	media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m ³	

4 QUADRO METEOROLOGICO

Il quadro meteorologico necessario per la definizione dei dati di input per il codice di calcolo è stato ricostruito sulla base dei dati su base oraria delle variabili di superficie relativi all'anno 2018 misurati nelle seguenti stazioni di superficie SYNOP ICAO:

- ✓ TORINO CASELLE – LIMF -160590
- ✓ AERITALIA-TORINO - LIMA – 160595
- ✓ TORINO VENARIA – 160600
- ✓ TORINO/BRIC CROCE - LIMK - 160610

I dati profilometrici sono invece stati desunti dalla stazione SYNOP-ICAO di Milano Linate (45.444995°N, 9.276998°E).

Le seguenti immagini, in particolare, riportano rispettivamente la rosa dei venti e la distribuzione in frequenza per classi di intensità del vento relative ai dati meteorologici utilizzati e ricostruiti dal preprocessore meteorologico CALMET sulle coordinate del sito di studio.

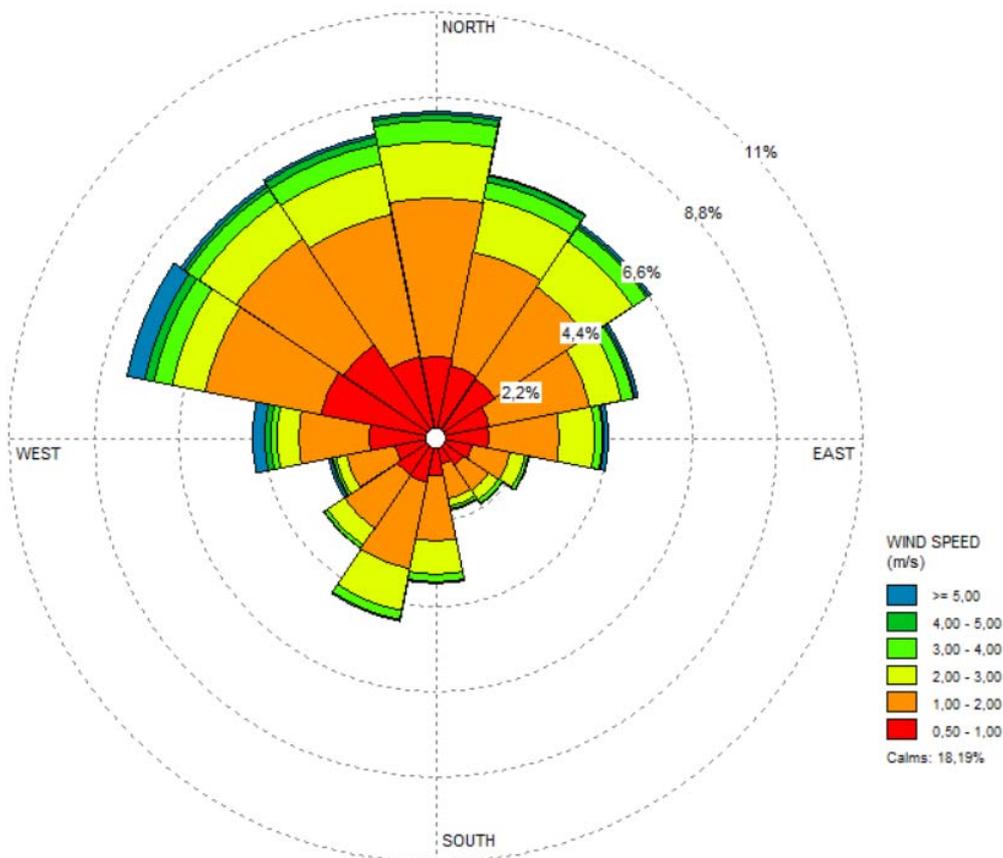


Fig. 4.1 BUTTIGLIERA - Rosa dei venti (settori di provenienza del vento)

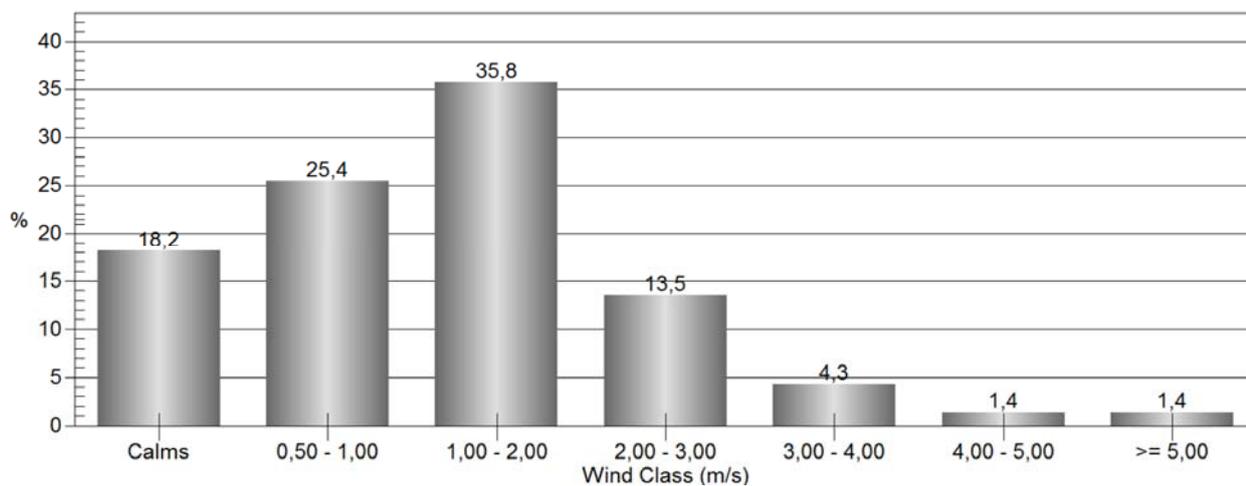


Fig. 4.2 BUTTIGLIERA - Distribuzione in frequenza per classi di velocità del vento

Con riferimento alla risoluzione temporale adottata ed al sito di interesse si evidenzia un'incidenza delle calme di vento (intensità del vento inferiore a 0,5 m/s) pari a ca. il 18,2%.

I dati non evidenziano una predominanza dei settori di provenienza settentrionali e, in particolare, N e NW.

Per quanto riguarda l'intensità, il valore medio è pari a 1,32 m/s.

5 QUADRO EMISSIVO

5.1 Fase di cantiere

L'analisi da parte del gruppo di progettazione del cronoprogramma delle attività previste e della natura delle stesse ha portato all'identificazione di uno scenario di progetto che corrisponde alle fasi realizzative (ed alla loro sovrapposizione) maggiormente impattanti.

L'impatto potenzialmente più rilevante esercitato dai cantieri sulla componente atmosfera è legato alla produzione di polveri, provenienti direttamente dalle lavorazioni e, in maniera meno rilevante, agli inquinanti prodotti dal transito di mezzi meccanici ed automezzi sulla viabilità interna ed esterna alle aree di cantiere. In particolare, nel caso in oggetto, l'impatto generato dal transito di tali mezzi sulla viabilità principale esistente costituisce un contributo assolutamente trascurabile rispetto a quello generato dai flussi di traffico già circolanti in condizioni normali, che costituiscono lo stato di fatto e che sono indipendenti dalle attività di cantiere oggetto del presente progetto.

Le attività più significative che contraddistinguono le fasi di lavoro maggiormente critiche in termini di emissioni sono costituite:

- ✓ dalle attività di movimento terra: scavi di fondazione e riporti per il rimodellamento delle superfici;
- ✓ dal transito dei mezzi sulle aree di cantiere;
- ✓ dalla movimentazione e lo stoccaggio dei materiali all'interno dei cantieri (conferimento inerti ed esuberanti);
- ✓ dalle emissioni di mezzi d'opera nelle aree di cantiere.

L'impatto potenziale prodotto da tali attività è principalmente funzione del numero di ore di attività previste su base giornaliera, dal rateo di movimentazione delle terre (t/h) e dall'entità del traffico indotto di autocarri da e per il cantiere. Tali variabili sono state definite e stimate dal gruppo di progettazione sulla scorta dell'analisi del bilancio delle terre ed in relazione ai fabbisogni dei cantieri stessi.

L'indicatore di riferimento che si è assunto per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria da parte dei cantieri è il PM10.

In termini prettamente modellistici, data l'evoluzione nel tempo della posizione delle sorgenti e delle attività, le attività di cantiere sono state ricondotte a sorgenti emissive areali il cui fattore di emissione specifico è stato ricostruito come sommatoria di tutti i fattori di emissione calcolabili in relazione alle specifiche attività che caratterizzano l'operatività dei cantieri stessi nello scenario definito.

Per la definizione ed il calcolo dei fattori di emissione associati alle attività di cantiere si è fatto riferimento alle seguenti sezioni del documento AP-42 dell'EPA statunitense (<https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>):

- ✓ *Heavy Construction Operations* (AP-42, § 13.2.3) e, in particolare, l'equazione definita per le attività di *Bulldozing* (AP-42, 11.9.2) per tutte le attività di scavo e rimodellamento delle superfici;
- ✓ *Unpaved Roads*: transito dei mezzi sulle aree di cantiere non pavimentate (AP-42, § 13.2.2);
- ✓ *Aggregate Handling and Storage Piles*: formazione e stoccaggio di cumuli associati alla movimentazione delle terre nelle aree di cantiere (AP-42, § 13.2.4).

Heavy Construction Operations (EPA, AP-42 § 13.2.3)

Sulla base delle indicazioni contenute nel § 13.2.3 del documento AP-42 dell'EPA, le attività di escavazione, rimodellamento e preparazione superficiale sono state ricondotte alle emissioni riportate nel § 11.9.2 per le attività di *Bulldozing/Overburden*. Il particolato (PM10) sollevato dai mezzi di cantiere è stimato sulla base della seguente equazione:

$$E = 0.75 \times 0.45 \times \frac{(sL)^{1.5}}{(M)^{1.4}} \quad (1)$$

dove:

E = rateo emissivo di PM10 [kg/h]

sL = contenuto in silt della superficie stradale, assunto cautelativamente pari al 15%;

M = umidità del terreno (%) assunta pari al 10%.

Ne deriva un fattore emissivo E pari a ca. 780 g/h. Le attività di escavazione, rimodellamento e preparazione superficiale si considerano protratte per l'intero turno lavorativo giornaliero (10 h/d).

Unpaved Roads (EPA, AP-42 § 13.2.2)

Il sollevamento delle polveri generato dai mezzi d'opera ed in particolare dagli autocarri in transito sulle aree sterrate di cantiere è uno dei fattori di impatto maggiormente significativi.

Il particolato sollevato dal rotolamento delle ruote sulle piste non asfaltate è stimato tramite la seguente equazione:

$$E = k \times \left(\frac{sL}{12} \right)^a \times \left(\frac{W}{3} \right)^b \quad (2)$$

dove:

E: fattore di emissione di particolato su strade non pavimentate in siti industriali, per veicolo-miglio percorso (lb/VMT);

k, *a*, *b*: costanti empiriche per strade industriali, rispettivamente pari a 1,5, 0,9 e 0,45 per il PM10;

sL: contenuto in silt della superficie della pista, assunto pari al 15%;

W: peso medio dei veicoli in tonnellate, assunto cautelativamente pari a 30 tonnellate.

Il fattore di emissione così calcolato viene convertito nell'unità di misura g/VKT (VKT, veicolo-chilometro viaggiato) mediante un fattore di conversione pari a 281,9 (1lb/VMT = 281,9 g/VKT).

L'effetto di mitigazione naturale operato dalle precipitazioni viene considerato mediante l'assunzione semplificata che l'emissione media annua sia inversamente proporzionale al numero di giorni con precipitazione superiore a 0,2 mm (precipitazione misurabile):

$$E_{ext} = E \times [(365 - P) / 365]$$

dove:

E_{ext}: fattore di emissione ridotto per mitigazione naturale (g/VKT);

P: numero di giorni all'anno con precipitazioni superiori a 0,2 mm, assunto pari a 81 giorni piovosi in un anno con riferimento alla stazione meteorologica di Torino Caselle ed all'Atlante Climatico d'Italia del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

Aggregate Handling and Storage Piles (EPA, AP-42 § 13.2.4)

La produzione totale di polvere legata all'attività di movimentazione e stoccaggio è legata alle seguenti singole attività:

- ✓ carico e scarico degli autocarri;
- ✓ traffico dei mezzi nelle aree di stoccaggio, carico e scarico;
- ✓ erosione del vento.

La quantità di polveri generate da tali attività viene stimata utilizzando la seguente formula empirica:

$$E = k \times 0.0016 \times \left(\frac{U}{2.2} \right)^{1.3} \times \left(\frac{M}{2} \right)^{-1.4} \quad (3)$$

dove:

E = fattore di emissione di particolato (kg/t);

k = 0,35 per il PM10;

U = velocità media del vento (m/s) sito specifica;

M = umidità del terreno (%) assunta cautelativamente pari al 2,5%.

Ne deriva un fattore emissivo E espresso in g/t di materiale movimentato che deve essere moltiplicato per il rateo medio di movimentazione dei materiali (in t/h) attribuito all'area di cantiere. Le attività di movimentazione e stoccaggio si considerano quindi protratte per l'intero turno lavorativo giornaliero (10 h/d).

Interventi di mitigazione e ipotesi di lavoro

Vista l'entità delle emissioni connesse in particolare al transito dei mezzi sulle aree sterrate, sono previsti interventi di bagnatura per la riduzione delle emissioni. In particolare, si ritiene di dover applicare la bagnatura dei cumuli di materiale e delle aree di cantiere e di predisporre opportunamente reti e barriere frangivento. L'influenza delle misure di mitigazione si traduce in una riduzione del fattore di emissione calcolato. In particolare, sulla base di quanto proposto dalle "Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" si è assunta un'efficienza di abbattimento della produzione e sollevamento di particolato pari al 75%. Tale risultato può essere ottenuto effettuando cautelativamente il trattamento ogni 8 ore (ossia una volta al giorno) ed impiegando circa 1 l/m² per ogni trattamento (vedi figura alla pagina seguente, corrispondente alla tabella 11 delle Linee Guida sopra citate).

Efficienza di abbattimento	50%	60%	75%	80%	90%
Quantità media del trattamento applicato I (l/m ³)					
0.1	2	1	1	1	1
0.2	3	3	2	1	1
0.3	5	4	2	2	1
0.4	7	5	3	3	1
0.5	8	7	4	3	2
1	17	13	8	7	3
2	33	27	17	14	7

Fig. 5.1 Interventi di mitigazione e ipotesi di lavoro

Emissioni dai gas di scarico di macchine e mezzi d'opera

Per la definizione dei fattori di emissione di macchine e mezzi d'opera è stato fatto riferimento all'*Air pollutant emission inventory guidebook* 2016 dell'EMEP/EEA con specifico riferimento alla sezione "*Non-road mobile sources and machinery*" (NRMM).

L'equazione utilizzata, in particolare, è quella desumibile dalla metodologia "Tier 3" per la definizione degli inventari delle emissioni:

$$E = N \times P \times (1 + DFA) \times LFA \times EF_{base}$$

dove:

E = massa di inquinante prodotto sul periodo considerato (g/h);

N = numero di mezzi/motori;

P = dimensione del motore (kW);

DFA = *deterioration factor adjustment*. I valori sono desumibili dalla tabella 3-11 del documento citato in funzione dello standard normativo di riferimento (età del mezzo);

LFA = *load adjustment factor*. I valori sono desumibili dalla tabella 3-14 del documento citato in funzione dello standard normativo di riferimento (età del mezzo) e del *load factor* di riferimento;

EF_{base} = fattore di emissione specifico (g/kWh). I valori sono desumibili dalla tabella 3-6 del documento citato in funzione dello standard normativo di riferimento (età del mezzo). Per lo studio è stato cautelativamente assunto il livello tecnologico corrispondente allo "Stage II", corrispondente alla Fase II di omologazione della Direttiva 97/68/CE (recepita dal D.M. Trasporti 20 dicembre 1999).

Il fattore di emissione risultante è quindi moltiplicato per un *load factor LD* il cui valore è stato determinato sulla base dei fattori indicati in corrispondenza dei cicli standard ISO DP 8178 di cui

alla tabella 13-16 del documento dell'EMEP/EEA; nel caso specifico è stato adottato un valore pari a 0,15 che, per la categoria di riferimento (C1 - Diesel powered off road industrial equipment) è il più elevato riportato (cicli 1-3).

La seguente tabella riassume le ipotesi assunte nello studio per ciascun mezzo considerato con riferimento al particolato PM10.

Tab. 5.1 PM10 - Fattori di emissione specifici per i mezzi d'opera e le macchine

Mezzo	P [kW]	LFA	DFA	EF_{base} [g/kWh]	EF_{PM10} [g/s]
Escavatore	325	1,97	0,473	0,1	0,0039
Pala gommata	300	1,97	0,473	0,1	0,0036
Autogrù	100	1,97	0,473	0,2	0,0024
Compattatore	115	1,97	0,473	0,2	0,0028
Livellatrice	150	1,97	0,473	0,1	0,0018

Si noti che in riferimento alla dimensione delle polveri emesse dai motori diesel dei mezzi d'opera è possibile individuare in bibliografia i seguenti dati: il 100% del particolato rientra nel PM10, ma oltre il 90% è costituito dal PM2.5 e addirittura oltre l'85% presenta dimensioni inferiori al μm . Un confronto quantitativo con le altre sorgenti è pertanto possibile esclusivamente sulla base dell'indicatore PM10, per quanto la natura e la composizione chimica delle polveri in oggetto sia completamente differente.

Emissioni dai gas di scarico degli autocarri in transito

I fattori di emissione sono stati desunti dal database dell'ISPRA (<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>). In particolare, si è fatto riferimento alla seguente categoria ed ai corrispondenti fattori di emissione specifici:

- Sector: *Heavy Duty Trucks*
- Subsector: *Rigid 14 - 20 t*
- Technology: *HD Euro III - 2000 Standards*
- EF PM10 U (ciclo urbano): 0,2827 g/km*veicolo

Con riferimento a quanto premesso di seguito si riportano le assunzioni e le stime dei fattori di emissione specifici per il sito oggetto di studio.

Dati generali

Lo scenario di analisi individua il periodo compreso tra il mese 2 ed il mese 13 del cronoprogramma essere quello maggiormente critico. Tale scenario è contraddistinto dai seguenti dati generali:

- ✓ volume complessivo materiali movimentati (scavi e riporti) = 70.700 m³
- ✓ massa totale materiali movimentati (scavi e riporti) = 120.190 t
- ✓ durata delle attività = 10 h/giorno x 220 giorni
- ✓ rateo attività di movimentazione terre = 54,6 t/h

Unpaved Roads (EPA, AP-42 § 13.2.2)

Al fine di stimare il fattore di emissione in oggetto sono state fatte le seguenti assunzioni:

- ✓ lunghezza media tratto percorso nelle aree operative (ingresso e uscita) = 0,4 km
- ✓ n. autocarri/gg = 20
- ✓ durata dell'attività = 10 h/giorno

Sulla base dell'applicazione dell'equazione (2) e delle relative assunzioni riportate, il fattore di emissione risultante è pari a ca. 907 g/h.

Aggregate Handling and Storage Piles (EPA, AP-42 § 13.2.4)

Al fine di stimare il fattore di emissione in oggetto è stata utilizzata la velocità media del vento U sito specifica pari a 1,32 m/s.

Ne deriva un fattore emissivo E pari a ca. 0,21 g/t di materiale movimentato che deve essere moltiplicato per il rateo medio di movimentazione dei materiali (in t/h) attribuito all'area di cantiere. Le attività di movimentazione e stoccaggio si considerano quindi protratte per l'intero turno lavorativo giornaliero (10 h/d).

L'applicazione dell'equazione (3) e delle relative assunzioni riportate portano alla stima di un fattore di emissione specifico di ca. 11,5 g/h.

Emissioni dai gas di scarico di macchine e mezzi d'opera

In relazione alle emissioni di mezzi d'opera all'interno delle aree di cantiere valgono le seguenti assunzioni specifiche:

Mezzo	n.	Turno giornaliero	Coefficiente di utilizzo	EF_{PM10} medio orario [g/s]
Escavatore	1	10 h/d	0,5	0,0020
Pala gommata	2	10 h/d	0,5	0,0036
Autogrù	1	10 h/d	0,5	0,0012
Compattatore	1	10 h/d	0,5	0,0014
Livellatrice	1	10 h/d	0,5	0,0009
TOTALE	0,0091 g/s (ca. 32,8 g/h)			

Emissioni dai gas di scarico degli autocarri in transito

Con riferimento alle emissioni dai gas di scarico degli autocarri in transito all'interno dell'area di cantiere valgono le seguenti ipotesi:

- ✓ lunghezza media tratto percorso nelle aree operative (ingresso e uscita) = 0,4 km
- ✓ n. autocarri/gg = 20
- ✓ durata dell'attività = 10 h/giorno
- ✓ EF_{PM10} medio orario = 0,2827 g/km*veicolo

per risultanti 0,22 g/h.

5.2 Fase di esercizio

I fattori di emissione specifici sono stati elaborati a partire dalla banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA (<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>) che a sua volta è basato sull'*Air pollutant emission inventory guidebook 2016* dell'EMEP/EEA e l'utilizzo di COPERT (nella versione 5.1.1) sviluppato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente, nell'ambito delle attività dello *European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC/ACM)*.

In particolare, ai fini dello studio si è fatto riferimento ai seguenti livelli di aggregazione del dato (settori):

- *Passenger Cars*
- *Light Commercial Vehicles*
- *Heavy Duty Trucks*
- *Buses*
- *Motorcycles*

La valutazione delle modalità di utilizzo e delle velocità dei veicoli all'interno del centro di guida sicura ha portato alla selezione dei fattori di emissione per PM₁₀, NO_x e CO con riferimento al ciclo di guida urbano (U).

Tab. 5.2 Fase di esercizio - Fattori di emissione specifici adottati

Settore	CO [g/km]	NOX [g/km]	PM10 [g/km]
<i>Passenger Cars</i>	2,3172	0,4587	0,0488
<i>Light Commercial Vehicles</i>	0,9948	1,2540	0,1161
<i>Heavy Duty Trucks</i>	2,0582	7,5015	0,3336
<i>Buses</i>	2,3611	9,0698	0,3082
<i>Motorcycles</i>	4,3173	0,1344	0,0314

Il rapporto PM_{2.5}/PM₁₀ varia da un minimo di 0,67 per il settore "*Passenger Cars*" ad un massimo di 0,82 per il settore "*Light Commercial Vehicles*".

Di seguito si riportano le assunzioni e le stime dei fattori di emissione specifici adottati.

I corsi erogati sono rivolti alle seguenti categorie di veicoli: autoveicoli (*Passenger Cars*), veicoli commerciali leggeri (*Light Commercial Vehicles*), camion (*Heavy Duty Trucks*) e autobus (*Buses*).

Cautelativamente si sono considerati 400 corsi/anno per un totale di 4800 utenti (12 partecipanti per corso).

La suddivisione in moduli della struttura consente di ospitare eventualmente più corsi contemporaneamente; in tal caso, si ha una capienza massima di 48 veicoli (12 per ogni modulo). Del totale dei veicoli partecipanti ai corsi, solo 8 (2 per ogni modulo – 1 in partenza e 1 in uscita dall'esercizio) sono in movimento contemporaneamente mentre gli altri sono fermi in attesa (con motore acceso). Ogni modulo/esercizio ha una durata di circa 60 minuti compresi i momenti di *briefing* e *de-briefing* (quindi i veicoli restano accessi per ca. 45 minuti).

In via conservativa si è considerata l'emissione media dei veicoli su base oraria con una contemporaneità di 12 veicoli per ciascun modulo, ossia di 12 veicoli sulle piste P1 e P2 e 24 veicoli sulla pista P4/P5.

I corsi vengono normalmente erogati tra le 9:00 e le 18:00 comprendendo, tuttavia, la parte teorica iniziale, il pranzo e le conclusioni finali: la circolazione effettiva dei veicoli sulla pista ha luogo dalle 10:00 alla 12:00 e dalle 13:00 alle 17:00.

Al fine di convertire i fattori di emissione espressi in g/km*veicoli in fattori di emissione espressi in g/s (come richiesto dal modello di dispersione) è stata, inoltre, ipotizzata cautelativamente una velocità media su base oraria di 30 km/h.

La seguente tabella riporta le ipotesi in ordine alla composizione media del parco veicoli presente all'interno del centro.

Tab. 5.3 Pista di BUTTIGLIERA ALTA – Frequentazione corsi e definizione del parco veicolare

Settore	Composizione
<i>Passenger Cars</i>	82,5%
<i>Light Commercial Vehicles</i>	10,0%
<i>Heavy Duty Trucks</i>	2,5%
<i>Buses</i>	5,0%
TOTALE	100,0%

I fattori di emissione adottati per ciascuna pista presente all'interno del centro sono riportati nella seguente tabella.

Tab. 5.4 Pista di BUTTIGLIERA ALTA – Fattori di emissione specifici adottati

Settore	P1	P2	P4/5
<i>EF medio CO [g/km*veicolo]</i>	2,1807		
<i>EF medio NO_x [g/km*veicolo]</i>	1,1448		
<i>EF medio PM10 [g/km*veicolo]</i>	0,0756		
<i>Veicoli/h</i>	12	12	24
<i>EF medio CO [g/s]</i>	0,218	0,218	0,436
<i>EF medio NO_x [g/s]</i>	0,114	0,114	0,229
<i>EF medio PM10 [g/s]</i>	0,008	0,008	0,015

5.3 Definizione delle sorgenti

5.3.1 Fase di cantiere

Di seguito si riportano i parametri descrittivi delle sorgenti definite per la modellizzazione.

Area di cantiere

denominazione sorgente nel codice di calcolo = **CANT**

tipologia sorgente = areale circolare

coordinate UTM (centro) = 375996,75 m E, 4993942,32 m N

quota altimetrica del suolo alla base della sorgente = 337,87 m s.l.m.

altezza di emissione rispetto a p.c. = 1,0 m

area = 31415,9 m² (Φ= 200 m)

EF complessivo = 457,71 g/h

EF specifico = 4,0471 x 10⁻⁶ g/s*m²

5.3.2 Fase di esercizio

Di seguito si riportano i parametri descrittivi delle sorgenti definite per la modellizzazione.

Centro di guida sicura / P1

denominazione sorgente nel codice di calcolo = **P1**

tipologia sorgente = *area line*

Sono state generate 18 sorgenti areali contigue di ampiezza 3 m e lunghezza compresa tra i 17 ed i 29 m ca. sull'asse del percorso principale della pista per uno sviluppo complessivo di 459,1 m.

EF PM10 specifico = $5,4898 \times 10^{-6} \text{ g/s} \cdot \text{m}^2$

EF NO_x specifico = $8,3139 \times 10^{-5} \text{ g/s} \cdot \text{m}^2$

EF CO specifico = $1,5837 \times 10^{-4} \text{ g/s} \cdot \text{m}^2$

Centro di guida sicura / P2

denominazione sorgente nel codice di calcolo = **P2**

tipologia sorgente = *area line*

Sono state generate 11 sorgenti areali contigue di ampiezza 3 m e lunghezza compresa tra i 16 ed i 27 m ca. sull'asse del percorso principale della pista per uno sviluppo complessivo di 227,9 m.

EF PM10 specifico = $1,1052 \times 10^{-5} \text{ g/s} \cdot \text{m}^2$

EF NO_x specifico = $1,6737 \times 10^{-4} \text{ g/s} \cdot \text{m}^2$

EF CO specifico = $3,1882 \times 10^{-4} \text{ g/s} \cdot \text{m}^2$

Centro di guida sicura / P4/5

denominazione sorgente nel codice di calcolo = **P4_5**

tipologia sorgente = *area line*

Sono state generate 27 sorgenti areali contigue di ampiezza 3 m e lunghezza compresa tra i 15 ed i 29 m ca. sull'asse del percorso principale della pista per uno sviluppo complessivo di 667,5 m.

EF PM10 specifico = $7,5556 \times 10^{-6} \text{ g/s} \cdot \text{m}^2$

EF NO_x specifico = $1,1443 \times 10^{-4} \text{ g/s} \cdot \text{m}^2$

EF CO specifico = $2,1796 \times 10^{-4} \text{ g/s} \cdot \text{m}^2$

6 IPOTESI E CODICI DI CALCOLO

6.1 La catena modellistica

Le simulazioni sono state condotte utilizzando il modello non stazionario a puff CALPUFF, in catena col modello meteorologico diagnostico CALMET.

CALPUFF è un modello non stazionario a puff per il calcolo della dispersione degli inquinanti rilasciati da diverse categorie di sorgenti emissive (puntuali, areali, lineari, volumetriche). CALPUFF implementa algoritmi per la trattazione della deposizione secca e umida, di alcune trasformazioni chimiche e di alcuni effetti prossimi alla sorgente (*building downwash*, fumigazione, innalzamento progressivo del pennacchio, penetrazione parziale nello strato rimescolato, ecc.). Il modello meteorologico diagnostico CALMET produce campi orari tridimensionali di vento e bidimensionali di diverse variabili meteorologiche e micrometeorologiche a partire da dati osservati (al suolo e di profilo) e da dati geofisici (quote terreno e uso del suolo).

CALPUFF è indicato dall'EPA (*Environmental Protection Agency* statunitense) come modello di riferimento per applicazioni che coinvolgono il trasporto di inquinanti su lunghe distanze, oppure per applicazioni in campo vicino quando sono importanti effetti non stazionari come variabilità delle condizioni meteorologiche, calme di vento, effetti di ricircolazione, ecc. (http://www.epa.gov/ttn/scram/dispersion_prefrec.htm#calpuff).

I valori di concentrazione medi orari calcolati da CALPUFF sono rielaborati tramite il modulo CALPOST per la predisposizione delle mappe di concentrazione ed il calcolo degli indicatori statistici richiesti.

Per l'esecuzione delle elaborazioni richieste dal presente studio, in particolare, è stato fatto riferimento alle versioni "EPA Approved" dei codici di calcolo richiamati:

- ✓ CALPUFF version 5.8.4, level 130731;
- ✓ CALMET version 5.8.4, level 130731;
- ✓ CALPOST version 6.221, level 080724.

Ai fini del presente studio risulta di particolare interesse richiamare alcuni elementi relativi alla trattazione delle calme di vento effettuata dal modello utilizzato. CALPUFF richiede la definizione di un valore della velocità di soglia per le calme di vento (il *default* è pari a 0,5 m/s) al di sotto della quale non viene utilizzato un algoritmo speciale ma intervengono, comunque, degli "aggiustamenti" che incidono soprattutto sulle fasi iniziali della dispersione.

In particolare, tali aggiustamenti coinvolgono il modo in cui sono simulati gli effetti prossimi alle sorgenti e il modo in cui la dimensione dei puff evolve durante gli step di calcolo. Per maggiori dettagli si rimanda al § 2.14 *Treatment of Calm Periods* del manuale d'uso del modello (http://www.src.com/calpuff/download/CALPUFF_UsersGuide.pdf).

6.2 Dominio di calcolo e definizione del sistema ricettore

Il dominio di calcolo ha dimensioni 10 x 10 km centrato sulle seguenti coordinate: 375913,00 m E, 4993936,00 m N. Il punto di riferimento per la definizione del dominio di calcolo corrisponde alle coordinate per cui sono stati definiti i dati meteorologici impiegati nello studio. In altre parole, il dominio di calcolo è stato centrato sulle coordinate di riferimento del dato meteorologico utilizzato in modo da garantire la maggiore rappresentatività spaziale possibile dell'input meteorologico a parità di distanza dalle sorgenti modellizzate.

La risoluzione di calcolo meteorologica adottata (*meteorological grid* - DGRIDKM) sul piano orizzontale è pari a 500 m; tale impostazione equivale alla definizione di una griglia orizzontale di calcolo di 20 x 20 celle sul dominio di calcolo assunto.

Per la predisposizione di tutte le mappe di concentrazione è stata definita un'unica griglia di punti di calcolo a maglia quadrata centrata nel dominio di calcolo, avente passo 100 m e dimensioni 3 x 3 km per un numero complessivo di punti di calcolo pari a 960.

Il calcolo è stato effettuato a quota 2 m dal p.c. ricostruito tramite il modello digitale del terreno.

6.3 Dati di input geografico

Il modello meteorologico diagnostico CALMET richiede in ingresso un file contenente le informazioni geofisiche relative al dominio di calcolo. Tale file (GEO.DAT) viene generato dal modulo MAKEGEO che a sua volta riceve in input i file relativi rispettivamente all'orografia ed all'uso del suolo.

L'orografia è stata ricostruita sulla base dei dati SRTM3 della NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e della NGA (*National Geospatial-Intelligence Agency*) statunitensi che coprono gran parte della superficie terrestre con una risoluzione pari a ca. 90 m. I dati di quota del terreno sono espressi in metri e sono georiferiti al geoide WGS84/EGM96. I dati SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) sono stati raccolti utilizzando uno speciale sistema radar durante la missione STS-99 dello *Space Shuttle Endeavour* del febbraio 2000 con la partecipazione delle agenzie spaziali tedesca ed italiana.

I file dati nel formato SRTM3 sono stati quindi utilizzati dal processore TERREL (*Terrain processor*) per la ricostruzione digitale dell'orografia del dominio di calcolo che costituisce l'input geografico del codice di calcolo MAKEGEO.

L'uso del suolo è stato definito tramite il processore CTGPROC (*Land Use Processor*) sulla base dei dati in formato GLCC (*Global Land Cover Characterization*) dell'USGS (*U.S. Geological Survey*).

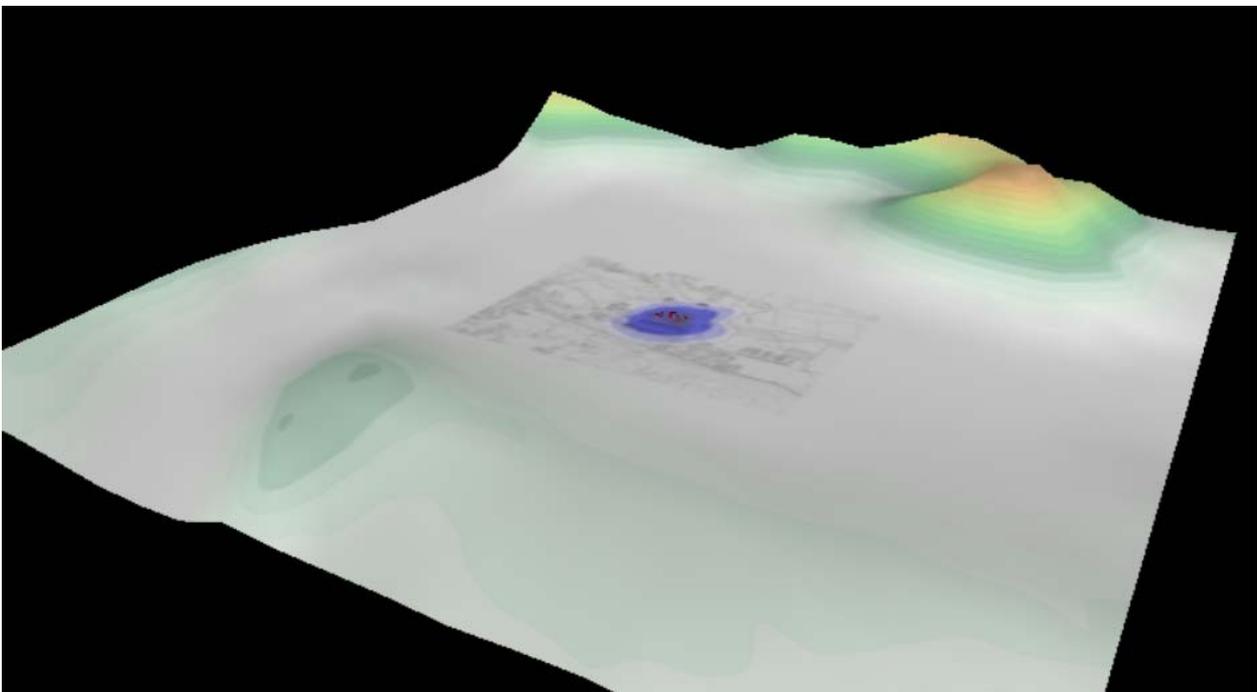


Fig. 6.1 Modello 3D del terreno

6.4 Dati di input meteorologico

L'input meteorologico per il modello meteorologico diagnostico CALMET è costituito dai dati contenuti nei seguenti file:

- ✓ SURF.DAT, file meteo di superficie;
- ✓ UP.DAT, file meteo dei profili;
- ✓ PREC.DAT, file delle precipitazioni.

I file utilizzati nello studio, in formato CALMET 5.8, sono stati ottenuti utilizzando i dati di cui al capitolo 4.

6.5 Opzioni di calcolo

Di seguito si riportano le principali opzioni di calcolo definite per lo studio. In generale, se non diversamente specificato, le opzioni di calcolo adottate corrispondono alle raccomandazioni dell'EPA (*Environmental Protection Agency* statunitense).

Tab.6.1 Opzioni di calcolo

Parametro / Modulo di calcolo	Opzione / valore selezionato
<i>Chemical Transformation Method</i>	<input type="checkbox"/> attivo <input checked="" type="checkbox"/> non attivo (MCHEM=0)
<i>Wet Removal</i>	<input type="checkbox"/> attivo <input checked="" type="checkbox"/> non attivo (MWET=0)
<i>Dry deposition</i>	<input type="checkbox"/> attivo <input checked="" type="checkbox"/> non attivo (MDRY=0)
<i>Calm Condition Wind Speed</i>	WSCALM=0,5 m/s
<i>Wind Speed profile</i>	ISC RURAL
<i>Plume Element Modeling Method</i>	<input checked="" type="checkbox"/> puff <input type="checkbox"/> slug (MSLUG=0)
<i>Dispersion Option</i>	MDISP=2 ⁽¹⁾
<i>Puff splitting</i>	<input type="checkbox"/> attivo <input checked="" type="checkbox"/> non attivo (MSPLIT=0)
<i>Terrain Adjustment Method</i>	MCTADJ=3 ⁽²⁾

(1) Dispersion coefficients from internally calculated σ_v , σ_w using micrometeorological variables (u^* , w^* , L , etc.).

(2) Partial Plume Path Adjustment.

7 RISULTATI

La presente sezione riporta l'esito delle simulazioni condotte.

I risultati delle simulazioni modellistiche sono stati espressi come campi di concentrazione ovvero una rappresentazione grafica della distribuzione nello spazio del livello di un determinato inquinante in atmosfera riferito ad un certo intervallo temporale.

Al termine delle elaborazioni modellistiche i campi simulati sono stati sottoposti ad opportune procedure di calcolo che, a partire dai valori di concentrazione media oraria al suolo, eventualmente aggregati su intervalli temporali più estesi, permettono il confronto con gli indicatori statistici di norma.

Nella seguente tabella è riportato l'elenco degli indicatori per i quali è stato effettuato il calcolo e sono state preparate le mappe.

Tab. 7.1 Elenco delle simulazioni e relativi indicatori

<i>Parametro</i>	<i>Indicatore statistico / mappa</i>	<i>ALLEGATO</i>
<i>Fase di cantiere</i>		
PM10	35° VALORE DELLE MEDIE GIORNALIERE	Figura 1
<i>Fase di esercizio</i>		
PM10	35° VALORE DELLE MEDIE GIORNALIERE	Figura 2
	MEDIA ANNUA	Figura 3
NO_x	18° VALORE DELLE MEDIE ORARIE	Figura 4
	MEDIA ANNUA	Figura 5
CO	MASSIMO DELLE MEDIE ORARIE	Figura 6

Nello specifico:

- ✓ Il 35° valore delle medie giornaliere sull'anno civile di PM10 è rapportabile al limite giornaliero per la protezione della salute umana di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (massimo numero di superamenti annui = 35);
- ✓ 18° valore delle medie orarie sull'anno civile di NO_x è confrontabile con il limite orario per la protezione della salute umana per il NO_2 di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (massimo numero di superamenti annui = 18).

Relativamente agli ossidi di azoto si osserva che l'analisi modellistica è stata effettuata per gli NO_x . Tuttavia, dato che la vigente normativa sulla qualità dell'aria prevede dei valori limite espressi in termini di NO_2 e non di NO_x , ai fini della valutazione dell'impatto, si è assunto in via conservativa un rapporto NO_2/NO_x pari a 1.

In ultimo, si osserva che tutti i calcoli sono stati effettuati al netto dei valori di fondo per l'assenza di dati sufficientemente rappresentativi sito specifici.

7.1 Fase di cantiere

L'indicatore calcolato è il 35° valore delle medie giornaliere da confrontare con il limite giornaliero per la protezione della salute umana di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'analisi della mappa di cui alla figura 1 in allegato evidenzia quanto segue:

- ✓ valori compresi tra 1 e $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in corrispondenza del primo fronte residenziale (località Ferriera a ca. 300 m in direzione SE dal cantiere);
- ✓ valori massimi dell'ordine dei $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (il 10% del limite normativo) in facciata allo stabilimento Tekfor S.p.A;
- ✓ valori inferiori ai $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in corrispondenza dei fabbricati della Azimut Yachts;
- ✓ è evidente che anche qualora si considerasse un rapporto PM2.5/PM10 cautelativo pari a 0,9 i valori calcolati non costituiscono alcun elemento di criticità in ordine al rispetto del limite normativo vigente per il PM2.5 in aria ambiente (limite peraltro definito come media su base annua).

Di seguito si riporta stralcio della mappa con l'esplicitazione dei valori calcolati sul *grid* definito. In rosso è evidenziato il valore massimo calcolato all'interno del domino di calcolo.

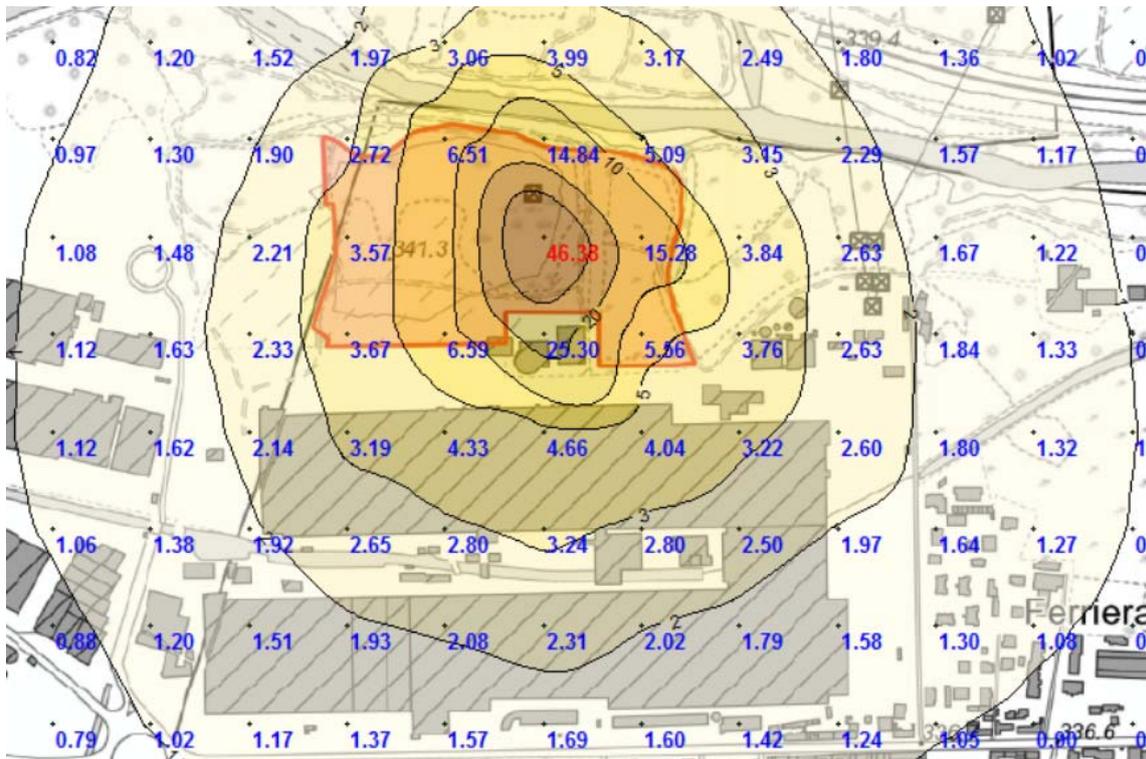


Fig. 7.1 Buttigliera Alta – Fase di cantiere – PM10 - 35° VALORE DELLE MEDIE GIORNALIERE (stralcio)

7.2 Fase di esercizio

Con riferimento al 35° valore delle medie giornaliere del PM10 l'analisi della mappa di cui alla figura 2 in allegato evidenzia valori molto modesti con un valore massimo calcolato all'interno del domino di calcolo pari a $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comunque ricadente all'interno del perimetro del centro in progetto.

Per quanto riguarda il 18° valore delle medie orarie degli NOx l'analisi della mappa di cui alla figura 4 in allegato evidenzia quanto segue:

- ✓ valori dell'ordine dei $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (il 20% del limite normativo) in corrispondenza del primo fronte residenziale (località Ferriera);
- ✓ valori massimi dell'ordine dei $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (il 50% del limite normativo) in facciata allo stabilimento Tekfor S.p.A;
- ✓ valori compresi tra 20 e $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in corrispondenza dei fabbricati della Azimut Yachts.

Di seguito si riporta stralcio della mappa con l'esplicitazione dei valori calcolati sul *grid* definito. In rosso è evidenziato il valore massimo calcolato all'interno del domino di calcolo.

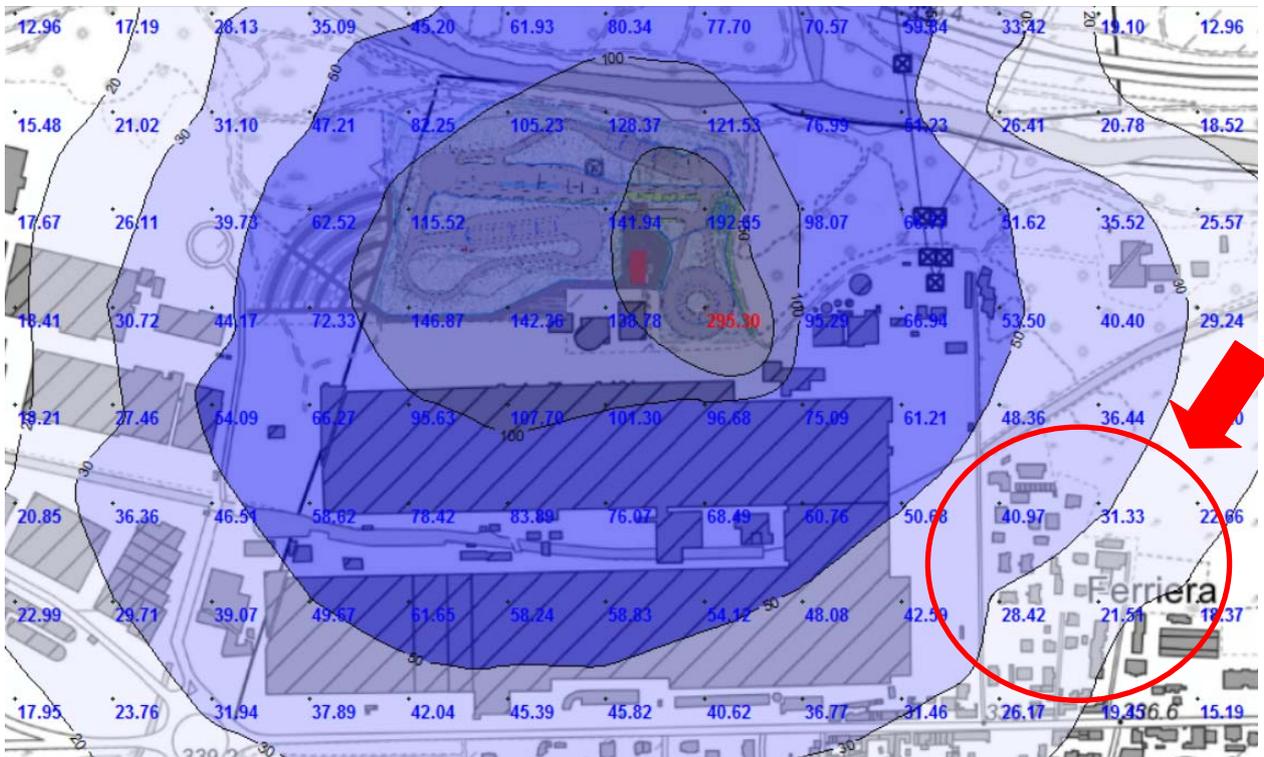


Fig. 7.3 Buttigliera Alta – Fase di esercizio – NO_x - 18° VALORE DELLE MEDIE ORARIE (stralcio)

In ultimo, i valori massimi orari del CO risultano essere inferiori agli 0,5 mg/m³ al di fuori del perimetro di progetto; tale valore appare indubbiamente modesto qualora rapportato al limite normativo vigente.

8 CONCLUSIONI

Le considerazioni che possono essere tratte dalla lettura dei risultati sono le seguenti:

- ✓ le attività di cantiere si stima non possano produrre in corrispondenza dei fronti residenziali maggiormente prossimi aumenti della concentrazione del PM10 significativamente superiori ai $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ su base giornaliera, ossia valori al di sotto del 5% della soglia normativa vigente;
- ✓ per l'esercizio del centro di guida sicura, l'unico parametro contraddistinto da valori potenzialmente significativi, qualora rapportato alla soglia normativa vigente per il NO_2 , è costituito dagli NO_x : il percentile corrispondente al 18° valore delle medie orarie su base annua si colloca su valori dell'ordine dei $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (il 20% del limite normativo) in corrispondenza del primo fronte residenziale (località Ferriera a ca. 300 m in direzione SE dal centro).

Nel complesso, al netto del valore orario degli NO_x , gli impatti evidenziati oltre ad essere di entità poco significativa, individuano un ambito territoriale di estensione modesta.

9 ALLEGATO – MAPPE DI CONCENTRAZIONE

FIGURA 1 – CANTIERE - PM₁₀ / 35° VALORE DELLE MEDIE GIORNALIERE

FIGURA 2 – ESERCIZIO - PM₁₀ / 35° VALORE DELLE MEDIE GIORNALIERE

FIGURA 3 – ESERCIZIO - PM₁₀ / MEDIA ANNUA

FIGURA 4 – ESERCIZIO - NO_x / 18° VALORE DELLE MEDIE ORARIE

FIGURA 5 – ESERCIZIO - NO_x / MEDIA ANNUA

FIGURA 6 – ESERCIZIO - CO / MASSIMO DELLE MEDIE ORARIE

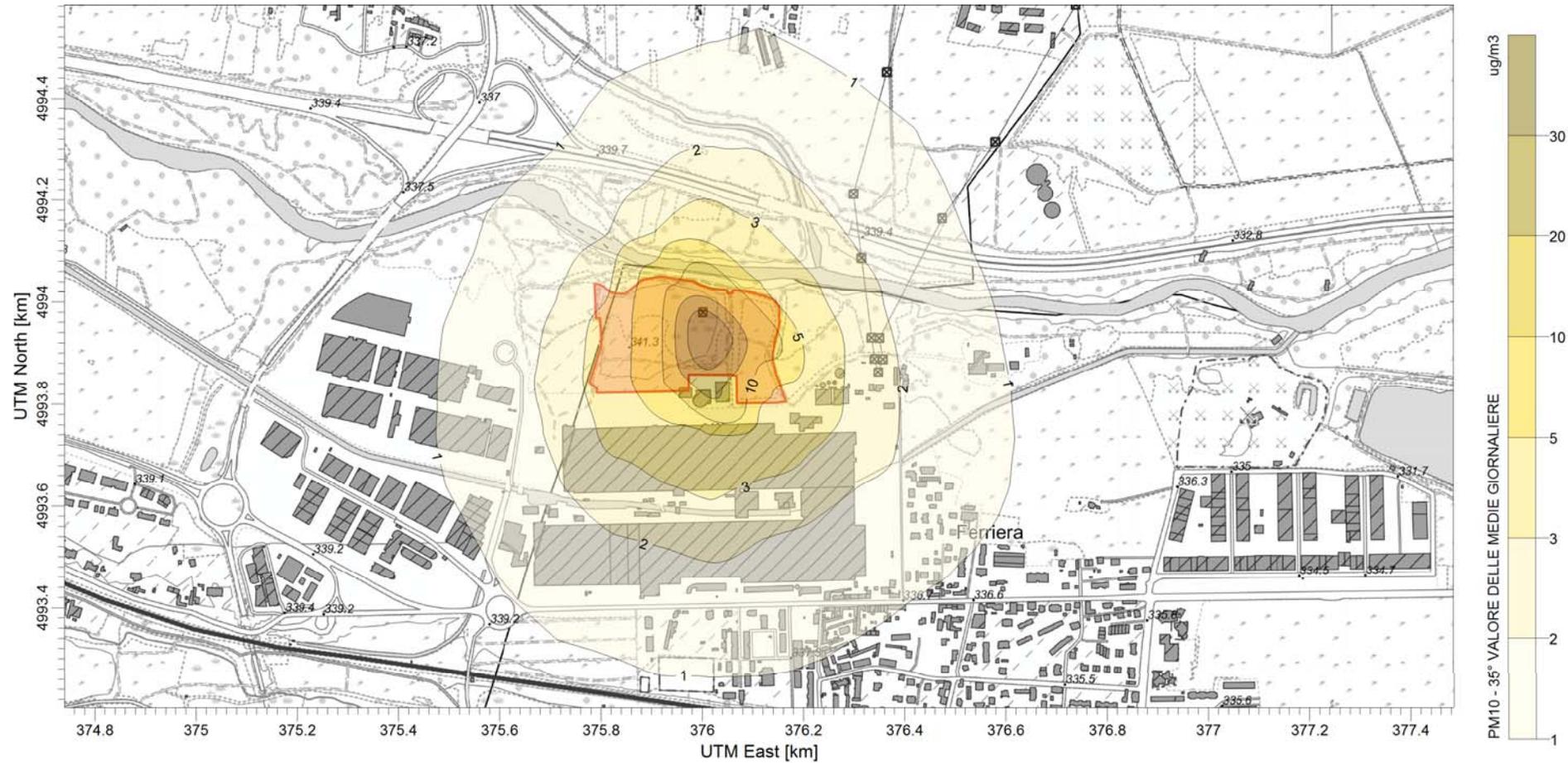


FIGURA 1	Parametro	Sorgenti	Indicatore statistico
	PM10	CANTIERE	35° VALORE DELLE MEDIE GIORNALIERE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

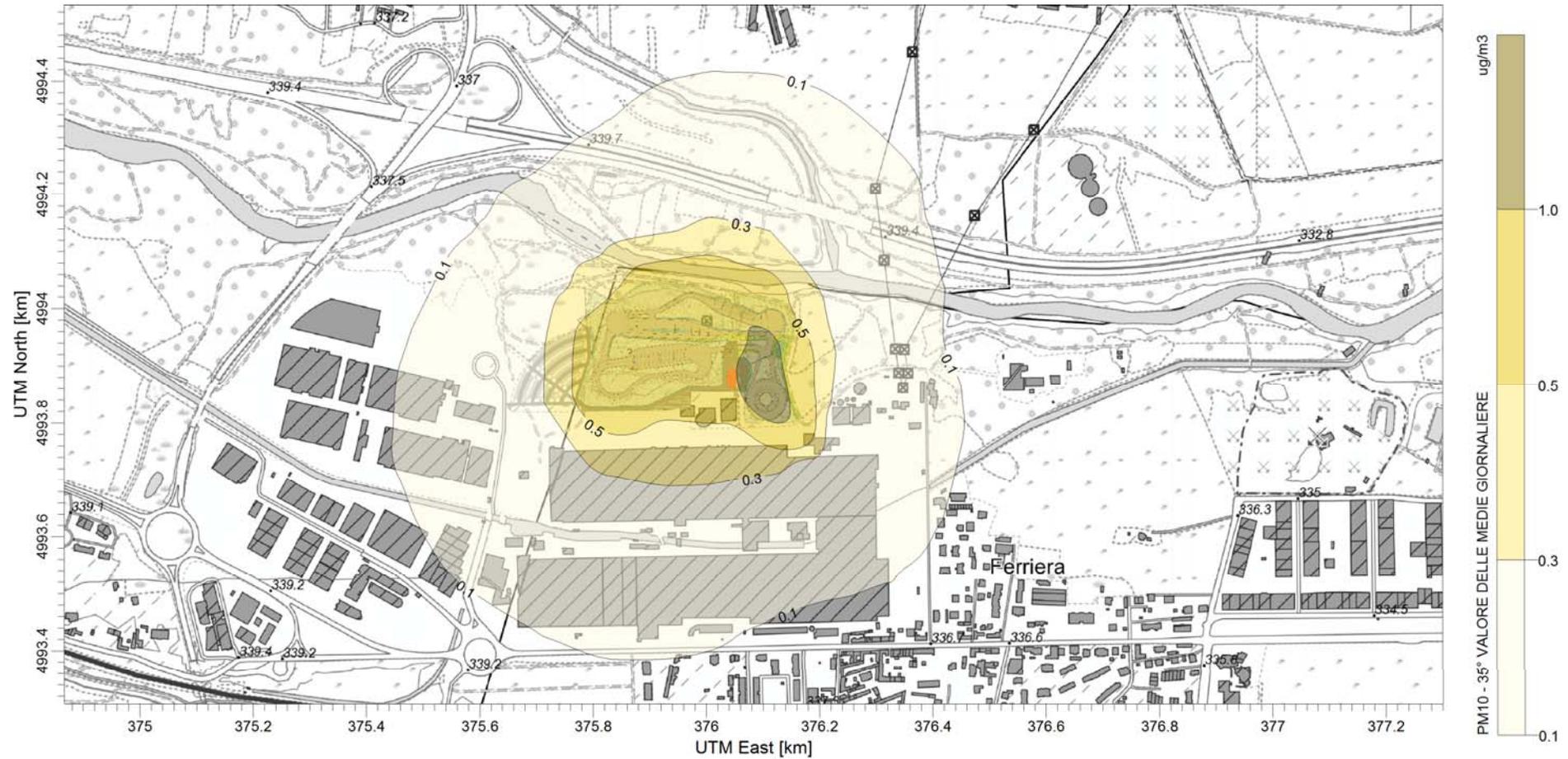


FIGURA 2	Parame- tro	Sorgenti	Indicatore statistico
	PM10	ESERCIZIO	35° VALORE DELLE MEDIE GIORNALIERE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

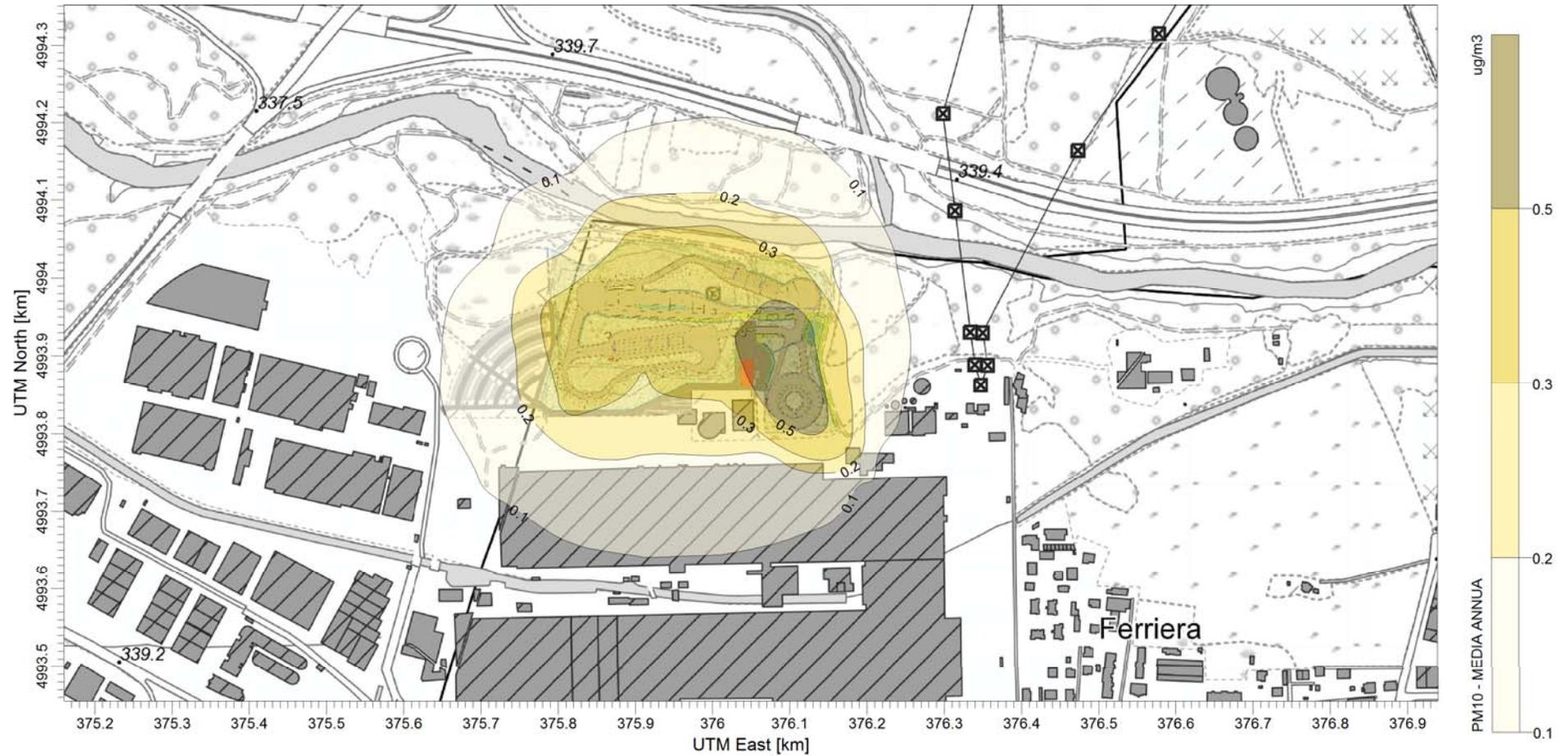


FIGURA 3	Parametro	Sorgenti	Indicatore statistico
	PM10	ESERCIZIO	MEDIA ANNUA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

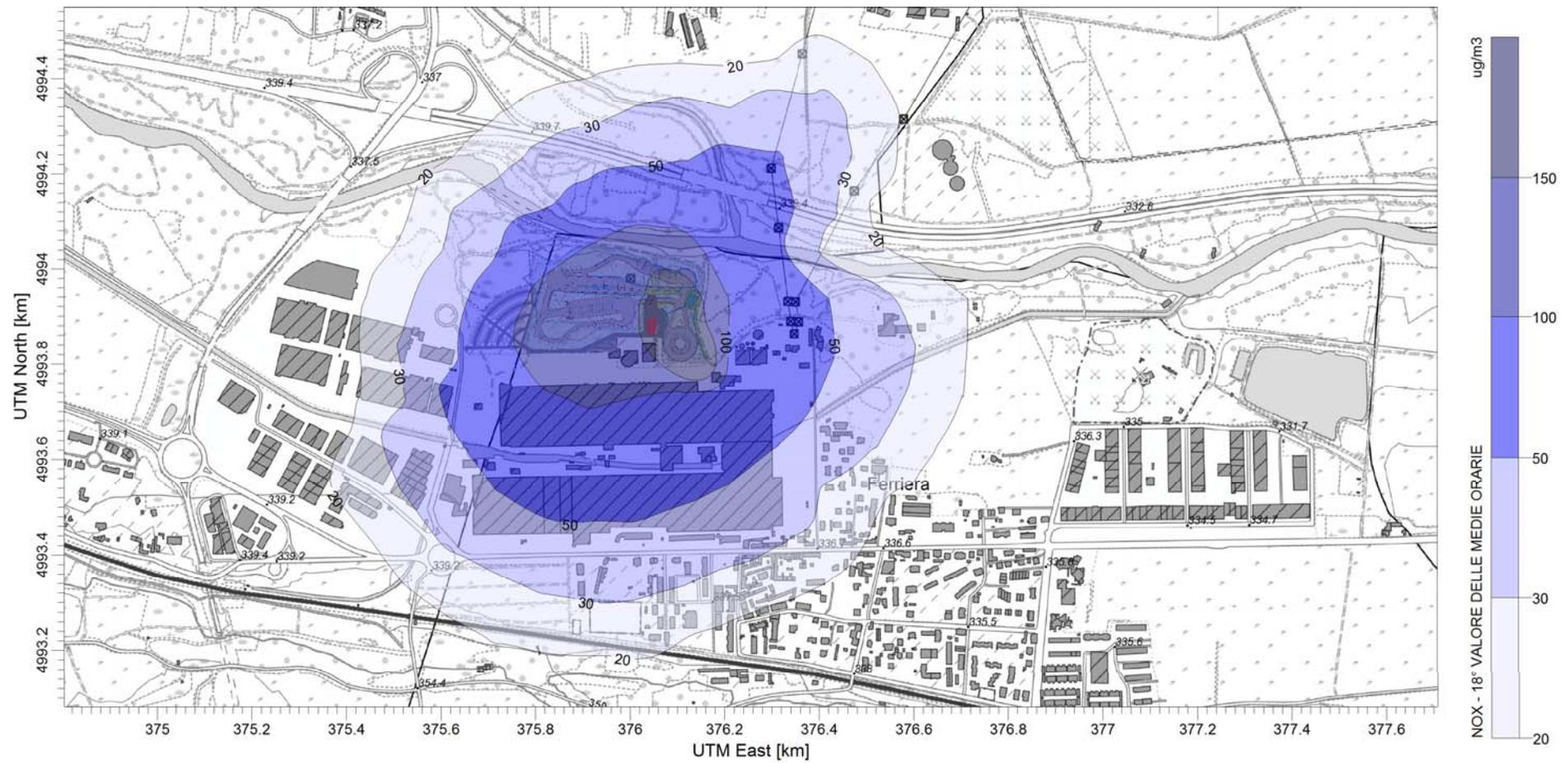


FIGURA 4	Parame- tro	Sorgenti	Indicatore statistico
	NO _x	ESERCIZIO	18° VALORE DELLE MEDIE ORARIE (µg/m ³)

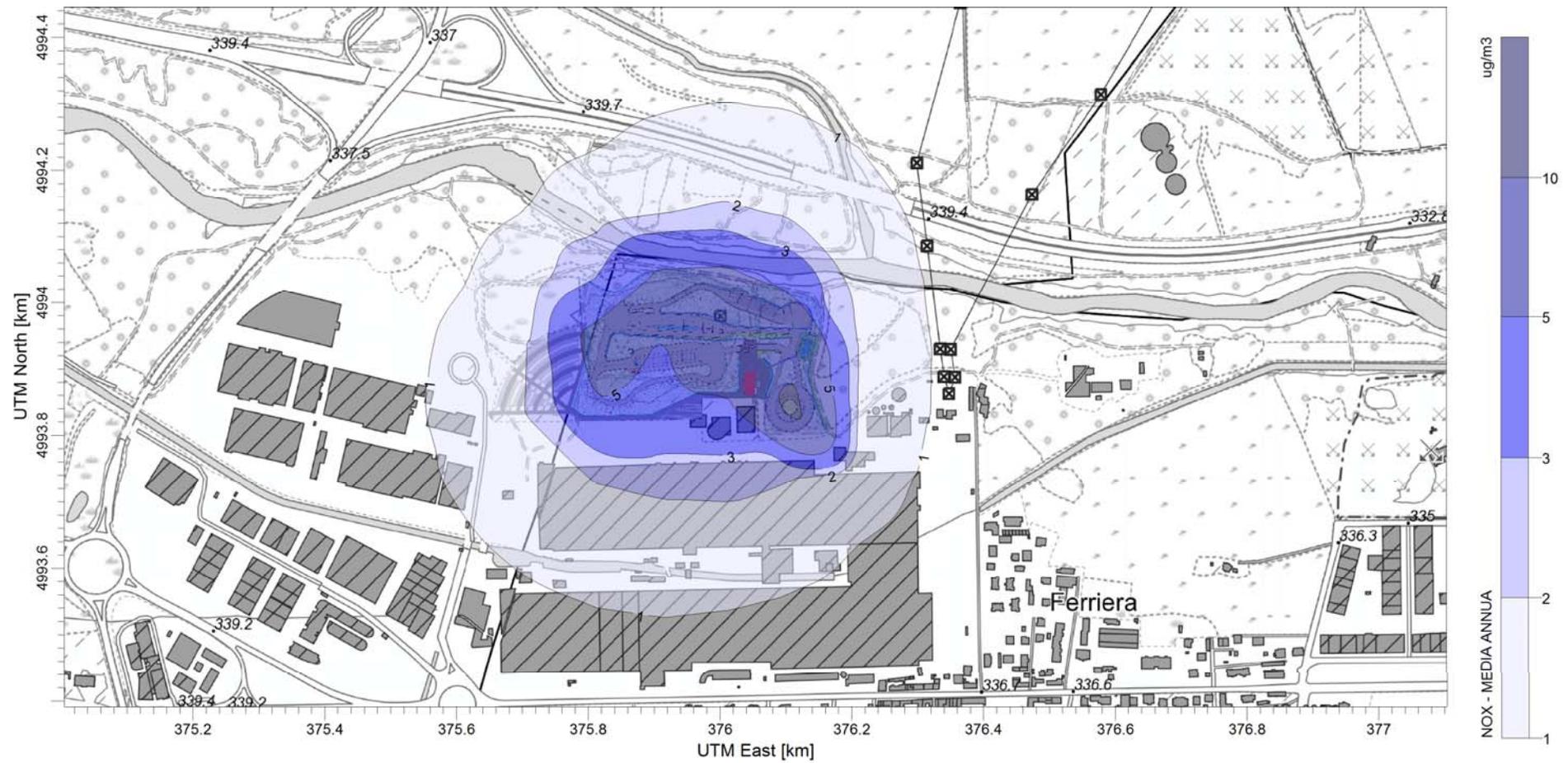


FIGURA 5	Parametro	Sorgenti	Indicatore statistico
	NO _x	ESERCIZIO	MEDIA ANNUA (µg/m ³)

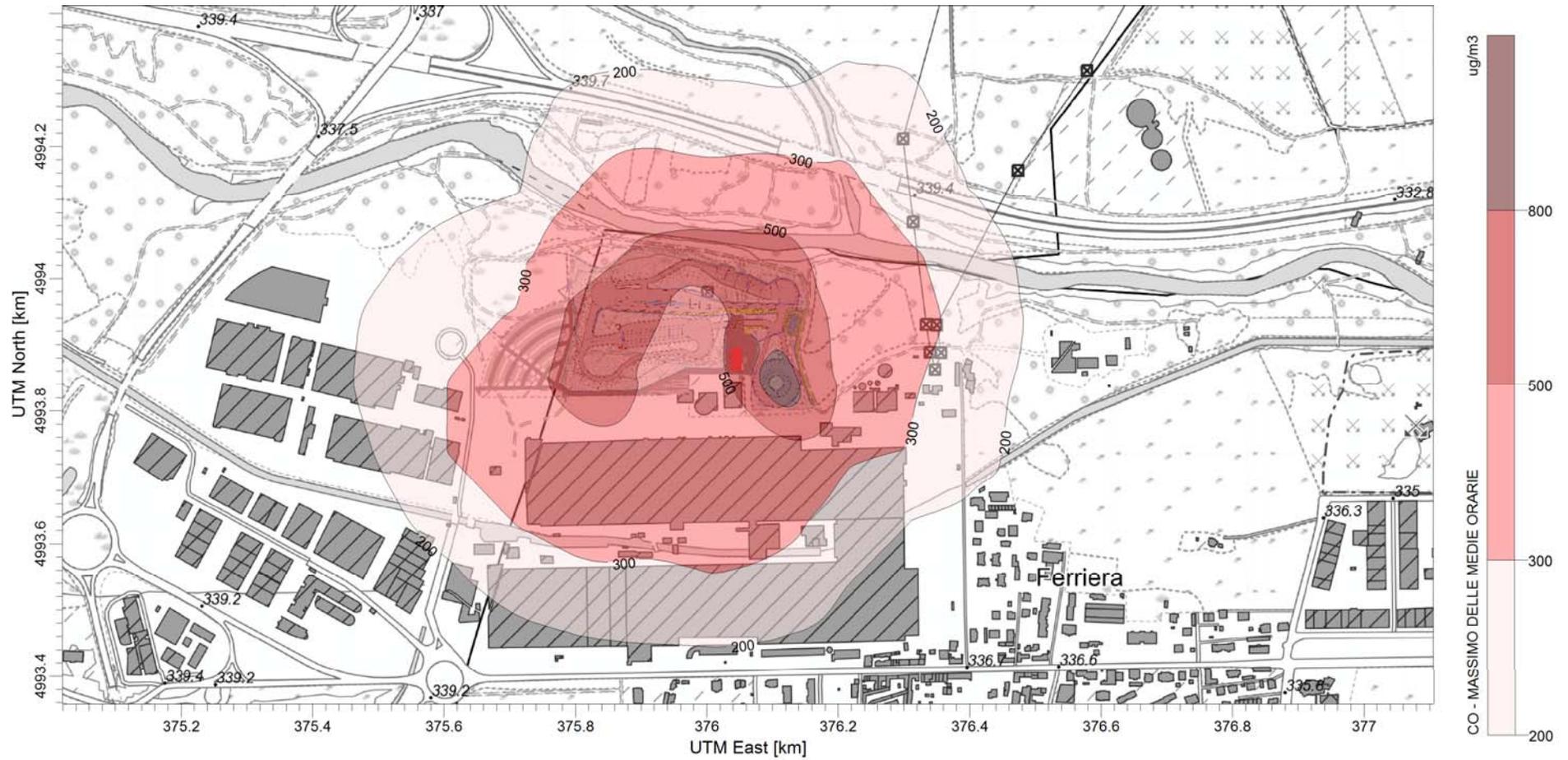


FIGURA 6	Parame- tro	Sorgenti	Indicatore statistico
	CO	ESERCIZIO	MASSIMO DELLE MEDIE ORARIE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)