

**DIPARTIMENTO TEMATICO I SISTEMI PREVISIONALI**

Struttura Semplice 03 %Qualità dell'Aria+

**ATTIVITÀ DI MODELLISTICA AMBIENTALE SULLA  
QUALITÀ DELL'ARIA DEI PRINCIPALI IMPIANTI PER LA  
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA E TERMICA  
ALIMENTATI A BIOMASSA SUL TERRITORIO DELLA  
PROVINCIA DI TORINO**

**RELAZIONE FINALE**

<b>Coordinamento</b>	<b>Roberta De Maria</b>	<b>Data: 15/12/2014</b>
<b>Verifica</b>	<b>Responsabile S.S. Qualità dell'Aria Mauro M. Grosa</b>	<b>Data: 15/12/2014</b>
<b>Approvazione</b>	<b>Responsabile Dipartimento Sistemi Previsionali Anna Maria Gaffodio</b>	<b>Data: 15/12/2014</b>

## **Redazione**

Dipartimento Sistemi Previsionali: Mara Cesano, Valeria Garbero, Roberta De Maria

## **Elaborazione dati e simulazioni modellistiche**

Dipartimento Sistemi Previsionali: Mara Cesano, Valeria Garbero

Hanno collaborato per la fornitura dei dati emissivi:

### **Acquisizione, valutazione anche dati SME**

Dipartimento di Torino: Sara Farina, Dipartimento Sistemi Previsionali: Mara Cesano

### **Campionamenti a camino ed elaborazione dati macroinquinanti:**

Dipartimento di Torino: Stefano Carbonato, Sara Farina, Katia Marasso, Brunetto Meneghello

### **Campionamenti a camino e analisi microinquinanti**

Polo Microinquinanti: Carla Cappa, Simona Possamai, Nicola Santamaria, Paola Spagnolo

### **Analisi macroinquinanti e microinquinanti inorganici**

Dipartimento di Torino - Laboratorio di Grugliasco: Luca Osvaldino, Francesco Pitasi, Enrica Vicenzino

<b>PREMESSA</b>	<b>5</b>
<b>LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO</b>	<b>5</b>
<b>DESCRIZIONE DELLA CATENA MODELLISTICA</b>	<b>11</b>
<b>DATI DI INPUT AL SISTEMA MODELLISTICO</b>	<b>13</b>
<b>Area di studio</b>	<b>13</b>
<b>Dati di input geografico</b>	<b>15</b>
<b>Dati di input meteorologico</b>	<b>19</b>
<b>Dati di input emissivo</b>	<b>22</b>
Impianti a biomassa solida . biomassa legnosa	24
<i>C&amp;T S.p.A. - Airasca</i>	24
<i>SIPEA S.r.l - Rivarolo</i>	28
<i>PROVANA CALORE S.r.l - Leini</i>	31
<i>SOCIETÀ AGRICOLA EOSLAB S.r.l - Torrazza</i>	33
<i>ASA Azienda Servizi Ambiente - Castellamonte</i>	34
Impianti alimentati a biomassa liquida . Olio vegetale	36
<i>BIOGEN Chivasso S.r.l . Chivasso</i>	36
<i>CODÉ CRAI OVEST Cooperativa . Leini</i>	38
<i>Heat &amp; Power . Settimo Torinese</i>	40
Impianti a Biogas	41
Impianti a biogas con autorizzazione ai sensi del D.Lgs 387/2003	45
<i>Azienda Agricola Racca Giuseppe e figli s.s. - Settimo Torinese</i>	45
<i>Scalenghe Biogas Società Agricola S.r.l. - Scalenghe</i>	46
<i>BIO-ENERGY Società Cooperativa Agricola - Vigone</i>	46
<i>Società Semplice Agricola Genola - Rivarolo</i>	47
<i>Agri Energia None 2012 Società Agricola Cooperativa - None</i>	48
<i>Società Agricola TENUTA DUCA - Verolengo</i>	49
<i>Società Cooperativa Agricola BRENTATORI - Piossasco</i>	49
Impianti a biogas con permesso di costruire	50
<i>Società Cooperativa Agricola Bio Canali . Buriasco</i>	50
<i>Egea New Energy S.p.A. . Ozegna</i>	51
<i>Società Agricola Cavaglià Bruno e Daniele s.s. . Piossasco</i>	51
<i>Società Agricola F.Lli Villosio s.s. . Mazzé</i>	52
<i>Società Agricola Cervino s.s. . Rivarolo Canavese</i>	52
<i>Società Agricola AGRINORD ENERGIA . Caluso</i>	53
<i>Società Cooperativa Agricola Speranza - Candiolo</i>	53
<b>RISULTATI DELLE SIMULAZIONI DI DISPERSIONE CON SPRAY</b>	<b>56</b>
Dominio nord	58
<i>PROVANA CALORE S.r.l.</i>	58
<i>SIPEA S.r.l.</i>	59
<i>EOSLAB</i>	60
<i>BIOGEN</i>	62
<i>ASA</i>	63
<i>CODÉ CRAI OVEST</i>	64
<i>HEAT &amp; POWER</i>	64
<i>RACCA GIUSEPPE E FIGLI</i>	65
<i>SOCIETÀ AGRICOLA GENOLA</i>	66
<i>SOCIETÀ AGRICOLA CERVINO</i>	66
<i>SOCIETÀ AGRICOLA TENUTA DUCA</i>	67
<i>EGEA NEW ENERGY</i>	68
<i>AGRINORD ENERGIA</i>	68
<i>SOCIETÀ AGRICOLA F.LLI VILLOSIO S.S.</i>	69
Dominio sud	70

<i>C&amp;T</i>	70
<i>SCALENGHE BIOGAS SOCIETÁ AGRICOLA</i>	71
<i>BIO-ENERGY</i>	71
<i>AGRIENERGIA NONE 2012</i>	72
<i>SOCIETÁ COOPERATIVA AGRICOLA BRENTATORI</i>	73
<i>SOCIETÁ AGRICOLA CAVAGLIÁ BRUNO</i>	74
<i>BIO CANALI</i>	74
<i>SPERANZA COOPERATIVA AGRICOLA</i>	75
<i>SCENARI COMPLESSIVI</i>	77
<i>CONCLUSIONI</i>	82

## **PREMESSA**

La Provincia di Torino ha affidato ad Arpa Piemonte, nel mese di aprile 2013, il servizio per la realizzazione di un'attività di modellistica ambientale finalizzata alla valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria dei principali impianti per la produzione di energia elettrica e termica alimentati a biomassa presenti sul territorio della Provincia di Torino. Le attività richieste prevedevano:

- la valutazione modellistica delle ricadute al suolo dei principali inquinanti, espresse in relazione agli indicatori definiti dalla normativa vigente, prodotti da impianti alimentati a diversi tipi di biomassa (solida, liquida e gassosa);
- l'analisi delle sorgenti emmissive in attività, finalizzata ad assegnare ai singoli impianti i ratei emissivi più aderenti alle condizioni di reale funzionamento;
- i campionamenti e le corrispondenti determinazioni analitiche di specifici inquinanti da realizzarsi su alcuni impianti individuati come rappresentativi delle diverse tipologie di alimentazione a biomassa.

Le attività di modellistica e di analisi delle sorgenti emmissive sono state condotte dal Dipartimento Sistemi Previsionali, l'analisi delle banche dati SME è stata realizzata dal Dipartimento di Torino con il supporto del Dipartimento Sistemi Previsionali, i campionamenti e le analisi sono state svolte dal Dipartimento Provinciale di Torino per i macroinquinanti e dal Polo Microinquinanti per i microinquinanti.

Gli impianti oggetto di studio sono stati individuati fra quelli a fonte rinnovabile esistenti, in fase di costruzione o comunque autorizzati sul territorio provinciale, selezionando quelli ritenuti più significativi sia ai fini della successiva simulazione modellistica sia ai fini dei campionamenti a camino ed analisi.

L'obiettivo del lavoro è stato quello di fornire un quadro sugli impatti attuali ed attesi associati ai principali impianti per la produzione di energia elettrica e termica alimentati a biomassa della provincia torinese ricostruendo, per ogni impianto e laddove possibile sulla base di dati misurati, un quadro emissivo rappresentativo delle condizioni di normale funzionamento.

## **LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO**

### **Emissioni in atmosfera**

Gli impianti oggetto dello studio impiegano per la produzione di energia elettrica e termica biomasse di tipologia prevista dall'Allegato X alla parte V del D.Lgs. 152/2006. La maggior parte di essi è assoggettata all'autorizzazione ai sensi del D.Lgs. 387/2003 e s.m.i. relativo alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità. L'art. 12 di tale decreto dispone che la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica

alimentati da fonti rinnovabili, gli interventi di modifica, potenziamento, rifacimento totale o parziale e riattivazione, come definiti dalla normativa vigente, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi, siano soggetti ad autorizzazione unica, rilasciata nel rispetto delle normative vigenti in materia di tutela dell'ambiente, di tutela del paesaggio e del patrimonio storico-artistico.

Dal punto di vista emissivo, gli impianti che utilizzano biomasse solide o liquide con potenza primaria in ingresso superiore a 1.000 kW hanno necessità di autorizzazione alle emissioni in atmosfera ai sensi dell'art. 269 del D.Lgs. 152/2006.

La Regione Piemonte, per stabilire i limiti alle emissioni in atmosfera degli **impianti di combustione alimentati a biomasse solide**, oltre a seguire la normativa di settore applicando i limiti previsti dal D.Lgs. 152/2006, fa riferimento al Piano Stralcio n° 46-11968 del 4/08/2009, relativo all'Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria e al riscaldamento ambientale.

I limiti previsti dal D.Lgs. 152/2006 per impianti a biomassa solida sono riportati in Tabella 1, dove i valori di concentrazione sono riferiti a un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso pari a 11%. I valori limite indicati nell'Allegato 2 del Piano Stralcio per gli inquinanti NO<sub>x</sub> e polveri sono definiti in funzione della zona a cui appartiene il comune sede dell'impianto, se zona di piano o zona di mantenimento. In Tabella 2 sono indicati i requisiti minimi per i generatori di calore alimentati a biomassa solida installati in zona di piano, così come previsto dal Piano Stralcio; i comuni interessati dal presente studio che ricadono in zona di piano sono Airasca, Rivarolo Canavese e Leinì. In Tabella 3 sono riportati i valori limite previsti dal Piano Stralcio per quegli impianti che ricadono nella zona di mantenimento; i comuni del presente studio che ricadono in zona di mantenimento sono Torrazza Piemonte e Castellamonte.

	<b>Potenza termica nominale installata (MW)</b>			
	<sup>[1]</sup> > 0,15 ÷ m3	> 3 ÷ m6	> 6 ÷ m20	> 20
<b>polveri totali</b>	100 mg/Nm <sup>3</sup>	30 mg/Nm <sup>3</sup>	30 mg/Nm <sup>3</sup>	30 mg/Nm <sup>3</sup>
<b>carbonio organico totale (COT)</b>	-	-	30 mg/Nm <sup>3</sup>	20 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>[2]</sup> 10 mg/Nm <sup>3</sup>
<b>monossido di carbonio (CO)</b>	350 mg/Nm <sup>3</sup>	300 mg/Nm <sup>3</sup>	250 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>[2]</sup> 150 mg/Nm <sup>3</sup>	200 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>[2]</sup> 100 mg/Nm <sup>3</sup>
<b>ossidi di azoto (espressi come NO<sub>2</sub>)</b>	500 mg/Nm <sup>3</sup>	500 mg/Nm <sup>3</sup>	400 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>[2]</sup> 300 mg/Nm <sup>3</sup>	400 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>[2]</sup> 200 mg/Nm <sup>3</sup>
<b>ossidi di zolfo (espressi come SO<sub>2</sub>)</b>	200 mg/Nm <sup>3</sup>	200 mg/Nm <sup>3</sup>	200 mg/Nm <sup>3</sup>	200 mg/Nm <sup>3</sup>

[1] Agli impianti di potenza termica nominale pari o superiore a 35 kW e non superiore a 150 kW si applica un valore di emissione per le polveri totali di 200 mg/Nm<sup>3</sup>.

[2] Valori medi giornalieri.

**Tabella 1. Limiti previsti dal D.Lgs. 152/2006 per impianti alimentati a biomassa legnosa**

Potenza termica nominale - complessiva	Rendimento in condizioni normali	Polveri totali [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Tecnologie di contenimento	NO <sub>x</sub> [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Tecnologie di contenimento
35 mPn (kWt) m300	- 67 + 6 log(Pn)	30 [**]	Filtro a tessuto o Precipitatore elettrostatico	400 [**]	Tecnologie primarie per la riduzione degli NO <sub>x</sub> <sup>(1)</sup>
300 < Pn (kWt) m 3.000	- 82%	30 [**]	Filtro a tessuto o Precipitatore elettrostatico	400 [**]	Tecnologie primarie per la riduzione degli NO <sub>x</sub> <sup>(1)</sup>
3.000 < Pn (kWt) m 6.000	- 82%	30 [**]	Filtro a tessuto o Precipitatore elettrostatico	300 [**]	Tecnologie primarie per la riduzione degli NO <sub>x</sub> <sup>(1)</sup>
6.000 < Pn (kWt) m 20.000	- 82%	30 [**]	Filtro a tessuto o Precipitatore elettrostatico	400 [**]	Tecnologie primarie e/o secondarie per la riduzione degli NO <sub>x</sub> <sup>(1)</sup>
		10 [†]		200 [†]	

[\*] valori medi giornalieri

[\*\*] valori medi orari riferiti all'11% O<sub>2</sub> fumi secchi

(1) ad esempio: combustione a stadi, controllo automatico del rapporto aria/combustibile, ricircolo dei fumi di combustione, ecc.

(2) ad esempio: combustione a stadi, controllo automatico del rapporto aria/combustibile, ricircolo dei fumi di combustione, SNCR, SCR, ecc.

**Tabella 2. Limiti previsti dal Piano stralcio per impianti alimentati a biomassa legnosa che ricadono in zona di piano**

Potenza termica nominale - complessiva	Rendimento in condizioni normali	Polveri totali [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Tecnologie di contenimento	NO <sub>x</sub> [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Tecnologie di contenimento
35 mPn (kWt) m300	- 67 + 6 log(Pn)	50 [**]	Filtro a tessuto o Precipitatore elettrostatico	400 [**]	Tecnologie primarie per la riduzione degli NO <sub>x</sub> <sup>(1)</sup>
300 < Pn (kWt) m500	- 82%	50 [**]	Filtro a tessuto o Precipitatore elettrostatico	400 [**]	Tecnologie primarie per la riduzione degli NO <sub>x</sub> <sup>(1)</sup>
		30 [3]			
500 < Pn (kWt) m 3.000	- 82%	30 [**]	Filtro a tessuto o Precipitatore elettrostatico	400 [**]	Tecnologie primarie per la riduzione degli NO <sub>x</sub> <sup>(1)</sup>
3000 < Pn (kWt) m 6.000	- 82%	30 [**]	Filtro a tessuto o Precipitatore elettrostatico	300 [**]	Tecnologie primarie per la riduzione degli NO <sub>x</sub> <sup>(1)</sup>
6.000 < Pn (kWt) m 20.000	- 82%	30 [**]	Filtro a tessuto o Precipitatore elettrostatico	400 [**]	Tecnologie primarie e/o secondarie per la riduzione degli NO <sub>x</sub> <sup>(2)</sup>
		10 [†]		200 [†]	

[\*] valori medi giornalieri

[\*\*] valori medi orari riferiti all'11% O<sub>2</sub> fumi secchi

(1) ad esempio: combustione a stadi, controllo automatico del rapporto aria/combustibile, ricircolo dei fumi di combustione, ecc.

(2) ad esempio: combustione a stadi, controllo automatico del rapporto aria/combustibile, ricircolo dei fumi di combustione, SNCR, SCR, ecc.

(3) Valore limite di emissione da considerarsi requisito minimo nel caso di impianti finanziati, anche solo parzialmente, da Enti Pubblici.

**Tabella 3. Limiti previsti dal Piano stralcio per impianti alimentati a biomassa legnosa che ricadono in zona di mantenimento**

Gli **impianti alimentati a olio vegetale** oggetto del presente studio e inclusi nelle aree individuate per le simulazioni modellistiche rientrano invece nella categoria dei motori fissi a combustione interna e sono disciplinati dall'allegato I alla parte V del D.Lgs. 152/06 Parte III comma 3, riportato in Tabella 4. Tuttavia, per questi impianti, non sempre sono applicati i valori del D.Lgs. 152/06; infatti i valori limite prescritti in autorizzazione sono solitamente inferiori rispetto a quelli previsti dal Decreto e sono definiti a seguito della valutazione dei sistemi di abbattimento adottati e del tipo di tecnologia utilizzata.

<b>polveri totali</b>	130 mg/Nm <sup>3</sup>
<b>ossidi di azoto</b>	2.000 mg/Nm <sup>3</sup> per i motori ad accensione spontanea di potenza uguale o superiore a 3MW
	4.000 mg/Nm <sup>3</sup> per i motori ad accensione spontanea di potenza inferiore a 3MW
	500 mg/Nm <sup>3</sup> per gli altri motori a quattro tempi
	800 mg/Nm <sup>3</sup> per gli altri motori a due tempi
<b>monossido di carbonio</b>	650 mg/Nm <sup>3</sup>

**Tabella 4. Limiti previsti dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. per impianti alimentati a biomassa liquida**

Gli **impianti a biogas** oggetto del presente studio e che ricadono nelle aree di simulazione non sono quasi mai soggetti ad autorizzazione alle emissioni in atmosfera ai sensi dell'art. 272 del D.Lgs. 152/2006 così come modificato dal D.Lgs. 128/2010, in quanto la potenza di combustione complessiva dei motori è inferiore a 3.000 kW. Tali impianti devono comunque rispettare i limiti di concentrazione per gli inquinanti emessi secondo quanto richiesto nell'allegato I alla parte V sezione 3 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; per i motori a combustione interna i valori limite di emissione, riferiti a un tenore di ossigeno pari al 5% nell'effluente gassoso anidro, sono illustrati in Tabella 5, dove sono riportati sia i limiti previsti per gli impianti con potenza inferiore a 3.000 kW che quelli per gli impianti con potenza superiore a 3.000 kW.

	<b>Potenza termica nominale installata</b>	
	m3 MW	> 3 MW
<b>carbonio organico totale (COT)</b>	150 mg/Nm <sup>3</sup>	100 mg/Nm <sup>3</sup>
<b>monossido di carbonio (CO)</b>	800 mg/Nm <sup>3</sup>	650 mg/Nm <sup>3</sup>
<b>ossidi di azoto (espressi come NO<sub>2</sub>)</b>	500 mg/Nm <sup>3</sup>	450 mg/Nm <sup>3</sup>
<b>composti inorganici del cloro sotto forma di gas o vapori (come HCl)</b>	10 mg/Nm <sup>3</sup>	10 mg/Nm <sup>3</sup>

**Tabella 5. Limiti previsti dal D.Lgs. 152/2006 per impianti alimentati a biogas**



I valori limite applicati nello specifico ad ogni impianto analizzato nel presente studio sono riportati in dettaglio nei paragrafi successivi.

## Qualità dell'aria

Per quanto riguarda gli impatti sulla componente atmosfera, la normativa vigente sulla qualità dell'aria (D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.) prevede per gli inquinanti prodotti dalla tipologia di impianti considerati nel presente studio i valori limite riportati nella Tabella 6.

	<b>Valori limite, livelli critici e valori obiettivo</b>	
	Periodo di mediazione	Valore limite
<b>biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</b> <sup>[1]</sup>	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile
	1 giorno	125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per anno civile
<b>biossido di zolfo (NO<sub>2</sub>)</b> <sup>[1]</sup>	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile
	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
<b>ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)</b> <sup>[2]</sup>	anno civile	30 µg/m <sup>3</sup>
<b>monossido di carbonio (CO)</b> <sup>[1]</sup>	media massima giornaliera calcolata sulle 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>
<b>particolato PM10</b> <sup>[1]</sup>	1 giorno	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile
	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
<b>particolato PM2.5</b> <sup>[1]</sup>	anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>
<b>piombo</b> <sup>[1]</sup>	anno civile	0,5 µg/m <sup>3</sup>
<b>arsenico</b> <sup>[3]</sup>	anno civile	6 ng/m <sup>3</sup>
<b>cadmio</b> <sup>[3]</sup>	anno civile	5 ng/m <sup>3</sup>
<b>nicel</b> <sup>[3]</sup>	anno civile	20 ng/m <sup>3</sup>
<b>benzo(a)pirene</b> <sup>[3]</sup>	anno civile	1 ng/m <sup>3</sup>

[1] Valore limite

[2] Livello critico per la protezione della vegetazione

[3] Valore obiettivo riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato

**Tabella 6. Limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010 relativi agli inquinanti emessi dagli impianti oggetto dello studio**

Per quanto riguarda inquinanti quali policlorobifenili (PCB), policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani (PCDD/PCDF), la normativa sulla qualità dell'aria non prevede limiti in atmosfera. Valori indicativi di riferimento possono essere reperiti nelle Linee Guida della World Health Organization (WHO)<sup>1</sup> che riportano dati da studi specifici disponibili tuttavia in numero limitato. Tali informazioni devono essere comparate e valutate con adeguata cautela in quanto affette, in generale, da differenze nelle metodiche analitiche utilizzate; a ciò per PCDD/PCDF si aggiungono ulteriori incertezze legate principalmente alle basse concentrazioni attese in atmosfera e alle differenti metodologie di campionamento. Per quanto riguarda i PCB gli studi evidenziano valori che vanno da 0,002 ng/m<sup>3</sup> in aree non contaminate e non industrializzate a concentrazioni di

<sup>1</sup> Air Quality Guidelines 6 World Health Organization 2001.

3,3 ng/m<sup>3</sup> nell'area della Ruhr in Germania. Nel caso di PCDD/PCDF, in Europa, per la somma dei congeneri tossici equivalenti le misure variano da 0,01 pg/m<sup>3</sup> per le aree di fondo a 1,6 pg/m<sup>3</sup> in prossimità di specifiche sorgenti in Germania.

Le Linee Guida WHO riferiscono inoltre i range di concentrazione per alcuni dei metalli non normati e determinati analiticamente nei fumi degli impianti campionati, per i quali sono state stimate le ricadute in atmosfera. Per il cromo, negli stati membri dell'Unione Europea si riportano valori di 0 ÷ 3 ng/m<sup>3</sup> per le aree remote, di 4 ÷ 70 ng/m<sup>3</sup> per le aree urbane e di 3 ÷ 200 ng/m<sup>3</sup> per le aree industriali. Nel caso del mercurio, alcuni studi riportano valori riscontrati in aree urbane italiane di 2 ÷ 3 ng/m<sup>3</sup>; più in generale nei paesi dell'Unione Europea per le aree remote il riferimento è di concentrazioni di 0,001 ÷ 6 ng/m<sup>3</sup>, per le aree urbane di 0,1 ÷ 5 ng/m<sup>3</sup>, per le aree industriali di 0,5 ÷ 20 ng/m<sup>3</sup>. Il manganese, elemento ampiamente diffuso nella crosta terrestre, presenta concentrazioni medie annue nelle aree remote (non viene specificato se in ambito europeo o più in generale) con valori di 10 ÷ 30 ng/m<sup>3</sup>, nelle aree urbane e rurali in presenza di sorgenti di manganese di 10 ÷ 70 ng/m<sup>3</sup>. Per il vanadio infine, la media annua nelle aree urbane è indicata essere compresa fra 0,05 e 0,18 µg/m<sup>3</sup>.

I risultati delle simulazioni modellistiche condotte sull'anno 2013 sono stati elaborati al fine di ottenere mappe tematiche che rappresentano la distribuzione spaziale dei valori stimati per gli indicatori sul breve e lungo periodo previsti dalla normativa vigente.

## **DESCRIZIONE DELLA CATENA MODELLISTICA**

L'individuazione della tipologia di modelli di dispersione da utilizzare nella valutazione delle ricadute al suolo di inquinanti viene effettuata sulla base di caratteristiche quali la tipologia delle sostanze in esame (inquinanti reattivi o non reattivi), le dimensioni dell'area di studio, le sue caratteristiche morfologiche e meteorologiche e la durata del periodo da simulare.

La scelta di stimare l'impatto dei principali impianti a biomassa sul territorio della Provincia di Torino ad alta risoluzione rende necessario l'utilizzo di un modello di dispersione tridimensionale lagrangiano a particelle che, pur non essendo in grado di trattare la chimica delle sostanze, è quello che meglio riproduce il trasporto e la dispersione di sostanze chimicamente inerti in condizioni meteorologicamente complesse, ossia caratterizzate da disomogeneità spaziali e temporali delle variabili meteo-diffusive quali ad esempio calme di vento o flussi su topografia complessa. Nei modelli lagrangiani a particelle la dispersione dell'inquinante in atmosfera è simulata attraverso la dispersione di particelle virtuali, ognuna delle quali rappresenta una porzione di massa dell'inquinante; tali particelle sono trasportate dal moto turbolento delle particelle di aria nelle quali sono immerse e la loro distribuzione spaziale, fotografata ad un certo istante, permette la determinazione della concentrazione della specie emessa.

I dati meteorologici in input al modello di dispersione sono prodotti da un modello mass-consistent di tipo diagnostico, basato sulla conservazione della massa e sulla minimizzazione della divergenza, in grado di ricostruire campi di vento, temperatura e umidità tridimensionali in condizioni di orografia complessa a partire da informazioni relative alla topografia del dominio e alle principali grandezze meteorologiche al suolo ed in quota. Per quanto riguarda le variabili che descrivono la turbolenza atmosferica, esse sono calcolate mediante un pre-processore meteorologico diagnostico a partire dai campi meteorologici elaborati dal modello mass-consistent, da dati di precipitazione, copertura nuvolosa o radiazione solare e uso del suolo.

La catena modellistica adottata è il sistema tridimensionale MINERVE/SWIFT/SurfPRO/ EMMA-Emission Manager/SPRAY+ (Arianet S.r.l.), conforme alle indicazioni delle *Linee Guida per la selezione ed applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria*<sup>2</sup>, che prevede l'utilizzo di sistemi modellistici in grado di trattare situazioni territoriali ad orografia e anemologia complesse come quella in esame. Tale strumento è in grado di descrivere in modo completo e accurato i fenomeni dispersivi che si verificano in atmosfera per inquinanti considerati come inerti su terreno complesso e ad elevata risoluzione.

La catena modellistica, il cui diagramma di flusso è riassunto in Figura 1, è costituita da:

- moduli per la gestione di dati di input geografico (orografia e uso del suolo);
- un modulo per la gestione dei dati meteorologici al suolo e di profilo necessari al modello diagnostico MINERVE/SWIFT;
- MINERVE/SWIFT (Aria Technologies, 2010), modello meteorologico mass-consistent di tipo diagnostico, basato sulla conservazione della massa e sulla minimizzazione della divergenza, in grado di ricostruire campi di vento, temperatura e umidità tridimensionali in condizioni di orografia complessa;
- SurfPRO3 2.2.0 (Arianet, 2011), pre-processore meteorologico diagnostico, basato su metodi di bilancio energetico superficiale e sulla teoria della similarità di Monin-Obukhov, in grado di ricostruire campi bidimensionali e tridimensionali di parametri geofisici, flussi superficiali, parametri di scala del PBL, diffusività turbolente orizzontali e verticali, velocità di deposizione secca e umida per le diverse specie chimiche e di stimare il contributo eolico (erosione e/o risospensione) e marino alle emissioni di PM10. Gli input gestiti dal modello sono rappresentati dai campi meteorologici elaborati da MINERVE/SWIFT, dai dati osservati di precipitazione, dai campi di analisi di copertura nuvolosa o dai dati di radiazione solare e da un dataset di uso del suolo nel dominio di calcolo;
- EMMA - Emission Manager (Aria Technologies - Arianet, 2008), pre-processore che, a partire da informazioni relative alle sorgenti considerate, produce emissioni modulate temporalmente su base oraria da utilizzare come input di SPRAY;

---

<sup>2</sup> Quaderno RTI CTN\_ ACE 4/2001 ó ANPA (Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente)

- INEMOS, un modulo specifico che, a partire dai dati orari di velocità e temperatura dei fumi e di flusso di massa ottenuti dalla elaborazione dei dati prodotti dal Sistema di Monitoraggio in continuo delle Emissioni (SME), costruisce l'input per SPRAY;
- SPRAY 3.1 (Arianet - Aria Technologies), modello di dispersione tridimensionale lagrangiano a particelle, in grado di riprodurre il trasporto, la dispersione, la deposizione secca e il decadimento radioattivo di sostanze chimicamente inerti rilasciate in condizioni meteorologicamente complesse;
- applicativi di post-processamento dei risultati delle simulazioni modellistiche.

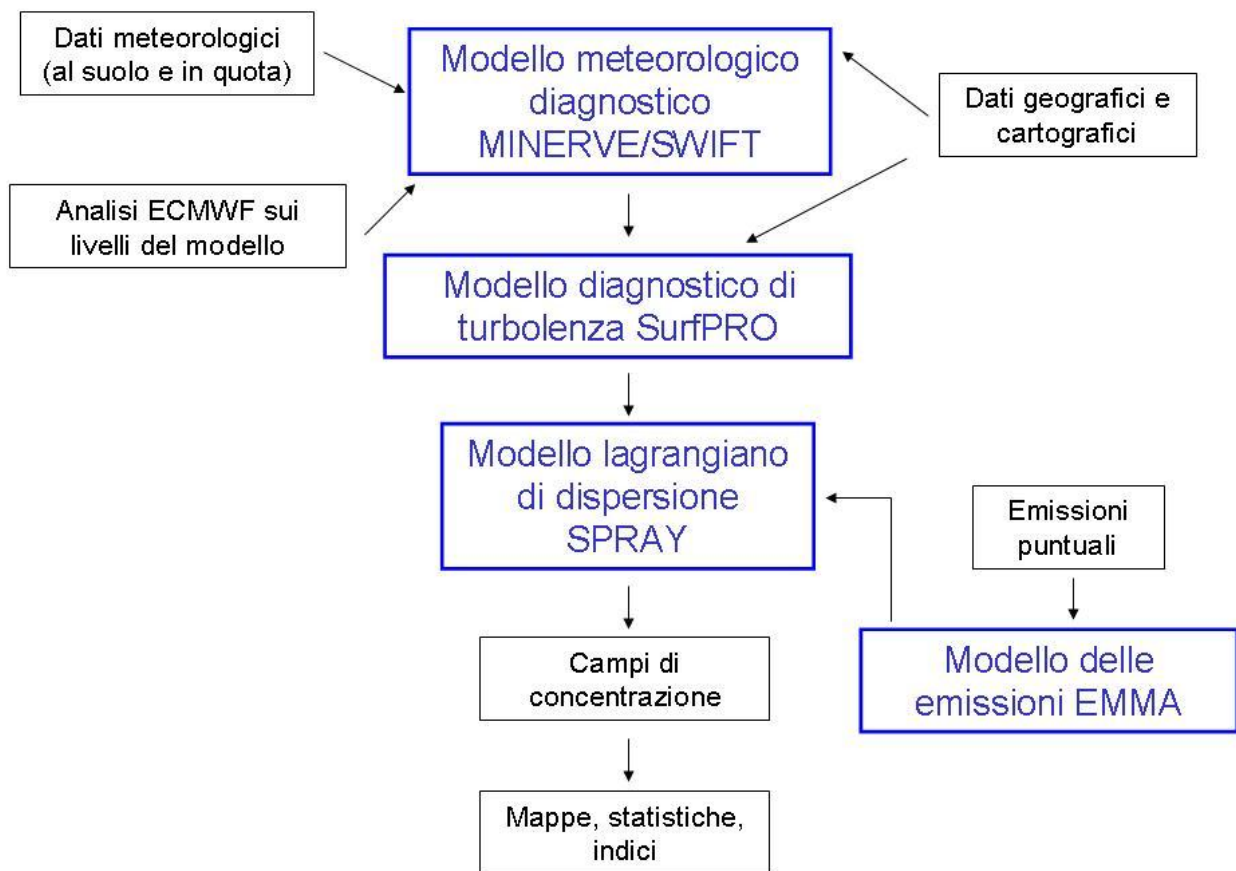


Figura 1. Diagramma di flusso del sistema modellistico applicato nello studio

## **DATI DI INPUT AL SISTEMA MODELLISTICO**

### **Area di studio**

Al fine di poter studiare le ricadute prodotte dagli impianti a biomassa alla maggior risoluzione possibile, si è reso necessario realizzare simulazioni su due domini distinti, che comprendessero gli impianti di maggiore rilevanza e, in particolare, le aziende per le quali sono previsti il campionamento e l'analisi delle emissioni. Tenendo conto della risoluzione spaziale e dei relativi tempi di calcolo, della posizione delle sorgenti da simulare nonché della disponibilità di dati dalle stazioni di misura meteorologiche, sono stati definiti i seguenti domini di calcolo:

- a nord della provincia di Torino: un dominio per la ricostruzione meteorologica avente dimensioni 33 x 36 km<sup>2</sup>, risoluzione orizzontale di 300 metri e origine nel punto SW avente coordinate UTM32-WGS84 pari a 390 km E e 4992 km N; al suo interno, un dominio per la simulazione dispersiva avente dimensione di 30 x 33 km<sup>2</sup>, risoluzione di 150 metri e origine nel punto SW avente coordinate UTM32-WGS84 pari a 393 km E e 4995 km N, che include 14 impianti tra cui Sipea di Rivarolo e Biogen di Chivasso;
- a sud della provincia di Torino: un dominio per la ricostruzione meteorologica avente dimensioni 30 x 39 km<sup>2</sup>, risoluzione orizzontale di 300 metri e origine nel punto SW avente coordinate UTM32-WGS84 pari a 369 km E e 4954,5 km N; al suo interno, un dominio per la simulazione dispersiva avente dimensione di 18 x 18 km<sup>2</sup>, risoluzione di 150 metri e origine nel punto SW avente coordinate UTM32-WGS84 pari a 374,7 km E e 4965 km N, che contiene 8 impianti tra cui C&T di Airasca e Speranza di Candiolo.

I domini di calcolo e gli impianti considerati sono illustrati nella Figura 2 e Figura 3 rispettivamente per la zona sud e la zona nord della provincia torinese.

Il grigliato verticale di entrambi i domini meteorologici è suddiviso in 25 livelli caratterizzati da spaziatura crescente verso l'alto, in modo tale da permettere una migliore descrizione dell'atmosfera negli strati più prossimi al terreno; il primo livello verticale è localizzato a circa 12 m di altezza dalla superficie mentre l'ultimo è posto a 4.000 metri, vincolo imposto dalla presenza nel dominio di calcolo di rilievi orografici con quote massime pari a 1.200 metri. Il grigliato verticale dei domini utilizzati per le simulazioni di dispersione è rappresentato da 3 livelli, che si estendono fino a 2.000 metri di quota, il primo dei quali è collocato a circa 10 m dal suolo.



Figura 2. Area di studio nord: estensione dei domini di calcolo e relativi impianti a biomassa

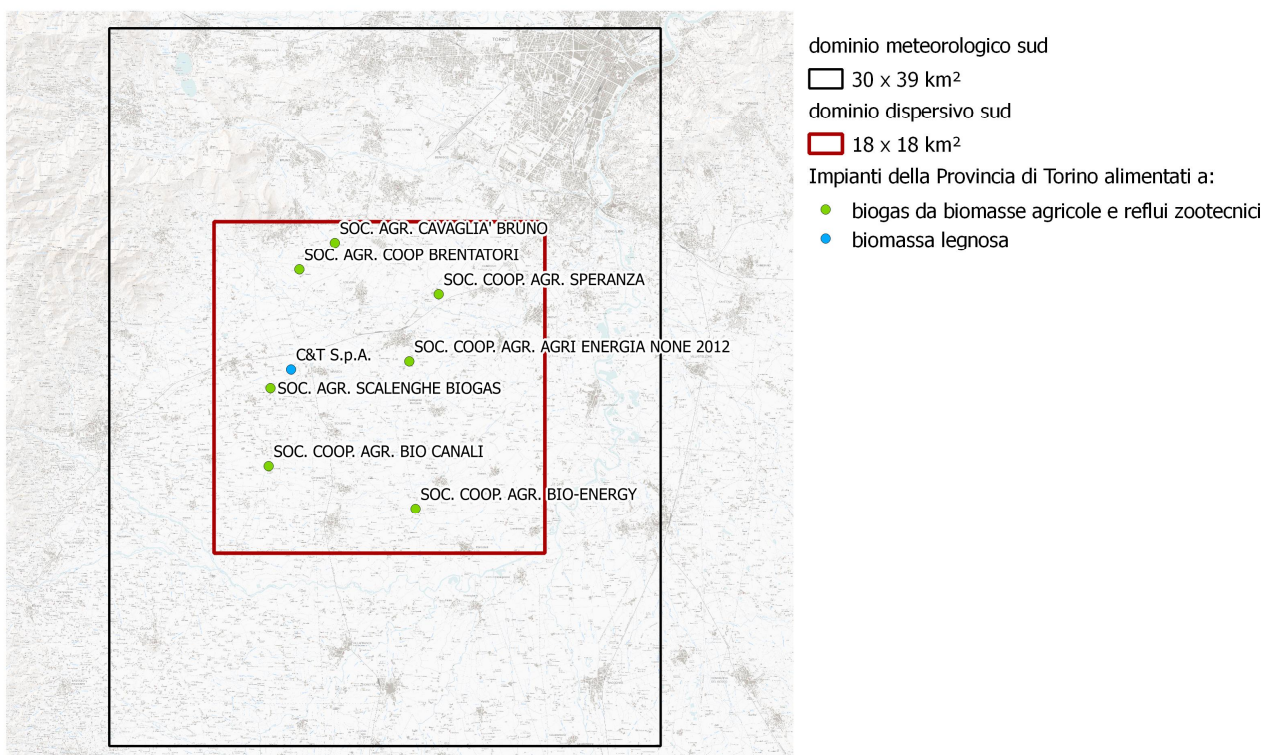


Figura 3. Area di studio sud: estensione dei domini di calcolo e relativi impianti a biomassa

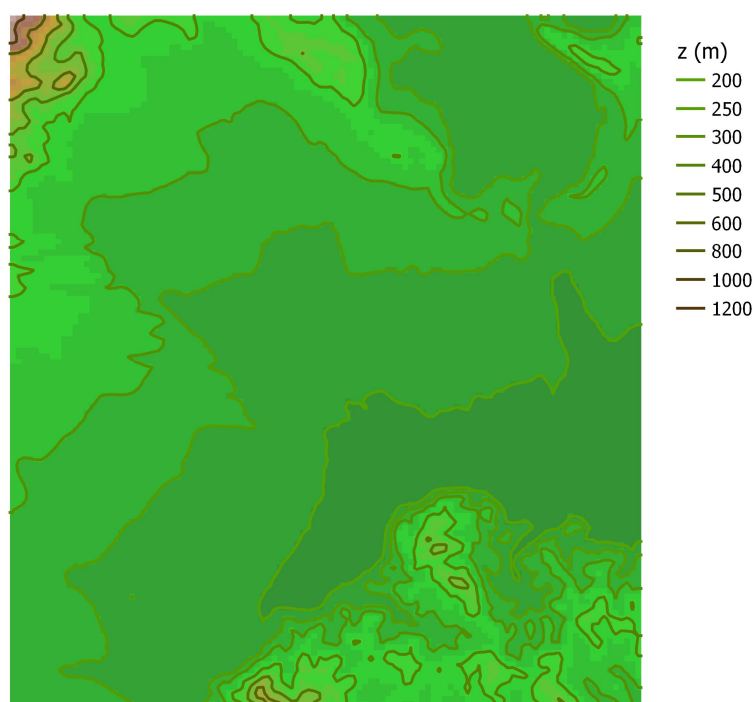
### Dati di input geografico

L'orografia è stata estratta con OROGEX a partire dal database DEM SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*, risoluzione 90 m) e processata con RELIEF utilizzando un filtro di

convoluzione 2D, in modo tale da ottenere la risoluzione definita dal grigliato del dominio di calcolo, ossia 300 m. L'orografia e le isolinee altimetriche dei due domini sono rappresentate in Figura 4 e Figura 5.

I dati di uso del suolo sono stati elaborati mediante LANDEX a partire da un database a 10 m e 21 classi CORINE, che è stato ottenuto riclassificando il Land Cover Piemonte (fonte CSI, aggiornato al 31-12-2008) a 10 m di risoluzione e 47 classi.

Per quanto riguarda i dati di uso del suolo necessari alla ricostruzione dei campi di vento e temperatura fatta da MINERVE, LANDEX ha permesso di aggregare i dati di uso del suolo a 300 m per classe prevalente. In Figura 6 e Figura 7 sono rappresentate le mappe di uso del suolo per i due domini di simulazione.



**Figura 4. Isolinee altimetriche e orografia a 300 m di risoluzione del dominio meteorologico nord**



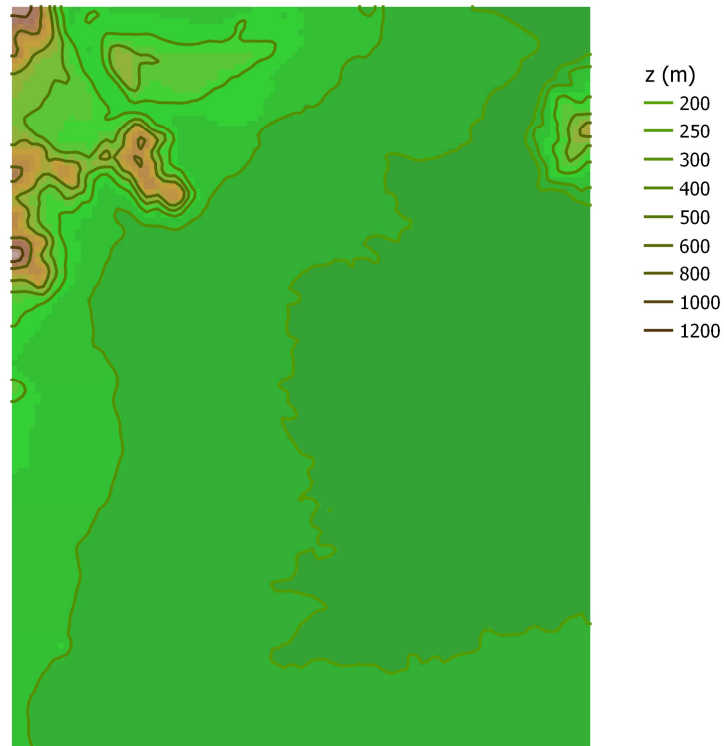


Figura 5. Isolinee altimetriche e orografia a 300 m di risoluzione del dominio meteorologico sud

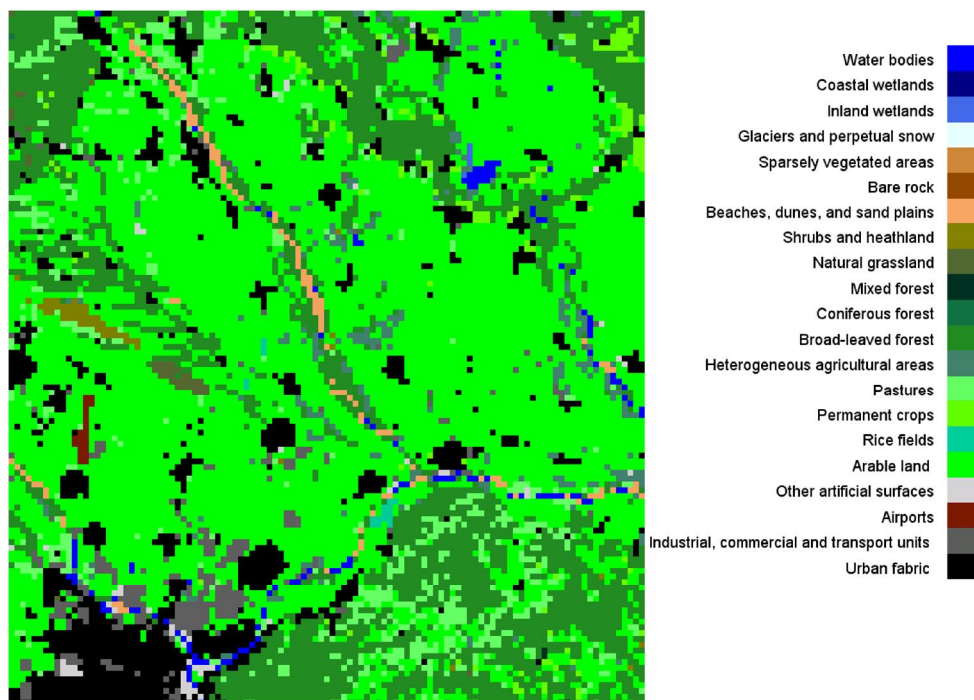


Figura 6. Mappa di uso del suolo a 300 m di risoluzione del dominio meteorologico nord

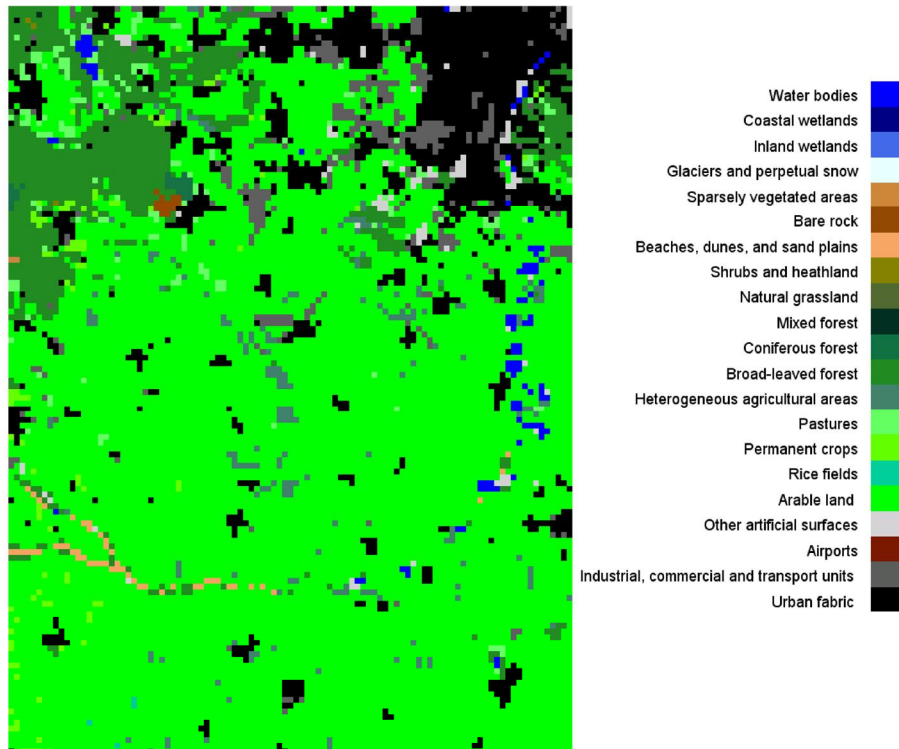


Figura 7. Mappa di uso del suolo a 300 m di risoluzione del dominio meteorologico sud

## **Dati di input meteorologico**

Per la ricostruzione dei campi tridimensionali di vento e temperatura è necessario disporre di dati al suolo e in quota. Come dati al suolo sono state estratte dal database di Arpa le misure orarie rilevate presso le stazioni appartenenti alla rete di monitoraggio meteoidrografica dell'Agenzia presenti nei domini di calcolo e come dati di input in quota sono state acquisite le analisi del modello ECMWF (*European Center for Medium Range Weather Forecast*), effettuate con frequenza trioraria e a risoluzione orizzontale pari a  $0,125^\circ$  (circa 10 km ). Le informazioni sono completate con i profili verticali di temperatura registrati dai radiometri presenti a Torino (stazione Arpa) e presso alcune centrali termoelettriche della cintura torinese (GDF SUEZ di Leini e IREN di Moncalieri), nonché dal radiosondaggio di Milano Linate.

Una accurata analisi dei dati meteorologici disponibili è stata condotta al fine di effettuare una selezione delle osservazioni da utilizzare come input nella ricostruzione dei campi di vento e temperatura. La qualità e l'attendibilità dei dati meteorologici registrati presso le stazioni al suolo è stata valutata scartando le stazioni che presentavano un alto numero di dati mancanti, incongruenza rispetto alle stazioni vicine e/o una rappresentatività spaziale limitata in quanto legata a caratteristiche orografiche puramente locali. La sovrabbondanza di informazioni in input per una determinata variabile, specie se riguarda punti di misura eccessivamente ravvicinati fra di loro rispetto alla distribuzione media delle informazioni nel dominio e al passo del grigliato, può infatti risultare controproducente ai fini di una corretta ricostruzione del campo di vento e/o di temperatura. Allo stesso modo è stata effettuata una scelta dei profili verticali, valutando la loro coerenza con i dati al suolo.

Le analisi delle variabili meteorologiche velocità e direzione del vento, temperatura e radiazione osservate presso le stazioni della rete meteoidrografica Arpa comprese nei due domini di simulazione sono consistite nell'elaborazione dei dati orari acquisiti nel corso del 2013 al fine di:

- controllare la qualità dei dati, in termini di evoluzione giornaliera delle variabili, percentuale di dati mancanti e statistica sintetica che include massimo, minimo, media e mediana;
- valutare velocità e direzione del vento, in termini di percentuale di calme di vento, rosa del vento, istogramma delle velocità e boxplot mensile delle velocità;
- stimare l'evoluzione dei dati orari, delle medie giornaliere e medie mensili di temperatura e radiazione.

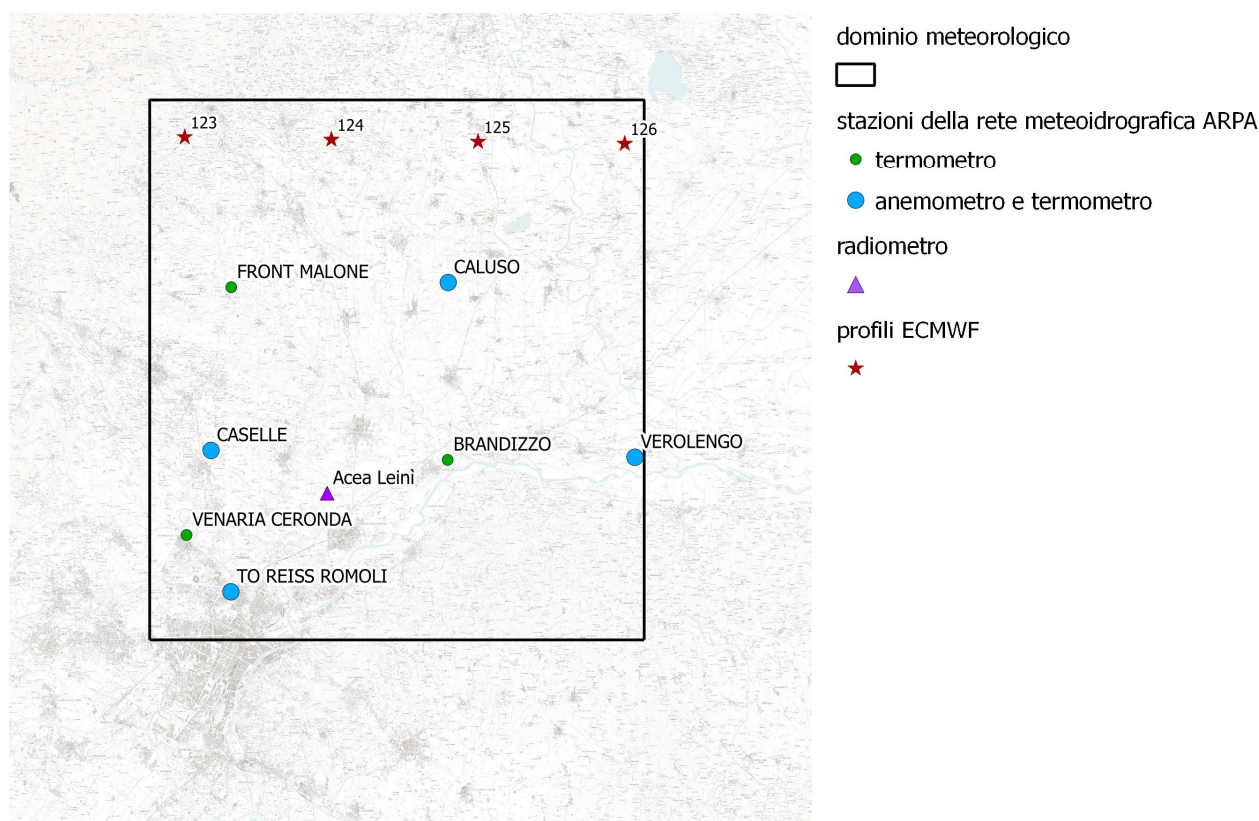
A completamento dell'analisi dei dati, sono stati individuati due episodi test relativi ai mesi di gennaio e luglio 2013, per i quali analizzare le rappresentazioni vettoriali orarie del totale delle stazioni anemologiche al suolo e del primo livello dei profili ECMWF presenti nei due domini, al fine di valutare l'andamento del campo di vento al suolo rappresentato dai dati disponibili e selezionare opportunamente le informazioni da fornire in ingresso al modello meteorologico.

Sugli stessi episodi test sono inoltre stati analizzati i profili di temperatura misurati nelle aree di studio, confrontandoli con le analisi del Centro Europeo (profili ECMWF) e con i dati del radiosondaggio di Milano Linate.

Si sono condotte le attività di modellistica meteo-dispersiva inizialmente sugli episodi test per la scelta degli input meteorologici da utilizzare e la messa a punto dei parametri del modello.

### Dominio nord

A seguito delle analisi precedentemente descritte e dei test sulla ricostruzione dei campi di vento e temperatura tridimensionali condotti sui mesi di gennaio e luglio, è stato definito il data set di input al modello meteorologico per il dominio nord, riportato in Figura 8.



**Figura 8. Localizzazione degli input meteorologici selezionati per il dominio nord**

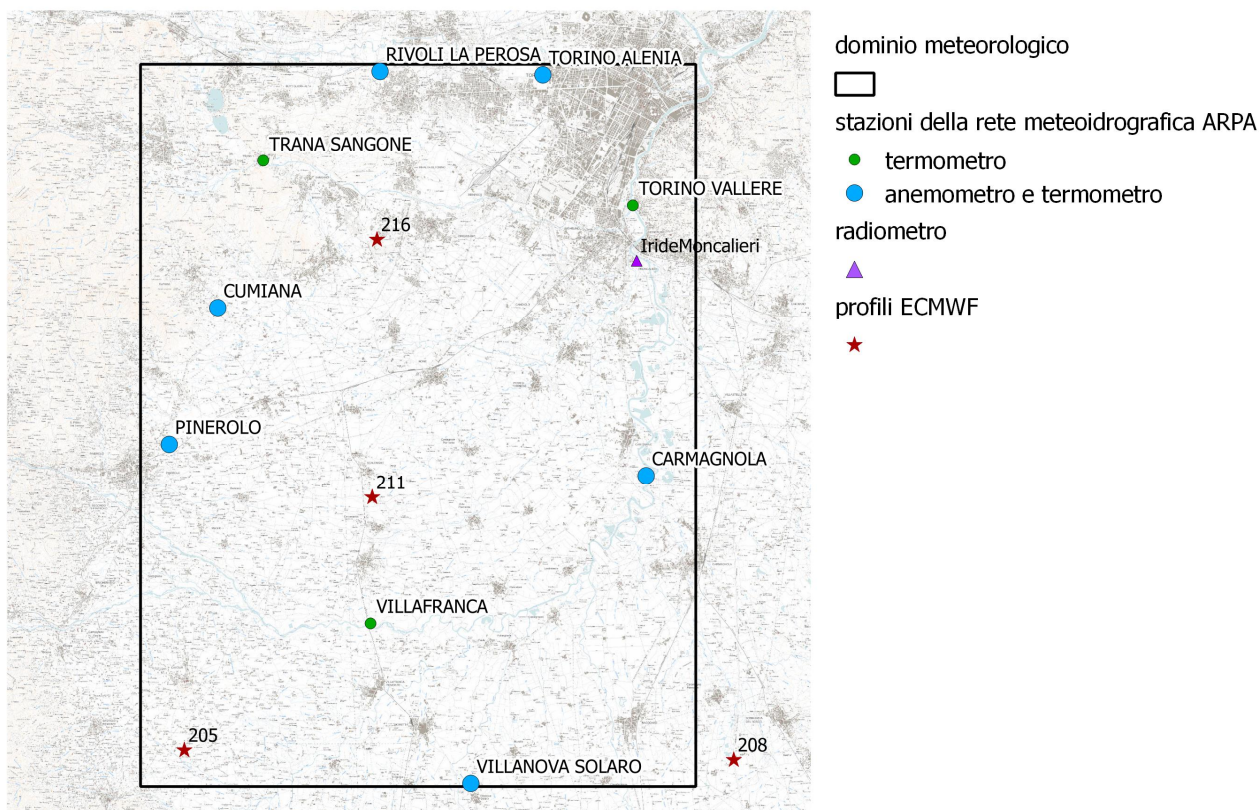
Per la ricostruzione anemologica al suolo sono state selezionate le misure di Caluso, Caselle, Torino Reiss Romoli e Verolengo, mentre per la ricostruzione dei campi di temperatura sono state individuate, oltre alle precedenti stazioni, quelle di Brandizzo, Front Malone e Venaria Ceronda. Per la ricostruzione dei campi di radiazione solare è stata selezionata la stazione di Caselle. Per quanto riguarda la ricostruzione anemologica in quota, dopo un confronto fra i dati disponibili, sono stati selezionati in input al modello MINERVE unicamente i profili di vento derivanti dalle analisi ECMWF che ricadono nell'area nord del dominio in modo tale da permettere, nel corso della ricostruzione di questa grandezza nello strato atmosferico più prossimo al terreno, di attribuire un peso maggiore alle misure provenienti dalle stazioni al suolo. Le analisi dei profili verticali di temperatura ha permesso di definire come dati di ingresso al modello quelli del

radiometro GDF-SUEZ di Leinì completati, per quote superiori ai 1.000 metri, con i dati del radiosondaggio di Milano Linate.

### Dominio sud

A seguito delle analisi precedentemente descritte e dei test sulla ricostruzione dei campi di vento e temperatura tridimensionali condotti sui mesi di gennaio e luglio, è stato definito il data set di input al modello meteorologico per il dominio sud, riportato in Figura 9.

Per la ricostruzione anemologica al suolo sono state selezionate le misure di Torino Alenia, Rivoli, Cumiana, Carmagnola e Villanova Solaro, mentre per la ricostruzione dei campi di temperatura sono state individuate, oltre alle precedenti stazioni, quelle di Trana, Torino Vallere e Villanova Solaro. Per la ricostruzione dei campi di radiazione solare è stata selezionata la stazione di Carmagnola. Per quanto riguarda la ricostruzione anemologica in quota, dopo un confronto fra i dati disponibili, sono stati selezionati in input al modello MINERVE unicamente i profili di vento derivanti dalle analisi ECMWF che ricadono in zone in cui non sono presenti stazioni al suolo, al fine di ottenere una copertura omogenea di dati e di attribuire un peso maggiore alle misure provenienti dalle stazioni al suolo. Le analisi dei profili verticali di temperatura ha permesso di definire come dati di ingresso al modello quelli del radiometro Iride di Moncalieri completati, per quote superiori ai 1.000 metri, con i dati del radiosondaggio di Milano Linate.



**Figura 9. Localizzazione degli input meteorologici selezionati per il dominio sud**

## Dati di input emissivo

Nei domini di simulazione sono presenti 22 impianti di cui:

- 5 impianti a biomassa legnosa, di cui 4 dotati di sistema di monitoraggio in continuo, di seguito SME;
- 3 impianti ad olio vegetale, di cui 1 dotato di SME;
- 14 impianti a biogas, di cui 1 dotato di due camini.

Nella Tabella 7 sono riportate la ragione sociale degli impianti, la loro localizzazione, in termini di coordinate geografiche e dominio di appartenenza, e la tipologia di combustibile che utilizzano.

RAGIONE SOCIALE	COMUNE	X (m)	Y (m)	Tipologia di combustibile	Dominio di simulazione
C&T S.p.A.	AIRASCA	378890	4974993	Biomassa legnosa	Sud
SIPEA S.r.l.	RIVAROLO CANAVESE	399704	5020839	Biomassa legnosa	Nord
PROVANA CALORE S.r.l.	LEINI'	400105	5004295	Biomassa legnosa	Nord
SOCIETÀ AGRICOLA EOSLAB S.r.l.	TORRAZZA PIEMONTE	419185	5008708	Biomassa legnosa	Nord
ASA Azienda Servizi Ambiente	CASTELLAMONTE	398989	5025450	Biomassa legnosa	Nord
BIOGEN Chivasso S.r.l.	CHIVASSO	413487	5006653	Olio vegetale	Nord
CODÈ CRAI OVEST Cooperativa	LEINI'	399951	5003396	Olio vegetale	Nord
Heat & Power S.r.l.	SETTIMO TORINESE	404590	5001225	Olio vegetale	Nord
Azienda Agricola Racca Giuseppe e figli s.s.	SETTIMO TORINESE	406584	5000146	Biogas	Nord
Società Semplice Agricola Genola	RIVAROLO CANAVESE	400606	5014239	Biogas	Nord
Società Agricola Cervino s.s.	RIVAROLO CANAVESE	401452	5013164	Biogas	Nord
Società Agricola TENUTA DUCA	VEROLENGO	421965	5005988	Biogas	Nord
Egea New Energy S.p.A.	OZEGNA	402060	5021862	Biogas	Nord
Società Agricola AGRINORD ENERGIA	CALUSO	411845	5013899	Biogas	Nord
Società Agricola F.lli Villosio s.s.	MAZZE'	415053	5012767	Biogas	Nord
Scalenghe Biogas Società Agricola S.r.l.	SCALENGHE	377772	4973934	Biogas	Sud
BIO-ENERGY Società Cooperativa Agricola	VIGONE	385664	4967429	Biogas	Sud
Agri Energia None 2012 Società Agricola Cooperativa	NONE	385324	4975430	Biogas	Sud
Società Cooperativa Agricola BRENTATORI	PIOSSASCO	379342	4980386	Biogas	Sud
Società Agricola Cavaglià Bruno e Daniele s.s.	PIOSSASCO	381273	4981848	Biogas	Sud
Società Cooperativa Agricola Bio Canali	BURIASCO	377671	4969737	Biogas	Sud
Società Cooperativa Agricola Speranza	CANDIOLO	386923	4979044	Biogas	Sud
Società Cooperativa Agricola Speranza	CANDIOLO	386933	4979044	Biogas	Sud

**Tabella 7. Localizzazione degli impianti presenti nei due domini di simulazione**

Di seguito sono descritti i singoli impianti, indicando i sistemi di abbattimento adottati, le caratteristiche dei punti emissivi e i limiti previsti per le emissioni quando presente un'autorizzazione. Per ogni impianto dotato di SME il Dipartimento di Torino ha provveduto, congiuntamente al personale del Dipartimento Sistemi Previsionali, ad acquisire i dati orari emissivi e di processo disponibili per l'anno 2013 e per l'anno 2014 (da gennaio a maggio), producendo una serie di documenti preparatori che descrivono gli impianti, i parametri monitorati in continuo e la verifica dei calcoli presenti nel sistema di acquisizione e registrazione dei dati emissivi utili ai fini della successiva validazione. I criteri di validazione e completamento dei database emissivi di ogni impianto sono invece riportati nell'Allegato 1, redatto a cura del Dipartimento Sistemi Previsionali, che ha predisposto l'input emissivo per le simulazioni modellistiche.

Nel caso degli impianti dotati di SME che sono stati avviati nel 2013, al fine di poter simulare l'andamento del loro normale funzionamento, è stato deciso di ricostruire un anno solare di dati, escludendo i mesi di avviamento degli impianti perché caratterizzati da emissioni non rappresentative delle condizioni di normale funzionamento. Per fare questo sono stati utilizzati i valori emissivi e di processo misurati nell'arco del 2013 quando gli impianti erano definitivamente entrati in funzione e di utilizzare i dati registrati nel corso del 2014 per quei mesi del 2013 in cui gli impianti non funzionavano ancora a regime, ma erano in fase di avviamento. Gli avviamenti degli impianti, avvenuti nei primi mesi del 2013, sono stati caratterizzati da lunghi periodi di transitorio in cui, sebbene le concentrazioni a camino fossero più elevate rispetto a quelle relative al normale funzionamento della caldaia, i flussi di massa erano inferiori rispetto a quelli tipici del servizio regolare poiché inferiore era la portata dei fumi in uscita dal camino. A titolo di esempio, confrontando i flussi medi di NO<sub>x</sub> del mese di gennaio 2013 con quelli di gennaio 2014 per l'impianto SIPEA (Tabella 8), si osserva che la quantità di NO<sub>x</sub> emesso durante l'avviamento dell'impianto è decisamente più bassa rispetto a quella emessa durante il servizio regolare. Si è deciso pertanto di utilizzare i dati relativi al normale funzionamento in quanto più conservativi e più rappresentativi della realtà degli impianti che, essendo dedicati alla produzione di energia elettrica e/o calore, funzionano in maniera costante e continua.

SIPEA	Ore funzionamento impianto	Flusso massa NO <sub>x</sub> (kg/h)	Flusso massa NO <sub>x</sub> (t)
Gennaio 2013	225	2,3	0,5
Gennaio 2014	667	4,2	2,8

**Tabella 8. Confronto delle emissioni di NO<sub>x</sub> tra gennaio 2013 e gennaio 2014 per l'impianto Sipea**

Gli inquinanti considerati in questo studio sono NO<sub>x</sub>, CO e COT per tutti gli impianti; gli altri inquinanti, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, polveri totali (espresse in PM2.5 e PM10), HCl, IPA, PCDD, PCB, metalli, mercurio e HF, sono stati considerati per gli impianti in cui sono presenti le misure.

Per quanto riguarda i COT, essi sono espressi come somma dei composti organici non metanici (NMVOC) e della componente metanica (MVOC), come previsto dalle norme UNI EN 12619 (per misure di COT < 20 mg/Nm<sup>3</sup>) e UNI EN 13526 (per COT > 20 mg/Nm<sup>3</sup>). Per gli impianti a biomassa solida e liquida è verosimile che la parte metanica sia assente, mentre nel caso degli impianti alimentati a biogas la componente metanica è quella più significativa.

Le polveri totali misurate dal campionatore sono state suddivise nelle componenti PM2.5 e PM10, ossia la frazione di particolato avente diametro inferiore rispettivamente a 2.5 µm e a 10 µm, adottando fattori di ripartizione delle polveri derivanti dalla bibliografia, indicati in Tabella 9, che tengono in considerazione l'attività produttiva svolta e il tipo di combustibile utilizzato attraverso il codice SNAP<sup>3</sup>.

Attività	Codice SNAP	PM2.5	PM10
Produzione energia elettrica da biomasse solide	010103	0,617	0,855
Produzione energia termica per teleriscaldamento	010203	0,643	0,864
Produzione energia elettrica da olio vegetale	010105	0,617	0,855
Produzione energia elettrica da biogas	010105	0,617	0,855

Tabella 9. Coefficienti utilizzati per il calcolo dei PM2.5 e PM10

Il valore di PM10 non coincide con il dato di polveri totali misurato poiché nella modellizzazione non sono state considerate le frazioni di particolato caratterizzate da un diametro maggiore di 10 µm.

## Impianti a biomassa solida E biomassa legnosa

### **C&T S.p.A. - Airasca**

C&T è un impianto di cogenerazione per la produzione di energia elettrica e termica alimentato a biomassa solida (cippato). L'impianto utilizza una caldaia a griglia mobile per la produzione di vapore surriscaldato, che è inviato ad un turboalternatore a condensazione per la produzione di energia elettrica. La centrale fornisce calore prodotto in cogenerazione sotto forma di vapore (produzione di 55 t/h di vapore a 55 bar e 450 °C) allo stabilimento SKF Industrie S.p.A., adiacente alla centrale.

Le caratteristiche dell'impianto sono le seguenti:

- potenza primaria immessa con il combustibile: 49.000 kW;
- energia elettrica prodotta a pieno carico: 13.500 kW;

<sup>3</sup> Il codice SNAP, secondo la metodologia definita nell'ambito del progetto europeo CORINAIR per la costruzione degli inventari delle emissioni, è formato da tre cifre, rappresentanti rispettivamente il macrosettore, il settore e l'attività a cui si riferisce la stima delle emissioni.



- potenza termica: 10.000 kW

I sistemi di abbattimento degli inquinanti presenti sono:

- 4 cicloni depolveratori;
- filtri a maniche;
- sistema di iniezione di calce per l'abbattimento delle componenti acide con assorbimento a secco;
- DENOX non catalitico (SNCR)<sup>4</sup> a iniezione di ammoniaca direttamente nella camera di combustione per l'abbattimento degli ossidi di azoto.

Il modello di conduzione dell'impianto è quello di funzionare alla massima potenza per 24 ore al giorno; nell'arco dell'anno sono previste fermate programmate per la manutenzione della caldaia, eseguite generalmente durante il periodo estivo (ad eccezione del mese di agosto quando è difficile reperire i pezzi di ricambio). L'impianto è solitamente fermo nel mese di gennaio, quando il costo del cippato è molto elevato a causa della grande richiesta del prodotto sul mercato.

Nella Tabella 10 sono riportati le caratteristiche del camino e i limiti di emissione degli inquinanti presenti in autorizzazione:

<b>Diametro (m)</b>	1,9
<b>Altezza (m)</b>	40
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	126.000
<b>Temperatura (°C)</b>	120
<b>NO<sub>x</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	400
<b>CO (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	200
<b>Polveri Totali (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	20
<b>COT (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	20
<b>NH<sub>3</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	5
<b>SO<sub>x</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	50
<b>HCl (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	10

**Tabella 10. Caratteristiche del camino e limiti di emissione degli inquinanti per l'impianto C&T**

L'impianto è dotato di SME, che monitora in continuo le concentrazioni dei seguenti inquinanti: CO, NO<sub>x</sub> (espressi come NO<sub>2</sub>), polveri totali, COT, SO<sub>x</sub> (espressi come SO<sub>2</sub>), NH<sub>3</sub> e HCl. Il sistema acquisisce anche i valori di temperatura fumi, O<sub>2</sub>secco, pressione, portata dei fumi umidi e secchi e umidità. Il flusso di massa emesso è stato calcolato a partire dalla concentrazione a camino misurata dal SME, C<sub>camino</sub>, e dalla portata dei fumi, Q, mediante la seguente formula<sup>5</sup>:

$$F = Q \cdot C_{camino}$$

L'input emissivo è stato predisposto utilizzando la banca dati del 2013 da giugno a dicembre e quella del 2014 da gennaio a maggio, ricostruite sulla base dei criteri descritti in Allegato 1 e le cui

<sup>4</sup> SNCR: iniezione nei gas di un agente riducente, in assenza di un catalizzatore ed a temperature comprese tra 800 ÷ 1200 °C

<sup>5</sup> Si noti che la concentrazione a camino e la portata per poter essere moltiplicati devono riferirsi alle stesse condizioni di temperatura, pressione, ossigeno e umidità.

caratteristiche di dettaglio sono riportate nel documento preparatorio *%Relazione Ditta C&T+*. Ai fini della simulazione oggetto dello studio è stata fatta una scelta conservativa considerando che l'impianto lavora tutto l'anno senza le fermate effettuate nel mese di gennaio e durante il periodo estivo: a tale scopo i dati forniti dal SME per il mese di gennaio 2014 e di luglio 2013 caratterizzati da uno stato di fermo impianto sono stati sostituiti da dati forniti dal SME per il mese di febbraio 2014 e giugno 2013 rispettivamente. Di tale impianto sono disponibili anche i risultati analitici relativi ai campionamenti sui microinquinanti effettuati dal Polo Microinquinanti presso la ditta C&T S.p.A. il 31 luglio 2013, presenti nella *%Relazione Tecnica C&T S.p.A. . Controllo microinquinanti in emissione*, luglio 2013 (Prot. 91808 del 9/10/2013)+, e i risultati dei campionamenti sugli inquinanti NO<sub>x</sub>, COT, CO, SO<sub>2</sub>, polveri, mercurio, acido cloridrico, acido fluoridrico e metalli effettuati dal Dipartimento di Torino, presenti nella relazione *%Ditta C&T S.r.l. . Verifica delle emissioni gassose in atmosfera . Progetto Biomasse: Campagna di misure anno 2014 +*, dicembre 2014 (Prot. 102959 del 9/12/2014).

In Tabella 11 sono riportati i valori medi dei parametri utili alla simulazione, ricavati a partire dai valori orari monitorati dal SME ricostruito come sopra indicato, mentre in Tabella 12 sono indicati i valori dei flussi di massa dei microinquinanti IPA, PCDD/PCDF e PCB, ricavati a partire dalle misure effettuate durante i campionamenti eseguiti dal Polo Microinquinanti, e degli inquinanti NO<sub>x</sub>, CO, COT, SO<sub>x</sub>, polveri, Hg, HCl, HF e metalli, ricavati a partire dalle misure effettuate durante i campionamenti eseguiti dal Dipartimento di Torino. È bene notare che, essendo le condizioni emissive dei campionamenti diverse da quelle adottate nella simulazione derivate dal SME ed espresse in Tabella 11, le concentrazioni a camino riportate in Tabella 12 possono differire dalle concentrazioni a camino effettivamente misurate durante i campionamenti. In Tabella 12 sono riportati solo i metalli risultati al di sopra del limite di rilevabilità. Le misure effettuate dal Dipartimento di Torino su inquinanti già monitorati dal SME non sono state utilizzate nella simulazione, in quanto i valori forniti dal SME sono stati ritenuti più rappresentativi risultando da una media annuale; i dati sono stati riportati in tabella per completezza di informazione. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0°C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 11%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

Si precisa che, in corrispondenza del campionamento presso l'azienda condotto dal Dipartimento di Torino, le concentrazioni di acido cloridrico misurate sono risultate superiori, come media su tre prove, al limite indicato in autorizzazione; per contro, l'analisi dei dati SME non ha evidenziato nella stessa giornata particolari problemi sulle concentrazioni di questo inquinante. A tale proposito verranno effettuate delle verifiche che forniscano chiarimenti circa le discrepanze riscontrate nei dati.

Nel caso dei metalli il rapporto tra concentrazioni totali misurate e concentrazioni delle polveri, sebbene relative a giornate di campionamento differenti, pare non coerente con i dati di SIPEA e con i dati provenienti da altri studi su impianti a biomassa legnosa<sup>6</sup>; tali risultati saranno pertanto oggetto di ulteriori approfondimenti.

<b>Diametro (m)</b>	1,9
<b>Altezza (m)</b>	40
<b>T (°C)</b>	125
<b>v (m/s)</b>	15,1
<b>% O<sub>2</sub></b>	8,5
<b>% Umidità</b>	18,8
<b>pressione</b>	891
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	94240

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	126	77	12
<b>CO</b>	27	16	2,5
<b>Polveri Totali</b>	0,26	0,16	0,024
<b>PM2.5</b>	0,16	0,10	0,015
<b>PM10</b>	0,22	0,13	0,021
<b>COT</b>	0,44	0,27	0,042
<b>NH<sub>3</sub></b>	0,65	0,40	0,062
<b>SO<sub>x</sub></b>	15	9,0	1,4
<b>HCl</b>	2,0	1,2	0,19

**Tabella 11. Input emissivo dell'impianto C&T È dati SME**

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>ng/Nm<sup>3</sup></b>	<b>ng/m<sup>3</sup></b>	<b>mg/h</b>
<b>IPA</b>	3,0	1,9	0,29
<b>PCB totali</b>	6,5	4,0	0,61
<b>u.d.m.</b>	<b>pg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>pg/m<sup>3</sup></b>	<b>µg/h</b>
<b>PCDD/DF</b>	5,6	3,4	0,52
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>SO<sub>x</sub> <sup>(7)</sup></b>	15	9,0	1,4
<b>NO<sub>x</sub> <sup>(6)</sup></b>	146	89	14
<b>CO <sup>(6)</sup></b>	28	17	2,7
<b>COT <sup>(6)</sup></b>	1,3	0,82	0,13
<b>Polveri Totali <sup>(6)</sup></b>	n.r.	n.r.	n.r.
<b>Hg</b>	n.r.	n.r.	n.r.
<b>HCl <sup>(6)</sup></b>	22	13	2,1
<b>HF</b>	n.a.	n.a.	n.a.
<b>u.d.m.</b>	<b>µg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>	<b>g/h</b>
<b>Cobalto</b>	32	19	3,0
<b>Cromo</b>	42	26	4,0
<b>Manganese</b>	53	32	5,0

<sup>6</sup> Provincia di Treviso, Arpav: Impianti di combustione a scarti di legno: controllo tecnico-analitico delle emissioni prodotte e raffronto con il quadro normativo di settore ó Rapporto conclusivo

<sup>7</sup> Valori non utilizzati nelle simulazioni in quanto ritenuti meno rappresentativi dei valori ricavati dal SME

Inquinante	C <sub>camino</sub> normalizzata	C <sub>camino</sub> tal quale	Flusso massa
Nichel	64	39	6,0
Piombo	64	39	6,0
Rame	233	143	22
Stagno	32	19	3,0
Zinco	255	156	24

**Tabella 12. Input emissivo dell'impianto C&T. È dati del Polo Microinquinanti e del Dipartimento di Torino**

### **SIPEA S.r.l - Rivarolo**

SIPEA è un impianto per la produzione di energia elettrica e calore per teleriscaldamento, alimentato a biomassa solida (cippato); la produzione di calore non è al momento della stesura della presente relazione ancora attiva. L'impianto è costituito da una caldaia a biomassa dalla potenza termica di 19.700 kW, e da una caldaia a gas metano di integrazione e riserva della potenza termica di 7.500 kW per fornire esclusivamente energia termica alla rete di teleriscaldamento. La caldaia a biomassa genera vapore surriscaldato che aziona un gruppo turbina - alternatore per la produzione di energia elettrica, con potenza di 4.800 kW<sub>e</sub>. La turbina è predisposta per effettuare lo spillamento di vapore e rendere disponibile l'energia termica alla rete di teleriscaldamento della città di Rivarolo.

L'impianto ha le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile: 19700 kW;
- potenza elettrica: 4800 kW;
- potenza termica utile: 16700 kW.

I sistemi di abbattimento degli inquinanti presenti sono:

- controllo combustione caldaia;
- filtri a maniche.

Il modello di conduzione dell'impianto è quello di funzionare alla massima potenza per 24 ore al giorno; nell'arco dell'anno sono previste fermate programmate per la manutenzione della caldaia, eseguite generalmente durante il periodo estivo.

Nella Tabella 13 sono riportati le caratteristiche del camino e i limiti di emissione degli inquinanti presenti in autorizzazione.

L'impianto è dotato di SME, il quale monitora in continuo i seguenti inquinanti: CO, NO<sub>x</sub> (espressi come NO<sub>2</sub>), polveri totali, COT e SO<sub>x</sub>. Per la preparazione dell'input emissivo è stata utilizzata la banca dati del 2013 da giugno a dicembre e quella del 2014 da gennaio a maggio, ricostruite sulla base dei criteri descritti in Allegato 1 e le cui caratteristiche di dettaglio sono riportate nel

documento preparatorio *Relazione Ditta SIPEA*. Di tale impianto sono disponibili anche i risultati analitici relativi ai campionamenti sui microinquinanti effettuati dal Polo Microinquinanti il 18 settembre 2013, presenti nella *Relazione Tecnica SIPEA S.r.l. . Controllo microinquinanti in emissione*, settembre 2013 (Prot. 97959 del 29/10/2013), e i risultati dei campionamenti sugli inquinanti NO<sub>x</sub>, COT, CO, SO<sub>2</sub>, polveri, mercurio, acido cloridrico, acido fluoridrico e metalli effettuati dal Dipartimento di Torino, presenti nella relazione *Ditta SIPEA S.r.l. . Verifica delle emissioni gassose in atmosfera: Punto emissivo n. 1 . Caldaia a biomassa - Progetto Biomasse: Campagna di misure anno 2014* (Prot. 102964 del 9/12/2014).

<b>Diametro (m)</b>	1,8
<b>Altezza (m)</b>	40
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	58.000
<b>Temperatura (°C)</b>	160
<b>NO<sub>x</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	400
<b>CO (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	250
<b>Polveri Totali (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	30
<b>COT (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	30
<b>SO<sub>x</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	200

**Tabella 13. Caratteristiche del camino e limiti di emissione degli inquinanti per l'impianto SIPEA**

In Tabella 14 sono riportati i valori medi dei parametri utili alla simulazione, ricavati a partire dai valori orari monitorati dal SME ricostruito come sopra indicato, mentre in Tabella 15 sono indicati i valori dei flussi di massa dei microinquinanti IPA, PCDD/PCDF e PCB, ricavati a partire dalle misure effettuate durante i campionamenti eseguiti dal Polo Microinquinanti, e degli inquinanti NO<sub>x</sub>, CO, COT, SO<sub>x</sub>, polveri, Hg, HCl, HF e metalli, ricavati a partire dalle misure effettuate durante i campionamenti eseguiti dal Dipartimento di Torino. È bene notare che, essendo le condizioni emissive dei campionamenti diverse da quelle adottate nella simulazione derivate dal SME ed espresse in Tabella 14, le concentrazioni a camino riportate in Tabella 15 possono differire dalle concentrazioni a camino effettivamente misurate durante i campionamenti. In Tabella 15 sono riportati solo i metalli risultati al di sopra del limite di rilevabilità. Le misure effettuate dal Dipartimento di Torino su inquinanti già monitorati dal SME non sono state utilizzate nella simulazione, in quanto i valori forniti dal SME sono stati ritenuti più rappresentativi risultando da una media annuale. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0 °C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 11%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

<b>Diametro (m)</b>	1,8
<b>Altezza (m)</b>	40
<b>T (°C)</b>	135
<b>v (m/s)</b>	6,5
<b>% O<sub>2</sub></b>	7,9
<b>% Umidità</b>	26,4
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	38123

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	128	82	4,9
<b>CO</b>	42	27	1,6
<b>Polveri Totali</b>	0,65	0,42	0,025
<b>PM2.5</b>	0,40	0,26	0,015
<b>PM10</b>	0,56	0,36	0,021
<b>COT</b>	2,0	1,3	0,076
<b>SO<sub>x</sub></b>	9,1	5,9	0,35

Tabella 14. Input emissivo dell'impianto SIPEA È dati SME

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>ng/Nm<sup>3</sup></b>	<b>ng/m<sup>3</sup></b>	<b>mg/h</b>
<b>IPA</b>	0,27	0,17	0,010
<b>PCB</b>	2,1	1,4	0,081
<b>u.d.m.</b>	<b>pg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>pg/m<sup>3</sup></b>	<b>µg/h</b>
<b>PCDD/PCDF</b>	1,8	1,2	0,070
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>SO<sub>x</sub><sup>(8)</sup></b>	n.r.	n.r.	n.r.
<b>NO<sub>x</sub><sup>(7)</sup></b>	106	68	4,0
<b>CO<sup>(7)</sup></b>	146	94	5,6
<b>COT<sup>(7)</sup></b>	2,9	1,8	0,11
<b>Polveri Totali<sup>(7)</sup></b>	2,9	1,9	0,11
<b>Hg</b>	n.a.	n.a.	n.a.
<b>HCl</b>	9,2	5,9	0,35
<b>HF</b>	n.a.	n.a.	n.a.
<b>u.d.m.</b>	<b>µg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>	<b>g/h</b>
<b>Cromo</b>	16	10	0,62
<b>Manganese</b>	4,5	2,9	0,17
<b>Nichel</b>	1,0	0,68	0,040
<b>Piombo</b>	1,8	1,2	0,070
<b>Rame</b>	2,4	1,5	0,090
<b>Zinco</b>	20	13	0,78

Tabella 15. Input emissivo dell'impianto SIPEA È dati del Polo Microinquinanti e del Dipartimento di Torino

<sup>8</sup> Valori non utilizzati nelle simulazioni in quanto ritenuti meno rappresentativi dei valori ricavati dal SME

### **PROVANA CALORE S.r.l - Leinì**

PROVANA CALORE è una centrale termica alimentata a biomassa legnosa per la produzione di calore a servizio della rete di teleriscaldamento del comune di Leinì, composta da due caldaie a griglia mobile alimentate a cippato di legna da 5.000 kW ciascuna e una caldaia di integrazione e riserva alimentata a gas naturale, con potenza termica nominale di 3.000 kW<sub>t</sub>. I fumi delle due caldaie a biomassa sono immesse in atmosfera attraverso lo stesso camino.

L'impianto ha le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile: 12.500 kW;
- potenza termica: 10.000 kW (la potenza termica resa di ogni singola caldaia è pari a 5.000 kW).

I sistemi di abbattimento degli inquinanti presenti sono:

- mult ciclone;
- elettrofiltro.

Il modello di conduzione dell'impianto, che è destinato alla produzione di energia termica per il teleriscaldamento, è quello di funzionare senza interruzione nel periodo autunnale/invernale, da inizio ottobre ad inizio maggio.

Nella Tabella 16 sono riportati le caratteristiche del camino e i limiti di emissione degli inquinanti presenti in autorizzazione.

<b>Diametro (m)</b>	1,1
<b>Altezza (m)</b>	20
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	40.000
<b>Temperatura (°C)</b>	150
<b>NO<sub>x</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	400
<b>CO (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	250
<b>Polveri Totali (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	30
<b>COT (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	30
<b>SO<sub>x</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	200

**Tabella 16. Caratteristiche del camino e limiti di emissione degli inquinanti per l'impianto PROVANA**

L'impianto è dotato di SME, il quale monitora in continuo gli inquinanti CO e NO<sub>x</sub> (espressi come NO<sub>2</sub>). Per la preparazione dell'input emissivo è stata utilizzata la banca dati del 2013, ricostruita adottando i criteri riportati nell'Allegato 1 e le cui caratteristiche di dettaglio sono riportate nel documento preparatorio *Relazione Ditta PROVANA Calore*.

Dall'analisi dei dati forniti dal SME si è osservato che le emissioni sono modulate temporalmente e sono caratterizzate, oltre che da una modulazione mensile, da una modulazione giornaliera;

entrambe le modulazioni, rappresentate in Figura 10 e Figura 11, sono legate al normale funzionamento degli impianti di riscaldamento, ricalcando il periodo di accensione stagionale da ottobre a maggio e il fabbisogno termico giornaliero, maggiore nel periodo diurno e ridotto nel periodo notturno.

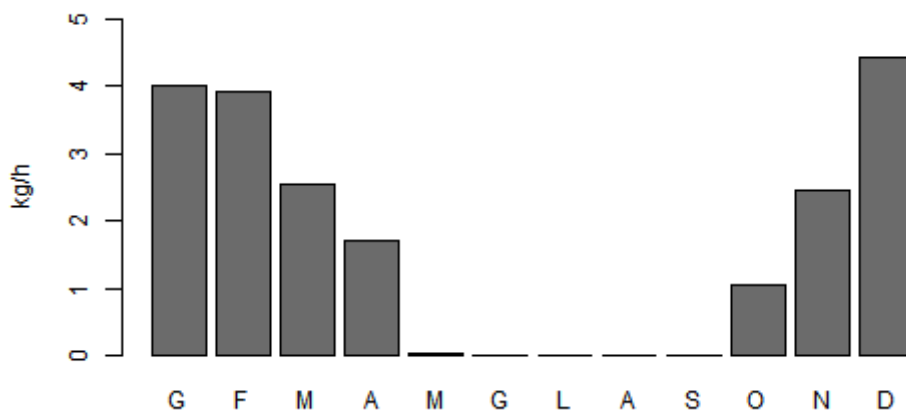


Figura 10. Modulazione mensile delle emissioni derivata dai dati rilevati dal SME

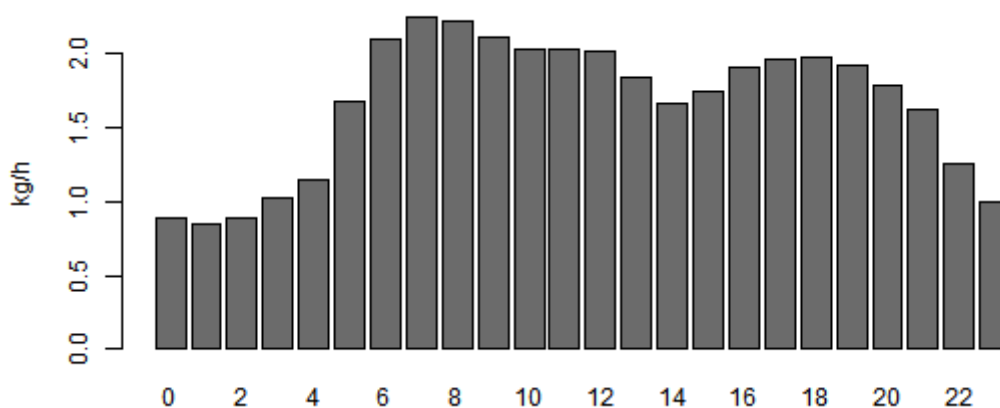


Figura 11. Modulazione giornaliera emissioni derivata dai dati rilevati dal SME

In Tabella 17 sono riportati i valori medi dei parametri utili alla simulazione, ottenuti a partire dai valori orari monitorati dal SME e dalle misure effettuate durante gli autocontrolli annuali per i parametri polveri totali, COT e SO<sub>x</sub>. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0 °C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 11%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

Diametro (m)	0,99
Altezza (m)	20
T (°C)	120
v (m/s)	10,0

Inquinante	C <sub>camino</sub> normalizzata	C <sub>camino</sub> tal quale	Flusso massa
u.d.m.	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	kg/h
NO <sub>x</sub>	102	60	1,7
CO	57	33	0,92
Polveri Totali	0,32	0,19	0,0052



% O <sub>2</sub>	11,6
% Umidità	10,9
Portata (Nm <sup>3</sup> /h)	16224

Inquinante	C <sub>camino</sub> normalizzata	C <sub>camino</sub> tal quale	Flusso massa
PM2.5	0,20	0,12	0,0033
PM10	0,27	0,16	0,0045
COT	6,2	3,6	0,10
SO <sub>x</sub>	1,1	0,62	0,017

Tabella 17. Input emissivo dell'impianto PROVANA

### **SOCIETÀ AGRICOLA EOSLAB S.r.l. - Torrazza**

EOSLAB è un impianto per la produzione di energia elettrica e termica ad alto rendimento, alimentato a biomassa vergine (cippato) costituito da un forno di combustione a griglia mobile, una caldaia ad olio diatermico e un gruppo di generazione termoelettrica con turbina a ciclo Rankine organico (ORC).

L'impianto ha le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile: 5.900 kW;
- potenza elettrica: 999 kW;
- potenza termica disponibile: 4.095 kW.

Il modello di conduzione dell'impianto è quello di funzionare alla massima potenza per 24 ore al giorno per un complessivo di 8.000 ore all'anno; sono previste cinque fermate all'anno per effettuare manutenzioni predittive e programmate.

I sistemi di abbattimento degli inquinanti presenti sono:

- DENOX non catalitico (SNCR)<sup>9</sup> a iniezione di urea per l'abbattimento degli ossidi di azoto;
- ciclone depolveratore;
- filtro a maniche.

Nella Tabella 18 sono riportati le caratteristiche del camino e i limiti di emissione degli inquinanti presenti in autorizzazione.

Diametro (m)	0,8
Altezza (m)	15,5
Portata (Nm <sup>3</sup> /h)	18.000
Temperatura (°C)	180
NO <sub>x</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	300
CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	200
Polveri Totali (mg/Nm <sup>3</sup> )	30
NH <sub>3</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	5
SO <sub>x</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	50

Tabella 18. Caratteristiche del camino e limiti di emissione degli inquinanti per l'impianto EOSLAB

<sup>9</sup> SNCR: iniezione nei gas di un agente riducente, in assenza di un catalizzatore ed a temperature comprese tra 800 ÷ 1200 °C

L'impianto è dotato di SME, il quale monitora in continuo CO e NOx (espressi come NO2). Tale impianto è stato avviato a marzo 2013 ma, a seguito di problemi legati al funzionamento dell'impianto, è stato fermo un paio di mesi ed è stato riavviato a giugno 2013. Per la preparazione dell'input emissivo sono state utilizzate la banca dati del 2013 da giugno a dicembre e quella del 2014 da gennaio a maggio, ricostruite adottando i criteri riportati nell'Allegato 1 e le cui caratteristiche di dettaglio sono riportate nel documento preparatorio *Relazione Ditta EOSLAB+*.

In Tabella 19 sono riportati i valori medi dei parametri utili alla simulazione, ottenuti a partire dai valori orari monitorati dal SME e dalle misure effettuate durante gli autocontrolli annuali per i parametri polveri totali, COT, SO<sub>x</sub> e NH<sub>3</sub>. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0.°C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 11%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

<b>Diametro (m)</b>	0,8
<b>Altezza (m)</b>	15,5
<b>T (°C)</b>	165
<b>v (m/s)</b>	13,4
<b>% O<sub>2</sub></b>	12,7
<b>% Umidità</b>	8,40
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	12625

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	165	78	1,9
<b>CO</b>	68	32	0,78
<b>Polveri Totali</b>	16	7,7	0,19
<b>PM2.5</b>	10	4,7	0,11
<b>PM10</b>	14	6,6	0,16
<b>COT</b>	0,85	0,40	0,010
<b>NH<sub>3</sub></b>	2,7	1,3	0,031
<b>SO<sub>x</sub></b>	1,3	0,64	0,015

**Tabella 19. Input emissivo dell'impianto EOSLAB**

### **ASA Azienda Servizi Ambiente - Castellamonte**

Come l'impianto PROVANA CALORE, ASA produce solo energia termica per il teleriscaldamento di utenze pubbliche e private. L'impianto è costituito da due caldaie a cippato per la combustione della biomassa con le seguenti caratteristiche:

- potenza immessa con il combustibile: 11.250 kW;
- potenza termica nominale: 9.000 kW (la potenza termica resa di ogni singola caldaia è pari a 4.500 kW).

I sistemi di riduzione delle emissioni inquinanti sono:

- mult ciclone;
- depolveratore elettrostatico.

Il modello di conduzione dell'impianto, che è destinato alla produzione di energia termica per il teleriscaldamento, è quello di funzionare senza interruzione nel periodo autunnale/invernale, da inizio ottobre ad inizio maggio.

Nella Tabella 20 sono riportati le caratteristiche del camino e i limiti di emissione degli inquinanti presenti in autorizzazione.

<b>Diametro (m)</b>	1
<b>Altezza (m)</b>	12
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	28.200
<b>Temperatura °C</b>	150
<b>NO<sub>x</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	400
<b>CO (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	250
<b>Polveri Totali (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	30
<b>COT (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	30
<b>SO<sub>x</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	200

**Tabella 20. Caratteristiche del camino e limiti di emissione degli inquinanti per l'impianto ASA**

L'impianto è dotato di un sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni che misura e registra le concentrazioni di CO e NO<sub>x</sub> e la temperatura. Per la preparazione dell'input emissivo, poiché i valori forniti dal SME risultavano incompleti, sono stati utilizzati per gli inquinanti NO<sub>x</sub> e CO i valori emissivi misurati presso l'impianto PROVANA CALORE, avente caratteristiche emissive simili, mentre per gli inquinanti polveri totali, COT e SO<sub>x</sub> i valori emissivi sono stati dedotti dalle misure effettuate durante gli autocontrolli annuali; in Tabella 21 sono riportati i valori medi utilizzati nella simulazione. L'andamento temporale delle emissioni è descritto dalle modulazioni giornaliera e mensile riportate in Figura 10 e Figura 11 e dedotte dall'impianto PROVANA CALORE. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0 °C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 11%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

<b>Diametro (m)</b>	1
<b>Altezza (m)</b>	12
<b>T (°C)</b>	112
<b>v (m/s)</b>	8,3
<b>% O<sub>2</sub></b>	12,9
<b>% Umidità</b>	10,9
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	12012

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	102	52	1,2
<b>CO</b>	57	29	0,68
<b>Polveri Totali</b>	6,4	3,3	0,077
<b>PM2.5</b>	4,1	2,1	0,049
<b>PM10</b>	5,5	2,8	0,066
<b>COT</b>	1,4	0,70	0,016
<b>SO<sub>x</sub></b>	4,1	2,1	0,049

**Tabella 21. Input emissivo dell'impianto ASA**

## Impianti alimentati a biomassa liquida È Olio vegetale

### **BIOGEN Chivasso S.r.l. È Chivasso**

BIOGEN è un impianto di cogenerazione per la produzione di energia elettrica e termica alimentato ad olio vegetale; l'olio vegetale utilizzato è l'olio di palma crudo proveniente dalla Malesia/Indonesia. L'impianto è costituito da un motore endotermico a ciclo diesel con le seguenti caratteristiche:

- potenza immessa col combustibile: 36.114 kW;
- potenza elettrica nominale: 16.950 kW;
- potenza termica utile: 10.500 kW.

Parte del calore recuperato dal motore può essere utilizzata per alimentare una turbina a olio siliconico (ORC) da 1.200 kW di potenza elettrica.

I sistemi di abbattimento degli inquinanti su questo impianto sono:

- sistema SCR<sup>10</sup> a iniezione di urea per l'abbattimento degli ossidi di azoto;
- catalizzatore ossidante per l'abbattimento del CO e l'ossidazione del particolato carbonioso.

Il modello di conduzione dell'impianto è quello di funzionare alla massima potenza per 24 ore al giorno per un totale di 8.000 ore all'anno; sono previste fermate programmate, in funzione delle ore di lavoro del motore, per eseguirne la manutenzione.

Nella Tabella 22 sono riportati le caratteristiche del camino e i limiti di emissione degli inquinanti presenti in autorizzazione:

<b>Diametro (m)</b>	1,6
<b>Altezza (m)</b>	25
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	156.000
<b>Temperatura °C</b>	200
<b>NO<sub>x</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	200
<b>CO (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	200
<b>Polveri Totali (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	20
<b>NH<sub>3</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	10

**Tabella 22. Caratteristiche del camino e limiti di emissione degli inquinanti per l'impianto BIOGEN**

L'impianto è dotato di SME, che monitora in continuo i seguenti inquinanti: CO, NO<sub>x</sub> (espressi come NO<sub>2</sub>), polveri totali e NH<sub>3</sub>. Tale impianto è stato avviato nel 2013 con funzionamento a regime dal mese di maggio. Per la preparazione dell'input emissivo è stata utilizzata la banca dati del 2013 da giugno a dicembre e la banca dati del 2014 da gennaio a maggio, ricostruite adottando i criteri riportati nell'Allegato 1 e le cui caratteristiche di dettaglio sono riportate nel documento

<sup>10</sup> SCR: iniezione nei gas di un agente riducente, in presenza di un catalizzatore e ad una temperatura compresa tra 350 ÷ 400 °C

preparatorio *Relazione Tecnica BIOGEN Chivasso*. Di tale impianto sono disponibili anche i risultati analitici relativi ai campionamenti sui microinquinanti effettuati dal Polo Microinquinanti il 9 ottobre 2013, presenti nella *Relazione Tecnica BIOGEN Chivasso S.r.l. . Controllo microinquinanti in emissione, Ottobre 2013 (Prot. 111831 del 10/12/2013)*, e i risultati dei campionamenti sugli inquinanti NO<sub>x</sub>, COT, CO, SO<sub>2</sub>, polveri, mercurio, acido cloridrico, acido fluoridrico e metalli effettuati dal Dipartimento di Torino, presenti nella relazione *Ditta BIOGEN Chivasso S.r.l. . Verifica delle emissioni gassose in atmosfera: Punto emissivo n. 1 . Motore di cogenerazione - Progetto Biomasse: Campagna di misure anno 2014* (Prot. n. 102957 del 9/12/2014).

In Tabella 23 sono riportati i valori medi dei parametri utili alla simulazione, ricavati a partire dai valori orari monitorati dal SME ricostruito come sopra indicato, mentre in Tabella 24 sono indicati i valori dei flussi di massa dei microinquinanti IPA, PCDD/PCDF e PCB, ricavati a partire dalle misure effettuate durante i campionamenti eseguiti dal Polo Microinquinanti, e degli inquinanti NO<sub>x</sub>, CO, COT, SO<sub>x</sub>, polveri, Hg, HCl, HF e metalli, ricavati a partire dalle misure effettuate durante i campionamenti eseguiti dal Dipartimento di Torino. In Tabella 24 sono riportati solo i metalli risultati al di sopra del limite di rilevabilità. Le misure effettuate dal Dipartimento di Torino su inquinanti già monitorati dal SME non sono state utilizzate nella simulazione, in quanto i valori forniti dal SME sono stati ritenuti più rappresentativi risultando da una media annuale. È bene notare che, essendo le condizioni emissive dei campionamenti diverse da quelle adottate nella simulazione derivate dal SME ed espresse in Tabella 23, le concentrazioni a camino riportate in Tabella 24 possono differire dalle concentrazioni a camino effettivamente misurate durante i campionamenti. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0 °C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 5%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

<b>Diametro (m)</b>	1,6
<b>Altezza (m)</b>	25
<b>T (°C)</b>	255
<b>v (m/s)</b>	23,9
<b>% O<sub>2</sub></b>	12,1
<b>% Umidità</b>	8,6
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	45.204

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	119	31	5,4
<b>CO</b>	57	15	2,6
<b>Polveri Totali</b>	3,8	0,99	0,17
<b>PM2.5</b>	2,3	0,61	0,11
<b>PM10</b>	3,2	0,84	0,15
<b>NH<sub>3</sub></b>	4,8	1,2	0,22

**Tabella 23. Input emissivo dell'impianto BIOGEN È dati SME**

Inquinante	C <sub>camino</sub> normalizzata	C <sub>camino</sub> tal quale	Flusso massa
u.d.m.	ng/Nm <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	mg/h
IPA	4,8	1,3	0,22
PCB	11	2,8	0,48
u.d.m.	pg/Nm <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	µg/h
PCDD/PCDF	50	13	2,3
u.d.m.	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	kg/h
SO <sub>x</sub>	n.r.	n.r.	n.r.
NO <sub>x</sub> <sup>(11)</sup>	141	37	6,4
CO <sup>(10)</sup>	120	31	5,4
COT	5,4	1,4	0,24
Polveri Totali <sup>(10)</sup>	9,5	2,5	0,43
Hg	n.r.	n.r.	n.r.
HCl	5,1	1,3	0,23
HF	n.a.	n.a.	n.a.
u.d.m.	µg/Nm <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	g/h
Cromo	27	6,9	1,2
Manganese	53	14	2,4
Nichel	2,2	0,58	0,10
Piombo	4,4	1,2	0,20
Rame	18	4,6	0,80
Vanadio	2,2	0,58	0,10
Zinco	95	25	4,3

Tabella 24. Input emissivo dell'impianto BIOGEN È dati del Polo Microinquinanti e del Dipartimento di Torino

### **CODÉ CRAI OVEST Cooperativa È Leini**

L'impianto Codé Crai Ovest produce energia elettrica e termica a partire da olio vegetale ed è costituito da un motore a ciclo diesel accoppiato ad un alternatore con le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile: 1.635 kW;
- potenza elettrica nominale: 640 kW;
- potenza termica recuperabile in cogenerazione: 700 kW circa;
- potenza frigorifera massima: 490 kW.

I sistemi di abbattimento degli inquinanti sono:

- sistema catalitico selettivo (SCR<sup>12</sup>) a iniezione di urea per l'abbattimento degli ossidi di azoto;

<sup>11</sup> Valori non utilizzati nelle simulazioni in quanto ritenuti meno rappresentativi dei valori ricavati dal SME

- catalizzatore ossidante.

Il modello di conduzione dell'impianto è quello di funzionare alla massima potenza per 24 ore al giorno per un totale di 8.000 ore all'anno; sono previste fermate programmate, in funzione delle ore di lavoro del motore, per eseguirne la manutenzione.

In Tabella 25 sono riportati le caratteristiche del camino e i limiti di emissione degli inquinanti presenti in autorizzazione.

<b>Diametro (m)</b>	0,5
<b>Altezza (m)</b>	6,35
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	4.000
<b>Temperatura °C</b>	-
<b>NO<sub>x</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	200
<b>CO (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	200
<b>Polveri Totali (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	20
<b>COT (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	50
<b>NH<sub>3</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	15
<b>SO<sub>x</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	50

Tabella 25. Caratteristiche del camino e limiti di emissione degli inquinanti per l'impianto Codè Crai

<b>Diametro (m)</b>	0,5
<b>Altezza (m)</b>	6,35
<b>T (°C)</b>	188
<b>v (m/s)</b>	7,4
<b>% O<sub>2</sub></b>	10,8
<b>% Umidità</b>	7,9
<b>Pressione</b>	976
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	1.755

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	117	39	0,21
<b>CO</b>	42	14	0,074
<b>Polveri Totali</b>	1,7	0,59	0,0031
<b>PM2.5</b>	1,1	0,36	0,0019
<b>PM10</b>	1,5	0,50	0,0026
<b>COT</b>	5,6	1,9	0,0098
<b>NH<sub>3</sub></b>	0,41	0,14	0,00072
<b>SO<sub>x</sub></b>	0,31	0,11	0,00055

Tabella 26. Input emissivo dell'impianto Codè Crai Ovest

L'impianto Codè Crai Ovest non è dotato di SME, ma è oggetto di autocontrolli annuali come prescritto in autorizzazione. Durante gli autocontrolli sono misurate le concentrazioni degli inquinanti CO, NO<sub>x</sub>, polveri totali, COT e SO<sub>x</sub>, l'umidità, la portata dei fumi a camino, la loro velocità e la temperatura. Per la predisposizione dell'input emissivo, riportato in Tabella 26, sono stati considerati i valori medi misurati durante gli autocontrolli. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0°C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari al 5%, mentre i valori di concentrazione

<sup>12</sup> SCR: iniezione nei gas di un agente riducente, in presenza di un catalizzatore e ad una temperatura compresa tra 350 ÷ 400 °C

tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

### **Heat & Power È Settimo Torinese**

L'impianto Heat & Power è un impianto alimentato ad olio vegetale per la produzione di energia elettrica e termica. Il sistema di generazione termoelettrica è costituito da un motore a ciclo diesel con le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile (olio vegetale): 2.510 kW;
- potenza elettrica nominale lorda: 998 kW;
- potenza termica recuperabile in cogenerazione: 800 kW circa.

I sistemi di abbattimento degli inquinanti impiegati nell'impianto sono i seguenti:

- sistema catalitico selettivo (SCR<sup>13</sup>) a iniezione di urea per l'abbattimento degli ossidi di azoto;
- catalizzatore ossidante.

Il modello di conduzione dell'impianto è quello di funzionare alla massima potenza per 24 ore al giorno per un totale di 8.000 ore all'anno; sono previste fermate programmate, in funzione delle ore di lavoro del motore, per eseguirne la manutenzione.

Nella Tabella 27 sono riportati le caratteristiche del camino e i limiti di emissione degli inquinanti presenti in autorizzazione:

<b>Diametro (m)</b>	-
<b>Altezza (m)</b>	14
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	6.700
<b>Temperatura °C</b>	120
<b>NO<sub>x</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	200
<b>CO (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	200
<b>Polveri Totali (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	20
<b>COT (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	50
<b>NH<sub>3</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	15
<b>SO<sub>x</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	50

**Tabella 27. Caratteristiche del camino e limiti di emissione degli inquinanti per l'impianto Heat & Power**

Poiché l'impianto è in fase di costruzione, non si hanno a disposizione gli autocontrolli annuali relativi agli inquinanti indicati in autorizzazione. Per la predisposizione dell'output emissivo si è fatto pertanto riferimento ad un impianto con caratteristiche impiantistiche e sistemi di abbattimento simili, ossia l'impianto Codè Crai Ovest. Il valore di portata dei fumi misurato durante gli autocontrolli dell'impianto Codè Crai è stato riproporzionato sulla base della potenza erogata

<sup>13</sup> SCR: iniezione nei gas di un agente riducente, in presenza di un catalizzatore e ad una temperatura compresa tra 350 ÷ 400 °C



dall'impianto Heat & Power rispetto alla potenza erogata dall'impianto Codè Crai, mentre come valori di concentrazione a camino sono stati adottati quelli misurati durante gli autocontrolli dell'impianto Codè Crai. Il diametro del camino dell'impianto non è indicato in autorizzazione ed è stato assunto pari a 0,6 m in modo da ottenere una velocità simile a quella dell'impianto Codè Crai. In Tabella 28 sono riportati i valori dei parametri utili alla simulazione; i valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0 °C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 5%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

<b>Diametro (m)</b>	0.6
<b>Altezza (m)</b>	14
<b>T (°C)</b>	120
<b>v (m/s)</b>	7.9
<b>% O<sub>2</sub></b>	10.8
<b>% Umidità</b>	7.9
<b>Pressione (hPa)</b>	976
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	3.159

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	100	39	0.32
<b>CO</b>	36	14	0.11
<b>Polveri Totali</b>	1.5	0.59	0.0047
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	0.9	0.36	0.0029
<b>PM<sub>10</sub></b>	1.3	0.50	0.0040
<b>COT</b>	4.7	1.9	0.015
<b>NH<sub>3</sub></b>	0.35	0.14	0.0011
<b>SO<sub>x</sub></b>	0.27	0.11	0.00085

**Tabella 28. Input emissivo dell'impianto Heat & Power**

## **Impianti a Biogas**

Gli impianti a biogas che ricadono nei due domini di simulazione sono 14, di cui 7 sono autorizzati ai sensi del D.Lgs 387/2003, mentre gli altri 7 hanno fatto richiesta al comune del permesso di costruire. Gli impianti sono costituiti da un digestore anaerobico per la produzione di biogas nel quale sono avviati reflui zootecnici e biomasse vegetali. Il digestore o fermentatore è una vasca chiusa e termicamente isolata, all'interno della quale avvengono i processi di decomposizione biochimica grazie a ceppi di batteri che decompongono il materiale organico producendo biogas. Il biogas prodotto viene successivamente utilizzato come combustibile per produrre energia elettrica e termica per mezzo di motori endotermici a ciclo otto. Il calore prodotto viene in parte (20÷30%) utilizzato per il riscaldamento dei digestori anaerobici e in parte dissipato nei fumi; è eventualmente possibile recuperare parte del calore prodotto per riscaldare abitazioni situate vicino all'impianto (cogenerazione). Le emissioni del camino, in assenza di un efficiente recupero termico, hanno una temperatura molto elevata, che varia tra 400÷600 °C, mentre in presenza di cogenerazione la temperatura dei fumi varia tra 150÷200 °C. L'unico impianto a biogas, fra quelli esaminati nel presente studio, che effettua la cogenerazione nei mesi autunnali/invernali è l'impianto Cooperativa Speranza.

Il biogas prodotto durante il processo di fermentazione è una miscela di vari gas, la cui concentrazione varia in base al tipo di fermentazione, al materiale fermentato e alla qualità del processo di fermentazione. La composizione del biogas da digestione anaerobica è illustrata nella Tabella 29 (Fonte Ministero delle Politiche Agricole).

Elementi	Media %
CH <sub>4</sub>	50-75 %
CO <sub>2</sub>	25-45 %
N <sub>2</sub>	0,5-3%
H <sub>2</sub>	1- 10 %
H <sub>2</sub> S	0,02 . 0,2 %
H <sub>2</sub> O	Saturazione

**Tabella 29. Composizione biogas da digestione anaerobica**

Nelle domande presentate per ottenere l'autorizzazione alla costruzione degli impianti per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile sono indicate le ore di funzionamento annue degli impianti, che variano da 7.728 a 8.400 e corrispondono a 322/350 giorni lavorativi all'anno: questi impianti hanno infatti un funzionamento costante durante tutto l'anno e si fermano solo per eseguire la manutenzione ordinaria e straordinaria del motore.

Poiché gli impianti alimentati a biogas presenti nel dominio non sono soggetti ad autorizzazioni alle emissioni in atmosfera, non si hanno a disposizione informazioni relative alle loro caratteristiche emissive. Gli unici dati disponibili sono quelli relativi agli autocontrolli effettuati dalla ditta Speranza e ai campionamenti eseguiti dal Polo Microinquinanti e dal Dipartimento di Torino presso l'impianto stesso.

Per la determinazione della quantità di biogas prodotto dalla digestione anaerobica e utilizzato per il funzionamento dei motori, sono stati considerati i seguenti parametri:

- potenza elettrica prodotta dal motore endotermico ( $P_E$ );
- rendimento elettrico del motore (  $\eta$  );
- potenza termica in ingresso ( $P_T$ );
- potere calorifero inferiore del metano ( $PCI_{CH_4}$ ), pari a 9,59 kW/Nm<sup>3</sup>;
- percentuale di metano (% CH<sub>4</sub>) presente nel biogas prodotto dai digestori anaerobici, posta pari al 50% per tutti gli impianti oggetto di studio;

La portata di metano ( $P_{CH_4}$ ) è stata calcolata mediante la formula seguente:

$$P_{CH_4} \text{ (Nm}^3\text{/h)} = P_T / PCI_{CH_4}$$

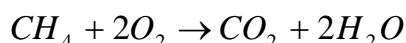
La potenza termica in ingresso al motore laddove non presente può essere così calcolata:

$$P_T = P_E / \eta$$

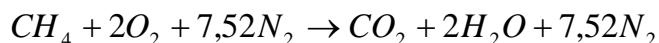
La quantità di biogas orario utilizzato per alimentare il motore che produce energia elettrica è stato calcolato nel seguente modo:

$$P_{\text{BIOGAS}} (\text{Nm}^3/\text{h}) = P_{\text{CH}_4} / (\% \text{CH}_4/100)$$

La determinazione della quantità di fumi prodotta dalla combustione del biogas è stata fatta considerando la reazione di combustione del metano:



Poiché nell'aria ad 1 Nm<sup>3</sup> di O<sub>2</sub> si accompagnano 3,76 Nm<sup>3</sup> di N<sub>2</sub>, la reazione di combustione del metano in aria è la seguente:

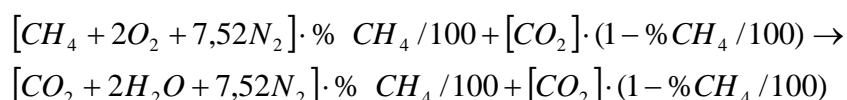


Il volume di aria teorico necessario per bruciare 1 Nm<sup>3</sup> di CH<sub>4</sub> è 9,52 Nm<sup>3</sup>, mentre il volume dei fumi di combustione è pari a 8,52 Nm<sup>3</sup> se si considerano solo i fumi secchi (fumi secchi stechiometrici) e 10,52 Nm<sup>3</sup> se si considera anche l'acqua prodotta in fase vapore (fumi umidi stechiometrici). Per ottenere una combustione completa solitamente si ricorre ad un eccesso di aria, ossia viene fornito alla reazione di combustione più ossigeno, e quindi più aria, di quanto necessario rispetto ai bilanci chimici. Lo scopo di utilizzare un eccesso d'aria è di evitare che durante la combustione si formino zone povere di ossigeno nella miscela aria-combustibile, con conseguente formazione di monossido di carbonio. Il coefficiente di aria in eccesso  $e$  è il rapporto tra fumi secchi di combustione e fumi secchi stechiometrici e si calcola a partire dalla percentuale di ossigeno presente nei fumi secchi con la formula seguente:

$$e = \frac{21}{21 - \% \text{O}_2}$$

Nell'ipotesi che la percentuale di ossigeno riferita ai fumi secchi sia pari a 7%, dato rappresentativo dei valori misurati durante i campionamenti eseguiti dal Polo Microinquinanti e dal Dipartimento di Torino, il coefficiente  $e$  è pari a 1,5 e il volume dei fumi secchi di combustione equivale a 12,78 Nm<sup>3</sup>.

Analogamente la reazione di combustione del biogas, che è una miscela costituita da metano e CO<sub>2</sub> principalmente, è descritta dalla formula seguente:



A partire dalla reazione di combustione sono stati calcolati i volumi di fumi secchi e umidi in uscita dal camino che si producono bruciando 1 Nm<sup>3</sup> di biogas; assumendo la percentuale di metano pari a 50 e la percentuale di O<sub>2</sub> riferito ai fumi secchi pari a 7, la portata dei fumi secchi di combustione corrisponde a 7,14 Nm<sup>3</sup> e quella dei fumi umidi a 8,14 Nm<sup>3</sup>. Noti i fumi di combustione secchi e umidi, il valore di umidità adottato nella simulazione è stato calcolato mediante la formula seguente e risulta pari a 12,3%:

$$U = \left( \frac{F_{\text{UMIDI}} - F_{\text{SECCHI}}}{F_{\text{UMIDI}}} \right) \cdot 100$$

I valori di temperatura dei fumi sono stati ricavati, per gli impianti dotati di autorizzazione ai sensi del D.Lgs 387/2003, dalla domanda di autorizzazione presentata alla Provincia e, nel caso degli impianti non dotati di autorizzazione, come media dei dati di temperatura misurati in impianti simili. La temperatura dei fumi è molto elevata poiché, non essendo previsto il recupero termico in nessun impianto ad eccezione di quello della Cooperativa Speranza di Candiolo, tutto il calore prodotto viene dissipato nei fumi. Per quanto riguarda l'impianto Speranza, nel periodo freddo da novembre ad aprile, il calore prodotto viene utilizzato per il riscaldamento dell'Istituto per la Ricerca e la Cura dei tumori di Candiolo; il recupero termico, effettuato in funzione della richiesta dell'utenza, fa diminuire sensibilmente la temperatura dei fumi in uscita. I dati geometrici di camino, altezza e diametro, sono stati ottenuti dalle domande di autorizzazione, se presenti, o dalle dimensioni caratteristiche di impianti simili. Il diametro è stato determinato imponendo valori pari a 0,25 m, 0,3 m e 0,35 m, in funzione della potenza erogata dal motore endotermico, al fine di ottenere una velocità di uscita dei fumi prossima a 30 m/s, valore di riferimento ricavato mediando i dati di velocità misurati durante gli autocontrolli eseguiti su impianti a biogas proveniente da discariche di rifiuti.

Gli inquinanti di cui la normativa di settore prevede i limiti sono NO<sub>x</sub>, CO, COT e HCl. Gli impianti considerati sono dotati di un catalizzatore ossidativo quale sistema di abbattimento, che consente di ottenere le concentrazioni a camino indicate in Tabella 30. È importante rilevare che le prestazioni del catalizzatore ossidativo possono decadere rapidamente fino a non riuscire più a garantire le prestazioni minime necessarie al rispetto dei limiti ed è pertanto necessario eseguirne la regolare manutenzione.

Inquinante	Concentrazione mg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	400
CO	150
COT	1.000

**Tabella 30. Valori concentrazione utilizzati per calcolare flussi di massa per impianti a biogas**

Per quanto riguarda i composti organici totali (COT), è necessario specificare che il valore di 1.000 mg/Nm<sup>3</sup> è così ripartito: circa 100 ÷ 150 mg/Nm<sup>3</sup> sono riferiti ai NMVOC e i rimanenti 850 ÷ 900 mg/Nm<sup>3</sup> fanno riferimento al metano. Valori molto simili sono stati misurati dal Dipartimento di Torino durante il campionamento alla ditta Speranza di Candiolo.

I valori di concentrazione di Tabella 30, normalizzati in temperatura/pressione, riferiti ai fumi secchi e ad un tenore di ossigeno pari al 5%, sono stati utilizzati per il calcolo dei flussi di massa  $F$  impiegati nella simulazione mediante la formula:

$$F(\text{kg} / \text{h}) = C(\text{mg} / \text{Nm}^3) \cdot P_{\text{BIOGAS}}(\text{Nm}^3 / \text{h})$$

dove  $P_{\text{BIOGAS}}$  è la portata dei fumi secchi, normalizzati in temperatura e pressione e riferiti ad un tenore di O<sub>2</sub> pari a 7%.

A seguito di una ricerca bibliografica condotta dal Dipartimento di Torino che non ha individuato studi sulla presenza di metalli nelle emissioni degli impianti a biogas e tenuto conto dei sistemi di abbattimento installati presso Speranza, è stato deciso di non eseguire i campionamenti di metalli e mercurio e quindi di non considerarli nella simulazione.

## Impianti a biogas con autorizzazione ai sensi del D.Lgs 387/2003

### **Azienda Agricola Racca Giuseppe e figli s.s. - Settimo Torinese**

L'impianto è costituito da digestori anaerobici alimentati con biomassa vegetale e reflui zootecnici e da un motore endotermico a combustione interna a ciclo otto per la produzione di energia termica e elettrica con le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile (biogas): 1.900 kW
- potenza elettrica prodotta: 740 kW;
- potenza termica recuperabile in cogenerazione: 830 kW<sub>t</sub> circa;
- rendimento elettrico : 38,8

L'energia termica è generata a pieno carico attraverso lo scambiatore dell'acqua di raffreddamento motore, per una potenza pari a 482 kW termici, e attraverso uno scambiatore fumi di scarico - acqua, per una potenza di 346 kW termici. Parte dell'energia è impiegata nell'impianto per il riscaldamento dei digestori, mentre la parte rimanente dovrebbe essere utilizzata nell'impianto di fiocatura e per il riscaldamento delle due abitazioni dei titolari, situate all'interno del centro aziendale. Non avendo tuttavia a disposizione dati che indichino l'effettivo recupero termico dei fumi, il valore di temperatura dei fumi in uscita dal camino è quello indicato nella domanda di autorizzazione.

In Tabella 31 sono riportati i valori dei parametri utilizzati per la preparazione dell'input emissivo. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0 °C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 5%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

<b>Diametro (m)</b>	0,3
<b>Altezza (m)</b>	10
<b>T (°C)</b>	460
<b>v (m/s)</b>	34,1
<b>% O<sub>2</sub></b>	7,0
<b>% Umidità</b>	12,3
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	2.481

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	400	115	0,99
<b>CO</b>	150	43	0,37
<b>COT</b>	1.000	286	2,5

**Tabella 31. Input emissivo dell'impianto di Racca Giuseppe & Figli**

### **Scalenghe Biogas Società Agricola S.r.l. - Scalenghe**

L'impianto è costituito da digestori anaerobici alimentati con biomassa vegetale e reflui zootecnici e da un motore endotermico a combustione interna a ciclo otto per la produzione di energia termica e elettrica con le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile (biogas): 2.460 kW;
- potenza elettrica prodotta: 999 kW;
- potenza termica recuperabile in cogenerazione: 1.049 kW<sub>t</sub> circa;
- rendimento elettrico : 40,6

L'energia termica è generata a pieno carico attraverso uno scambiatore dell'acqua di raffreddamento motore, per una potenza pari a 586 kW termici; una parte dell'energia è utilizzata all'interno dell'impianto per il riscaldamento dei digestori, la restante è dissipata. Ulteriori 463 kW termici potrebbero essere recuperati attraverso lo scambiatore fumi di scarico - acqua ma, poiché non sono presenti in prossimità dell'impianto utenze in grado di utilizzare questo calore, non è stato previsto un recupero economicamente vantaggioso dell'energia termica.

In Tabella 32 sono riportati i valori dei parametri utilizzati per la preparazione dell'input emissivo. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0°C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 5%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

<b>Diametro (m)</b>	0,35
<b>Altezza (m)</b>	10
<b>T (°C)</b>	457
<b>v (m/s)</b>	32,2
<b>% O<sub>2</sub></b>	7,0
<b>% Umidità</b>	12,3
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	3.202

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	400	115	1,3
<b>CO</b>	150	43	0,48
<b>COT</b>	1.000	287	3,2

**Tabella 32. Input emissivo dell'impianto Scalenghe Biogas Società Agricola**

### **BIO-ENERGY Società Cooperativa Agricola - Vigone**

L'impianto è costituito da un digestore anaerobico alimentato con biomassa vegetale e reflui zootecnici e da un motore endotermico a combustione interna a ciclo otto con le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile (biogas): 1.300 kW;
- potenza elettrica prodotta: 525 kW;
- potenza termica recuperabile in cogenerazione: 525 kW<sub>t</sub> circa;
- rendimento elettrico : 40,4

L'energia termica è generata a pieno carico attraverso lo scambiatore dell'acqua di raffreddamento motore, per una potenza pari a 312 kW termici, che è parzialmente impiegata nell'impianto per il riscaldamento del digestore e la restante è dissipata. Ulteriori 213 kW termici potrebbero essere recuperati attraverso lo scambiatore fumi di scarico-acqua, ma attualmente non è stato previsto un recupero economicamente vantaggioso dell'energia termica..

<b>Diametro (m)</b>	0,25
<b>Altezza (m)</b>	10
<b>T (°C)</b>	451
<b>v (m/s)</b>	33,1
<b>% O<sub>2</sub></b>	7,0
<b>% Umidità</b>	12,30
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	1.696

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	400	116	0,68
<b>CO</b>	150	43	0,25
<b>COT</b>	1.000	290	1,7

**Tabella 33. Input emissivo dell'Impianto Bio Energy**

In Tabella 33 sono riportati i valori dei parametri utilizzati per la preparazione dell'input emissivo. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0 °C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 5%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

### **Società Semplice Agricola Genola - Rivarolo**

L'impianto è costituito da un fermentatore anaerobico alimentato esclusivamente a biomassa vegetale, insilato di mais e di loietto, ad eccezione della fase di avviamento in cui è previsto l'utilizzo di liquame bovino a elevata carica batterica per consentire un celere avvio del processo di fermentazione. Il motore endotermico a combustione interna a ciclo otto dell'impianto ha le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile (biogas): 1.900 kW;
- potenza elettrica prodotta: 830 kW;
- potenza termica recuperabile in cogenerazione: 770 kW<sub>t</sub> circa;
- rendimento elettrico : 40

L'impianto, oltre ad essere dotato di catalizzatore ossidante, mantiene una combustione magra, ossia in difetto di biogas rispetto alla quantità di aria, per ridurre il consumo di biogas e contenere le emissioni di ossidi di azoto.

In Tabella 34 sono riportati i valori dei parametri utilizzati per la preparazione dell'input emissivo. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0 °C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 5%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

<b>Diametro (m)</b>	0,3
<b>Altezza (m)</b>	10
<b>T (°C)</b>	435
<b>v (m/s)</b>	35,9
<b>% O<sub>2</sub></b>	7,0
<b>% Umidità</b>	12,30
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	2.704

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	400	118	1,1
<b>CO</b>	150	44	0,41
<b>COT</b>	1.000	296	2,7

**Tabella 34. Input emissivo dell'impianto Società agricola Genola**

### **Agri Energia None 2012 Società Agricola Cooperativa - None**

L'impianto è costituito da digestori anaerobici alimentati con biomassa vegetale e reflui zootecnici e da un motore endotermico a combustione interna a ciclo otto con le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile (biogas): 1.880 kW;
- potenza elettrica prodotta: 800 kW;
- potenza termica recuperabile in cogenerazione: 810 kW<sub>t</sub> circa;
- rendimento elettrico : 42,5

L'energia termica è generata a pieno carico attraverso lo scambiatore dell'acqua di raffreddamento motore, per una potenza pari a 408 kW termici; una parte dell'energia è impiegata nell'impianto per il riscaldamento dei digestori, la restante viene dissipata. Ulteriori 402 kW termici potrebbero essere recuperati attraverso lo scambiatore fumi di scarico . acqua ma non è stato previsto un recupero economicamente vantaggioso dell'energia termica.

Nella Tabella 35 sono riportati i valori dei parametri utilizzati per la preparazione dell'input emissivo. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0°C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 5%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

<b>Diametro (m)</b>	0,3
<b>Altezza (m)</b>	10
<b>T (°C)</b>	430
<b>v (m/s)</b>	32,3
<b>% O<sub>2</sub></b>	7,0
<b>% Umidità</b>	12,30
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	2.450

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	400	119	1,0
<b>CO</b>	150	45	0,37
<b>COT</b>	1001	298	2,5

**Tabella 35. Input emissivo dell'impianto Agri Energia None 2012**



### **Società Agricola TENUTA DUCA - Verolengo**

L'impianto è costituito da digestori anaerobici alimentati con biomassa vegetale e reflui zootecnici e da un motore endotermico a combustione interna a ciclo otto con le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile (biogas): 2.264 kW;
- potenza elettrica prodotta: 999 kW;
- potenza termica recuperabile in cogenerazione: 333 kW<sub>t</sub> circa;
- rendimento elettrico : 44,1

L'energia termica prodotta dall'impianto viene utilizzata, oltre che per il riscaldamento dei digestori, anche per il riscaldamento dei locali della vicina Cascina Duca.

Nella Tabella 36 sono riportati i valori dei parametri utilizzati per la preparazione dell'input emissivo. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0°C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 5%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

<b>Diametro (m)</b>	0,35
<b>Altezza (m)</b>	10
<b>T (°C)</b>	440
<b>v (m/s)</b>	29,0
<b>% O<sub>2</sub></b>	7,0
<b>% Umidità</b>	12,30
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	2.952

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	400	118	1,2
<b>CO</b>	150	44	0,44
<b>COT</b>	1.000	294	3,0

**Tabella 36. Input emissivo dell'impianto Società agricola TENUTA DUCA**

### **Società Cooperativa Agricola BRENTATORI - Piosasco**

L'impianto è costituito da digestori anaerobici alimentati con biomassa vegetale e reflui zootecnici e da un motore endotermico a combustione interna a ciclo otto con le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile (biogas): 1.590 kW;
- potenza elettrica prodotta: 635 kW;
- potenza termica recuperabile in cogenerazione: 681 kW<sub>t</sub> circa;
- rendimento elettrico : 39,9

L'energia termica è generata a pieno carico attraverso lo scambiatore dell'acqua di raffreddamento motore, per una potenza pari a 389 kW termici; una parte dell'energia viene utilizzata nell'impianto per il riscaldamento dei digestori, la restante è dissipata. Ulteriori 292 kW

termici potrebbero essere recuperati attraverso lo scambiatore fumi di scarico . acqua, ma attualmente non è previsto un recupero economicamente vantaggioso dell'energia termica.

Nella Tabella 37 sono riportati i valori dei parametri utilizzati per la preparazione dell'input emissivo. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0 °C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 5%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

<b>Diametro (m)</b>	0,3
<b>Altezza (m)</b>	10
<b>T (°C)</b>	450
<b>v (m/s)</b>	28,1
<b>% O<sub>2</sub></b>	7,0
<b>% Umidità</b>	12,30
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	2.073

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	400	116	0,83
<b>CO</b>	150	43	0,31
<b>COT</b>	1.000	290	2,1

**Tabella 37. Input emissivo dell'impianto Società Cooperativa Agricola BRENTATORI**

## **Impianti a biogas con permesso di costruire**

### **Società Cooperativa Agricola Bio Canali È Buriasco**

L'impianto è costituito da digestori anaerobici alimentati con biomassa vegetale e reflui zootecnici e da un motore endotermico a combustione interna a ciclo otto per la produzione di energia elettrica con le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile (biogas): 2.600 kW;
- potenza elettrica prodotta: 1.000 kW;
- rendimento elettrico : 38,5

Nella Tabella 38 sono riportati i valori dei parametri utilizzati per la preparazione dell'input emissivo. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0°C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 5%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

<b>Diametro (m)</b>	0,35
<b>Altezza (m)</b>	10
<b>T (°C)</b>	450
<b>v (m/s)</b>	33,7
<b>% O<sub>2</sub></b>	7,0
<b>% Umidità</b>	12,30
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	3.383

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	400	116	1,4
<b>CO</b>	150	43	0,51
<b>COT</b>	1.000	290	3,4

**Tabella 38. Caratteristiche camino impianto Società Cooperativa Agricola Bio Canali**

### **Egea New Energy S.p.A. È Ozegna**

L'impianto è costituito da digestori anaerobici alimentati con biomassa vegetale e reflui zootecnici e da un motore endotermico a combustione interna a ciclo otto per la produzione di energia elettrica con le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile (biogas): 1.600 kW;
- potenza elettrica prodotta: 625 kW;
- rendimento elettrico : 39.

<b>Diametro (m)</b>	0,3
<b>Altezza (m)</b>	10
<b>T (°C)</b>	450
<b>v (m/s)</b>	28,3
<b>% O<sub>2</sub></b>	7,0
<b>% Umidità</b>	12,30
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	2.087

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	400	116	0,83
<b>CO</b>	150	43	0,31
<b>COT</b>	1.000	290	2,1

**Tabella 39. Input emissivo dell'impianto Egea New Energy S.p.A.**

Nella Tabella 39 sono riportati i valori dei parametri utilizzati per la preparazione dell'input emissivo. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0°C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 5%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

### **Società Agricola Cavaglià Bruno e Daniele s.s. È Piosasco**

L'impianto è costituito da digestori anaerobici alimentati con biomassa vegetale e reflui zootecnici e da un motore endotermico a combustione interna a ciclo otto per la produzione di energia elettrica con le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile (biogas): 1.600 kW;
- potenza elettrica prodotta: 635 kW;
- rendimento elettrico : 39,5

<b>Diametro (m)</b>	0,3
<b>Altezza (m)</b>	10
<b>T (°C)</b>	450
<b>v (m/s)</b>	28,4
<b>% O<sub>2</sub></b>	7,0
<b>% Umidità</b>	12,30
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	2.094

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	400	116	0,84
<b>CO</b>	150	43	0,31
<b>COT</b>	1.000	290	2,1

**Tabella 40. Input emissivo dell'impianto Società Agricola Cavaglià Bruno e Daniele**

Nella Tabella 40 sono riportati i valori dei parametri utilizzati per la preparazione dell'input emissivo. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in

condizioni normali di temperatura e pressione, 0°C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 5%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

### **Società Agricola F.Ili Villosio s.s. È Mazzé**

L'impianto è costituito da digestori anaerobici alimentati con biomassa vegetale e reflui zootecnici e da un motore endotermico a combustione interna a ciclo otto per la produzione di energia elettrica con le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile (biogas): 2.500 kW;
- potenza elettrica prodotta: 999 kW;
- rendimento elettrico : 40.

Nella Tabella 41 sono riportati i valori dei parametri utilizzati per la preparazione dell'input emissivo. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0°C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 5%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

Diametro (m)	0,35
Altezza (m)	10
T (°C)	457
v (m/s)	32,7
% O <sub>2</sub>	7,0
% Umidità	12,30
Portata (Nm <sup>3</sup> /h)	3.252

Inquinante	C <sub>camino</sub> normalizzata	C <sub>camino</sub> tal quale	Flusso massa
u.d.m.	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	kg/h
NO <sub>x</sub>	400	115	1,3
CO	150	43	0,49
COT	1.000	287	3,3

**Tabella 41. Input emissivo dell'impianto Società Agricola F.Ili Villosio s.s.**

### **Società Agricola Cervino s.s. È Rivarolo Canavese**

L'impianto è costituito da digestori anaerobici alimentati con biomassa vegetale e reflui zootecnici e da un motore endotermico a combustione interna a ciclo otto per la produzione di energia elettrica con le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile (biogas): 1.300 kW;
- potenza elettrica prodotta: 500 kW;
- rendimento elettrico : 38

Nella Tabella 42 sono riportati i valori dei parametri utilizzati per la preparazione dell'input emissivo. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0°C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 5%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

<b>Diametro (m)</b>	0,25
<b>Altezza (m)</b>	10
<b>T (°C)</b>	450
<b>v (m/s)</b>	33,5
<b>% O<sub>2</sub></b>	7,0
<b>% Umidità</b>	12,30
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	1.714

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	400	116	0,69
<b>CO</b>	150	43	0,26
<b>COT</b>	1.000	290	1,7

**Tabella 42. Input emissivo dell'Impianto Società Agricola Cervino s.s.**

### **Società Agricola AGRINORD ENERGIA È Caluso**

L'impianto è costituito da digestori anaerobici alimentati con biomassa vegetale e reflui zootecnici e da un motore endotermico a combustione interna a ciclo otto per la produzione di energia elettrica con le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile (biogas): 2.400 kW;
- potenza elettrica prodotta: 999 kW;
- rendimento elettrico : 42,5

Nella Tabella 43 sono riportati i valori dei parametri utilizzati per la preparazione dell'input emissivo. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0 °C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 5%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

<b>Diametro (m)</b>	0,35
<b>Altezza (m)</b>	10
<b>T (°C)</b>	450
<b>v (m/s)</b>	31,6
<b>% O<sub>2</sub></b>	7,0
<b>% Umidità</b>	12,30
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	3.173

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	400	116	1,3
<b>CO</b>	150	43	0,48
<b>COT</b>	1.000	290	3,2

**Tabella 43. Input emissivo dell'Impianto Società Agricola AGRINORD ENERGIA**

### **Società Cooperativa Agricola Speranza - Candiolo**

L'impianto è costituito da digestori anaerobici alimentati con biomassa vegetale e reflui zootecnici e da due motori endotermici a combustione interna a ciclo otto con le seguenti caratteristiche:

- potenza primaria immessa con il combustibile (biogas): 5.000 kW, di cui 2.463 kW il primo motore e 2.458 kW il secondo;
- potenza elettrica prodotta: 1.998 kW, di cui 1.000 kW il primo motore e 998 il secondo;
- rendimento elettrico : 42,5

Di questo impianto si hanno a disposizione gli autocontrolli eseguiti dalla ditta in data 21 febbraio e 22 marzo 2012, che fanno riferimento al camino di emissione denominato E1, e i controlli effettuati dal Polo Microinquinanti e dal Dipartimento di Torino. Il 30 ottobre 2013 il Polo Microinquinanti, nell'ambito della programmazione del progetto, ha effettuato il controllo dei microinquinanti in emissione dal punto E1, i cui risultati sono riportati nella *Relazione Tecnica SPERANZA - Controllo microinquinanti in emissione, Ottobre 2013* (Prot. 115110 del 18/12/2013), riscontrando concentrazioni anomale di PCB; il campionamento è stato ripetuto, per controllo, in data 21 gennaio 2014 e i relativi risultati analitici, che presentano valori di PCB nella norma, sono riportati nella *Relazione Tecnica Speranza . Controllo microinquinanti in emissione, Gennaio 2014* (Prot. N. 16007 del 25/02/2014). In data 7 luglio 2014 sono stati effettuati i campionamenti dal Dipartimento di Torino per la misura di COT, NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, acido cloridrico, acido fluoridrico e polveri presso il punto di emissione E1, i cui risultati sono riportati nella relazione *Ditta Società Cooperativa Agricola Speranza arl . Verifica delle emissioni gassose in atmosfera: Punto emissivo n. 1 . Caldaia a biomassa . Progetto biomasse . Campagna di misure anno 2014* (Prot. n. 102961 del 9/12/2014). Il punto di emissione denominato E2, invece, non è risultato tecnicamente campionabile in quanto il bocchello di prelievo è posto su un tratto di tubazione orizzontale prima del silenziatore; in tale posizione l'aperiforme è caratterizzato da elevate turbolenza e temperatura nonché in forte pressione, al punto da poter arrecare situazione di grave pericolo per gli operatori durante un eventuale campionamento. Poiché i due motori e i due camini hanno caratteristiche simili, le misure effettuate durante i campionamenti presso il camino E1 sono state ritenute rappresentative anche del camino E2. In Tabella 44 e Tabella 45 sono riportati i valori dei parametri utilizzati per la preparazione dell'input emissivo rispettivamente nel caso in cui l'impianto non cogenera e nel caso in cui cogenera. Si è deciso di adottare quali dati rappresentativi dei parametri fisici dei camini (temperatura e velocità dei fumi, umidità e tenore di ossigeno) i valori misurati dal Polo Microinquinanti per il periodo freddo, da novembre ad aprile, in cui l'impianto effettua il recupero termico dei fumi, e i valori misurati dal Dipartimento di Torino per il periodo caldo, da maggio ad ottobre, quando l'impianto non cogenera. I valori dei flussi dei macroinquinanti NO<sub>x</sub>, CO, polveri totali, COT e SO<sub>x</sub>, HCl e HF sono stati ricavati dalle misure effettuate dal Dipartimento di Torino, mentre i valori dei flussi dei microinquinanti sono stati ricavati dalle misure effettuate dal Polo Microinquinanti; è bene notare che, essendo le condizioni emissive dei campionamenti effettuati dal Dipartimento di Torino diverse da quelle dei campionamenti condotti dal Polo Microinquinanti, le concentrazioni a camino riportate in Tabella 44 differiscono dalle concentrazioni a camino riportate in Tabella 45. I valori di portata e concentrazione a camino normalizzata sono riferiti a fumi anidri in condizioni normali di temperatura e pressione, 0°C e 1013 hPa, e a un contenuto volumetrico di ossigeno pari a 5%, mentre i valori di concentrazione tal quale sono riferiti a fumi umidi nelle condizioni di temperatura, pressione e ossigeno secco misurati.

<b>Diametro (m)</b>	0,35
<b>Altezza (m)</b>	10
<b>T (°C)</b>	485
<b>v (m/s)</b>	43,2
<b>% O<sub>2</sub></b>	6,8
<b>% Umidità</b>	13,7
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	4.121

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	330	91	1,4
<b>CO</b>	388	107	1,6
<b>Polveri totali</b>	n,a,	n,a,	n,a,
<b>COT</b>	912	251	3,8
<b>SO<sub>x</sub></b>	334	92	1,4
<b>HCl</b>	0,024	0,007	0,0001
<b>HF</b>	n.a.	n.a.	n.a.
<b>u.d.m.</b>	<b>ng/Nm<sup>3</sup></b>	<b>ng/m<sup>3</sup></b>	<b>mg/h</b>
<b>IPA</b>	3,6	1,0	0,015
<b>PCB totali</b>	3,8	1,0	0,016
<b>u.d.m.</b>	<b>pg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>pg/m<sup>3</sup></b>	<b>µg/h</b>
<b>PCDD/DF</b>	5,8	1,6	0,024

Tabella 44. Input emissivo dell'impianto Società Cooperativa Agricola Speranza senza cogenerazione

<b>Diametro (m)</b>	0,35
<b>Altezza (m)</b>	10
<b>T (°C)</b>	188
<b>v (m/s)</b>	20,4
<b>% O<sub>2</sub></b>	7,2
<b>% Umidità</b>	12,9
<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	3.160

<b>Inquinante</b>	<b>C<sub>camino</sub> normalizzata</b>	<b>C<sub>camino</sub> tal quale</b>	<b>Flusso massa</b>
<b>u.d.m.</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/h</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	431	193	1,4
<b>CO</b>	506	226	1,6
<b>Polveri totali</b>	n.a.	n.a.	n.a.
<b>COT</b>	1189	532	3,8
<b>SO<sub>x</sub></b>	436	195	1,4
<b>HCl</b>	0,032	0,014	0,0001
<b>HF</b>	n.a.	n.a.	n.a.
<b>u.d.m.</b>	<b>ng/Nm<sup>3</sup></b>	<b>ng/m<sup>3</sup></b>	<b>mg/h</b>
<b>IPA</b>	4,6	2,1	0,015
<b>PCB totali</b>	4,9	2,2	0,016
<b>u.d.m.</b>	<b>pg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>pg/m<sup>3</sup></b>	<b>µg/h</b>
<b>PCDD/DF</b>	7,5	3,4	0,024

Tabella 45. Input emissivo dell'impianto Società Cooperativa Agricola Speranza con cogenerazione

## **RISULTATI DELLE SIMULAZIONI DI DISPERSIONE CON SPRAY**

In Tabella 46 e Tabella 47 sono riassunti i dati, descritti nel paragrafo precedente, utilizzati nella simulazione per gli impianti presenti rispettivamente nel dominio nord e sud: coordinate geografiche, altezza e diametro del camino, temperatura e velocità dei fumi in uscita e flusso di massa dell'inquinante NO<sub>x</sub>.

Gli impianti dotati di SME sono stati simulati considerando due diversi scenari:

- lo scenario SME, in cui l'input emissivo consiste nei valori orari registrati in continuo dal SME di temperatura, velocità dei fumi e flusso di NO<sub>x</sub>;
- lo scenario medio annuale, in cui l'input emissivo è rappresentato dalla media dei valori di temperatura, velocità e flusso di massa di NO<sub>x</sub> monitorati dallo SME e riferiti ad un anno solare. In tale scenario si suppone che gli impianti lavorino 8760 ore e siano caratterizzati da un'emissione oraria costante, ad eccezione dell'impianto PROVANA Calore a cui si assegna la modulazione annuale e giornaliera delle emissioni ricavata dall'analisi del SME e descritta nel precedente paragrafo, al fine di riprodurre l'andamento stagionale e giornaliero del riscaldamento.

Per gli impianti non dotati di SME è stato considerato un unico scenario:

- lo scenario medio annuale, in cui l'input emissivo, in termini di temperatura, velocità e flusso di massa, è ricostruito a partire dai risultati di autocontrolli e/o campionamenti o, in assenza di essi, ricavato dalle caratteristiche emissive di impianti simili. In tale scenario si suppone che gli impianti lavorino 8760 ore e siano caratterizzati da un'emissione oraria costante, ad eccezione dell'impianto ASA Azienda Servizi Ambiente a cui si assegna la modulazione annuale e giornaliera delle emissioni ricavata dal SME di PROVANA Calore e descritta nel precedente paragrafo, al fine di riprodurre l'andamento stagionale e giornaliero del riscaldamento.

I risultati delle simulazioni di dispersione dello scenario SME, espressi come concentrazioni medie di NO<sub>x</sub> per ogni ora del periodo di simulazione (1 gennaio 2013 - 31 dicembre 2013), sono stati elaborati per ciascun impianto al fine di ottenere la concentrazione media annuale e il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NO<sub>x</sub> e successivamente rappresentati in mappe tematiche riportate nell'Allegato 2 alla presente relazione.

I risultati delle simulazioni di dispersione dello scenario medio annuale, espressi come concentrazioni medie di NO<sub>x</sub> per ogni ora del periodo di simulazione (1 gennaio 2013 - 31 dicembre 2013), sono stati forniti per ciascun impianto in termini di mappe di diluizione, ossia normalizzando la concentrazione media annuale di NO<sub>x</sub> e la concentrazione massima oraria di NO<sub>x</sub> per la concentrazione media annuale di NO<sub>x</sub> a camino. Nota la concentrazione di un



qualunque inquinante a camino, è possibile calcolare a posteriori la concentrazione attesa al suolo utilizzando le mappe di diluizione, che indicano di quanto è stata diluita la concentrazione della sostanza emessa a camino prima di ricadere al suolo. I valori delle concentrazioni attese al suolo corrispondenti ai rapporti di diluizione,  $C_{1:x}$ , sono specificati nelle tabelle accanto alle mappe e sono calcolati dividendo la concentrazione a camino  $C_{camino}$  per il rapporto di diluizione  $x$ ; i valori della concentrazione massima  $C_{max}$  corrispondono al minimo rapporto di diluizione specificato nella legenda delle mappe. Eventuali discordanze fra il valore del rapporto di diluizione e la concentrazione riportata nelle tabelle che accompagnano le mappe di diluizione sono attribuibili ad approssimazioni legate al numero di cifre significative utilizzate per esprimere la concentrazione.

Impianto	x (m)	y (y)	h (m)	d (m)	T (°K)	v (m/s)	F (kg/h)
PROVANA CALORE S.r.l.	400105	5004295	20	0,99	393	10,0	1,66
SIPEA S.r.l.	399704	5020839	40	1,8	408	6,2	4,87
SOC. AGR. EOSLAB S.r.l.	419185	5008708	15,5	0,8	438	13,4	1,89
ASA Azienda Servizi Ambiente	398989	5025450	12	1,0	385	8,3	1,23
BIOGEN Chivasso S.r.l.	413487	5006653	25	1,6	528	23,9	5,37
CODE' CRAI OVEST Coop.	399951	5003396	6,35	0,5	461	7,4	0,21
Heat & Power S.r.l.	404590	5001225	14	0,6	393	7,9	0,32
Az. Agr. Racca Giuseppe e figli	406584	5000146	10	0,3	733	34,1	0,99
Soc. Agr. Genola	400606	5014239	10	0,3	708	35,9	1,08
Soc. Agr. Cervino	401452	5013164	10	0,25	723	33,5	0,69
Soc. Agr. TENUTA DUCA	421965	5005988	10	0,35	713	29,0	1,18
Egea New Energy S.p.A.	402060	5021862	10	0,3	723	28,3	0,83
Soc. Agr. AGRINORD ENERGIA	411845	5013899	10	0,35	723	31,6	1,27
Soc. Agr. Flli Villosio	415053	5012767	10	0,35	730	32,7	1,30

**Tabella 46. Input emissivo degli impianti presenti nel dominio nord**

Impianto	x (m)	y (y)	h (m)	d (m)	T (°K)	v (m/s)	F (kg/h)
C & T S.p.A.	378890	4974993	40	1,9	398	15,1	11,89
Scalenghe Biogas Soc. Agr.	377772	4973934	10	0,35	730	32,2	1,28
BIO-ENERGY Soc. Coop. Agr.	385664	4967429	10	0,25	724	33,1	0,68
AGRI ENERGIA NONE 2012	385324	4975430	10	0,3	703	32,3	0,98
Soc. Coop. Agr. BRENTATORI	379342	4980386	10	0,3	723	28,1	0,83
Soc. Agr. Cavaglià Bruno e Daniele	381273	4981848	10	0,3	723	28,4	0,84
Soc. Coop. Agr. Bio Canali	377671	4969737	10	0,35	723	33,7	1,35
Soc. Coop. Agr. Speranza	386933	4979044	7,5	0,35	758	43,2	1,36
Soc. Coop. Agr. Speranza	386933	4979044	7,5	0,35	461	22,4	2,14

**Tabella 47. Input emissivo degli impianti presenti nel dominio sud**

Al fine di rendere più confrontabili i risultati, nel produrre le mappe si è mantenuta costante la scala cartografica, pari a 1:80.000, fatta eccezione per le mappe che riportano per ogni dominio il totale delle sorgenti; analogamente si sono mantenute le scale colori sia per lo scenario SME che per la descrizione delle classi di diluizione.

Ad integrazione delle mappe sono fornite tabelle in cui è individuato per ciascun impianto il punto di massima ricaduta delle concentrazioni medie annuali, delle concentrazioni massime orarie e del 99,8° percentile delle concentrazioni orarie; è inoltre fornita l'informazione dell'ora in cui si verificano tali massimi e del valore del flusso di massa corrispondente, che sarà sempre lo stesso per lo scenario medio annuale mentre varierà a seconda dell'ora nello scenario SME. A tal proposito è bene far notare che nello scenario medio annuale, caratterizzato da un'emissione costante, i valori massimi delle concentrazioni sono l'effetto di condizioni meteorologiche particolarmente critiche mentre nello scenario SME essi risultano dall'effetto combinato di condizioni meteorologiche critiche e emissioni orarie particolarmente elevate.

## Dominio nord

### **PROVANA CALORE S.r.l.**

#### Scenario SME

In Figura 12 sono visualizzate le mappe della concentrazione media annuale e del 98° percentile delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> che rappresentano l'impatto dell'impianto di PROVANA Calore.

Nella Tabella 48 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie risultano pari a 0,37 µg/m<sup>3</sup> e si osservano ad una distanza di circa 900 m a E-SE del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a 23 µg/m<sup>3</sup>, si osservano a circa 450 m a est del camino il giorno 6 dicembre alle ore 10, quando il valore del flusso orario di NO<sub>x</sub> monitorato dal SME è pari a 4,5 kg/h. Il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a 74 µg/m<sup>3</sup>, si verifica il 15 dicembre alle ore 11 a 400 m a S-SO dell'impianto, quando il valore del flusso orario di NO<sub>x</sub> monitorato dal SME è pari a 5,3 kg/h.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	C <sub>max</sub> (g/m <sup>3</sup> )
<b>Media annuale</b>				
NO <sub>x</sub>	400950	5004000	1,7	0,37
<b>Massimo orario È 15/12/2013 h 11:00</b>				
NO <sub>x</sub>	399900	5003850	5,3	74
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 06/12/2013 h 10:00</b>				
NO <sub>x</sub>	400500	5004300	4,5	23

**Tabella 48. Massime ricadute di NO<sub>x</sub> dall'impianto PROVANA Calore È scenario SME**

#### Scenario medio annuale

In Figura 13 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto PROVANA Calore; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo C<sub>max</sub> e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di

diluizione ( $C_{1:500000}$ ,  $C_{1:50000}$ , etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 155348 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 743 volte rispetto all'emissione a camino.

Nella Tabella 49 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie risultano pari a  $0,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e si osservano ad una distanza di circa 950 m a E-SE del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si osservano il giorno 3 giugno alle ore 10; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si verifica a circa 450 m a S-SO del camino il 27 gennaio alle ore 12. Il valore del flusso orario di  $\text{NO}_x$ , considerato costante nel corso della simulazione, è pari a 1,7 kg/h.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	$C_{\text{max}}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Media annuale</b>				
$\text{NO}_x$	400950	5004000	1,7	0,38
<b>Massimo orario È 27/01/2013 h 12:00</b>				
$\text{NO}_x$	399900	5003850	1,7	80
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 03/06/2013 h 10:00</b>				
$\text{NO}_x$	400350	5004300	1,7	29

**Tabella 49. Massime ricadute di  $\text{NO}_x$  dall'impianto PROVANA Calore È scenario medio annuale**

### **SIPEA S.r.l.**

#### Scenario SME

In Figura 14 sono visualizzate le mappe della concentrazione media annuale e del 98° percentile delle concentrazioni orarie di  $\text{NO}_x$  che rappresentano l'impatto dell'impianto SIPEA.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	$C_{\text{max}}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Media annuale</b>				
$\text{NO}_x$	400650	5019450	4,9	0,55
<b>Massimo orario È 06/10/2013 h 10:00</b>				
$\text{NO}_x$	399900	5020500	12	76
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 27/09/2013 h 10:00</b>				
$\text{NO}_x$	399600	5020500	7,8	21

**Tabella 50. Massime ricadute di  $\text{NO}_x$  dall'impianto SIPEA È scenario SME**

Nella Tabella 50 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie risultano pari a  $0,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e si osservano ad una distanza di circa 1600 m a S-SE del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si osservano a circa 250 m a sud del camino dell'impianto il giorno 27 settembre alle ore 10, quando il valore del flusso orario di  $\text{NO}_x$  monitorato dal SME è pari a 7,8 kg/h. Il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a 76

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ , si verifica il 6 ottobre alle ore 10 ad una distanza di circa 350 m a sud-est del camino, quando il valore del flusso orario di  $\text{NO}_x$  monitorato dal SME è pari a 12 kg/h.

### Scenario medio annuale

Nelle Figure 15 e 16 sono mostrate rispettivamente le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto SIPEA; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo  $C_{\text{max}}$  e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione ( $C_{1:500000}$ ,  $C_{1:50000}$ , etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 140937 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 1306 volte rispetto all'emissione a camino.

Nella Tabella 51 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie risultano pari a  $0,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e si osservano ad una distanza di circa 1600 m ad S-SE del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si osservano il giorno 13 febbraio alle ore 10; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si verifica a circa 250 m a sud del camino il 15 dicembre alle ore 11. Il valore del flusso orario di  $\text{NO}_x$ , assunto costante nel corso della simulazione, è pari a 4,9 kg/h.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	$C_{\text{max}}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Media annuale</b>				
$\text{NO}_x$	401100	5020350	4,9	0,58
<b>Massimo orario È 15/12/2013 h 11:00</b>				
$\text{NO}_x$	399600	5020500	4,9	63
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 13/02/2013 h 10:00</b>				
$\text{NO}_x$	400050	5020800	4,9	18

**Tabella 51. Massime ricadute di  $\text{NO}_x$  dall'impianto SIPEA È scenario medio annuale**

## **EOSLAB**

### Scenario SME

In Figura 17 sono visualizzate le mappe della concentrazione media annuale e del 98° percentile delle concentrazioni orarie di  $\text{NO}_x$  che rappresentano l'impatto dell'impianto EOSLAB.

In Tabella 52 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie risultano pari a  $0,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e si osservano ad una distanza di circa 600 m a est del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si osservano a circa 450 m a E-NE del camino il giorno 10 marzo alle ore 9, quando il valore del flusso orario di  $\text{NO}_x$  monitorato dal SME è pari a 3,8 kg/h. Il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si verifica il

15 dicembre alle ore 11 a 250 m a sud dell'impianto, quando il valore del flusso orario di NO<sub>x</sub> monitorato dal SME è pari a 3,3 kg/h.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	C <sub>max</sub> (g/m <sup>3</sup> )
<b>Media annuale</b>				
NO <sub>x</sub>	419700	5008650	1,9	0,74
<b>Massimo orario È 15/12/2013 h 11:00</b>				
NO <sub>x</sub>	419100	5008350	3,3	50
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 10/03/2013 h 9:00</b>				
NO <sub>x</sub>	419550	5008800	3,8	23

**Tabella 52. Massime ricadute di NO<sub>x</sub> dall'impianto EOSLAB È scenario SME**

Scenario medio annuale

In Figura 18 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto EOSLAB; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo C<sub>max</sub> e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione (C<sub>1:500000</sub>, C<sub>1:50000</sub>, etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 111300 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 2110 volte rispetto all'emissione a camino.

Nella Tabella 53 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> risultano pari a 0,70 µg/m<sup>3</sup> e si osservano ad una distanza di circa 600 m a est del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a 17 µg/m<sup>3</sup>, si osservano il giorno 13 novembre alle ore 10; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a 37 µg/m<sup>3</sup>, si verifica a 400 m a sud del camino il 15 dicembre alle ore 11. Il valore del flusso orario di NO<sub>x</sub>, assunto costante nel corso della simulazione, è pari a 1,9 kg/h.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	C <sub>max</sub> (g/m <sup>3</sup> )
<b>Media annuale</b>				
NO <sub>x</sub>	419700	5008650	1,9	0,70
<b>Massimo orario È 15/12/2013 h 11:00</b>				
NO <sub>x</sub>	419100	5008200	1,9	37
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 13/11/2013 h 10:00</b>				
NO <sub>x</sub>	419550	5008800	1,9	17

**Tabella 53. Massime ricadute di NO<sub>x</sub> dall'impianto EOSLAB È scenario medio annuale**

## BIOGEN

### Scenario SME

In Figura 19 sono visualizzate le mappe della concentrazione media annuale e del 98° percentile delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> che rappresentano l'impatto dell'impianto BIOGEN.

In Tabella 54 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie risultano pari a 0,65 µg/m<sup>3</sup> e si osservano ad una distanza di 1800 m circa a E-SE del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a 17 µg/m<sup>3</sup>, si osservano a circa 850 m a nord-est del camino il giorno 27 dicembre alle ore 12, quando il valore del flusso orario di NO<sub>x</sub> monitorato dal SME è pari a 8,0 kg/h. Il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a 67 µg/m<sup>3</sup>, si verifica il 22 luglio alle ore 8 a sud-est dell'impianto, quando il valore del flusso orario di NO<sub>x</sub> monitorato dal SME è pari a 11 kg/h; l'ora precedente presenta un flusso ancora più elevato, pari a 26 kg/h, caratteristico di una fase di avviamento dell'impianto. Il fatto che il massimo orario abbia luogo in estate, e non durante le tipiche condizioni critiche invernali, è legato ad una emissione particolarmente elevata rispetto all'emissione media, peculiare di una fase di transitorio.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	C <sub>max</sub> (g/m <sup>3</sup> )
<b>Media annuale</b>				
NO <sub>x</sub>	415200	5006250	5,4	0,65
<b>Massimo orario È 22/07/2013 h 8:00</b>				
NO <sub>x</sub>	413850	5006100	11,1	67
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 27/12/2013 h 12:00</b>				
NO <sub>x</sub>	414150	5007000	8,0	17

**Tabella 54. Massime ricadute di NO<sub>x</sub> dall'impianto BIOGEN È scenario SME**

### Scenario medio annuale

Nelle Figure 20 e 21 sono mostrate rispettivamente le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto BIOGEN; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo C<sub>max</sub> e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione (C<sub>1:500000</sub>, C<sub>1:50000</sub>, etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 49386 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 898 volte rispetto all'emissione a camino.

Nella Tabella 55 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> risultano pari a 0,63 µg/m<sup>3</sup> e si osservano ad una distanza di circa 1800 m a E-SE del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a 14 µg/m<sup>3</sup>, si osservano il giorno 7 dicembre alle ore

11; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si verifica a 450 m a sud del camino il 15 dicembre alle ore 12. Il valore del flusso orario di  $\text{NO}_x$ , assunto costante nel corso della simulazione, è pari a  $5,4 \text{ kg}/\text{h}$ .

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	$C_{\text{max}}$ ( $\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Media annuale</b>				
$\text{NO}_x$	415200	5006250	5,4	0,63
<b>Massimo orario È 15/12/2013 h 12:00</b>				
$\text{NO}_x$	413400	5006100	5,4	35
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 07/12/2013 h 11:00</b>				
$\text{NO}_x$	414150	5007000	5,4	14

**Tabella 55. Massime ricadute di  $\text{NO}_x$  dall'impianto BIOGEN È scenario medio annuale**

## ASA

In Figura 22 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto ASA; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo  $C_{\text{max}}$  e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione ( $C_{1:500000}$ ,  $C_{1:50000}$ , etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 69804 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 575 volte rispetto alle concentrazioni emesse a camino.

In Tabella 56 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di  $\text{NO}_x$  risultano pari a  $0,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e si osservano ad una distanza di circa 550 m a est del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si osservano il giorno 1 marzo alle ore 10; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si verifica a 250 m a sud del camino il 15 dicembre alle ore 11. Il valore del flusso orario di  $\text{NO}_x$ , assunto costante nel corso della simulazione, è pari a  $1,2 \text{ kg}/\text{h}$ .

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	$C_{\text{max}}$ ( $\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Media annuale</b>				
$\text{NO}_x$	399450	5025300	1,2	0,75
<b>Massimo orario È 15/12/2013 h 11:00</b>				
$\text{NO}_x$	398850	5025150	1,2	91
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 01/03/2013 h 10:00</b>				
$\text{NO}_x$	399300	5025450	1,2	31

**Tabella 56. Massime ricadute di  $\text{NO}_x$  dall'impianto ASA È scenario medio annuale**

### **CODÉ CRAI OVEST**

In Figura 23 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto CODECRAI Ovest; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo  $C_{max}$  e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione ( $C_{1:500000}$ ,  $C_{1:50000}$ , etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 297500 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 6291 volte rispetto alle concentrazioni a camino.

In Tabella 57 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di  $NO_x$  risultano pari a  $0,13 \mu g/m^3$  e si osservano ad una distanza di circa 500 m E-SE del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $3,2 \mu g/m^3$ , si osservano il giorno 20 gennaio alle ore 10; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $6,3 \mu g/m^3$ , si verifica a 250 m S-SO del camino il 15 dicembre alle ore 11. Il valore del flusso orario di  $NO_x$ , assunto costante nel corso della simulazione, è pari a  $0,21 \text{ kg/h}$ .

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	$C_{max}$ ( $g/m^3$ )
<b>Media annuale</b>				
$NO_x$	400350	5003100	0,21	0,13
<b>Massimo orario È 15/12/2013 h 11:00</b>				
$NO_x$	399750	5003100	0,21	6,3
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 20/01/2013 h 10:00</b>				
$NO_x$	400200	5003400	0,21	3,2

**Tabella 57. Massime ricadute di  $NO_x$  dall'impianto CODECRAI È scenario medio annuale**

### **HEAT & POWER**

In Figura 24 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto HEAT & POWER; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo  $C_{max}$  e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione ( $C_{1:500000}$ ,  $C_{1:50000}$ , etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 252.419 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 3127 volte rispetto alle concentrazioni a camino.

In Tabella 58 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di  $NO_x$  risultano pari a  $0,16 \mu g/m^3$  e si osservano ad una distanza di circa 650 a E-SE del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $4,0 \mu g/m^3$ , si osservano il giorno 2 marzo alle ore 11; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $13 \mu g/m^3$ , si verifica a 350 m a N-NE del



camino il 6 gennaio alle ore 18. Il valore del flusso orario di NO<sub>x</sub>, assunto costante nel corso della simulazione, è pari a 0,32 kg/h.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	C <sub>max</sub> (g/m <sup>3</sup> )
<b>Media annuale</b>				
NO <sub>x</sub>	405150	5001000	0,32	0,16
<b>Massimo orario È 08/01/2013 h 18:00</b>				
NO <sub>x</sub>	404700	5001450	0,32	13
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 02/03/2013 h 11:00</b>				
NO <sub>x</sub>	404700	5001150	0,32	4,0

**Tabella 58. Massime ricadute di NO<sub>x</sub> dall'impianto HEAT&POWER È scenario medio annuale**

### **RACCA GIUSEPPE E FIGLI**

In Figura 25 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto RACCA Giuseppe & figli; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo C<sub>max</sub> e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione (C<sub>1:500000</sub>, C<sub>1:50000</sub>, etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 387.424 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 5.353 volte rispetto alle concentrazioni emesse a camino.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	C <sub>max</sub> (g/m <sup>3</sup> )
<b>Media annuale</b>				
NO <sub>x</sub>	406950	4999950	0,99	0,30
<b>Massimo orario È 15/12/2013 h 11:00</b>				
NO <sub>x</sub>	406500	4999950	0,99	21
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 15/10/2013 h 10:00</b>				
NO <sub>x</sub>	406800	5000100	0,99	10

**Tabella 59. Massime ricadute di NO<sub>x</sub> dall'impianto RACCA È scenario medio annuale**

In Tabella 59 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> risultano pari a 0,30 µg/m<sup>3</sup> e si osservano ad una distanza di circa 450 m ad E-SE del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a 10 µg/m<sup>3</sup> si osservano il giorno 15 ottobre alle ore 10; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a 21 µg/m<sup>3</sup>, si verifica a 250 m a sud del camino il 15 dicembre alle ore 11. Il valore del flusso orario di NO<sub>x</sub>, assunto costante nel corso della simulazione, è pari a 0,99 kg/h.

### **SOCIETÁ AGRICOLA GENOLA**

In Figura 26 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto della Società Agricola GENOLA; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo  $C_{max}$  e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione ( $C_{1:500000}$ ,  $C_{1:50000}$ , etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 306.424 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 3973 volte rispetto alle concentrazioni emesse a camino.

In Tabella 60 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di  $NO_x$  risultano pari a  $0,39 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e si osservano ad una distanza di circa 650 m a SE del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  si osservano il giorno 13 febbraio alle ore 10; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si verifica a 250 m a sud del camino il 15 dicembre alle ore 11. Il valore del flusso orario di  $NO_x$ , assunto costante nel corso della simulazione, è pari a 1,1 kg/h.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	$C_{max}$ ( $\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Media annuale</b>				
$NO_x$	401100	5013900	1,1	0,39
<b>Massimo orario È 15/12/2013 h 11:00</b>				
$NO_x$	400500	5013900	1,1	30
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 13/02/2013 h 10:00</b>				
$NO_x$	400800	5014200	1,1	10

**Tabella 60. Massime ricadute di  $NO_x$  dall'impianto GENOLA È scenario medio annuale**

### **SOCIETÁ AGRICOLA CERVINO**

In Figura 27 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto della Società Agricola CERVINO; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo  $C_{max}$  e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione ( $C_{1:500000}$ ,  $C_{1:50000}$ , etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 336.121 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 5.070 volte rispetto alle concentrazioni emesse a camino.

In Tabella 61 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di  $NO_x$  risultano pari a  $0,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e si osservano ad una distanza di circa 500 m a S-E del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $8,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  si osservano il giorno 16 dicembre alle ore

11; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si verifica a 100 m a sud del camino il 6 ottobre alle ore 9. Il valore del flusso orario di  $\text{NO}_x$ , assunto costante nel corso della simulazione, è pari a  $0,69 \text{ kg}/\text{h}$ .

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	$C_{\text{max}}$ ( $\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Media annuale</b>				
$\text{NO}_x$	401850	5012850	0,69	0,35
<b>Massimo orario È 06/10/2013 h 9:00</b>				
$\text{NO}_x$	401400	5013000	0,69	23
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 16/12/2013 h 11:00</b>				
$\text{NO}_x$	401700	5013150	0,69	8,3

**Tabella 61. Massime ricadute di  $\text{NO}_x$  dall'impianto CERVINO È scenario medio annuale**

### **SOCIETÀ AGRICOLA TENUTA DUCA**

In Figura 28 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto della Società Agricola Tenuta DUCA; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo  $C_{\text{max}}$  e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione ( $C_{1:500000}$ ,  $C_{1:50000}$ , etc.). Nel punto di massima ricaduta si osserva che le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 163.903 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 5.435 volte rispetto alle concentrazioni emesse a camino.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	$C_{\text{max}}$ ( $\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Media annuale</b>				
$\text{NO}_x$	422400	5005950	1,2	0,72
<b>Massimo orario È 15/12/2013 h 11:00</b>				
$\text{NO}_x$	421950	5005500	1,2	22
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 04/12/2013 h 12:00</b>				
$\text{NO}_x$	422250	5006100	1,2	12

**Tabella 62. Massime ricadute di  $\text{NO}_x$  dall'impianto DUCA È scenario medio annuale**

In Tabella 62 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di  $\text{NO}_x$  risultano pari a  $0,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e si osservano ad una distanza di circa 500 m a E del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  si osservano il giorno 4 dicembre alle ore 12; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si verifica a 400 m a sud del camino il 15 dicembre alle ore 11. Il valore del flusso orario di  $\text{NO}_x$ , assunto costante nel corso della simulazione, è pari a  $1,2 \text{ kg}/\text{h}$ .

### EGEA NEW ENERGY

In Figura 29 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto della Società EGEA New Energy; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo  $C_{max}$  e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione ( $C_{1:500000}$ ,  $C_{1:50000}$ , etc.). Nel punto di massima ricaduta si osserva che le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 290.631 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 4.767 volte rispetto alle concentrazioni emesse a camino.

In Tabella 63 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di  $NO_x$  risultano pari a  $0,40 \mu g/m^3$  e si osservano ad una distanza di circa 500 m a S-E del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $9,8 \mu g/m^3$  si osservano il giorno 30 luglio alle ore 8; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $24 \mu g/m^3$ , si verifica a 200 m a sud del camino il 15 dicembre alle ore 11. Il valore del flusso orario di  $NO_x$ , assunto costante nel corso della simulazione, è pari a  $0,83 \text{ kg/h}$ .

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	$C_{max}$ ( $g/m^3$ )
<b>Media annuale</b>				
$NO_x$	402450	5021550	0,83	0,40
<b>Massimo orario È 15/12/2013 h 11:00</b>				
$NO_x$	402000	5021550	0,83	24
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 30/07/2013 h 8:00</b>				
$NO_x$	402300	5021850	0,83	9,8

**Tabella 63. Massime ricadute di  $NO_x$  dall'impianto EGEA È scenario medio annuale**

### AGRINORD ENERGIA

In Figura 30 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto della Società AGRINORD; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo  $C_{max}$  e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione ( $C_{1:500000}$ ,  $C_{1:50000}$ , etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 241.587 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 3.359 volte rispetto alle concentrazioni a camino.

In Tabella 64 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di  $NO_x$  risultano pari a  $0,48 \mu g/m^3$  e si osservano ad una distanza di circa 600 m a S-E del camino, mentre quelle in termini di 98°

percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $11,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  si osservano il giorno 23 dicembre alle ore 11; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $34,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si verifica a 250 m a S-SE del camino il 15 dicembre alle ore 11. Il valore del flusso orario di  $\text{NO}_x$ , assunto costante nel corso della simulazione, è pari a  $1,3 \text{ kg}/\text{h}$ .

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	$C_{\text{max}}$ ( $\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Media annuale</b>				
$\text{NO}_x$	412050	5014050	1,3	0,48
<b>Massimo orario È 15/12/2013 h 11:00</b>				
$\text{NO}_x$	411900	5013600	1,3	35
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 23/12/2013 h 12:00</b>				
$\text{NO}_x$	412050	5014050	1,3	11

**Tabella 64. Massime ricadute di  $\text{NO}_x$  dall'impianto AGRINORD È scenario medio annuale**

### **SOCIETÀ AGRICOLA F.LLI VILLOSIO S.S.**

In Figura 31 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto della Società Agricola Fratelli VILLOSIO S.S.; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo  $C_{\text{max}}$  e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione ( $C_{1:500000}$ ,  $C_{1:50000}$ , etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 234.149 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 3.975 volte rispetto alle concentrazioni emesse a camino.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	$C_{\text{max}}$ ( $\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Media annuale</b>				
$\text{NO}_x$	415500	5012550	1,3	0,49
<b>Massimo orario È 9/12/2013 h 11:00</b>				
$\text{NO}_x$	415350	5012850	1,3	29
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 07/12/2013 h 11:00</b>				
$\text{NO}_x$	415350	5012850	1,3	14

**Tabella 65. Massime ricadute di  $\text{NO}_x$  dall'impianto VILLOSIO È scenario medio annuale**

In Tabella 65 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di  $\text{NO}_x$  risultano pari a  $0,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e si osservano ad una distanza di circa 500 m a E-SE del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  si osservano il giorno 7 dicembre alle ore 11; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si verifica a 400 m a E-NE del camino il 9 dicembre alle ore 11. Il valore del flusso orario di  $\text{NO}_x$ , assunto costante nel corso della simulazione, è pari a  $1,3 \text{ kg}/\text{h}$ .

## Dominio sud

### C&T

#### Scenario SME

In Figura 32 sono visualizzate le mappe della concentrazione media annuale e del 98° percentile delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> che rappresentano l'impatto dell'impianto C&T.

In Tabella 66 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie risultano pari a 1,9 µg/m<sup>3</sup> e si osservano ad una distanza di circa 950 m a est del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a 28 µg/m<sup>3</sup>, si osservano a circa 350 m a est del camino il giorno 9 marzo alle ore 10, quando il valore del flusso orario di NO<sub>x</sub> monitorato dal SME è pari a 15 kg/h. Il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a 81 µg/m<sup>3</sup>, si verifica il 9 dicembre alle ore 12, quando il valore del flusso orario di NO<sub>x</sub> monitorato dal SME è pari a 15 kg/h.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	C <sub>max</sub> (g/m <sup>3</sup> )
<b>Media annuale</b>				
NO <sub>x</sub>	379800	4974900	12	1,9
<b>Massimo orario È 09/12/2013 h 12:00</b>				
NO <sub>x</sub>	378450	4975200	15	81
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 09/03/2013 h 10:00</b>				
NO <sub>x</sub>	379200	4974900	15	28

**Tabella 66. Massime ricadute di NO<sub>x</sub> dall'impianto C&T È scenario SME**

#### Scenario medio annuale

Nelle Figure 33 e 34 sono mostrate rispettivamente le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto di C&T; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo C<sub>max</sub> e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione (C<sub>1:500000</sub>, C<sub>1:50000</sub>, etc.). Nel punto di massima ricaduta si osserva che le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 39.693 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 846 volte rispetto alle concentrazioni a camino.

In Tabella 67 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> risultano pari a 1,9 µg/m<sup>3</sup> e si osservano ad una distanza di circa 900 m a est del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a 26 µg/m<sup>3</sup> si osservano il giorno 16 febbraio alle ore 10; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a 91 µg/m<sup>3</sup>, si verifica a 150 m a nord del camino il 27 gennaio alle ore 12. Il valore del flusso orario di NO<sub>x</sub>, assunto costante nel corso della simulazione, è pari a 12 kg/h.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	C <sub>max</sub> (g/m <sup>3</sup> )
<b>Media annuale</b>				
NO <sub>x</sub>	379800	4974900	12	1,9
<b>Massimo orario È 27/01/2013 h 12:00</b>				
NO <sub>x</sub>	378750	4975050	12	91
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 16/02/2013 h 10:00</b>				
NO <sub>x</sub>	379350	4974900	12	26

**Tabella 67. Massime ricadute di NO<sub>x</sub> dall'impianto C&T È scenario medio annuale**

### **SCALENGHE BIOGAS SOCIETÀ AGRICOLA**

In Figura 35 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto della Società Agricola SCALENGHE Biogas; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo C<sub>max</sub> e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione (C<sub>1:500000</sub>, C<sub>1:50000</sub>, etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 254.253 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 4.990 volte rispetto alle concentrazioni emesse a camino.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	C <sub>max</sub> (g/m <sup>3</sup> )
<b>Media annuale</b>				
NO <sub>x</sub>	378450	4973850	1,3	0,45
<b>Massimo orario È 09/03/2013 h 10:00</b>				
NO <sub>x</sub>	377700	4973850	1,3	23
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 31/12/2013 h 11:00</b>				
NO <sub>x</sub>	377850	4973850	1,3	7,5

**Tabella 68. Massime ricadute di NO<sub>x</sub> dall'impianto SCALENGHE È scenario medio annuale**

In Tabella 68 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> risultano pari a 0,45 µg/m<sup>3</sup> e si osservano ad una distanza di circa 750 m a est del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a 7,5 µg/m<sup>3</sup> si osservano il giorno 31 dicembre alle ore 11; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a 23 µg/m<sup>3</sup>, si verifica nei pressi dell'impianto il 9 marzo alle ore 10. Il valore del flusso orario di NO<sub>x</sub>, assunto costante nel corso della simulazione, è pari a 1,3 kg/h.

### **BIO-ENERGY**

In Figura 36 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto della Società BIO-ENERGY; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di

concentrazione massima al suolo  $C_{max}$  e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione ( $C_{1:500000}$ ,  $C_{1:50000}$ , etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 316.295 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 6.250 volte rispetto alle concentrazioni emesse a camino.

In Tabella 69 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di  $NO_x$  risultano pari a  $0,37 \mu g/m^3$  e si osservano ad una distanza di circa 500 m a est del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $7,4 \mu g/m^3$  si osservano il giorno 4 dicembre alle ore 11; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $19 \mu g/m^3$ , si verifica a 200 m a N-NO del camino il 18 dicembre alle ore 12. Il valore del flusso orario di  $NO_x$ , assunto costante nel corso della simulazione, è pari a  $0,68 \text{ kg/h}$ .

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	$C_{max}$ ( $g/m^3$ )
<b>Media annuale</b>				
$NO_x$	386100	4967400	0,68	0,37
<b>Massimo orario È 18/12/2013 h 12:00</b>				
$NO_x$	385500	4967550	0,68	19
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 04/12/2013 h 11:00</b>				
$NO_x$	385800	4967550	0,68	7,4

**Tabella 69. Massime ricadute di  $NO_x$  dall'impianto BIO-ENERGY È scenario medio annuale**

### **AGRIENERGIA NONE 2012**

In Figura 37 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto della Società AGRIENERGIA NONE 2012; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo  $C_{max}$  e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione ( $C_{1:500000}$ ,  $C_{1:50000}$ , etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 293.779 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 6.260 volte rispetto alle concentrazioni emesse a camino.

In Tabella 70 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di  $NO_x$  risultano pari a  $0,41 \mu g/m^3$  e si osservano ad una distanza di circa 700 m a est del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $7,1 \mu g/m^3$  si osservano il giorno 15 ottobre alle ore 11; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $19 \mu g/m^3$ , si verifica nei pressi



dell'impianto il 18 dicembre alle ore 12. Il valore del flusso orario di NO<sub>x</sub>, assunto costante nel corso della simulazione, è pari a 0,98 kg/h.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	C <sub>max</sub> (g/m <sup>3</sup> )
<b>Media annuale</b>				
NO <sub>x</sub>	385950	4975350	0,98	0,41
<b>Massimo orario È 18/12/2013 h 12:00</b>				
NO <sub>x</sub>	385200	4975350	0,98	19
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 15/10/2013 h 11:00</b>				
NO <sub>x</sub>	385500	4975500	0,98	7,1

**Tabella 70. Massime ricadute di NO<sub>x</sub> dall'impianto AGRIENERGIA È scenario medio annuale**

### **SOCIETÀ COOPERATIVA AGRICOLA BRENTATORI**

In Figura 38 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto della Società BRENTATORI; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo C<sub>max</sub> e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione (C<sub>1:500000</sub>, C<sub>1:50000</sub>, etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 335.678 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 7.397 volte rispetto alle concentrazioni emesse a camino.

In Tabella 71 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> risultano pari a 0,35 µg/m<sup>3</sup> e si osservano ad una distanza di circa 700 m a E-SE del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a 5,4 µg/m<sup>3</sup> si osservano il giorno 31 marzo alle ore 9; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a 16 µg/m<sup>3</sup>, si verifica a 500 m a sud-ovest del camino il 9 marzo alle ore 11. Il valore del flusso orario di NO<sub>x</sub>, assunto costante nel corso della simulazione, è pari a 0,83 kg/h.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	C <sub>max</sub> (g/m <sup>3</sup> )
<b>Media annuale</b>				
NO <sub>x</sub>	379950	4980150	0,83	0,35
<b>Massimo orario È 09/03/2013 h 11:00</b>				
NO <sub>x</sub>	379050	4980150	0,83	16
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 31/03/2013 h 9:00</b>				
NO <sub>x</sub>	379650	4980300	0,83	5,4

**Tabella 71. Massime ricadute di NO<sub>x</sub> dall'impianto BRENTATORI È scenario medio annuale**

## **SOCIETÀ AGRICOLA CAVAGLIÀ BRUNO**

In Figura 39 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto della Società Agricola Cavaglià Bruno; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo  $C_{max}$  e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione ( $C_{1:500000}$ ,  $C_{1:50000}$ , etc.). Nel punto di massima ricaduta, si osserva che le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 251.270 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 7.133 volte rispetto a quanto emesso a camino.

In Tabella 72 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di  $NO_x$  risultano pari a  $0,46 \mu g/m^3$  e si osservano ad una distanza di circa 700 m a E-SE del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $6,0 \mu g/m^3$  si osservano il giorno 5 gennaio alle ore 21; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $16,2 \mu g/m^3$ , si verifica a 150 m a N-NE del camino il 9 marzo alle ore 10. Il valore del flusso orario di  $NO_x$ , assunto costante nel corso della simulazione, è pari a  $0,84 \text{ kg/h}$ .

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	$C_{max}$ (g/m <sup>3</sup> )
<b>Media annuale</b>				
$NO_x$	381900	4981650	0,84	0,46
<b>Massimo orario È 09/03/2013 h 10:00</b>				
$NO_x$	381300	4981950	0,84	16
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 05/01/2013 h 21:00</b>				
$NO_x$	382200	4981800	0,84	6,0

**Tabella 72. Massime ricadute di  $NO_x$  dall'impianto CAVAGLIÀ scenario medio annuale**

## **BIO CANALI**

In Figura 40 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto della Società Bio Canali; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo  $C_{max}$  e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione ( $C_{1:500000}$ ,  $C_{1:50000}$ , etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 236.793 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 5.120 volte rispetto alle concentrazioni a camino.

In Tabella 73 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di  $NO_x$  risultano pari a  $0,49 \mu g/m^3$  e si osservano ad una distanza di circa 700 m a est del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $8,5 \mu g/m^3$  si osservano il giorno 8 maggio alle ore 8; il

valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si verifica a 250 m a nord-ovest del camino 18 dicembre alle ore 12. Il valore del flusso orario di  $\text{NO}_x$ , assunto costante nel corso della simulazione, è pari a  $1,4 \text{ kg}/\text{h}$ .

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	$C_{\text{max}}$ ( $\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Media annuale</b>				
$\text{NO}_x$	378300	4969650	1,4	0,49
<b>Massimo orario È 18/12/2013 h 12:00</b>				
$\text{NO}_x$	377400	4969800	1,4	23
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 08/05/2013 h 8:00</b>				
$\text{NO}_x$	377850	4969650	1,4	8,5

**Tabella 73. Massime ricadute di  $\text{NO}_x$  dall'impianto BIOCANALI È scenario medio annuale**

## **SPERANZA COOPERATIVA AGRICOLA**

### Scenario senza cogenerazione

In Figura 41 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto della Società Cooperativa Speranza in assenza di cogenerazione; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo  $C_{\text{max}}$  e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione ( $C_{1:500000}$ ,  $C_{1:50000}$ , etc.). Nel punto di massima ricaduta si osserva che le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 117.511 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 2.444 volte rispetto alle concentrazioni emesse a camino.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	$C_{\text{max}}$ ( $\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Media annuale</b>				
$\text{NO}_x$	387600	4978800	1,4	0,77
<b>Massimo orario È 09/03/2013 h 10:00</b>				
$\text{NO}_x$	386850	4979100	1,4	37
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 15/02/2013 h 11:00</b>				
$\text{NO}_x$	387150	4979250	1,4	15

**Tabella 74. Massime ricadute di  $\text{NO}_x$  dall'impianto SPERANZA È scenario medio annuale in assenza di cogenerazione**

In Tabella 74 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di  $\text{NO}_x$  risultano pari a  $0,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e si osservano ad una distanza di circa 750 m a E-SE del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  si osservano il giorno 15 febbraio alle ore 11; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si verifica a 100 m a nord del

camino il 9 marzo alle ore 10. Il valore del flusso orario di NO<sub>x</sub>, assunto costante nel corso della simulazione, è pari a 1,4 kg/h.

### Scenario con cogenerazione

In Figura 42 sono mostrate le mappe di diluizione delle concentrazioni medie annuali e delle concentrazioni massime orarie relative all'impianto della Società Cooperativa Speranza in presenza di cogenerazione; nelle tabelle sono indicati per ogni inquinante emesso dall'impianto i valori di concentrazione a camino, i valori di concentrazione massima al suolo C<sub>max</sub> e i valori di concentrazione al suolo associati ai rapporti di diluizione (C<sub>1:500000</sub>, C<sub>1:50000</sub>, etc.). Si osserva che, nel punto di massima ricaduta, le massime concentrazioni medie annuali sono diluite al suolo 113.220 volte, mentre le massime concentrazioni orarie risultano diluite al suolo 3.324 volte rispetto alle emissioni a camino.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	C <sub>max</sub> ( g/m <sup>3</sup> )
<b>Media annuale</b>				
NO <sub>x</sub>	387450	4978950	1,4	1,7
<b>Massimo orario È19/10/2013 h 16:00</b>				
NO <sub>x</sub>	387000	4978950	1,4	58
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 13/08/2013 h 8:00</b>				
NO <sub>x</sub>	387150	4978950	1,4	25

**Tabella 75. Massime ricadute di NO<sub>x</sub> dall'impianto SPERANZA È scenario medio annuale in presenza di cogenerazione**

In Tabella 75 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> risultano pari a 1,7 µg/m<sup>3</sup> e si osservano ad una distanza di circa 600 m a est del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a 25 µg/m<sup>3</sup> si osservano il giorno 13 agosto alle ore 8; il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a 58 µg/m<sup>3</sup>, si verifica a 100 m a est del camino il 19 ottobre alle ore 16. Il valore del flusso orario di NO<sub>x</sub>, assunto costante nel corso della simulazione, è pari a 1,4 kg/h.

### Scenario medio annuale

In Figura 43 è visualizzata la mappa della concentrazione media annuale delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> che rappresentano l'impianto della Società Cooperativa Speranza nella ipotesi che l'impianto cogeneri nei mesi invernali (dal 1° novembre al 30 aprile) e non cogeneri nei restanti mesi.

In Tabella 76 sono riportati i valori degli indicatori nei punti di massima ricaduta. Le massime ricadute in termini di media annuale delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> risultano pari a 1,1 µg/m<sup>3</sup> e si osservano ad una distanza di circa 600 m a est del camino, mentre quelle in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie, pari a 22 µg/m<sup>3</sup> si osservano il giorno 14 dicembre alle ore 9;

il valore massimo orario di concentrazione al suolo, pari a  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si verifica a 100 m a nord del camino il 9 marzo alle ore 10. Il valore del flusso orario di  $\text{NO}_x$ , assunto costante nel corso della simulazione, è pari a 1,1 kg/h.

Inquinante	x (m)	y (m)	Flusso (kg/h)	$C_{\text{max}}$ ( $\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Media annuale</b>				
$\text{NO}_x$	387450	4978950	1,4	1,1
<b>Massimo orario È 09/03/2013 h 10:00</b>				
$\text{NO}_x$	386850	4979100	1,1	55
<b>99,8° percentile delle medie orarie - 14/12/2013 h 9:00</b>				
$\text{NO}_x$	387900	4980000	1,4	22

**Tabella 76. Massime ricadute di  $\text{NO}_x$  dall'impianto SPERANZA È scenario medio annuale**

### SCENARI COMPLESSIVI

A completamento delle elaborazioni condotte sui singoli impianti, si è ritenuto utile produrre le mappe delle concentrazioni medie annuali risultanti dal contributo di tutti gli impianti simulati; le mappe sono mostrate in Figura 44 e Figura 45, rispettivamente per il dominio nord e sud. In Tabella 77 sono riportati i valori delle concentrazioni medie annuali nei punti di massima ricaduta per i due domini dovuti all'impatto cumulato di tutte le sorgenti. La massima concentrazione media annuale per il dominio nord è pari a  $0,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e si verifica ad una distanza di circa 550 m dall'impianto ASA Azienda Servizi Ambiente, che risulta essere il contributo più significativo (91%) rispetto al totale; la massima concentrazione media annuale per il dominio sud è pari a  $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e si verifica ad una distanza di circa 950 m dall'impianto C&T, che risulta essere il contributo più significativo (90%) rispetto al totale.

Inquinante	Dominio	x (m)	y (m)	$C_{\text{max}}$ ( $\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Media annuale</b>				
$\text{NO}_x$	nord	399450	5025300	0,82
$\text{NO}_x$	sud	379800	4974900	2,1

**Tabella 77. Massime ricadute di  $\text{NO}_x$  nei due domini**

In Tabella 78 e Tabella 79 sono invece riportati la sintesi delle caratteristiche emissive e i valori delle massime ricadute al suolo in termini di concentrazione media annuale per ciascun impianto dei due domini per gli ossidi di azoto, ordinati rispetto al valore di concentrazione massima al suolo.

Impianto	h (m)	d (m)	T (°K)	v (m/s)	F (kg/h)	C <sub>caming</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	C <sub>myy,max</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	C <sub>mxx,max</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	C <sub>99,8,max</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
ASA Azienda Servizi Ambiente	12	1	385	8,3	1,2	52	0,75	91	31
SOC. AGR. TENUTA DUCA	10	0,35	713	29,0	1,2	118	0,72	22	12
EOSLAB S.r.l.	15,5	0,8	438	13,4	1,9	78	0,70	37	17
BIOGEN CHIVASSO S.r.l.	25	1,6	528	23,9	5,4	31	0,63	35	14
SIPEA S.r.l.	40	1,8	408	6,5	4,9	82	0,58	63	18
SOC. AGR. F.LLI VILLOSIO S.S	10	0,35	730	32,7	1,3	115	0,49	29	14
AGRINORD ENERGIA	10	0,35	723	31,6	1,3	116	0,48	35	11
EGEA NEW ENERGY	10	0,3	723	28,3	0,83	116	0,40	24	9,8
SOC. AGR. GENOLA	10	0,3	708	35,9	1,1	118	0,39	30	10
PROVANA CALORE S.r.l.	20	0,99	393	10,0	1,7	60	0,38	80	29
SOC. AGR. CERVINO	10	0,25	723	33,5	0,69	116	0,35	23	8,3
RACCA GIUSEPPE E FIGLI	10	0,3	733	34,1	0,99	114	0,30	21	10
HEAT&POWER	14	0,6	393	7,9	0,32	39	0,16	13	4,0
CODE' CRAI OVEST	6,35	0,5	461	7,4	0,21	39	0,13	6,3	3,2

**Tabella 78. Caratteristiche emissive e massime ricadute al suolo per ciascun impianto del dominio nord**

Impianto	h (m)	d (m)	T (°K)	v (m/s)	F (kg/h)	C <sub>caming</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	C <sub>myy,max</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	C <sub>mxx,max</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	C <sub>99,8,max</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
C & T S.p.A.	40	1,9	398	15,1	11,9	77	1,9	91	26
SPERANZA COOP. AGR.	7,5	0,35	461	22,4	1,36	193	1,7	58	25
SPERANZA COOP. AGR.	7,5	0,35	758	43,2	1,36	91	0,8	37	15
BIO CANALI	10	0,35	723	33,7	1,4	116	0,49	23	8,5
SOC. AGR. CAVAGLIA BRUNO	10	0,3	723	28,4	0,8	116	0,46	16	6,0
SCALENGHE BIOGAS SOC. AGR.	10	0,35	730	32,2	1,3	115	0,45	23	7,5
AGRIENERGIA NONE 2012	10	0,3	703	32,3	1,0	119	0,41	19	7,1
BIO-ENERGY	10	0,25	724	33,1	0,7	116	0,37	19	7,4
SOC. AGR. COOP. BRENTATORI	10	0,3	723	28,1	0,8	116	0,35	16	5,4

**Tabella 79. Caratteristiche emissive e massime ricadute al suolo per ciascun impianto del dominio sud**

Per fornire un riferimento che permetta di valutare il contributo dei vari impianti alla qualità dell'aria nelle aree studiate, le mappe delle Figure 44 e 45 sono state sovrapposte ai dati di concentrazione media annua riportate su grigliato di 4 x 4 km<sup>2</sup> ottenute dalle simulazioni effettuate da Arpa a supporto di Regione Piemonte per la Valutazione Annuale della Qualità dell'aria (di seguito VAQ). Queste simulazioni sono realizzate con la stessa catena modellistica adottata nel presente studio ma nella quale, anziché un modello lagrangiano a particelle, si utilizza un modello euleriano di chimica e trasporto (modello CTM, *Chemical Transport Model*), per la produzione di

simulazioni a risoluzione di 4 chilometri sul territorio regionale, per fornire campi di concentrazione tridimensionale dei principali inquinanti atmosferici, sia primari che secondari. La simulazione VAQ utilizzata come riferimento è riferita all'anno 2013, quindi coincidente temporalmente con le simulazioni per gli impianti a biomassa; le emissioni sono calcolate a partire dall'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA) di Regione Piemonte nella versione più aggiornata disponibile (IREA 2008). Considerando che tutti gli impianti a biomassa descritti in questo studio, fatta eccezione per C&T, non sono censiti nell'Inventario come sorgenti puntuali (a causa della ridotta taglia emissiva come ASA di Castellamonte e Provana Calore di Leinì o perché entrati in attività successivamente al 2008) le concentrazioni medie annue della VAQ rappresentano effettivamente un valore di fondo al quale le ricadute degli impianti a biomassa vanno sommati. Il confronto tra le ricadute al suolo degli impianti, che si riferiscono agli ossidi di azoto totali (espressi come  $\text{NO}_x$ ), e i dati di fondo di  $\text{NO}_2$  avviene ipotizzando cautelativamente una totale conversione di  $\text{NO}_x$  a  $\text{NO}_2$ . In realtà, sebbene non sia possibile definire un rateo univoco (in quanto esso dipende da fattori quali le concentrazioni di ozono che gli inquinanti presenti nel pennacchio incontrano nell'atmosfera circostante e le condizioni meteorologiche), è possibile stimare fattori di conversione che variano dal 60 al 90% in funzione della stagione<sup>14</sup>.

Analizzando il dominio nord, si osserva che la VAQ prevede superamenti del valore medio annuo per il biossido di azoto in un'area collocata nell'angolo SW del dominio che, prevalentemente, non risente delle ricadute degli impianti a biomassa; fa eccezione un'unica cella, coincidente con la zona più a W del comune di Settimo Torinese, dove le concentrazioni stimate sono pari a  $40,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In quest'area, il contributo medio annuo degli impianti più prossimi è di  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{NO}_x$ , quindi piuttosto modesto. I contributi più significativi in termini di media annua nel dominio sono associati ai due impianti a biomassa solida ASA di Castellamonte ( $0,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e Eoslab di Torrazza ( $0,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e all'impianto a biogas Società Agricola Tenuta Duca di Verolengo ( $0,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ); i valori di fondo stimati dalla VAQ risultano essere ampiamente al di sotto del valore limite per la media annua del biossido di azoto, in particolare nell'area di Castellamonte, con concentrazioni inferiori ai  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{NO}_2$ , ma anche in quella circostante le altre due aziende, con concentrazioni stimate ampiamente al di sotto dei  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{NO}_2$ .

Passando al dominio sud, l'unica cella del dominio ove per i dati di fondo si stima un superamento è situata nell'angolo NE in corrispondenza del territorio comunale di Nichelino, con  $43,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{NO}_2$ , area nella quale l'apporto degli impianti a biomassa è molto limitato (al massimo pari a  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{NO}_x$ ). L'impianto che contribuisce più significativamente alle concentrazioni medie annue di ossidi di azoto è l'impianto a biomassa legnosa C&T di Airasca, con  $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{NO}_x$ ; va ricordato non solo che il contributo di C&T risulta essere l'unico già incluso nel fondo come sorgente puntuale, con apporto presumibilmente prevalente nella cella

<sup>14</sup> Janssen L. H. J. M. et al.: A classification of NO oxidation rates in power plant plumes based on atmospheric conditions ó Atmospheric Environment Vol. 22, No. 1, pp. 43-53, 1988

caratterizzata da una concentrazione pari a  $24,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{NO}_2$  stimato dalla VAQ ma anche che per la simulazione regionale l'Inventario delle emissioni prevede per questo impianto valori emissivi di  $\text{NO}_x$  decisamente superiori a quelli usati nel presente lavoro (un flusso di massa di circa  $30 \text{ kg}/\text{h}$  contro i  $12 \text{ kg}/\text{h}$  medi desunti dai dati SME<sup>15</sup>, oltre ad un'altezza camino che è circa la metà di quella reale), con conseguente sovrastima dell'impatto reale della C&T. Per quanto riguarda il contributo più rilevante (questa volta tuttavia da considerarsi aggiuntivi alle concentrazioni di fondo) si stima quello associato alla Società Agricola Speranza di Candiolo alimentata a biogas, ipotizzandola in assetto cogenerativo durante tutto l'anno, con una concentrazione media annua di  $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di ossidi di azoto; in realtà, considerando il reale ciclo annuale la concentrazione massima stimata risulta essere di  $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tutti i rimanenti impianti del dominio, tutti a biogas, contribuiscono alle medie annue con concentrazioni inferiori a  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{NO}_x$ . Le concentrazioni massime di  $\text{NO}_x$  sul breve periodo sono più significative e per entrambi i domini sono pari a  $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in un caso associate alle ricadute di ASA di Castellamonte e nell'altro di C&T di Airasca, ma per entrambe le aziende il 99,8° percentile di  $\text{NO}_x$  si riduce a concentrazioni prossime ai  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Per quanto riguarda il monossido di carbonio, il cui indicatore per la normativa è la media mobile sulle 8 ore, per poter avere informazioni circa i contributi delle diverse aziende è possibile far riferimento alla massima media oraria; questa risulta essere pari a  $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel dominio sud dovuta alla Società Agricola Speranza di Candiolo in assetto cogenerativo e a  $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel dominio nord associata alla ditta ASA di Castellamonte. Entrambi i valori sono ampiamente inferiori al limite previsto dalla normativa vigente ( $10 \text{ mg}/\text{m}^3$  come massima media sulle 8 ore).

Procedendo analogamente nell'individuazione, per ogni inquinante, degli impianti che impattano maggiormente in ogni area di calcolo, nel dominio nord, Eoslab di Torrazza ha un contributo alle concentrazioni medie annue di particolato PM10 primario pari a  $0,059 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mentre nel dominio sud C&T contribuisce con un valore di  $0,0034 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . I valori del PM2.5 primario risultano essere ancora inferiori e decisamente poco rilevanti. Per una valutazione corretta dei contributi delle diverse aziende alle frazioni del particolato si dovrebbe utilizzare un modello CTM in grado di stimarne la componente secondaria.

Nel caso dei COT, il valore medio annuo più elevato è associato agli impianti a biogas: nel dominio sud è pari a  $4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dovuto alla Società Agricola Speranza di Candiolo in assetto cogenerativo, mentre in quello nord a  $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  associato alla Società Agricola Tenuta Duca di Verolengo; gli impianti a biomassa legnosa e liquida presentano concentrazioni massime medie annuali inferiori a  $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Relativamente alla  $\text{SO}_x$ , nel dominio sud l'impatto maggiore è dovuto alla Società Agricola Speranza di Candiolo in assetto cogenerativo che contribuisce alle concentrazioni medie annue

---

<sup>15</sup> Tali differenze sono presumibilmente attribuibili alle differenti metodologie di stima delle emissioni utilizzate nella realizzazione dell'Inventario Regionale delle Emissioni rispetto al dato puntuale derivante da misure reali.



con  $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre nel dominio nord il valore massimo è dovuto a Eoslab di Torrazza con  $0,059 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La massima media oraria per questo inquinante è stimata per l'impianto ASA di Castellamonte con  $4,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel dominio nord, mentre nel dominio sud per la Società Agricola Speranza di Candiolo in assetto cogenerativo con  $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , comunque ampiamente al di sotto dei limiti previsti dalla qualità dell'aria.

Fra gli impianti che immettono in atmosfera acido cloridrico, il contributo maggiore nel dominio sud proviene da C&T di Airasca con una concentrazione media annua di  $0,031 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre nel dominio nord il valore massimo della media annua è dovuto a SIPEA di Rivarolo con  $0,042 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nel caso dell'ammoniaca le concentrazioni massime medie annue sono dovute a Biogen di Chivasso con  $0,025 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel dominio nord e nel dominio sud a C&T di Airasca con  $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

In tutti gli impianti presso i quali sono state condotte le misure di mercurio e di acido fluoridrico, i valori rilevati sono risultati inferiori al limite di rilevabilità strumentale, pertanto non ne sono state stimate le ricadute mediante le simulazioni modellistiche.

Analizzando i risultati relativi ai microinquinanti le concentrazioni stimate sono poco significative. Nel caso dei PCB le concentrazioni massime medie annue sono pari a  $0,1 \text{ pg}/\text{m}^3$  per C&T di Airasca, ossia di un ordine di grandezza inferiori a quelle che il WHO definisce per le aree non contaminate, mentre per PCDD/PCDF il valore massimo riscontrato è associato alla Biogen di Chivasso, pari  $0,27 \text{ fg}/\text{m}^3$  cioè due ordini di grandezza inferiori a quelle del WHO per le aree di fondo.

Per quanto riguarda gli idrocarburi policiclici aromatici, le mappe di ricaduta sono relative al totale di IPA, mostrando un valore massimo nel dominio sud dovuto a C&T di Airasca pari a  $0,047 \text{ pg}/\text{m}^3$ ; è possibile, nota la concentrazione di benzo(a)pirene risultata dalle analisi, stimare per questo impianto una ricaduta massima media annua pari a  $0,035 \text{ pg}/\text{m}^3$  di B(a)P a fronte di un valore previsto dalla normativa sulla qualità dell'aria di  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ . Gli altri impianti presso i quali sono stati effettuati i campionamenti a camino presentano concentrazioni di IPA totali inferiori a quelli di C&T e, in particolare, sia presso la Biogen di Chivasso che presso la Sipea di Rivarolo le concentrazioni di benzo(a)pirene sono risultate inferiori al limite di rilevabilità strumentale.

Fra i metalli previsti dalla normativa sulla qualità dell'aria ed analizzati nel corso dello studio, arsenico e cadmio sono risultati essere al di sotto del limite di rilevabilità strumentale. Invece per il nichel, il contributo più significativo è dovuto alla C&T di Airasca, con una massima media annuale di  $0,98 \text{ ng}/\text{m}^3$ , mentre per gli altri impianti le ricadute massime hanno valori di circa due ordini di grandezza inferiori; il limite previsto dalla normativa in atmosfera per questo metallo è pari a  $20 \text{ ng}/\text{m}^3$ . Anche per il piombo C&T è l'impianto che presenta le concentrazioni massime medie annue più elevate, con  $0,98 \text{ ng}/\text{m}^3$ , comunque ampiamente inferiori ai limiti di legge ( $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Gli altri metalli rilevati dalle analisi non presentano limiti normativi alle immissioni. Le concentrazioni più elevate di metalli sono in generale associate alla C&T di Airasca, mentre negli altri impianti presso i quali sono stati effettuati campionamenti le concentrazioni sono risultate significativamente inferiori. Fra i metalli citati nelle Linee Guida WHO quello che nelle ricadute di C&T di Airasca maggiormente si avvicina alle concentrazioni di riferimento per le aree remote è il cromo, che raggiunge una massima media annua di 0,65 ng/m<sup>3</sup>, mentre per il manganese si stima una massima media annua di 0,82 ng/m<sup>3</sup>, di un ordine di grandezza inferiore ai valori delle aree remote. C&T ha poi le immissioni più elevate per zinco (3,9 ng/m<sup>3</sup>) e rame (3,6 ng/m<sup>3</sup>), mentre è l'unico impianto presso il quale siano state rilevate concentrazioni superiori al limite di rilevabilità per stagno e cobalto (entrambi con 0,49 ng/m<sup>3</sup>). Il vanadio è invece stato rilevato unicamente presso l'impianto Biogen di Chivasso, con una massima media annua nelle ricadute al suolo di 0,012 ng/m<sup>3</sup>.

## **CONCLUSIONI**

Lo studio ha preso in esame le caratteristiche emissive di 22 impianti alimentati a biomassa (solida, liquida e gassosa) presenti nel territorio della provincia di Torino e ne ha valutato la dispersione sul territorio utilizzando simulazioni modellistiche.

Dal punto di vista emissivo gli impianti sono stati accuratamente descritti e studiati sulla base di:

- dati acquisiti dagli SME, ove presenti;
- misure effettuate da Arpa, sia sui macroinquinanti che sui microinquinanti, su quattro impianti selezionati in modo da fornire indicazioni sul contributo emissivo associato ad ognuna delle diverse tipologie di alimentazione a biomassa;
- informazioni da impianti simili;

in modo da ricostruire in modo adeguatamente rappresentativo il quadro emissivo di queste tipologie di impianti e, al contempo, di ottenere le informazioni necessarie alla realizzazione delle successive simulazioni modellistiche. Queste sono state condotte su due domini collocati approssimativamente a NE e a SW della città di Torino per i quali è stata inizialmente ricostruita la meteorologia per l'anno 2013 ad un elevato dettaglio spaziale (300 metri) e sui quali sono quindi state realizzate le simulazioni dispersive condotte ad una risoluzione di 150 metri.

Ogni impianto è stato descritto singolarmente, sia dal punto di vista emissivo che dispersivo, attraverso la produzione di mappe tematiche che illustrano le ricadute al suolo ottenute a partire dai dati emissivi orari (quando disponibili attraverso gli SME) o dai dati emissivi medi annui. Per tutti gli impianti sono state prodotte anche mappe di diluizione che permettono, nota la concentrazione emessa a camino di un inquinante generico, di stimare le corrispondenti concentrazioni al suolo a parità di condizioni emissive e di anno meteorologico. Nel valutare le rappresentazioni grafiche delle mappe di diluizione è da ricordare che possono risultare fuorvianti

per la stima dell'estensione dell'area di impatto al suolo prodotto da un certo impianto, poichè le curve di isodiluizione sono ottenute normalizzando per la concentrazione emessa a camino e pertanto nel caso di una emissione ad elevata concentrazione si osserverà un'area attorno all'impianto ridotta rispetto a quella associata ad un impianto che emette concentrazioni inferiori, come si può osservare esaminando le mappe di diluizione in assetto cogenerativo e non cogenerativo dell'impianto Speranza di Candiolo.

Gli impatti più rilevanti, limitatamente agli inquinanti primari, sono sicuramente associati agli ossidi di azoto.

In generale, per quanto riguarda gli impatti degli NO<sub>x</sub> prodotti dagli impianti a biomassa dotati di SME si osserva che la stima delle concentrazioni massime sulla media annua con le due metodologie utilizzate (dati orari e dati medi annui) non mostra differenze significative, mentre nel caso dei massimi orari e del 99,8° i valori possono differire anche di una decina di µg/m<sup>3</sup> con concentrazioni generalmente più elevate nello scenario SME (fanno eccezione gli impianti Provana Calore e C&T nei quali le concentrazioni degli indicatori sul breve periodo sono più elevate nello scenario medio).

Dal punto di vista quantitativo invece, le medie annue associate alle concentrazioni stimate sono sempre molto contenute, con valori massimi che non superano generalmente 1 µg/m<sup>3</sup> (con l'eccezione di C&T di Airasca e Speranza di Candiolo). Per quanto riguarda gli indicatori sul breve periodo invece i valori sono più elevati, con concentrazioni massime al suolo che non risultano essere necessariamente legate alle differenze fra impianti di grandi e piccole dimensioni ma alle diverse caratteristiche emissive (altezza e temperatura del punto di emissione, flusso di massa). I valori massimi orari (evento unico nell'anno meteorologico simulato) sono raggiunti da C&T di Airasca e ASA di Castellamonte con 91 µg/m<sup>3</sup>, mentre il 99,8° percentile si attesta su valori circa tre volte inferiori. Per quanto riguarda l'ampiezza delle aree di impatto, si osservano differenze significative legate alle dimensioni degli impianti; ad esempio gli impianti a biogas hanno in generale aree di ricaduta più limitate ma con concentrazioni spesso paragonabili a quelle degli impianti di maggiori dimensioni proprio a causa delle differenti caratteristiche emissive.

Per quanto riguarda l'impatto degli altri inquinanti, COT, SO<sub>x</sub>, CO, polveri, HCl, metalli, PCB, PCDD/DF e IPA, le concentrazioni medie annue al suolo sono molto contenute e inferiori ai limiti di legge, qualora disponibili, o ai valori di riferimento citati nelle Linee Guida WHO.



ATTIVITÀ DI MODELLISTICA AMBIENTALE SULLA  
QUALITÀ DELL'ARIA DEI PRINCIPALI IMPIANTI PER LA  
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA E TERMICA  
ALIMENTATI A BIOMASSA SUL TERRITORIO DELLA  
PROVINCIA DI TORINO

**ALLEGATO 1**

## **METODOLOGIA UTILIZZATA PER LA PREPARAZIONE DELLA BANCA DATI PER L'INPUT EMISSIVO DEL MODELLO DI DISPERSIONE**

La predisposizione dell'input emissivo per le simulazioni modellistiche ha previsto la validazione e la ricostruzione, ove necessario, dei dati emissivi per quanto riguarda l'anno 2013. Di seguito sono riportati, suddividendoli per singola azienda, le problematiche emerse e i criteri utilizzati durante la fase di preparazione dei dati.

### **C&T S.p.A. - Airasca**

Il controllo dei flussi di massa calcolati dal sistema di monitoraggio delle emissioni ha evidenziato la presenza di alcune anomalie.

I flussi di massa dei parametri CO, NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub> sono calcolati moltiplicando i relativi valori di concentrazione tal quale (corretti in umidità, pressione e temperatura) con i valori di portata fumi secchi (corretti in umidità, temperatura e pressione). Il sistema, anziché esprimere gli NO<sub>x</sub> come NO<sub>2</sub>, non applica la trasformazione a biossido, pertanto gli ossidi di azoto risultano espressi come monossido. Inoltre, dall'esame dei dati grezzi è stato evidenziato un errore nel calcolo della portata (utilizzata per calcolare i flussi di massa) al momento della compensazione per tenere conto dell'umidità e del tenore di ossigeno di riferimento.

Nel caso delle polveri, dei COT, dell'HCl e degli SO<sub>x</sub>, ai problemi sopra evidenziati si aggiunge il fatto che, essendo i valori di concentrazione misurati molto bassi, i flussi di massa vengono posti dal sistema pari a zero, presumibilmente a causa del numero di cifre significative lette ed impostate dal sistema software. Purtroppo, dai pochi valori che sono calcolati, non è possibile capire se i calcoli vengono effettuati modo corretto.

Per tutti gli inquinanti monitorati, nel caso di stato impianto pari a "TR" (accensione o spegnimento) i flussi di massa non sono calcolati, poiché il sistema di monitoraggio nelle ore "ibride", non prevede il calcolo di tali valori.

A seguito delle difficoltà sopra elencate, i flussi di massa sono stati ricalcolati come di seguito riportato, procedendo preliminarmente al calcolo delle concentrazioni nulle o mancanti e dei parametri fisici secondo i seguenti criteri:

- I valori di concentrazione di SO<sub>x</sub>, polveri e COT, quando pari a zero durante il servizio regolare, sono stati sostituiti dalla relativa media giornaliera;
- Ai valori mancanti di concentrazione di CO, NO<sub>x</sub>, HCl e NH<sub>3</sub> è stata sostituita la media annuale calcolata considerando i diversi stati dell'impianto;
- La portata fumi è stata stimata per diversi periodi dell'anno, poiché per problemi occorsi al relativo misuratore, molti valori non erano stati registrati dal sistema di monitoraggio in continuo. In mancanza del dato è stata utilizzata la portata media annuale misurata nelle stesse condizioni di stato impianto;

- Quando il SME indicava il fermo impianto ma i valori di potenza elettrica o termica registrati erano diversi da zero, è stato modificato lo stato impianto, sostituendolo con lo stato di transitorio o di servizio regolare, in base a quanto indicato nella banca dati nelle ore precedenti e/o successive. A tali ore sono stati sostituiti i valori di concentrazione medi annuali ottenuti considerando le stesse condizioni di stato impianto;
- Durante lo stato impianto definito come “**Fermo**”, per i flussi di massa sono stati imposti valori pari a zero;
- Durante la fase di manutenzione l'impianto è stato considerato in funzione. Il sistema di monitoraggio emissioni non registra i valori di concentrazione per questo stato impianto quindi sono stati sostituiti i valori medi annuali per tutti i parametri considerati;
- Per la temperatura fumi nel caso in cui non fossero presenti dei valori è stata sostituita la media annuale, ottenuta considerando le stesse condizioni di stato impianto;
- Il sistema di monitoraggio non prevede la misura o il calcolo della velocità dei fumi, tale valore è stato calcolato utilizzando il seguente algoritmo:

$$Vel = \frac{Q_{umida\ fumi}}{S * 3600}$$

dove:

- $Q_{fumi\ umidi}$  è la portata di fumi umidi espressa in [m<sup>3</sup>/h];
- $T_c$  è la temperatura dei fumi, espressa in [°C], indicata nel file della banca dati come “TF”;
- S è la sezione del camino.

Per i flussi di massa è stato applicato il seguente metodo:

- Per gli inquinanti CO, NO<sub>x</sub>, HCl e NH<sub>3</sub> sono stati calcolati utilizzando i valori di concentrazione tal quali moltiplicati per la portata secca di fumi misurata a camino, corretta in temperatura e pressione;
- Per i COT sono stati calcolati utilizzando il valore di concentrazione tal quale misurato moltiplicato per la portata fumi umida, corretta in temperatura e pressione;
- Per le polveri sono stati calcolati normalizzando in temperatura il valore di concentrazione misurato; il valore così ottenuto è stato moltiplicato per la portata fumi umida, corretta in temperatura e pressione.

**SIPEA S.r.l. – Rivarolo Canavese**

Analogamente al caso di C&T, il controllo dei flussi di massa calcolati dal sistema di monitoraggio delle emissioni ha evidenziato la presenza di alcune anomalie.

I flussi di massa dei parametri CO, NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub> sono calcolati moltiplicando i relativi valori di concentrazione tal quale (corretti in umidità, pressione e temperatura) con i valori di portata fumi secchi (corretti in umidità, temperatura e pressione). Il sistema però, anziché esprimere gli NO<sub>x</sub> come NO<sub>2</sub>, non applica la trasformazione a biossido, pertanto gli ossidi di azoto risultano espressi come NO.

Nel caso della portata, si è verificata la necessità di ricalcolare il parametro in quanto il valore di umidità utilizzato per ottenere la portata secca spesso non era corretto, a seguito di un malfunzionamento del misuratore di O<sub>2</sub> umido.

Nel caso delle polveri e delle COT, ai problemi sopra evidenziati si aggiunge il fatto che, essendo i valori di concentrazione sono molto bassi, i flussi di massa vengono posti dal sistema pari a zero, presumibilmente a causa del numero di cifre significative lette ed impostate dal sistema software. Purtroppo, dai pochi valori che sono calcolati, non è possibile capire se i calcoli vengono effettuati modo corretto.

Per tutti gli inquinanti monitorati, i flussi di massa nel caso di stato impianto pari a "TR" (accensione o spegnimento) non sono calcolati, poiché il sistema di monitoraggio nelle ore "ibride", non prevede il calcolo di tali valori.

A seguito delle difficoltà sopra elencate, i flussi di massa sono stati ricalcolati come di seguito riportato, procedendo preliminarmente al calcolo delle concentrazioni nulle o mancanti e dei parametri fisici secondo i seguenti criteri:

- Ai valori di concentrazione di NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>x</sub>, COT e polveri mancanti, è stata sostituita la media annuale, se i valori precedenti e successivi erano in linea con tale valore. Nel caso contrario (in particolare nel caso di concentrazioni molto basse) è stata sostituita la media giornaliera;
- Ai valori pari a zero delle concentrazioni di CO e SO<sub>x</sub> durante il normale funzionamento dell'impianto sono state sostituite le medie giornaliere delle concentrazioni registrate nelle stesse condizioni di stato impianto;
- Ai valori di umidità pari a zero o vicini a 100 (in corrispondenza del mancato funzionamento del misuratore di O<sub>2</sub> umido), è stato sostituito il valore ottenuto dalla media annuale considerando le stesse condizioni di stato impianto;
- Alla portata fumi, laddove non erano presenti dei valori, è stata sostituita la media annuale data l'impossibilità di ricostruire questa informazione in quanto la tipologia di biomassa in ingresso utilizzata cambia spesso;
- Quando il SME indicava il fermo impianto ma i valori di potenza elettrica o termica registrati erano diversi da zero, è stato modificato lo stato impianto sostituendolo con lo stato di

transitorio o di servizio regolare, in base a quanto indicato nella banca dati nelle ore precedenti e/o successive. Per le concentrazioni sono stati sostituiti i relativi valori medi annuali ottenuti considerando le stesse condizioni di stato impianto;

- Durante lo stato impianto definito come “**Fermo**”, per i flussi di massa sono stati imposti valori pari a zero ;
- Durante la fase di manutenzione l'impianto è stato considerato in funzione. Il sistema di monitoraggio emissioni non registra i valori di concentrazione per questo stato, quindi, sono stati sostituiti i valori medi annuali per tutti i parametri considerati;
- Nel Manuale SME è indicato che il tempo necessario all'avviamento dell'impianto dura circa 24 ore; tuttavia nella banca dati, a seguito del fermo impianto con durata di più giorni, erano presenti solo 5 o 6 ore di avviamento. Pertanto nella preparazione dell'input emissivo, quando l'impianto è stato spento per alcuni giorni, sono state considerate 18/20 ore di avviamento impianto. A queste ore sono state sostituite le medie annuali ottenute considerando i valori registrati durante la fase di avviamento dell'impianto;
- Per la temperatura fumi, nel caso in cui non fossero presenti dei dati, è stata sostituita la media annuale, ottenuta considerando le stesse condizioni di stato impianto;
- Il sistema di monitoraggio non prevede la misura o il calcolo della velocità dei fumi, tale valore è stato calcolato utilizzando il seguente algoritmo:

$$Vel = \frac{Q_{umida\ fumi}}{S * 3600} \cdot \frac{T_{°C} + 273.15}{273.15}$$

dove:

- $Q_{fumi\ umidi}$  è la portata di fumi umidi espressa in [Nm<sup>3</sup>/h];
- $T_C$  è la temperatura dei fumi, espressa in [°C], indicata nel file della banca dati come “T\_Fumi”;
- S è la sezione del camino.

Per i flussi di massa è stato applicato il seguente metodo:

- I flussi di massa degli inquinanti COT e polveri totali sono stati calcolati utilizzando i valori di concentrazione tal quale moltiplicati per la portata umida dei fumi misurata a camino;
- I flussi di massa degli inquinanti NO<sub>x</sub>, CO e SO<sub>x</sub> sono stati calcolati utilizzando i valori di concentrazione tal quale moltiplicati per la portata secca dei fumi, che è stata ricalcolata laddove i valori di umidità risultavano errati.



### **PROVANA CALORE S.r.l.- Leini**

Il sistema di monitoraggio emissioni non prevede il calcolo dei flussi di massa, per cui i corrispondenti valori sono stati calcolati considerando le concentrazioni degli inquinanti misurati e la portata stimata dei fumi in uscita dal camino. Nel caso in cui i valori necessari all'input del modello non fossero presenti a causa di una mancata registrazione dei dati, sono stati utilizzati i seguenti criteri:

- Ai valori di concentrazione di NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>x</sub>, COT e polveri mancanti per indisponibilità del dato è stata sostituita la media annuale misurata nelle stesse condizioni di stato impianto;
- I valori di concentrazione degli inquinanti di CO e NO<sub>x</sub> considerati non validi avendo un indice di disponibilità minore del 70%, sono stati considerati validi qualora fossero simili ai valori acquisiti nell'ora precedente o successiva. I valori di concentrazione in cui l'indice di disponibilità era minore del 60% non sono stati considerati validi ed è stata sostituita la media giornaliera;
- Per la temperatura fumi, nel caso in cui non fossero presenti dei dati, è stata sostituita la media annuale ottenuta considerando le stesse condizioni di stato impianto;

Poiché il sistema non misura la portata fumi in uscita dal camino, questo parametro è stato ricostruito considerando:

- I valori di portata misurati durante gli autocontrolli annuali che la ditta esegue in ottemperanza alle prescrizioni dell'autorizzazione alle emissioni in atmosfera;
- Lo studio condotto da un laboratorio privato che ha provveduto, nel 2009, a eseguire delle misure di portata fumi a camino, espressa in m<sup>3</sup>/h, durante il funzionamento a carico parziale dell'impianto, ovvero quando una sola delle due caldaie era in funzione.

I valori di portata fumi misurati durante gli autocontrolli sono stati correlati con la potenza termica giornaliera erogata dalle due caldaie, fornita dalla ditta. Dalla produzione di energia termica giornaliera si è calcolato il quantitativo orario prodotto, da cui è stato calcolato il valore di portata fumi umida, espressa in [m<sup>3</sup>/h]. Per calcolare i valori di portata di fumi secchi, non avendo a disposizione valori di umidità acquisiti e registrati, è stata utilizzata la media dei valori di umidità misurati durante gli autocontrolli annuali.

I valori di portata fumi orari ricostruiti sono stati normalizzati in temperatura e in umidità, corretti in ossigeno e moltiplicati per i valori di concentrazione degli inquinanti, in modo da ottenere i flussi di massa orari.

Il sistema di monitoraggio non prevede la misura o il calcolo della velocità dei fumi; tale valore è stato calcolato utilizzando il seguente algoritmo:

$$Vel = \frac{Q_{umida\ fumi}}{S * 3600}$$

dove:

- $Q_{fumi\ umidi}$  è la portata di fumi umidi espressa in [m<sup>3</sup>/h].
- $T_C$  è la temperatura dei fumi, espressa in [°C], indicata nel file della banca dati come "Temperat. Fumi";
- $S$  è la sezione del camino.

### **EOSLAB S.r.l. - Torrazza**

Il sistema di monitoraggio emissioni non prevede il calcolo dei flussi di massa, per cui i relativi valori sono stati calcolati considerando i valori di concentrazione degli inquinanti misurati e la portata stimata dei fumi in uscita dal camino. Nel caso in cui i valori necessari all'input del modello non fossero presenti a causa di una mancata registrazione dei dati, sono stati utilizzati i seguenti criteri:

- Ai valori di concentrazione di NO<sub>x</sub> mancanti è stata sostituita la media annuale;
- Ai valori mancanti di concentrazione di CO è stata sostituita la media giornaliera anziché quella annuale in quanto l'impianto ha avuto dei problemi legati alle emissioni in atmosfera di tale parametro durante il mese di novembre e nei primi giorni di dicembre 2013, che ha portato una sovrastimata della media annua. La ditta ha dichiarato che in tale periodo è stato utilizzato un tipo di cippato caratterizzato da elementi di legno aventi una forma differente da quella solitamente impiegata che presentava due tipi di problemi: maggior assorbimento d'acqua e maggior tempo di residenza in camera di combustione dovuta al fatto che gli elementi, più leggeri del normale, venivano tenuti in movimento nella camera dall'aria di combustione senza rimanere sulla griglia. Tale situazione non permetteva l'asciugatura nella prima parte della griglia e l'ottimale combustione nelle restanti parti della camera. L'azienda ha ipotizzato che questa tipologia di cippato potesse essere responsabile degli alti valori di concentrazione di CO misurati; infatti, a seguito della decisione di non utilizzare più tale materiale, non si sono più verificati episodi di concentrazioni elevate;
- Quando il SME indicava il fermo impianto ma i valori di potenza elettrica o termica registrati erano diversi da zero, è stato modificato lo stato impianto, sostituendolo con lo stato di transitorio o di servizio regolare, in base a quanto indicato nella banca dati nelle ore

precedenti e/o successive. Sono stati sostituiti i valori di concentrazione medi annuali ottenuti considerando le stesse condizioni di stato impianto;

- Nel Manuale SME è indicato che il tempo necessario all'avviamento dell'impianto dura fra le 12 e le 24 ore; tuttavia nella banca dati, a seguito del fermo impianto con durata di più giorni, erano presenti solo 5 o 6 ore di avviamento. Pertanto nella preparazione dell'input emissivo, quando l'impianto è stato spento per alcuni giorni, sono state considerate 12/24 ore di avviamento impianto. A queste ore sono state sostituite le medie annuali ottenute considerando i valori registrati durante la fase di avviamento dell'impianto;
- Durante lo stato impianto definito come "**Fermo**" per i flussi di massa sono stati imposti valori pari a zero;
- Durante lo stato impianto definito come "**Guasto**" l'impianto è stato considerato fermo e quindi per i flussi di massa sono stati imposti valori pari a zero;
- La portata dei fumi non viene misurata e registrata dallo SME pertanto il calcolo è stato effettuato, nel caso di normal funzionamento dell'impianto, a partire dal valore di portata umida misurata a camino (espressa in m<sup>3</sup>/h) e seccata con il dato di umidità derivanti dagli autocontrolli eseguiti dall'azienda; il dato è stato quindi normalizzato in temperatura (utilizzando il valore di temperatura orario letto dallo SME). Nel caso di impianto in transitorio si è considerato che l'impianto abbia una potenza termica che corrisponde al 60% della potenzialità della caldaia, pertanto per il calcolo si è ipotizzata una portata fumi pari al 60% rispetto a quella emessa durante il normale funzionamento dell'impianto;
- Il valore di umidità utilizzato nei calcoli è quello misurato durante gli autocontrolli annuali;
- Per la temperatura fumi nel caso in cui non fossero presenti dei dati è stata sostituita la media annuale, ottenuta considerando le stesse condizioni di stato impianto;
- Il sistema di monitoraggio non prevede la misura o il calcolo della velocità dei fumi, tale valore è stato calcolato utilizzando il seguente algoritmo:

$$Vel = \frac{Q_{umida\ fumi}}{S * 3600} \cdot \frac{T_{°C} + 273.15}{273.15}$$

dove:

- $Q_{fumi\ umidi}$  è la portata di fumi umidi espressa in [m<sup>3</sup>/h];
- $T_C$  è la temperatura dei fumi, espressa in [°C], indicata nel file della banca dati come "T<sub>fumi</sub>";

- S'è la sezione del camino.

I flussi di massa sono stati calcolati moltiplicando la portata dei fumi per il valore di concentrazione misurato dallo SME.

### **BIOGEN Chivasso S.r.l.- Chivasso**

Il controllo dei flussi di massa calcolati dal sistema di monitoraggio delle emissioni ha evidenziato la presenza di alcune anomalie.

I flussi di massa dei parametri CO, NO<sub>x</sub> sono ottenuti dal sistema moltiplicando i valori di concentrazione riferiti (ossia corretti in umidità, pressione, temperatura e ossigeno) con i valori di portata fumi umidi (corretti in temperatura e pressione) ottenendo valori non corretti, perché si moltiplicano valori di concentrazione secchi e riferiti al tenore di ossigeno di riferimento per valori di portata umida e non corretta in ossigeno.

Anche i flussi di massa calcolati per i parametri NH<sub>3</sub> e polveri non sono corretti, poiché sono errati gli algoritmi di calcolo utilizzati per la loro normalizzazione.

Per tutti gli inquinanti monitorati, i flussi di massa nel caso di stato impianto pari a "TR" (accensione o spegnimento) non sono calcolati, poiché il sistema di monitoraggio nelle ore "ibride", non ne prevede il calcolo.

Nel caso in cui i valori necessari all'input per il modello non fossero presenti a causa di una mancata registrazione dei dati, sono stati utilizzati i seguenti criteri:

- Ai valori mancanti di concentrazione di CO, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> e polveri è stata sostituita la media annuale o giornaliera, ottenuta considerando le stesse condizioni di stato impianto;
- Non essendo possibile ricostruire la portata fumi utilizzando una correlazione tra la portata di olio in ingresso e la potenza elettrica prodotta, laddove non erano presenti dei valori è stata usata la media annuale. Questo metodo non è stato utilizzato nel caso dell'impianto non ancora a regime se il valore della portata annuale superava eccessivamente quello della portata registrata nelle ore precedenti o antecedenti: in questi casi è stato sostituito il valore medio di portata giornaliero;
- Quando il SME indicava il fermo impianto ma i valori di potenza elettrica o termica registrati erano diversi da zero, è stato modificato lo stato impianto sostituendolo con lo stato di transitorio o di servizio regolare, in base a quanto indicato nella banca dati nelle ore precedenti e/o successive. Sono stati sostituiti i valori di concentrazione medi ottenuti considerando le stesse condizioni di stato impianto;
- Durante lo stato impianto definito come "**Fermo**" per i flussi di massa sono stati imposti valori pari a zero;

- Durante la fase di manutenzione e lavaggio turbocompressori l'impianto è stato considerato in funzione. Siccome il sistema di monitoraggio emissioni per questo stato impianto non registra i valori di concentrazione, sono stati sostituiti i valori medi annuali per tutti i parametri considerati;
- Per la temperatura fumi, nel caso in cui non fossero presenti dei dati, è stata sostituita la media annuale, ottenuta considerando le stesse condizioni di stato impianto;
- Il sistema di monitoraggio non prevede la misura o il calcolo della velocità dei fumi, tale valore è stato calcolato utilizzando il seguente algoritmo:

$$Vel = \frac{Q_{umida\ fumi}}{S * 3600} \cdot \frac{T_{°C} + 273.15}{273.15}$$

dove:

- $Q_{fumi\ umidi}$  è la portata di fumi umidi espressa in [Nm<sup>3</sup>/h].
- $T_C$  è la temperatura dei fumi, espressa in [°C], indicata nel file della banca dati come "TF";
- S è la sezione del camino.

Per i flussi di massa è stato applicato il seguente metodo:

- I flussi di massa per gli inquinanti CO e NO<sub>x</sub> sono stati calcolati nel seguente modo: la portata umida misurata è stata seccata, tale valore è stato poi moltiplicato per la concentrazione tal quale dei due inquinanti;
- I flussi di massa dell'inquinante NH<sub>3</sub> sono stati calcolati considerando i dati di concentrazione tal quale moltiplicati per la portata umida;
- I flussi di massa dell'inquinante polveri sono stati calcolati, normalizzando dapprima la concentrazione delle polveri con la temperatura e moltiplicando il valore ottenuto per la portata umida.

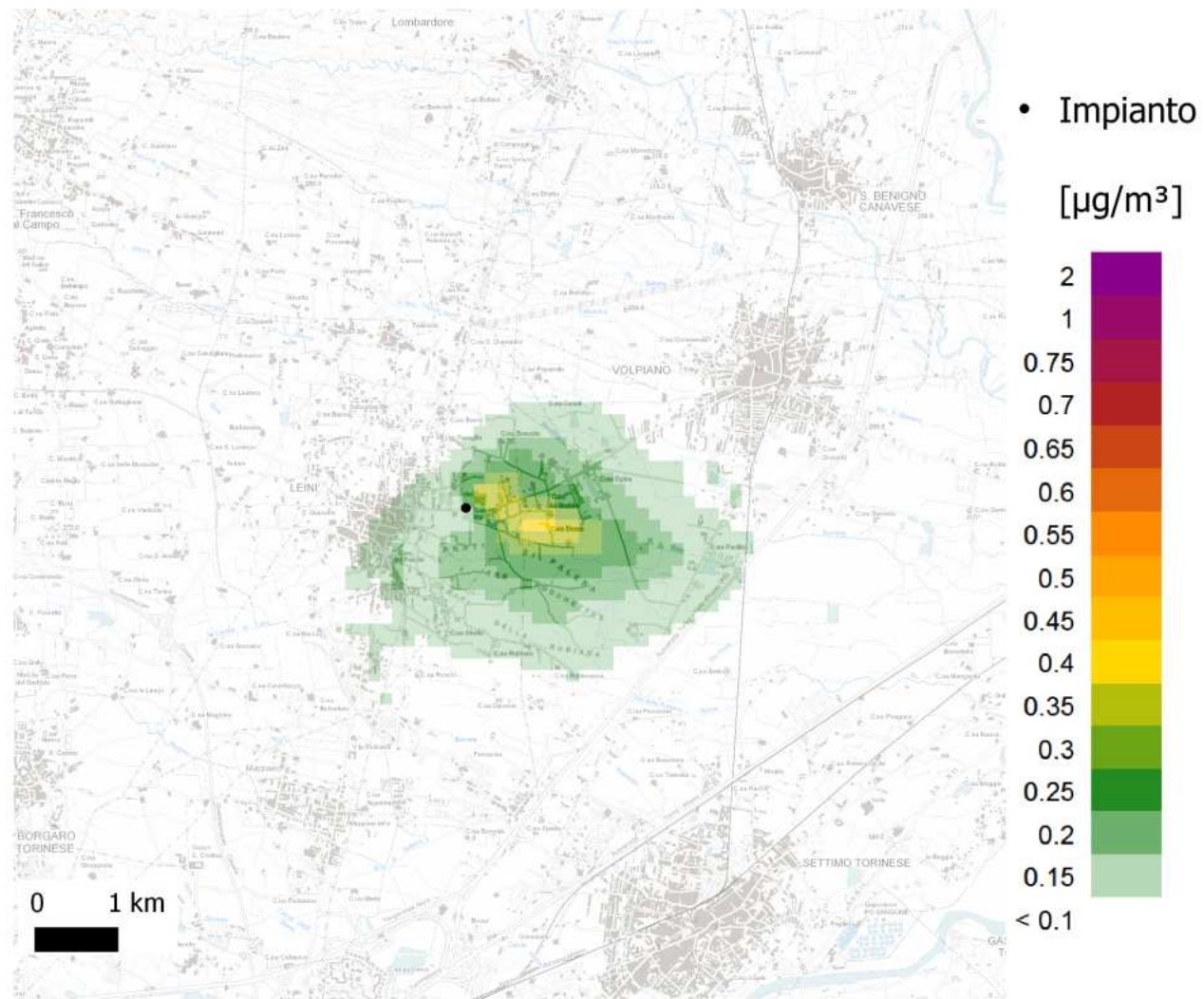


ATTIVITÀ DI MODELLISTICA AMBIENTALE SULLA  
QUALITÀ DELL'ARIA DEI PRINCIPALI IMPIANTI PER LA  
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA E TERMICA  
ALIMENTATI A BIOMASSA SUL TERRITORIO DELLA  
PROVINCIA DI TORINO

**ALLEGATO 2**

## MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI DI NOx

### IMPIANTO PROVANA Calore



## MAPPA DEL 99,8° PERCENTILE DELLE CONCENTRAZIONI ORARIE DI NOx

### IMPIANTO PROVANA Calore

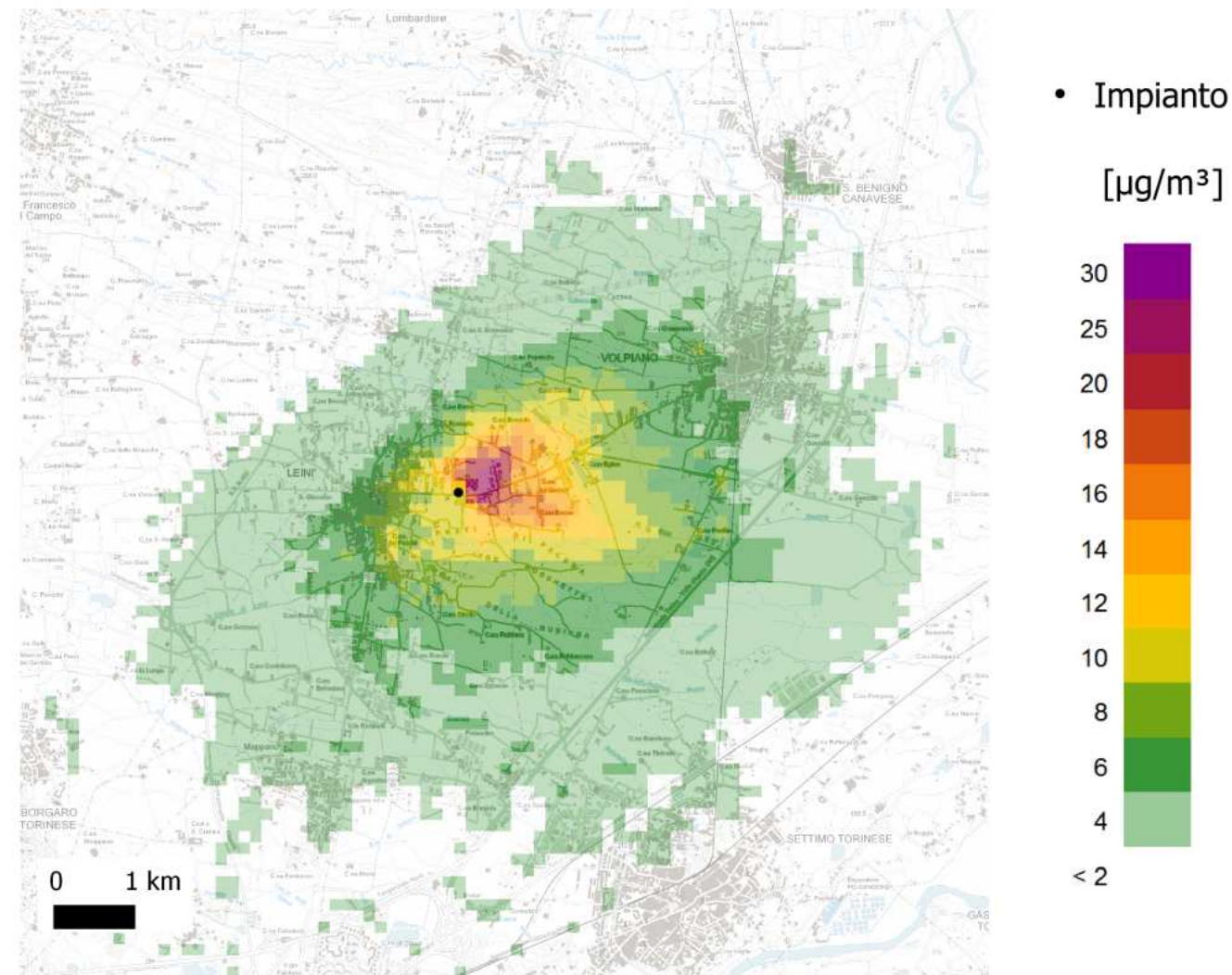


Figura 12

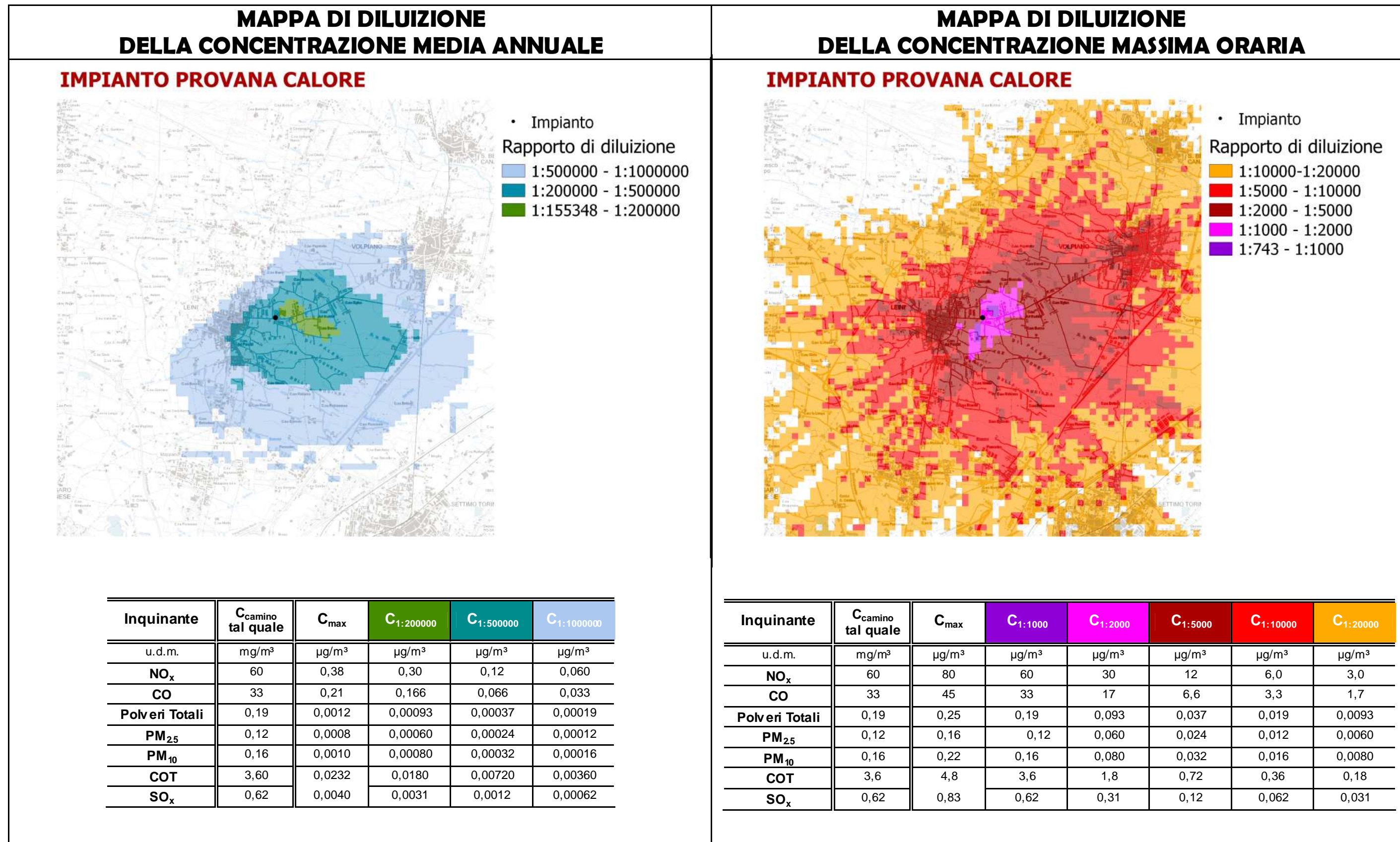
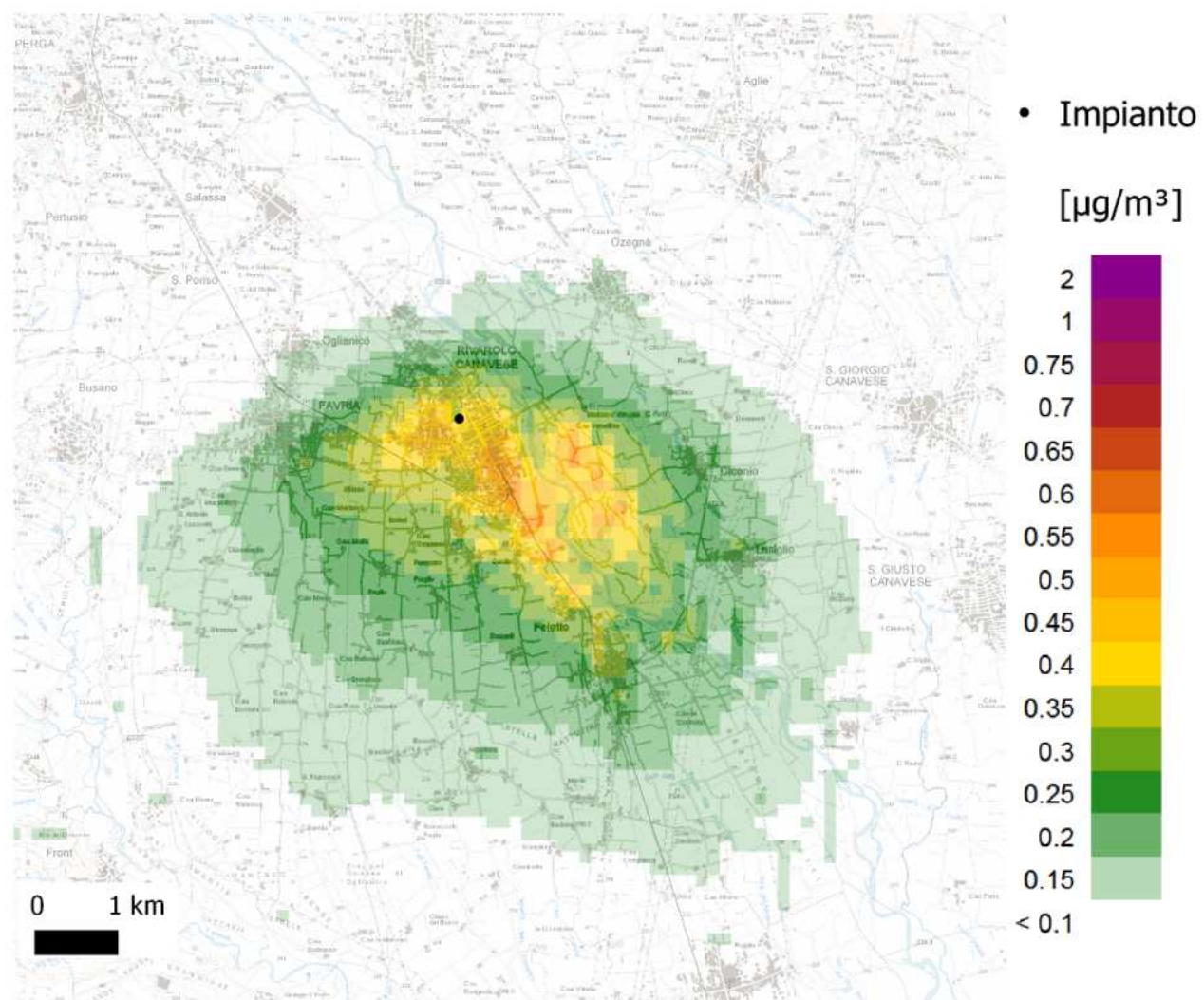


Figura 13



## MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI DI NO<sub>x</sub>

### IMPIANTO SIPEA



## MAPPA DEL 99,8° PERCENTILE DELLE CONCENTRAZIONI ORARIE DI NO<sub>x</sub>

### IMPIANTO SIPEA

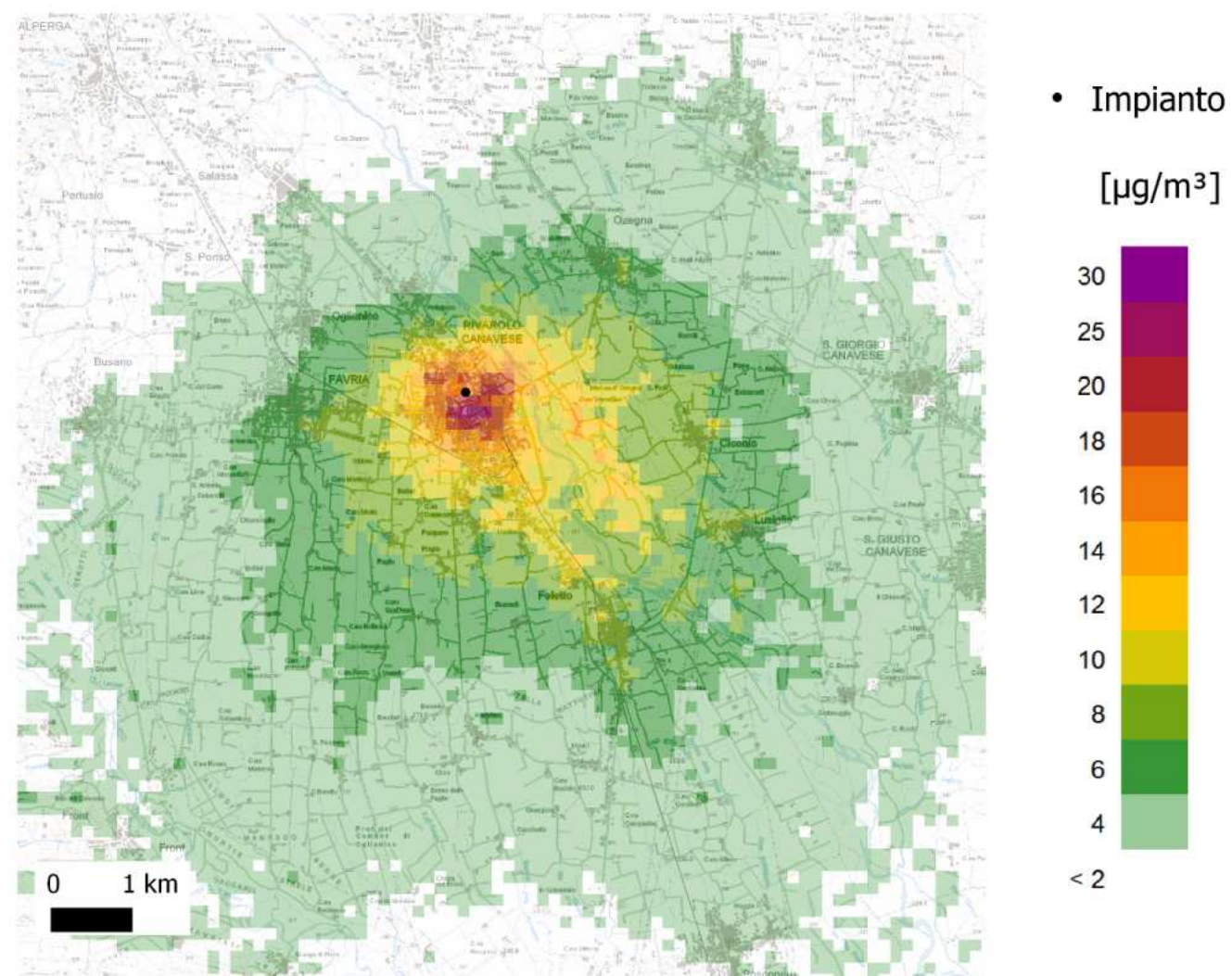
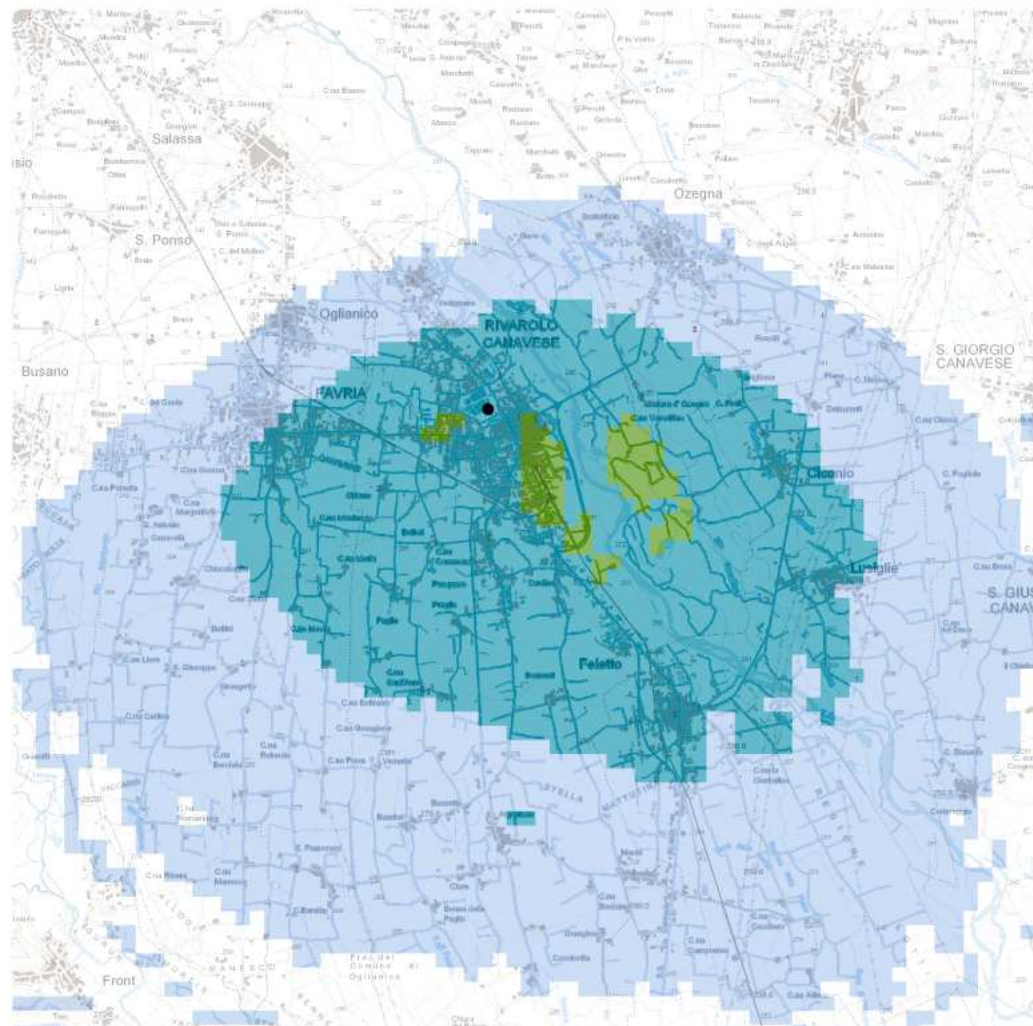


Figura 14

## MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

### IMPIANTO SIPEA S.r.l.



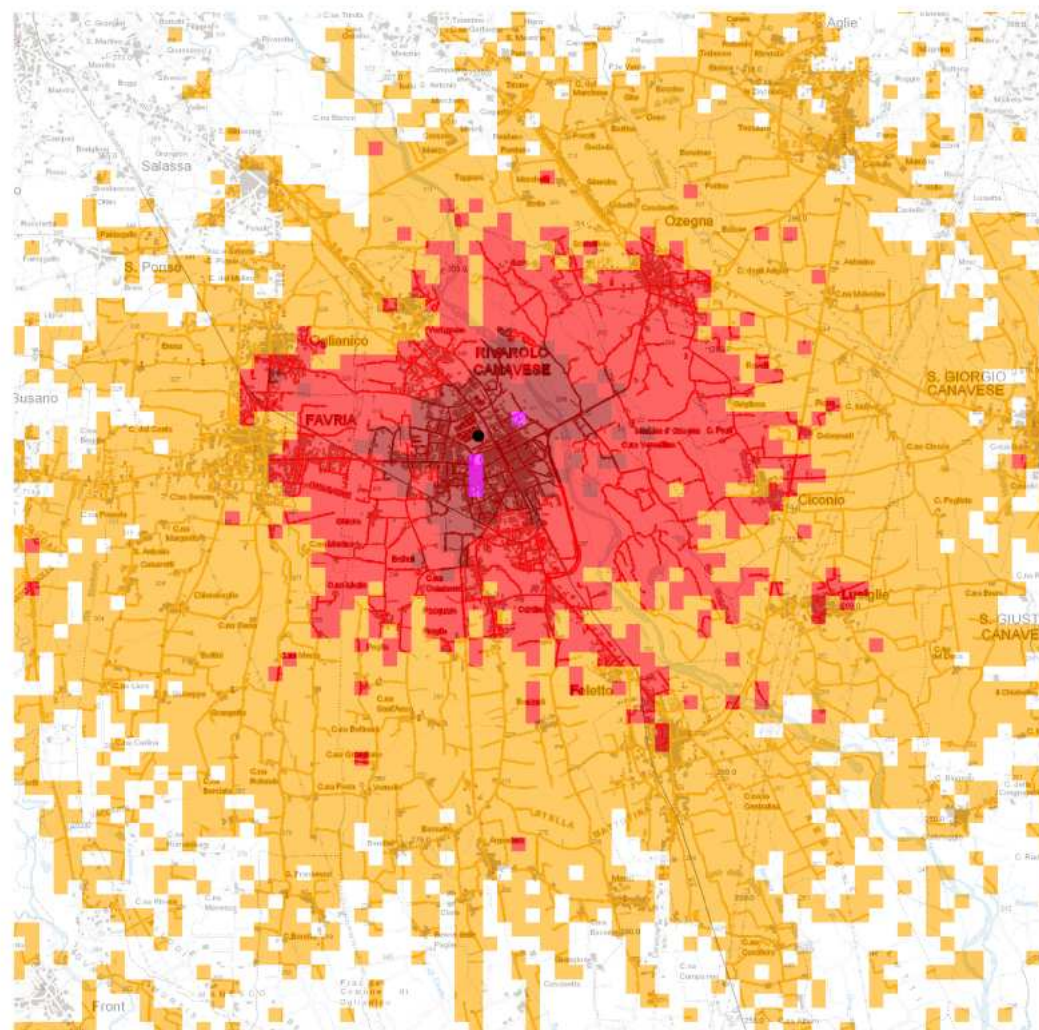
- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:200000 - 1:500000
- 1:140937 - 1:200000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:200000</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	82	0,58	0,41	0,16	0,082
<b>CO</b>	27	0,19	0,134	0,054	0,027
<b>Polveri Totali</b>	0,42	0,0030	0,00211	0,00084	0,00042
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	0,26	0,0018	0,00130	0,00052	0,00026
<b>PM<sub>10</sub></b>	0,36	0,0026	0,00180	0,00072	0,00036
<b>COT</b>	1,3	0,0092	0,0065	0,00258	0,00129
<b>SO<sub>x</sub></b>	5,9	0,042	0,0294	0,01177	0,00589
<b>HCl</b>	5,9	0,042	0,0296	0,01185	0,00592
u.d.m.	ng/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
<b>IPA</b>	0,17	0,0012	0,00086	0,00034	0,00017
<b>PCB</b>	1,4	0,010	0,0069	0,0027	0,0014
u.d.m.	pg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>
<b>PCDD/PCDF</b>	1,2	0,0084	0,0060	0,0024	0,0012
u.d.m.	µg/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
<b>Cromo</b>	10	0,074	0,052	0,021	0,010
<b>Manganese</b>	2,9	0,020	0,014	0,0058	0,0029
<b>Nichel</b>	0,68	0,0048	0,0034	0,0014	0,00068
<b>Piombo</b>	1,2	0,0084	0,0059	0,0024	0,0012
<b>Rame</b>	1,5	0,011	0,0076	0,0030	0,0015
<b>Zinco</b>	13	0,094	0,066	0,026	0,013

Figura 15

## MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

### IMPIANTO SIPEA S.r.l.



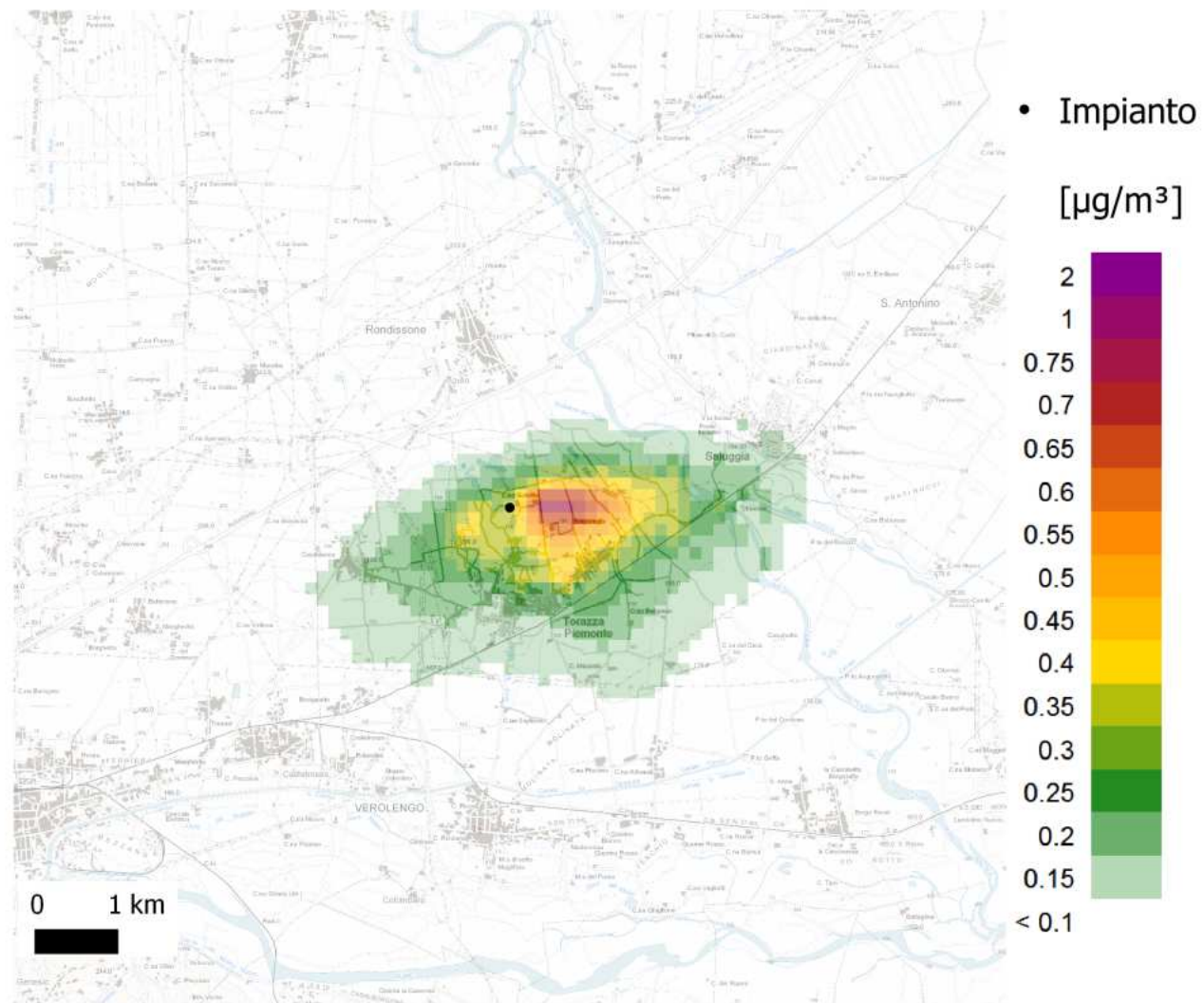
- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
  - 1:5000 - 1:10000
  - 1:2000 - 1:5000
  - 1:1306 - 1:2000

Inquinante	$C_{\text{camino tal quale}}$	$C_{\text{max}}$	$C_{1:2000}$	$C_{1:5000}$	$C_{1:10000}$	$C_{1:20000}$
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	82	63	41	16	8,2	4,1
<b>CO</b>	27	21	13	5,4	2,7	1,3
<b>Polveri Totali</b>	0,42	0,32	0,21	0,08	0,042	0,021
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	0,26	0,20	0,13	0,052	0,026	0,013
<b>PM<sub>10</sub></b>	0,36	0,28	0,18	0,072	0,036	0,018
<b>COT</b>	1,3	0,99	0,65	0,26	0,13	0,065
<b>SO<sub>x</sub></b>	5,9	4,5	3,0	1,2	0,59	0,30
<b>HCl</b>	2,8	2,1	1,4	0,6	0,28	0,14
u.d.m.	ng/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
<b>IPA</b>	0,17	0,13	0,086	0,034	0,017	0,0086
<b>PCB</b>	1,2	0,91	0,60	0,24	0,12	0,060
u.d.m.	pg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>
<b>PCDD/PCDF</b>	1,4	1,1	0,69	0,27	0,14	0,069
u.d.m.	µg/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
<b>Cromo</b>	10	8,0	5,2	2,1	1,0	0,52
<b>Manganese</b>	2,9	2,2	1,4	0,58	0,3	0,14
<b>Nichel</b>	0,68	0,52	0,34	0,14	0,068	0,034
<b>Piombo</b>	1,2	0,91	0,59	0,24	0,12	0,059
<b>Rame</b>	1,5	1,2	0,76	0,30	0,15	0,076
<b>Zinco</b>	13	10,1	6,6	2,6	1,3	0,66

Figura 16

## MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI DI NO<sub>x</sub>

### IMPIANTO EOSLAB



## MAPPA DEL 99,8° PERCENTILE DELLE CONCENTRAZIONI ORARIE DI NO<sub>x</sub>

### IMPIANTO EOSLAB

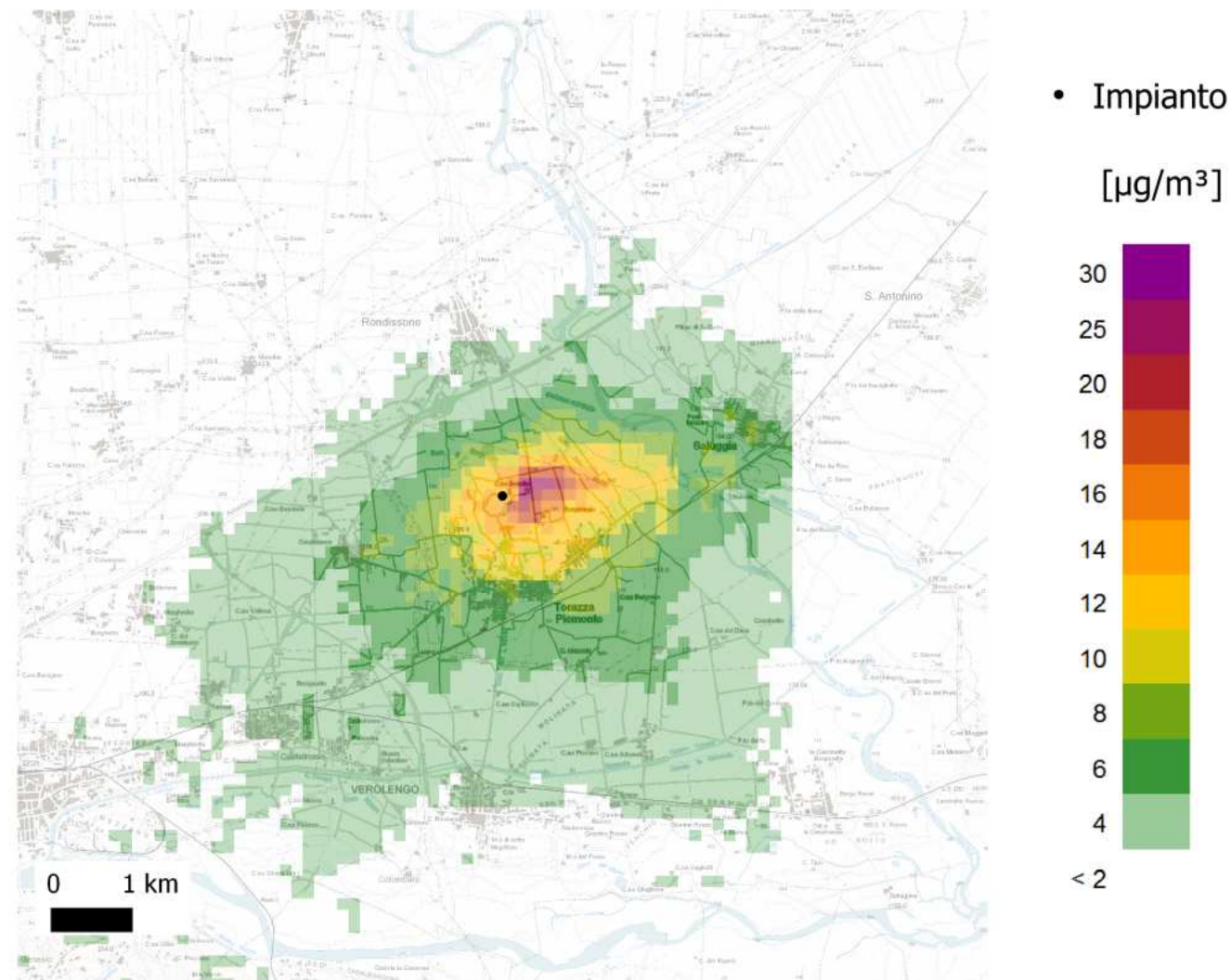


Figura 17

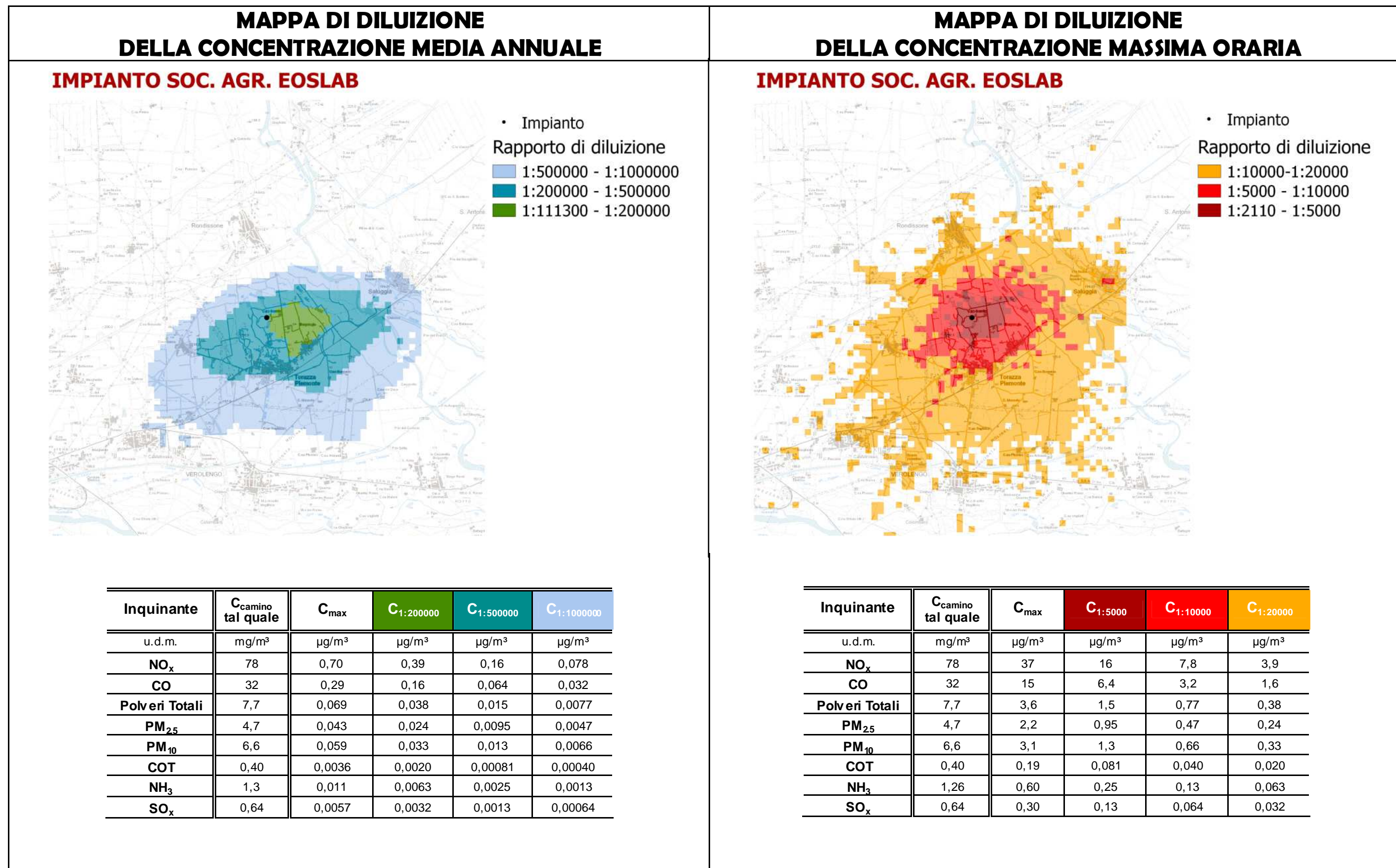
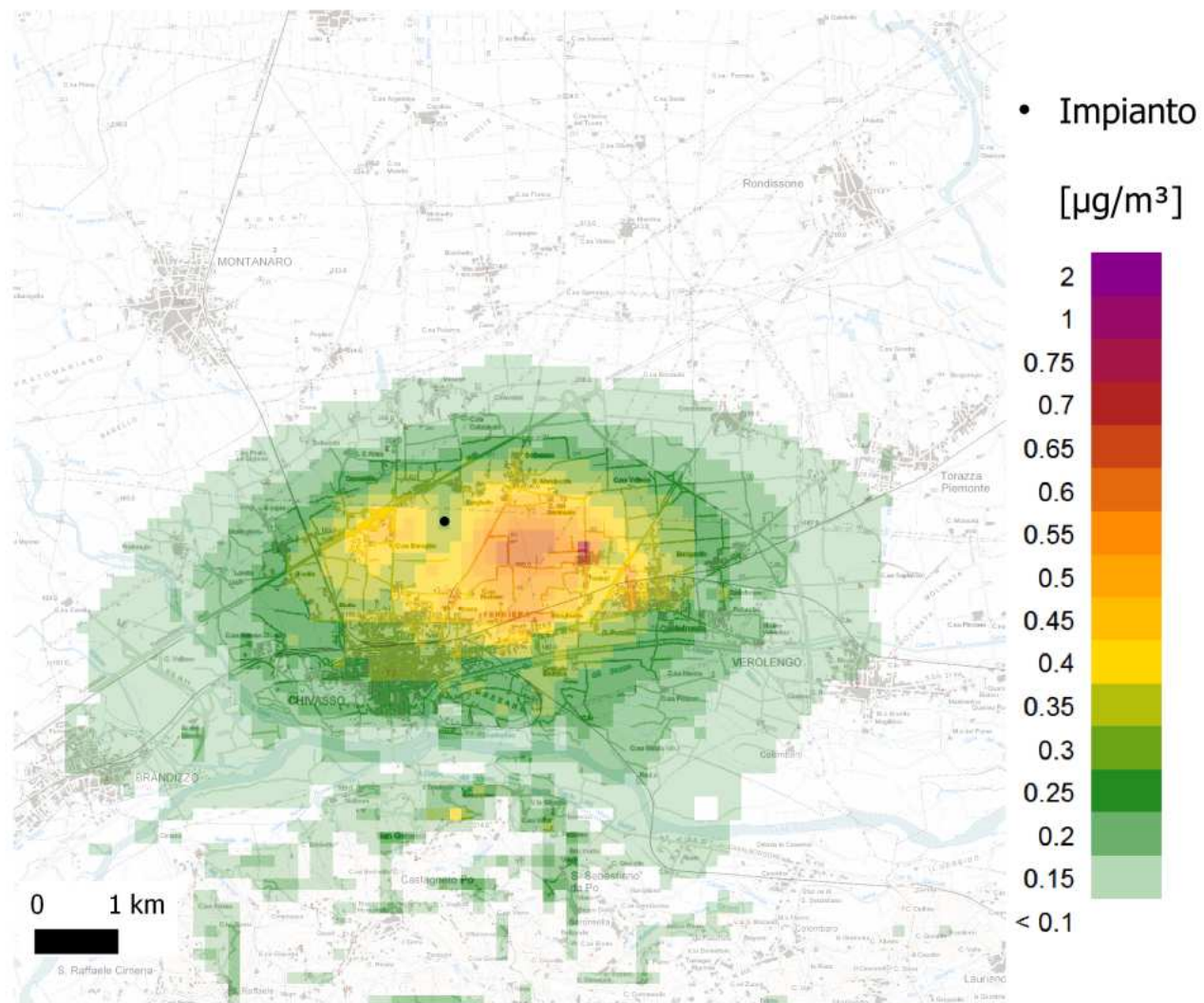


Figura 18

## MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI DI NOx

### IMPIANTO BIOGEN



## MAPPA DEL 99,8° PERCENTILE DELLE CONCENTRAZIONI ORARIE DI NOx

### IMPIANTO BIOGEN

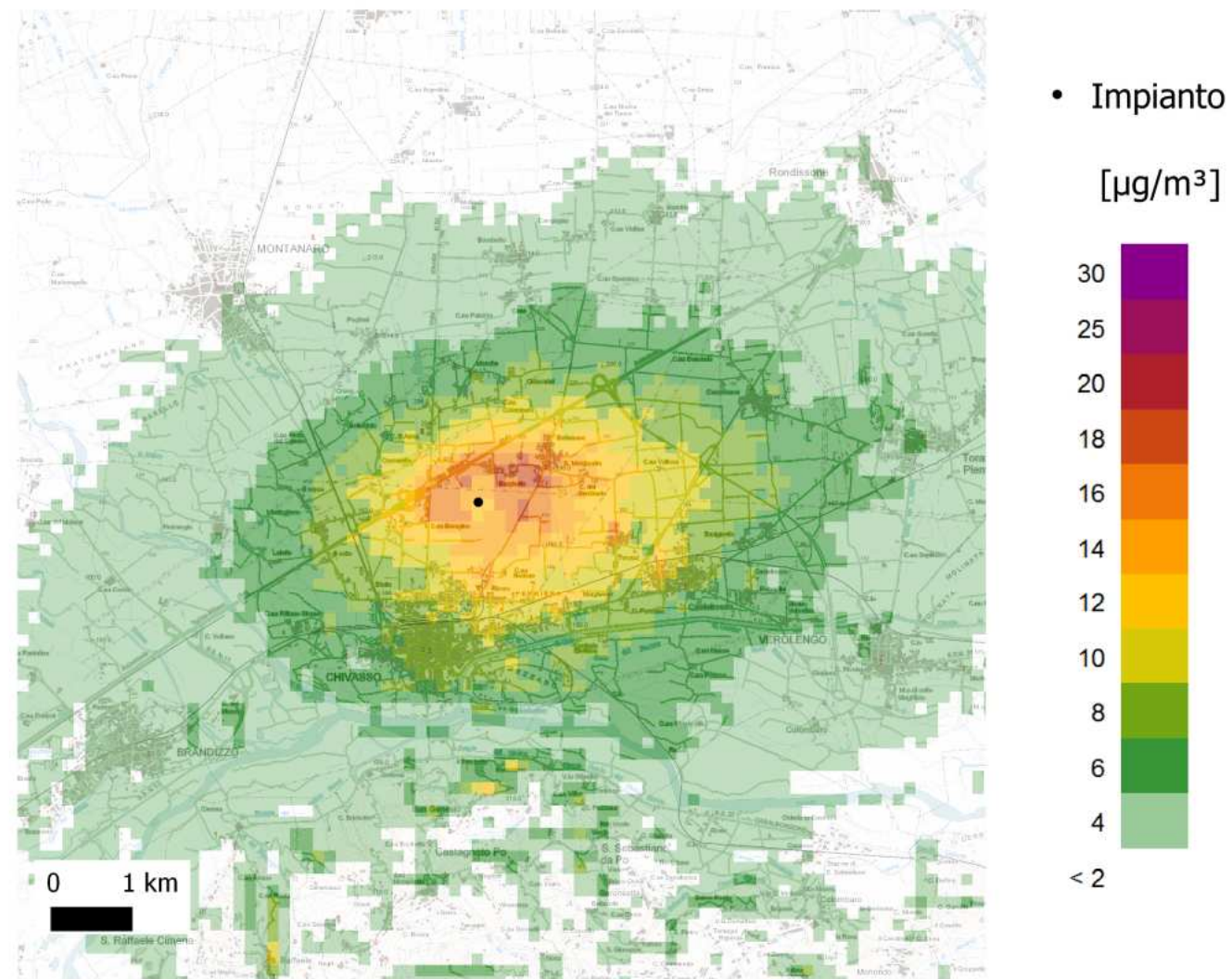
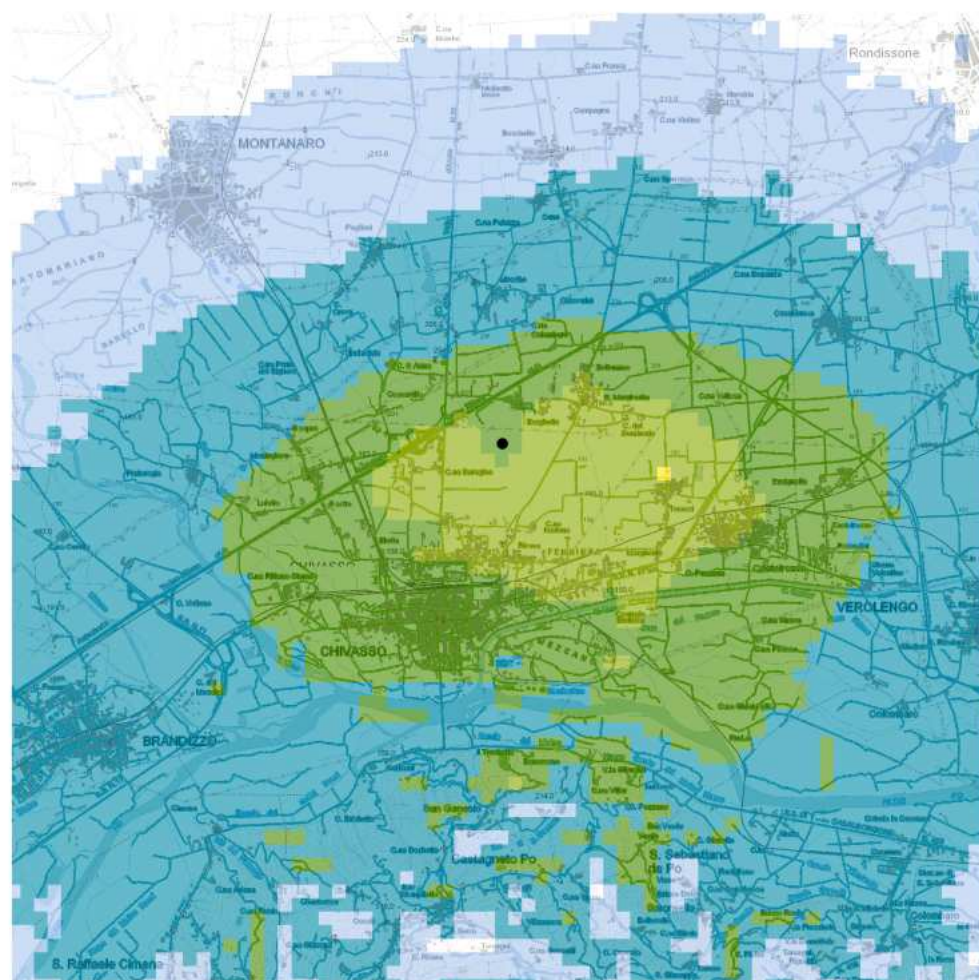


Figura 19

## MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

### IMPIANTO BIOGEN CHIVASSO



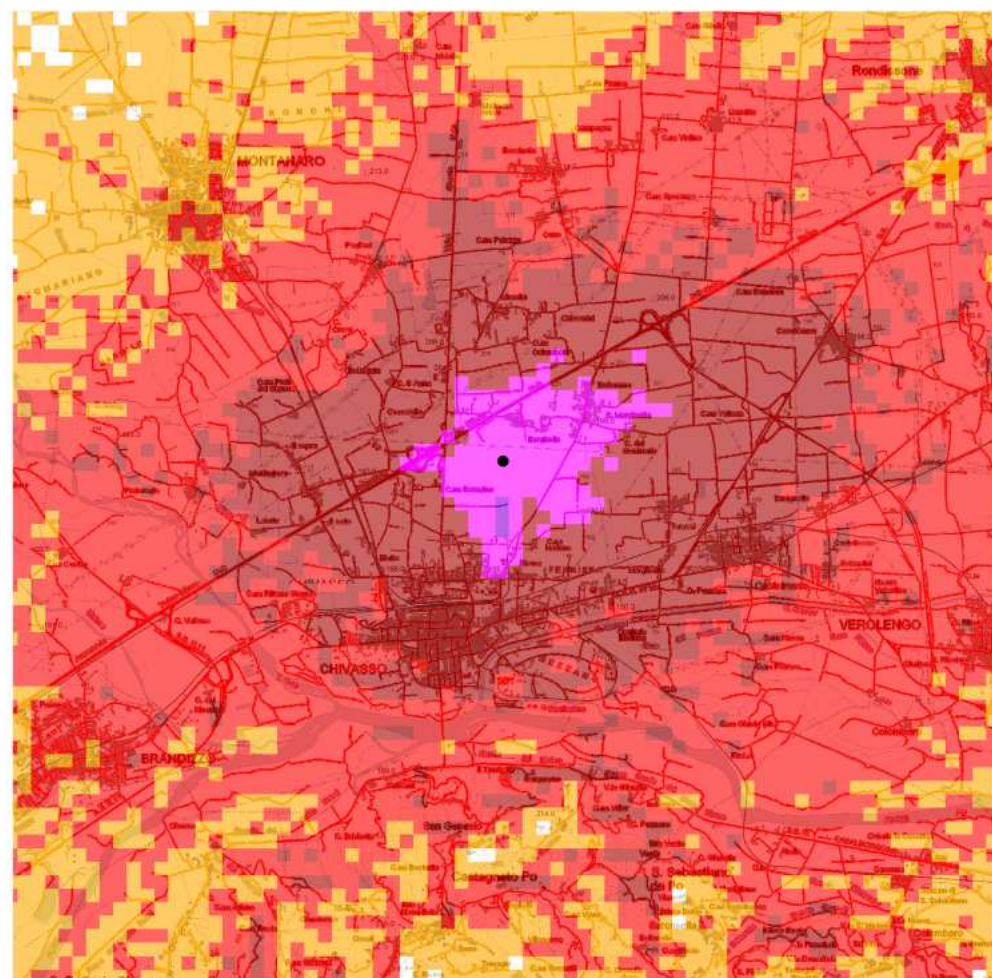
- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:200000 - 1:500000
- 1:100000 - 1:200000
- 1:50000 - 1:100000
- 1:49385 - 1:50000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:50000</sub>	C <sub>1:100000</sub>	C <sub>1:200000</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	31	0,63	0,62	0,31	0,16	0,062	0,031
<b>CO</b>	15	0,30	0,30	0,15	0,075	0,030	0,015
<b>COT</b>	1,4	0,029	0,028	0,014	0,0071	0,0028	0,0014
<b>Polveri Totali</b>	0,99	0,020	0,020	0,0099	0,0049	0,0020	0,00099
<b>PM<sub>25</sub></b>	0,61	0,012	0,012	0,0061	0,0030	0,0012	0,00061
<b>PM<sub>10</sub></b>	0,84	0,017	0,017	0,0084	0,0042	0,0017	0,00084
<b>NH<sub>3</sub></b>	1,2	0,025	0,025	0,012	0,0062	0,0025	0,0012
<b>HCl</b>	1,3	0,027	0,027	0,013	0,0067	0,0027	0,0013
u.d.m.	ng/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
<b>IPA</b>	1,3	0,025	0,025	0,013	0,0063	0,0025	0,0013
<b>PCB totali</b>	2,8	0,057	0,056	0,028	0,014	0,0056	0,0028
u.d.m.	pg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>
<b>PCDD/DF</b>	13	0,27	0,26	0,13	0,066	0,026	0,013
u.d.m.	µg/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
<b>Cromo</b>	6,9	0,14	0,14	0,069	0,035	0,014	0,0069
<b>Manganese</b>	14	0,28	0,28	0,14	0,069	0,028	0,014
<b>Nichel</b>	0,58	0,012	0,012	0,0058	0,0029	0,0012	0,00058
<b>Piombo</b>	1,2	0,023	0,023	0,012	0,0058	0,0023	0,0012
<b>Rame</b>	4,6	0,094	0,093	0,046	0,023	0,0093	0,0046
<b>Vanadio</b>	0,58	0,012	0,012	0,0058	0,0029	0,0012	0,00058
<b>Zinco</b>	25	0,50	0,50	0,25	0,12	0,050	0,025

Figura 20

## MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

### IMPIANTO BIOGEN CHIVASSO



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
- 1:5000 - 1:10000
- 1:2000 - 1:5000
- 1:1000 - 1:2000
- 1:898 - 1:1000

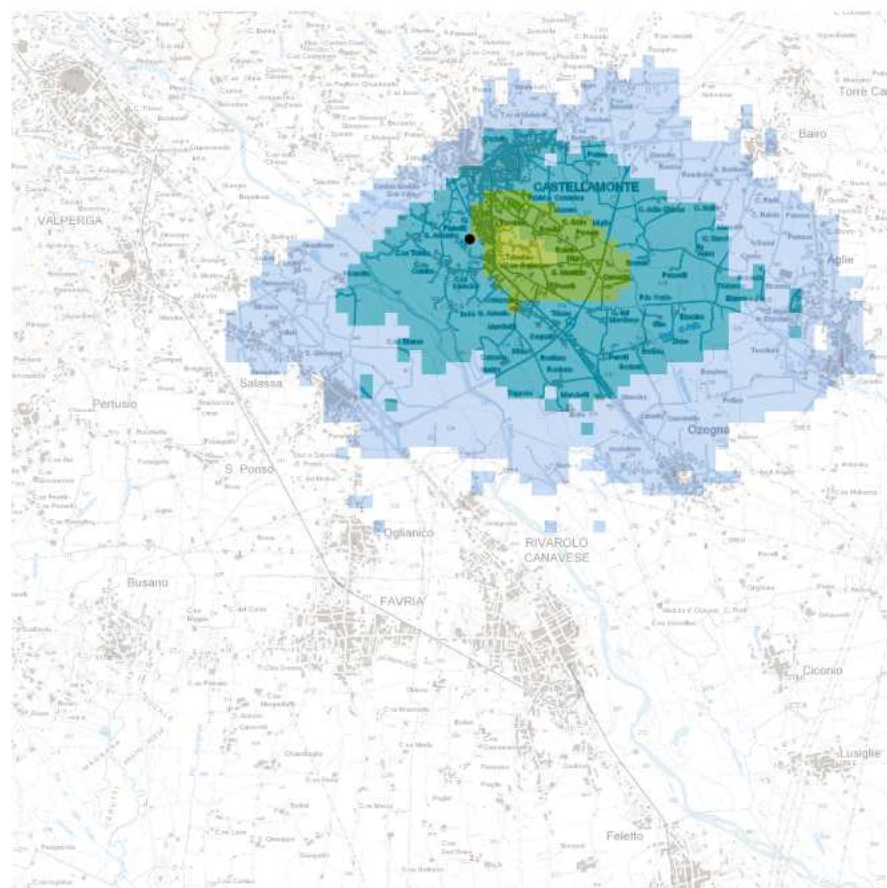
Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:1000</sub>	C <sub>1:2000</sub>	C <sub>1:5000</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	31	35	31	16	6	3,1	1,6
<b>CO</b>	15	17	15	7,5	3,0	1,5	0,75
<b>COT</b>	1,4	1,6	1,4	0,71	0,28	0,14	0,071
<b>Polveri Totali</b>	0,99	1,1	0,99	0,49	0,20	0,099	0,049
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	0,61	0,68	0,61	0,30	0,12	0,061	0,030
<b>PM<sub>10</sub></b>	0,84	0,94	0,84	0,42	0,17	0,084	0,042
<b>NH<sub>3</sub></b>	1,2	1,39	1,24	0,62	0,25	0,124	0,062
<b>HCl</b>	1,3	1,48	1,3	0,67	0,27	0,13	0,067
u.d.m.	ng/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
<b>IPA</b>	1,3	1,4	1,3	0,63	0,25	0,13	0,063
<b>PCB totali</b>	2,8	3,1	2,8	1,4	0,56	0,28	0,14
u.d.m.	pg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>
<b>PCDD/DF</b>	13	15	13	6,6	2,6	1,3	0,66
u.d.m.	µg/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
<b>Cromo</b>	6,9	7,7	6,9	3,5	1,4	0,69	0,35
<b>Manganese</b>	14	15	14	6,9	2,8	1,4	0,69
<b>Nichel</b>	0,58	0,64	0,58	0,29	0,12	0,058	0,029
<b>Piombo</b>	1,2	1,3	1,2	0,58	0,23	0,12	0,058
<b>Rame</b>	4,6	5,2	4,6	2,3	0,93	0,46	0,23
<b>Vanadio</b>	0,58	0,64	0,58	0,29	0,12	0,058	0,029
<b>Zinco</b>	25	28	25	12	5,0	2,5	1,2

Figura 21



### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

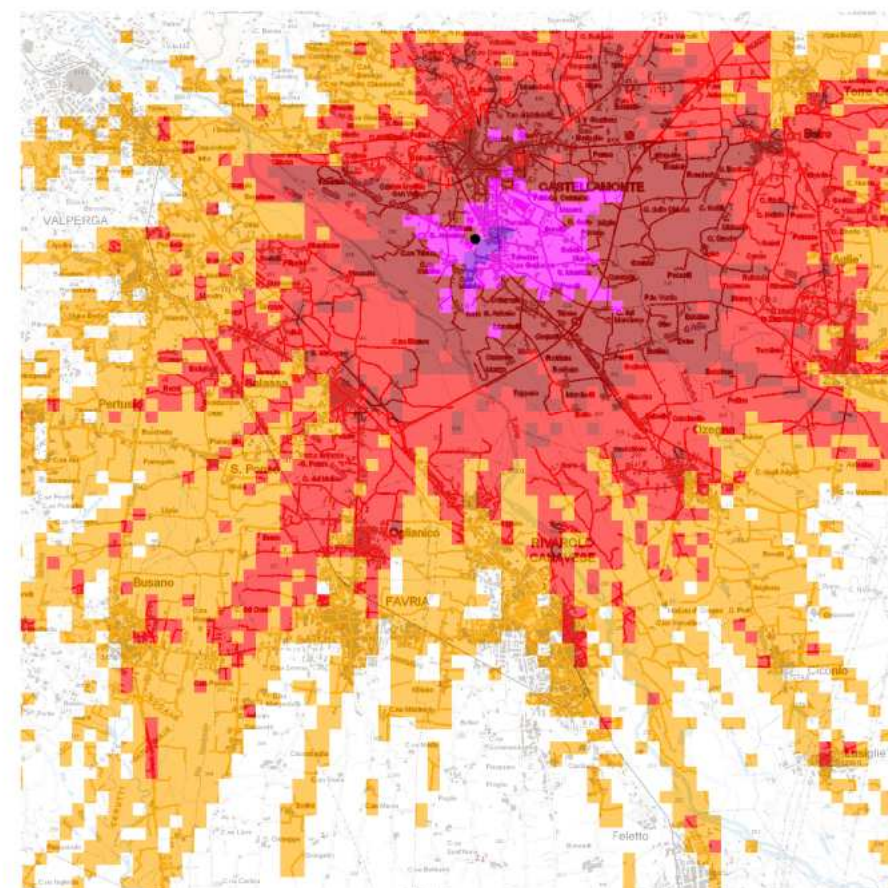
#### IMPIANTO ASA AZIENDA SERVIZI AMBIENTE



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:200000 - 1:500000
- 1:100000 - 1:200000
- 1:69804 - 1:100000

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### IMPIANTO ASA AZIENDA SERVIZI AMBIENTE



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
- 1:5000 - 1:10000
- 1:2000 - 1:5000
- 1:1000 - 1:2000
- 1:575 - 1:1000

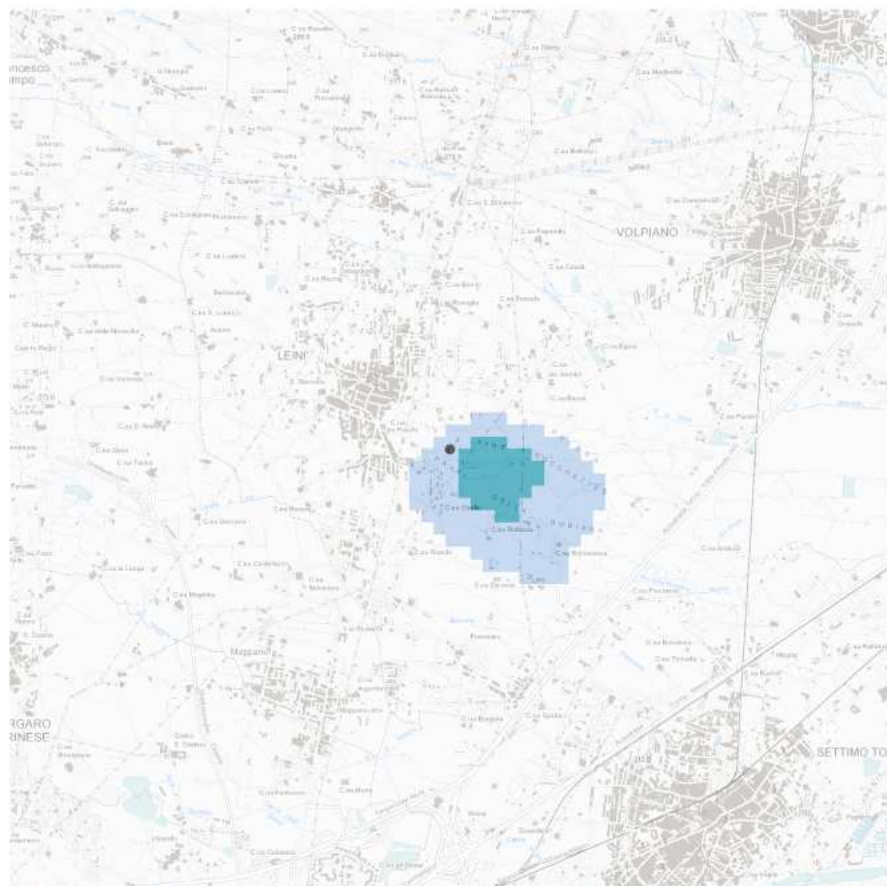
Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:100000</sub>	C <sub>1:200000</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	52	0,75	0,52	0,26	0,10	0,052
<b>CO</b>	29	0,42	0,29	0,15	0,058	0,029
<b>Polveri Totali</b>	3,3	0,047	0,033	0,016	0,0065	0,0033
<b>PM2.5</b>	2,10	0,030	0,021	0,0105	0,0042	0,0021
<b>PM10</b>	2,82	0,040	0,028	0,0141	0,0056	0,0028
<b>COT</b>	0,70	0,010	0,007	0,0035	0,0014	0,0007
<b>SO<sub>x</sub></b>	2,08	0,03	0,021	0,010	0,0042	0,0021

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:1000</sub>	C <sub>1:2000</sub>	C <sub>1:5000</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	52	91	52	26	10	5,2	2,6
<b>CO</b>	29	51	29	15	5,8	2,9	1,5
<b>Polveri Totali</b>	3,3	5,7	3,3	1,6	0,65	0,33	0,16
<b>PM2.5</b>	2,10	3,7	2,1	1,1	0,42	0,21	0,11
<b>PM10</b>	2,82	4,9	2,8	1,4	0,56	0,28	0,14
<b>COT</b>	0,70	1,2	0,70	0,35	0,14	0,070	0,035
<b>SO<sub>x</sub></b>	2,08	3,6	2,1	1,0	0,42	0,21	0,10

Figura 22

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

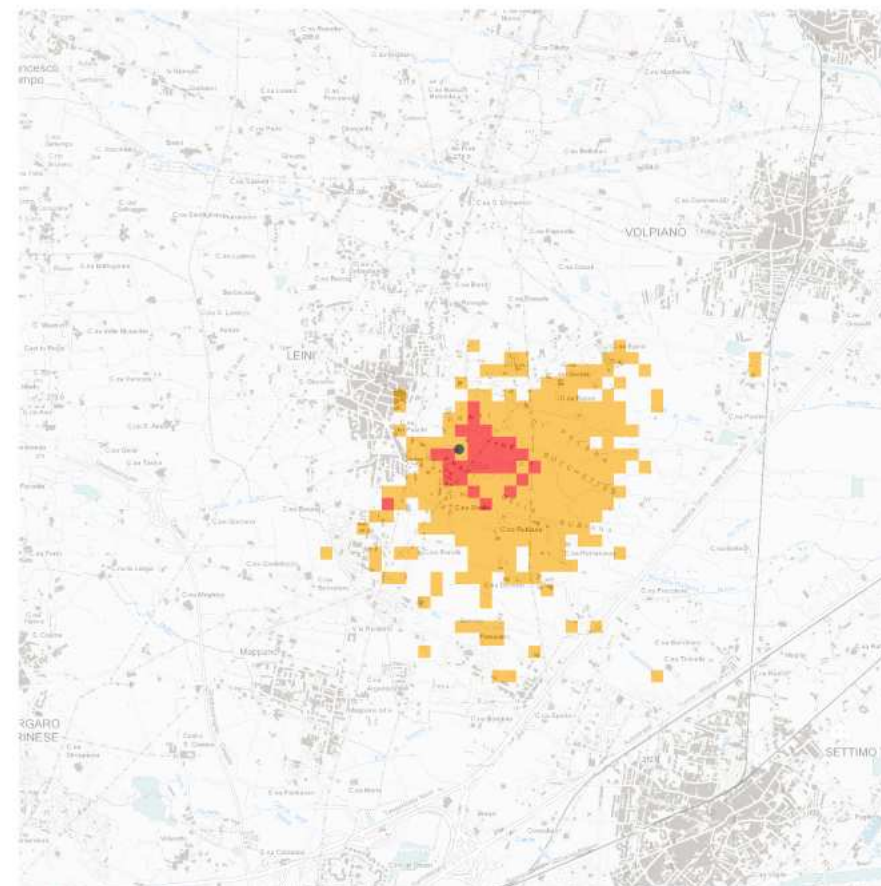
#### IMPIANTO CODE' CRAI OVEST COOP.



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:297500 - 1:500000

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### IMPIANTO CODE' CRAI OVEST COOP.



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000 - 1:20000
- 1:6291 - 1:10000

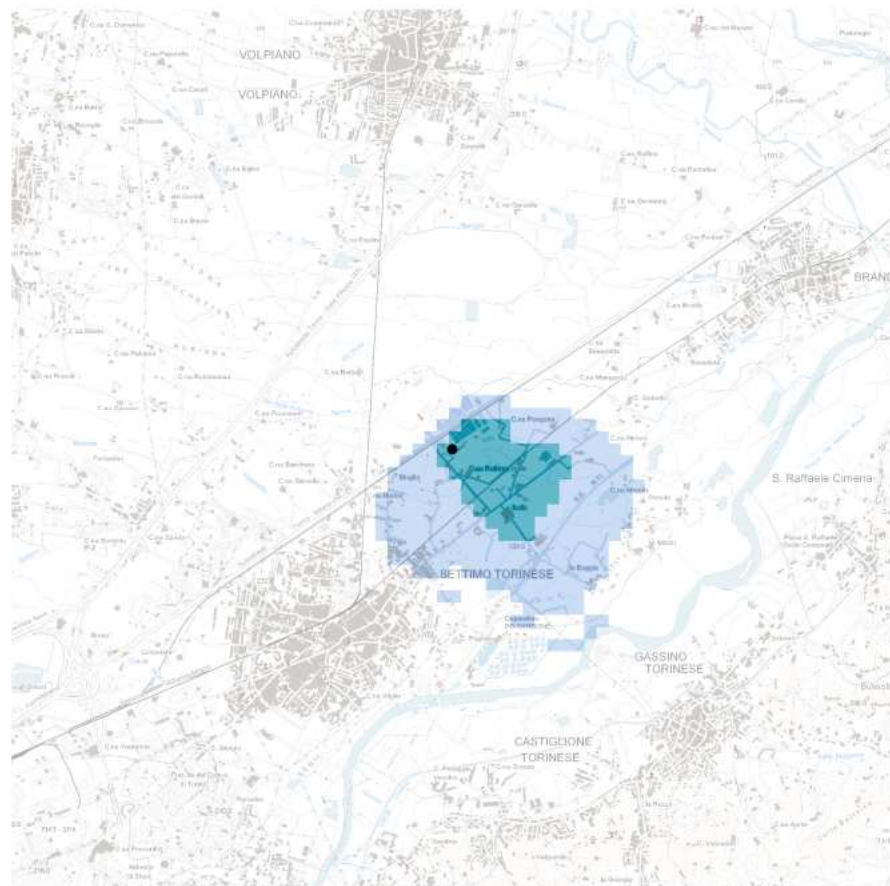
Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	39	0,13	0,079	0,039
<b>CO</b>	14	0,048	0,028	0,014
<b>Polveri Totali</b>	0,59	0,0020	0,0012	0,00059
<b>PM2.5</b>	0,36	0,0012	0,00072	0,00036
<b>PM10</b>	0,50	0,0017	0,0010	0,00050
<b>COT</b>	1,9	0,0063	0,0037	0,0019
<b>NH<sub>3</sub></b>	0,14	0,00047	0,00028	0,00014
<b>SO<sub>x</sub></b>	0,11	0,00036	0,00021	0,00011

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	39	6,3	3,9	2,0
<b>CO</b>	14	2,3	1,4	0,71
<b>Polveri Totali</b>	0,59	0,093	0,059	0,029
<b>PM2.5</b>	0,36	0,057	0,036	0,018
<b>PM10</b>	0,50	0,080	0,050	0,025
<b>COT</b>	1,9	0,30	0,19	0,094
<b>NH<sub>3</sub></b>	0,14	0,022	0,014	0,0069
<b>SO<sub>x</sub></b>	0,11	0,017	0,011	0,0053

Figura 23

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

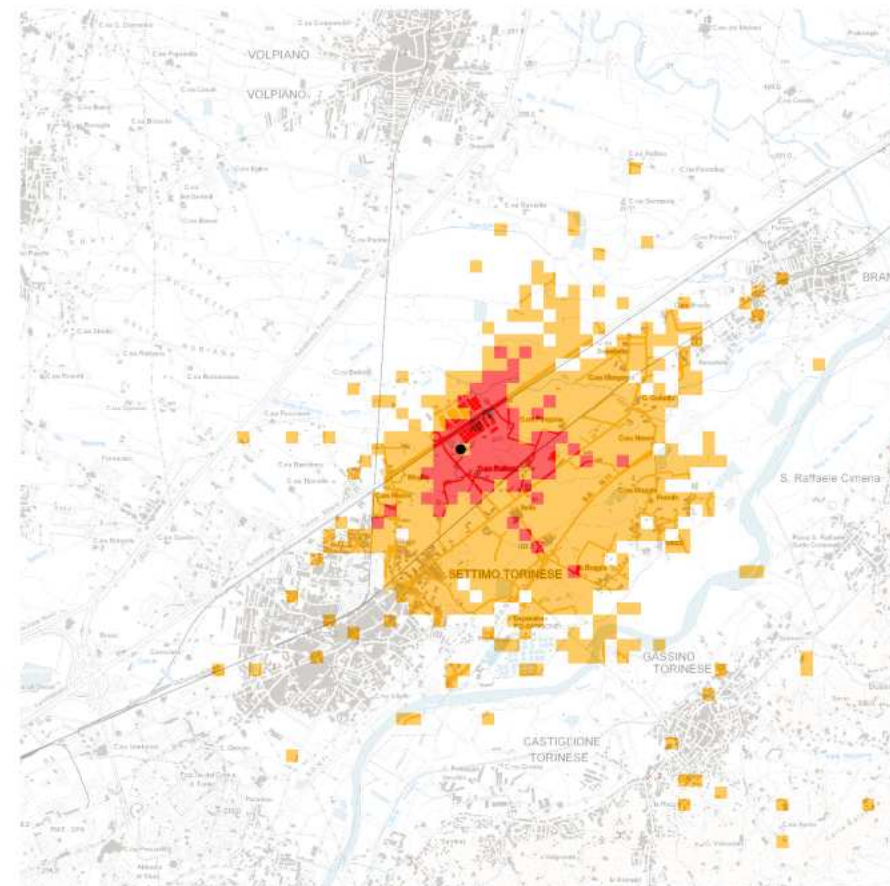
#### IMPIANTO HEAT & POWER



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:252419 - 1:500000

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### IMPIANTO HEAT & POWER



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
- 1:5000 - 1:10000
- 1:3127 - 1:5000

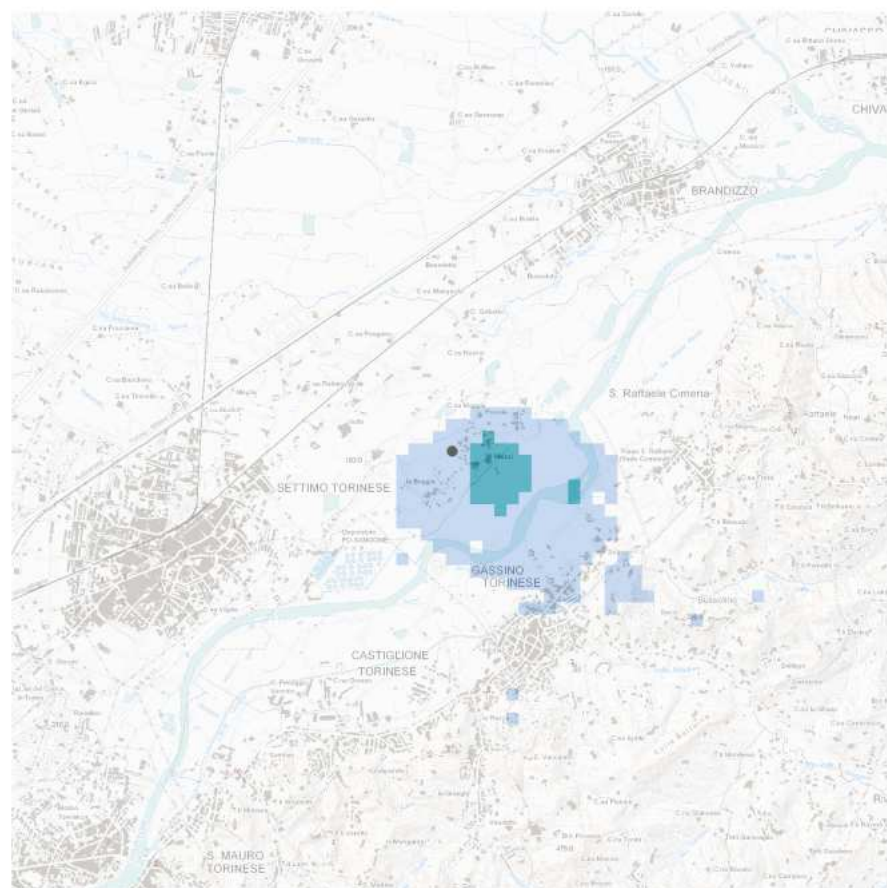
Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	39	0,16	0,079	0,039
<b>CO</b>	14	0,056	0,028	0,014
<b>Polveri Totali</b>	0,59	0,0023	0,0012	0,00059
<b>PM2.5</b>	0,36	0,0014	0,00072	0,00036
<b>PM10</b>	0,50	0,0020	0,0010	0,00050
<b>COT</b>	1,9	0,0074	0,0037	0,0019
<b>NH<sub>3</sub></b>	0,14	0,00055	0,00028	0,00014
<b>SO<sub>x</sub></b>	0,11	0,00042	0,00021	0,00011

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:5000</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	39	13	7,9	3,9	2,0
<b>CO</b>	14	4,6	2,8	1,4	0,71
<b>Polveri Totali</b>	0,59	0,19	0,12	0,059	0,029
<b>PM2.5</b>	0,36	0,12	0,072	0,036	0,018
<b>PM10</b>	0,50	0,16	0,10	0,050	0,025
<b>COT</b>	1,9	0,60	0,37	0,19	0,094
<b>NH<sub>3</sub></b>	0,14	0,044	0,028	0,014	0,0069
<b>SO<sub>x</sub></b>	0,11	0,034	0,021	0,011	0,0053

Figura 24

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

#### AZ. AGR. RACCA GIUSEPPE E FIGLI

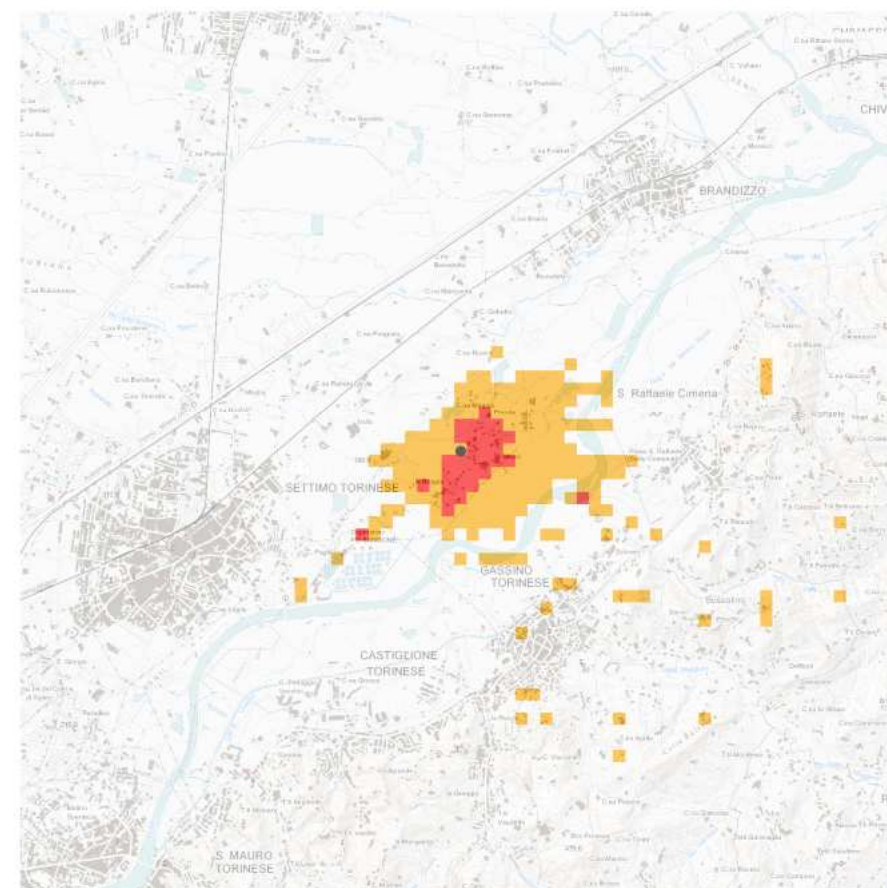


- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:387424 - 1:500000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	114	0,26	0,23	0,11
CO	43	0,097	0,086	0,043
COT	286	0,65	0,57	0,29

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### AZ. AGR. RACCA GIUSEPPE E FIGLI



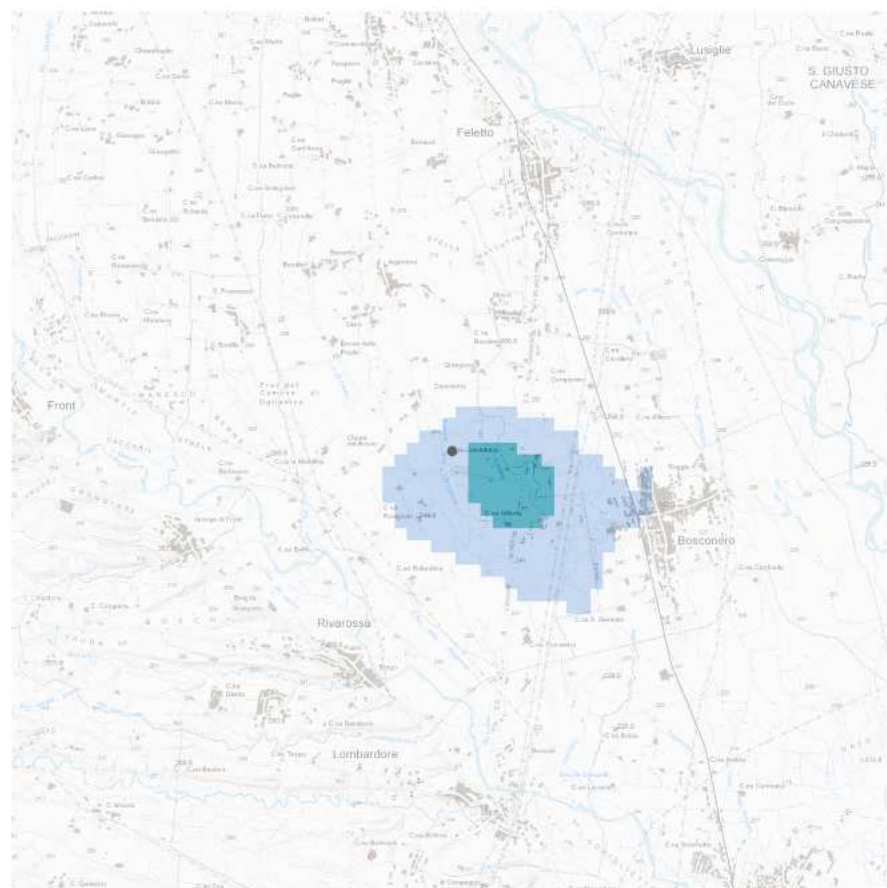
- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
- 1:5353 - 1:10000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	114	14	11	5,7
CO	43	5,2	4,3	2,1
COT	286	35	29	14

Figura 25

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

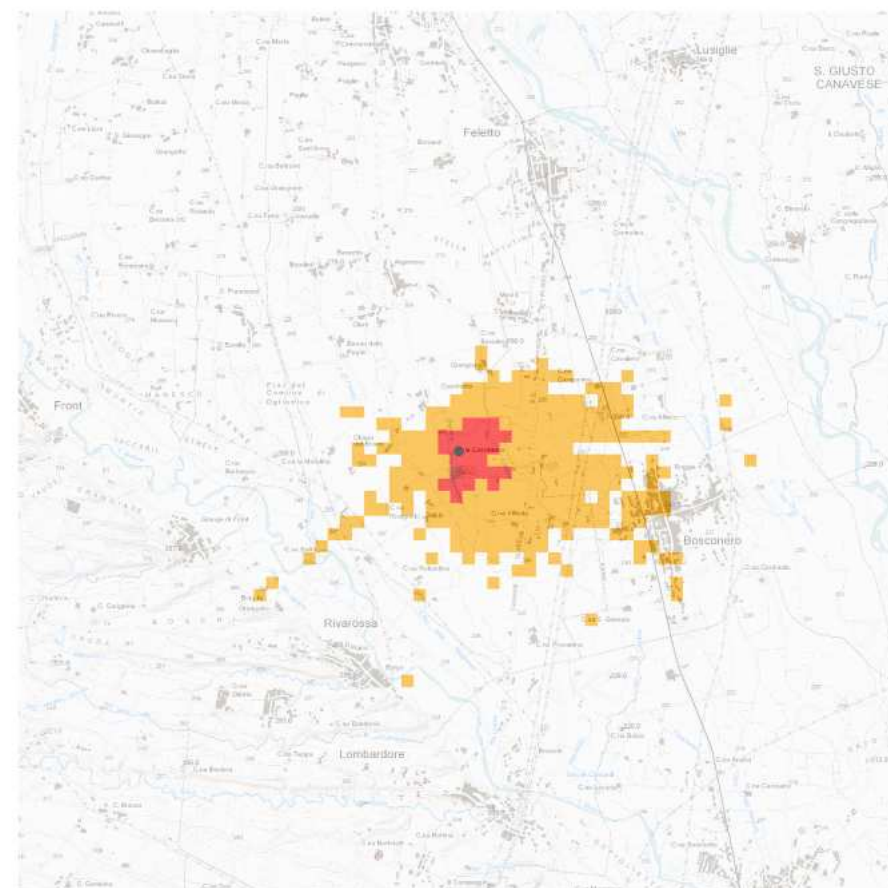
#### IMPIANTO SOC. AGR. GENOLA



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:306424 - 1:500000

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### IMPIANTO SOC. AGR. GENOLA



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
- 1:5000 - 1:10000
- 1:3973 - 1:5000

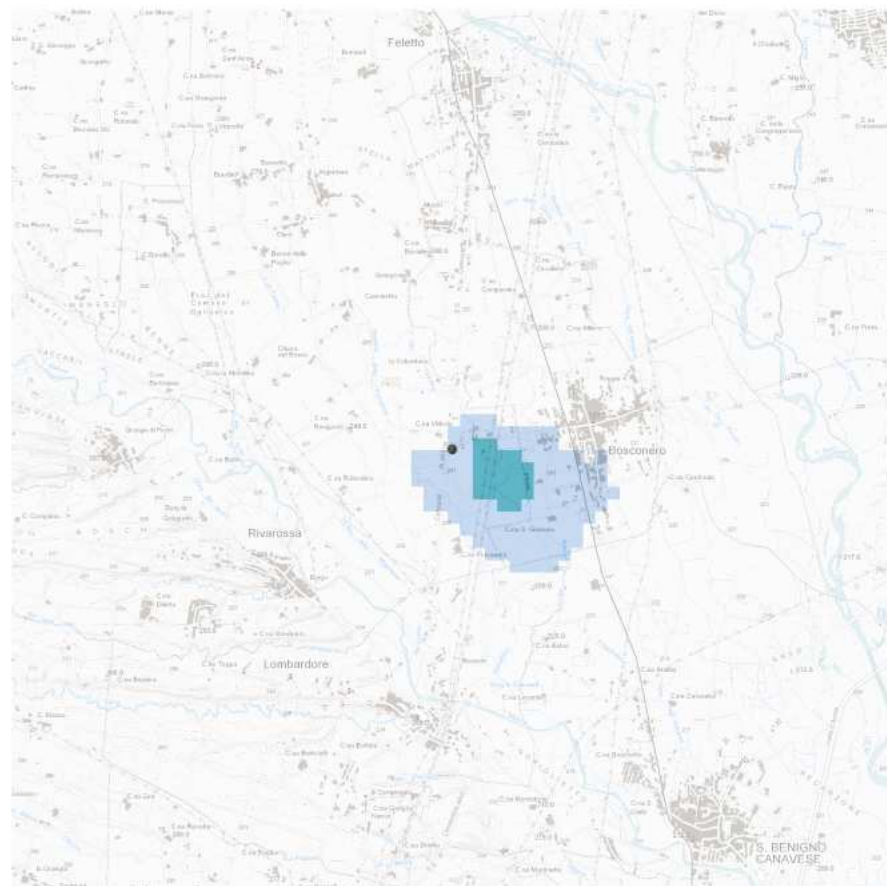
Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	118	0,39	0,24	0,12
<b>CO</b>	44	0,14	0,089	0,044
<b>COT</b>	296	0,97	0,59	0,30

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:5000</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	118	30	24	12	5,9
<b>CO</b>	44	11	8,9	4,4	2,2
<b>COT</b>	296	74	59	30	15

Figura 26.

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

#### IMPIANTO SOC. AGR. CERVINO

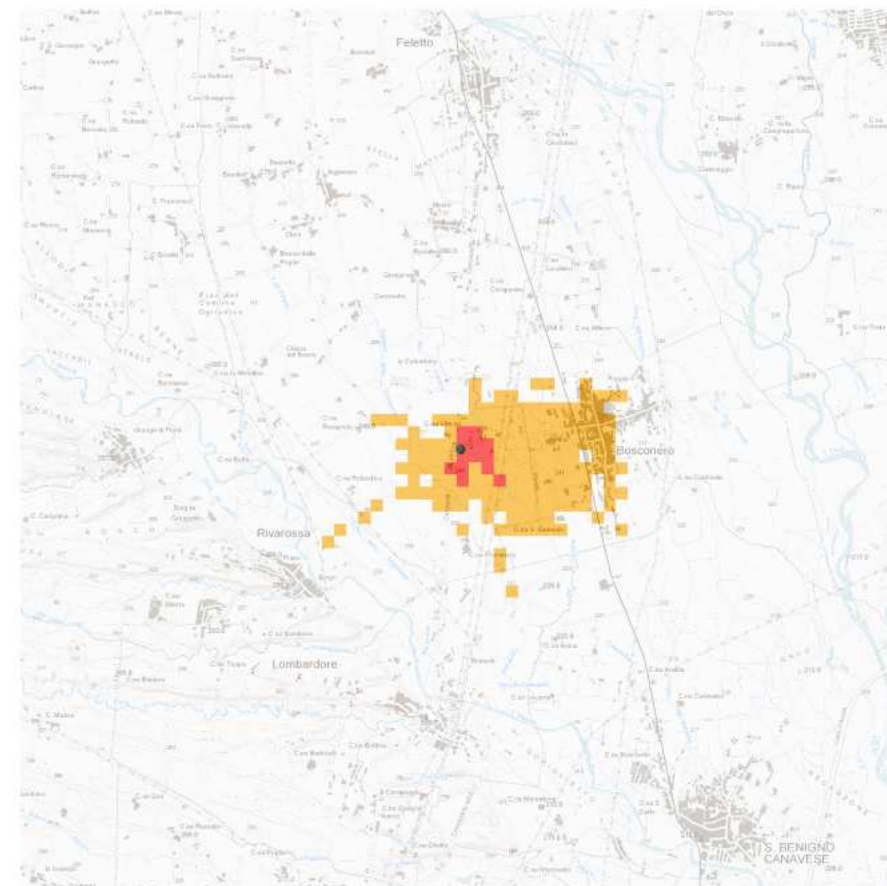


• Impianto  
Rapporto di diluizione  
1:500000 - 1:1000000  
1:336121 - 1:500000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	116	0,35	0,23	0,12
CO	43	0,13	0,087	0,043
COT	290	0,86	0,58	0,29

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### IMPIANTO SOC. AGR. CERVINO



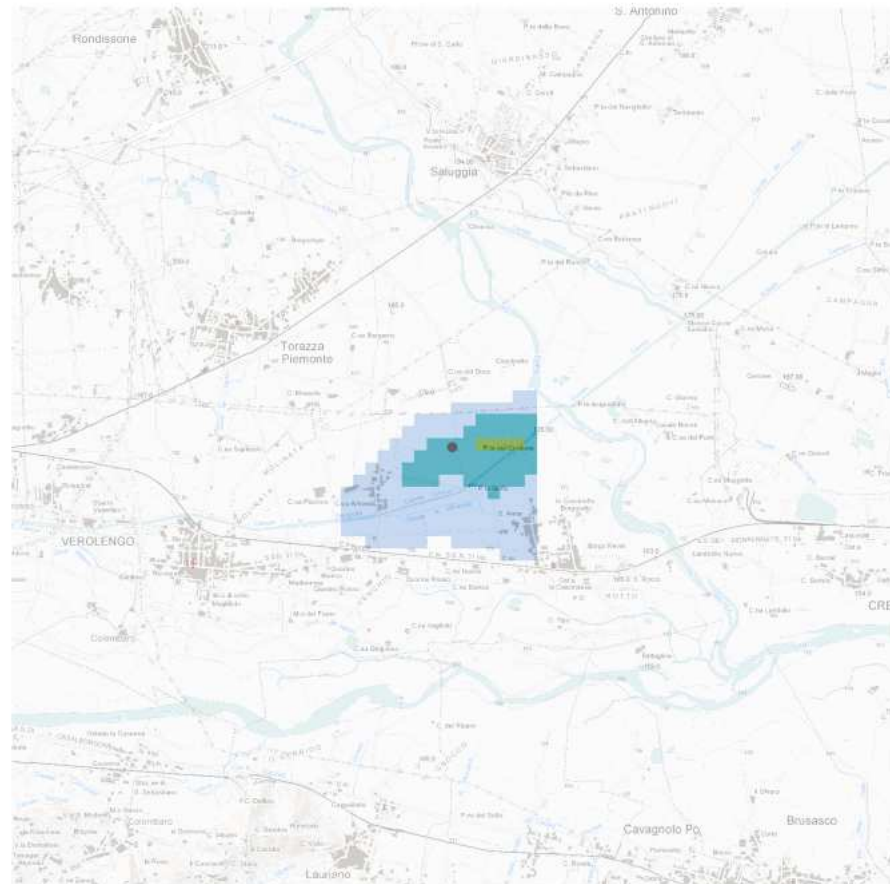
• Impianto  
Rapporto di diluizione  
1:10000-1:20000  
1:5070 - 1:10000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	116	23	12	5,8
CO	43	9	4,3	2,2
COT	290	57	29	14

Figura 27.

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

#### IMPIANTO SOC. AGR. TENUTA DUCA

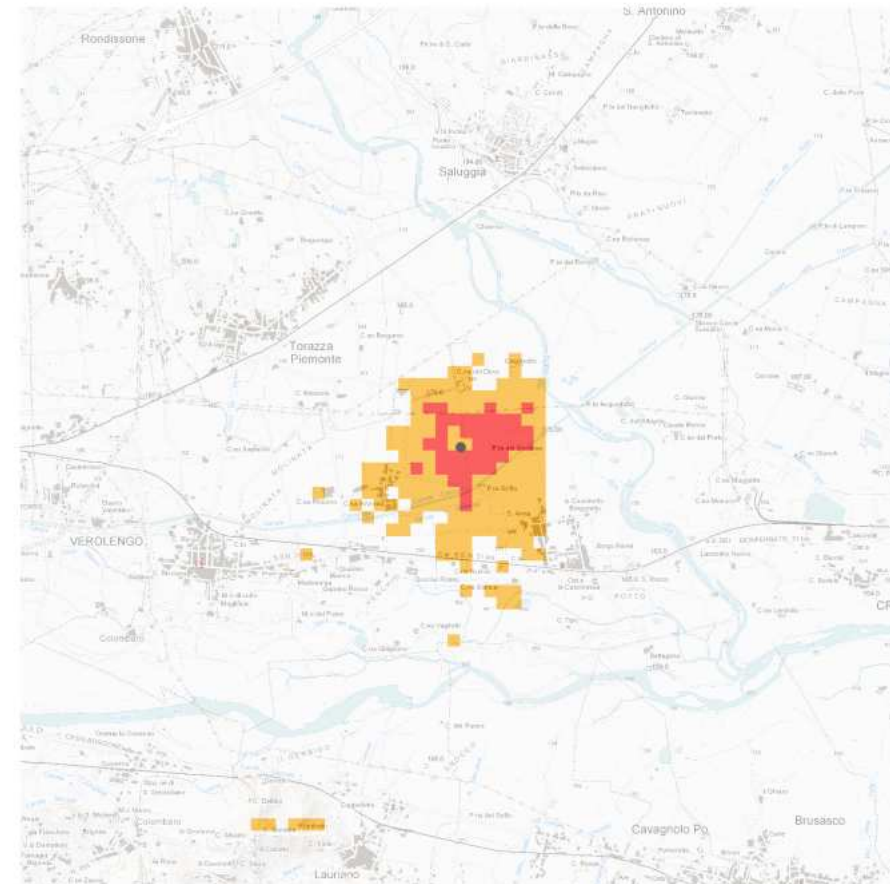


- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:200000 - 1:500000
- 1:163903 - 1:200000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:200000</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u, d, m,	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	118	0,72	0,59	0,24	0,12
CO	44	0,27	0,22	0,088	0,044
COT	294	1,79	1,5	0,59	0,29

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### IMPIANTO SOC. AGR. TENUTA DUCA



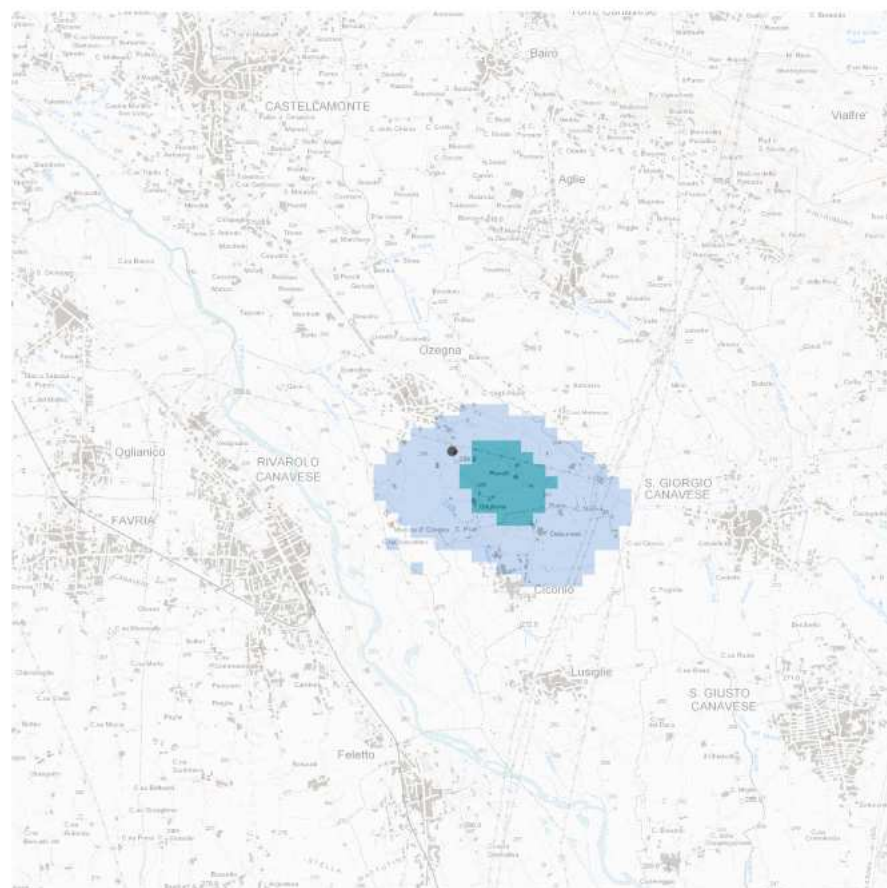
- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
- 1:5435 - 1:10000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u. d. m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	118	22	12	5,9
CO	44	8	4,4	2,2
COT	294	54	29	15

Figura 28.

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

#### IMPIANTO EGEA NEW ENERGY

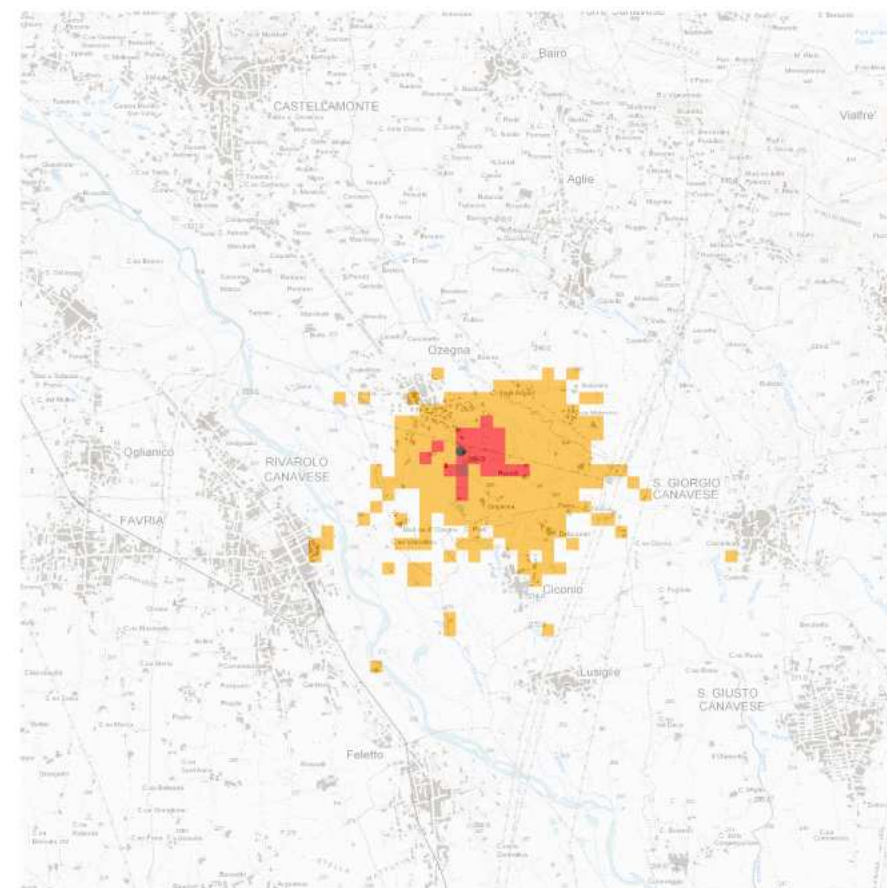


- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:290631 - 1:500000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	116	0,40	0,23	0,12
CO	43	0,15	0,087	0,043
COT	290	1,0	0,58	0,29

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### IMPIANTO IMPIANTO EGEA NEW ENERGY



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
- 1:5000 - 1:10000
- 1:4767 - 1:5000

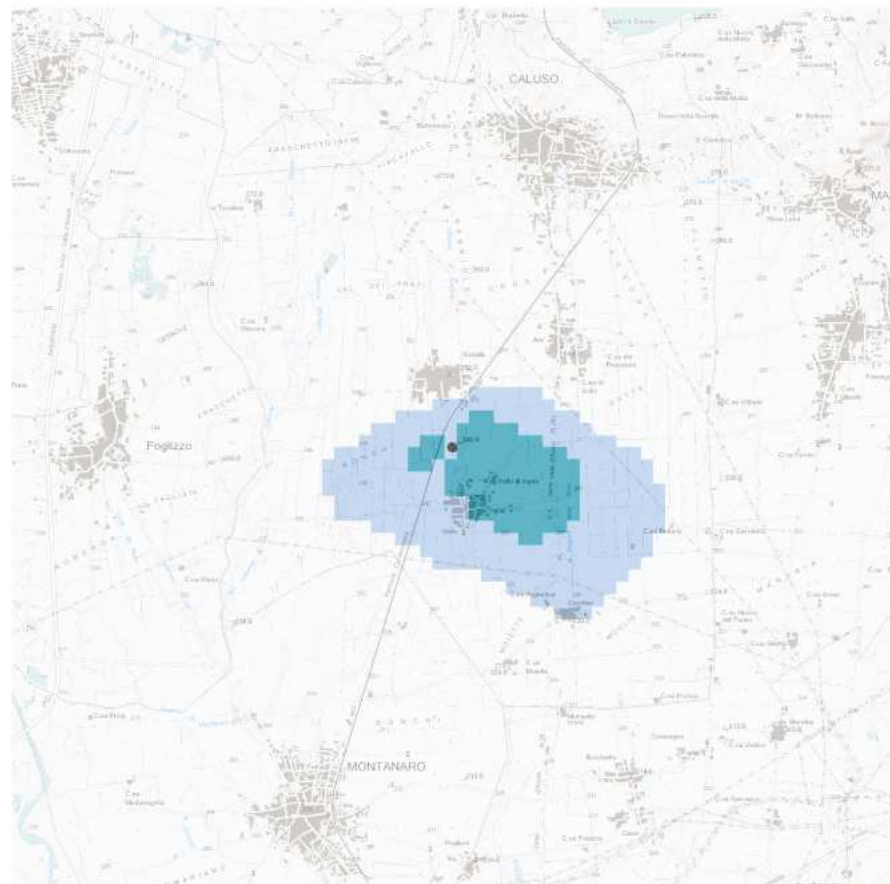
Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:5000</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	116	24	23	12	5,8
CO	43	9	8,7	4,3	2,2
COT	290	61	58	29	14

Figura 29.



### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

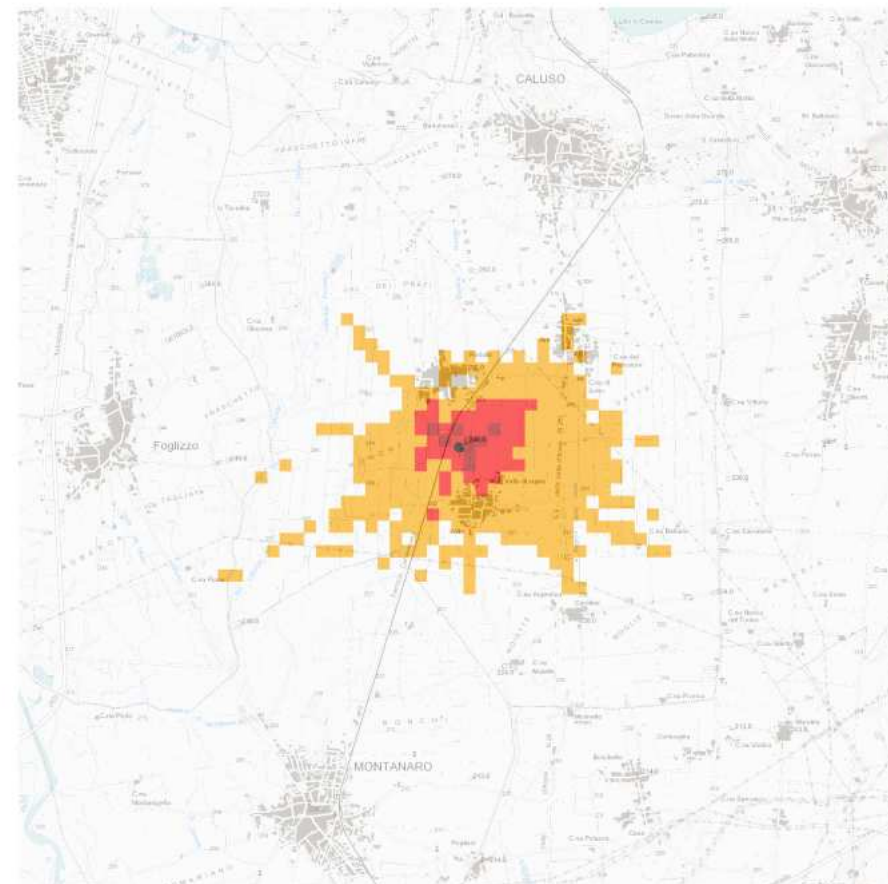
#### IMPIANTO SOC. AGR. AGRINORD ENERGIA



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:241587 - 1:500000

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### IMPIANTO SOC. AGR. AGRINORD ENERGIA



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
- 1:5000 - 1:10000
- 1:3359 - 1:5000

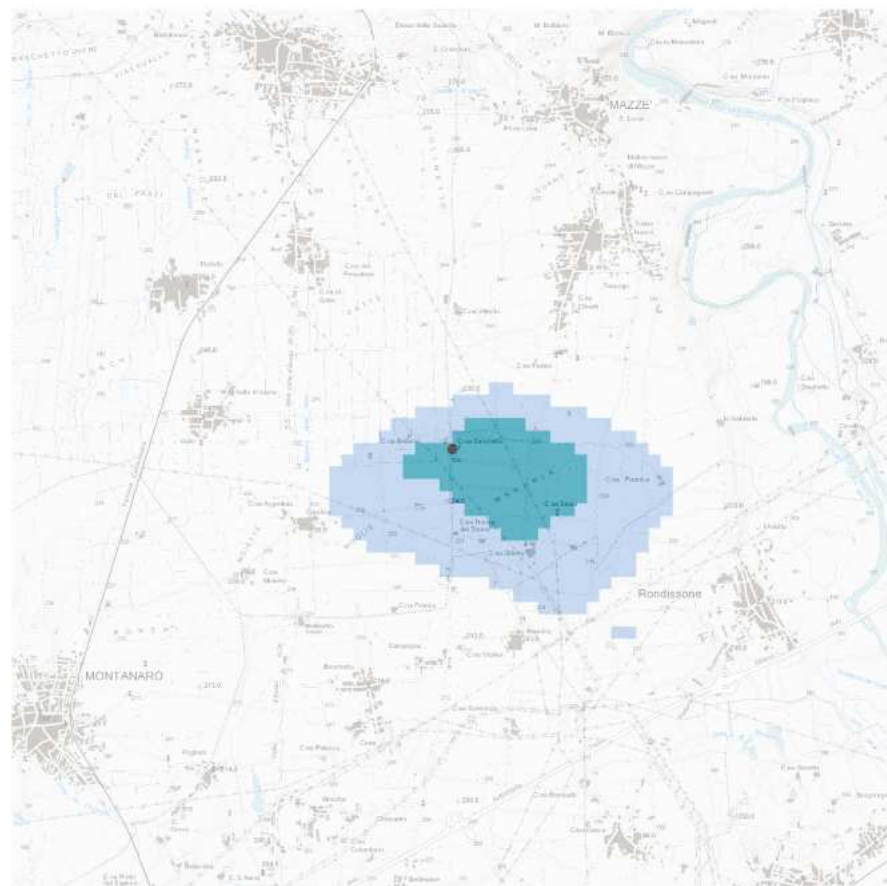
Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u,d,m,	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	116	0,48	0,23	0,12
<b>CO</b>	43	0,18	0,087	0,043
<b>COT</b>	290	1,2	0,58	0,29

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:5000</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u,d,m,	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	116	35	23	12	5,8
<b>CO</b>	43	13	8,7	4,3	2,2
<b>COT</b>	290	86	58	29	14

Figura 30

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

#### IMPIANTO SOC. AGR. FRATELLI VILLOSIO

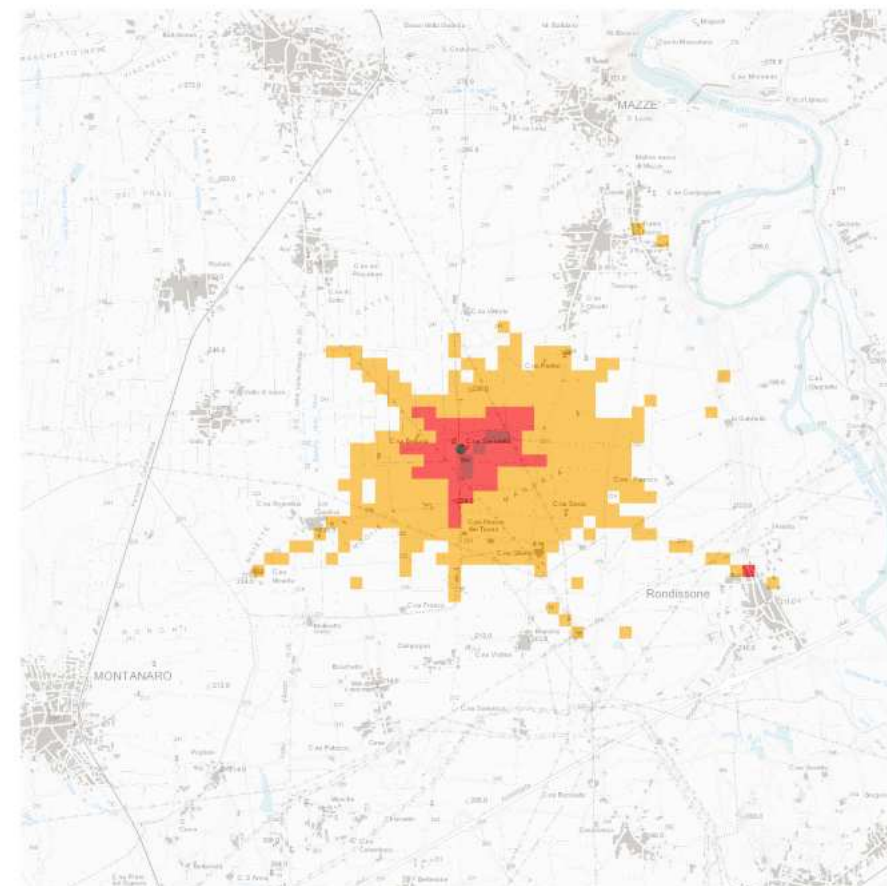


- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:234149 - 1:500000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	115	0,49	0,23	0,11
<b>CO</b>	43	0,18	0,086	0,043
<b>COT</b>	287	1,2	0,57	0,29

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### IMPIANTO SOC. AGR. FRATELLI VILLOSIO



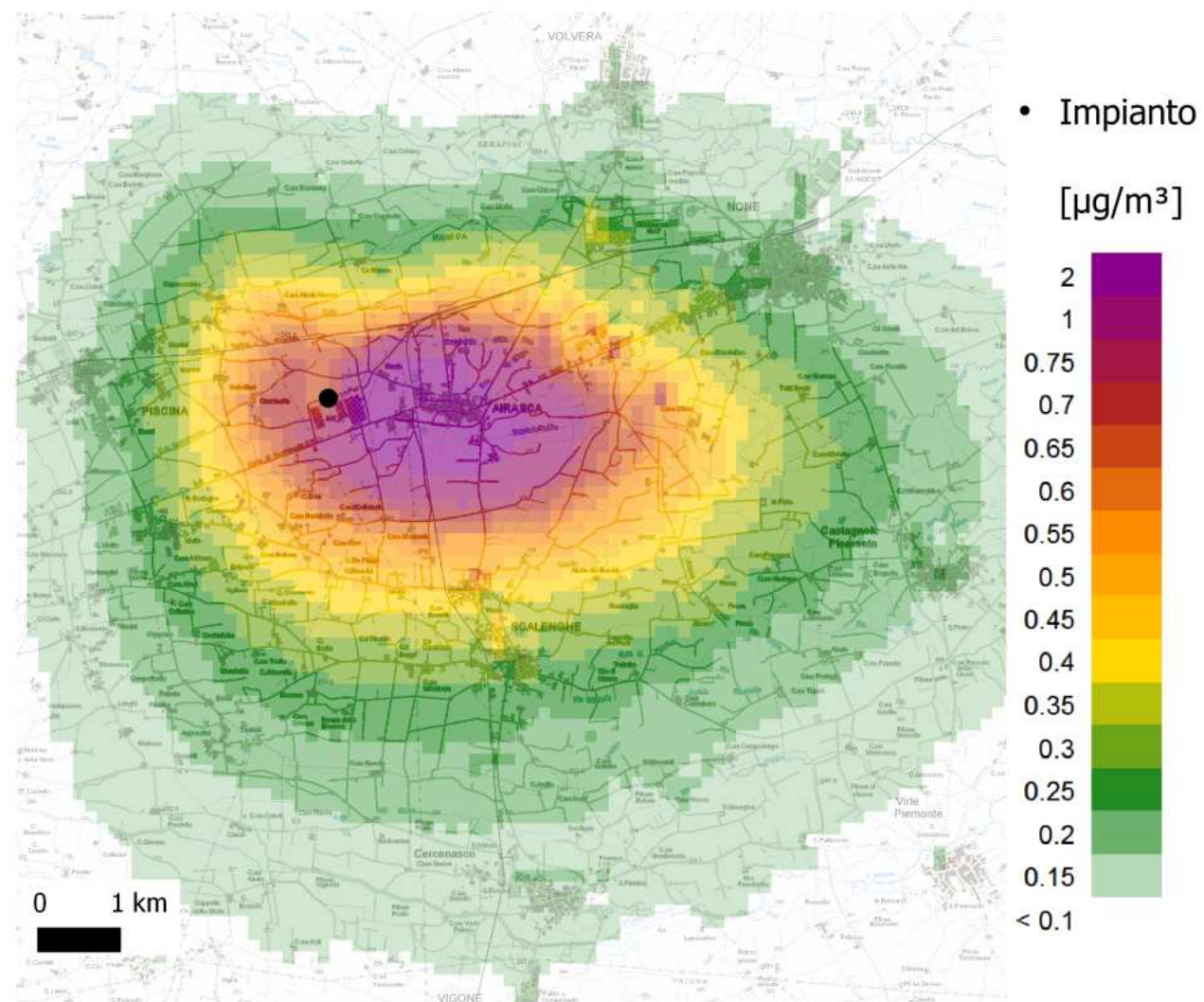
- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
- 1:5000 - 1:10000
- 1:3975 - 1:5000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:5000</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	115	29	23	11	5,7
<b>CO</b>	43	11	8,6	4,3	2,2
<b>COT</b>	287	72	57	29	14

Figura 31

## MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI DI NO<sub>x</sub>

IMPIANTO C&T



## MAPPA DEL 99,8° PERCENTILE DELLE CONCENTRAZIONI ORARIE DI NO<sub>x</sub>

IMPIANTO C&T

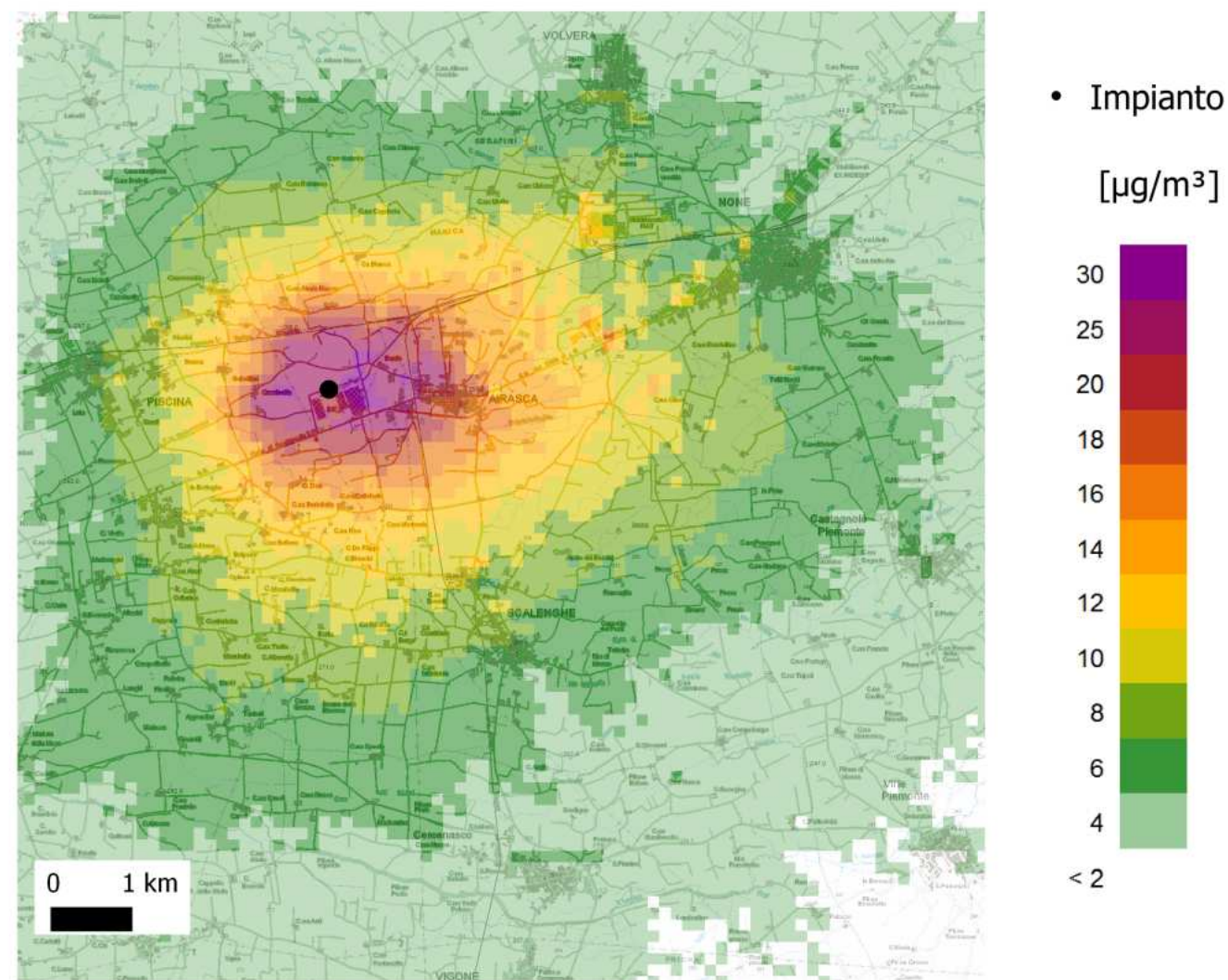
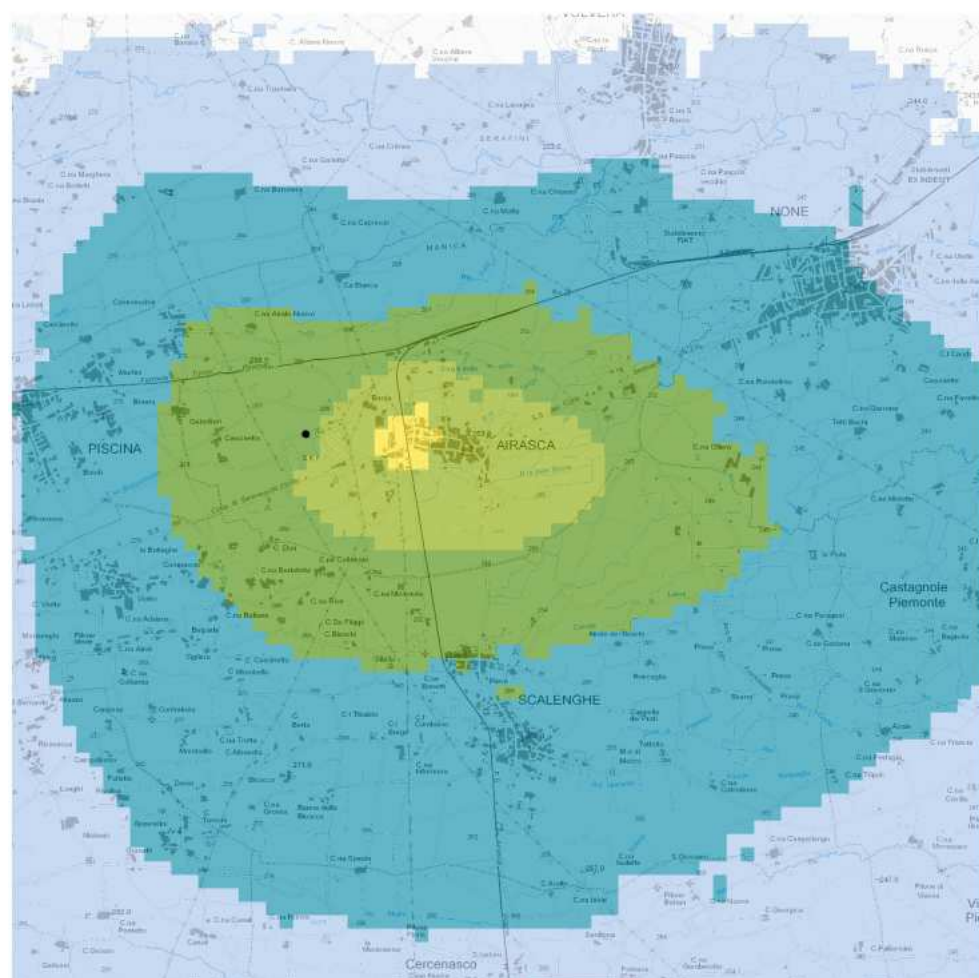


Figura 32

## MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

### IMPIANTO C&T



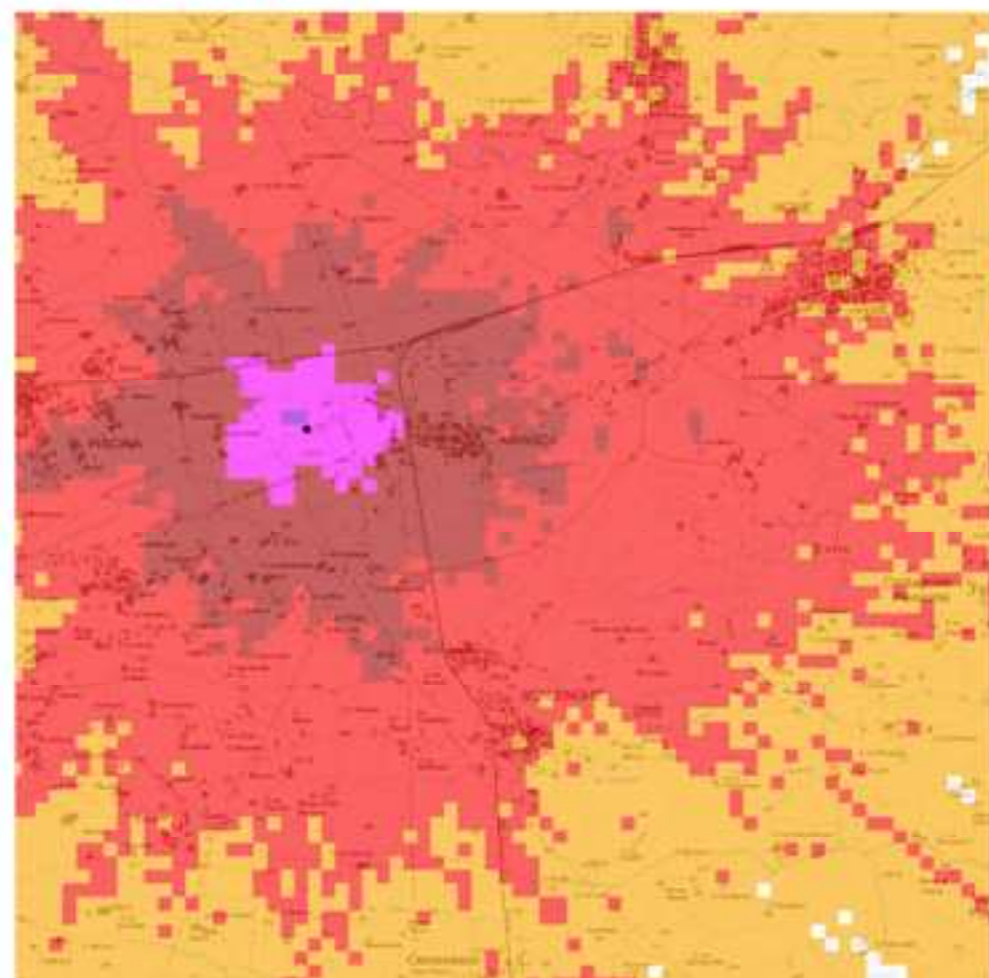
- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:200000 - 1:500000
- 1:100000 - 1:200000
- 1:50000 - 1:100000
- 1:39693 - 1:50000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:50000</sub>	C <sub>1:100000</sub>	C <sub>1:200000</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	77	1,9	1,5	0,77	0,39	0,15	0,077
<b>CO</b>	16	0,41	0,33	0,16	0,081	0,033	0,016
<b>Polveri Totali</b>	0,16	0,0040	0,0031	0,0016	0,00079	0,00031	0,00016
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	0,10	0,0024	0,0019	0,0010	0,00048	0,00019	0,00010
<b>PM<sub>10</sub></b>	0,13	0,0034	0,0027	0,0013	0,00067	0,00027	0,00013
<b>COT</b>	0,27	0,0068	0,0054	0,0027	0,0014	0,00054	0,00027
<b>NH<sub>3</sub></b>	0,40	0,010	0,008	0,0040	0,0020	0,00080	0,00040
<b>SO<sub>x</sub></b>	9,0	0,23	0,18	0,090	0,045	0,018	0,0090
<b>HCl</b>	1,2	0,031	0,025	0,012	0,0062	0,0025	0,0012
u.d.m.	ng/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
<b>IPA</b>	1,9	0,047	0,037	0,019	0,009	0,0037	0,0019
<b>PCB totali</b>	4,0	0,10	0,079	0,040	0,020	0,0079	0,0040
u.d.m.	pg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>
<b>PCDD/DF</b>	3,4	0,086	0,068	0,034	0,017	0,0068	0,0034
u.d.m.	µg/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
<b>Cobalto</b>	19	0,49	0,39	0,19	0,10	0,039	0,019
<b>Cromo</b>	26	0,65	0,52	0,26	0,13	0,052	0,026
<b>Manganese</b>	32	0,82	0,65	0,32	0,16	0,065	0,032
<b>Nichel</b>	39	0,98	0,78	0,39	0,19	0,078	0,039
<b>Piombo</b>	39	0,98	0,78	0,39	0,19	0,078	0,039
<b>Rame</b>	143	3,6	2,9	1,4	0,71	0,29	0,14
<b>Stagno</b>	19	0,49	0,39	0,19	0,10	0,039	0,019
<b>Zinco</b>	156	3,9	3,1	1,6	0,78	0,31	0,16

Figura 33

## MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

### IMPIANTO C&T



• Impianto  
Rapporto di diluizione

- 1:10000-1:20000
- 1:5000 - 1:10000
- 1:2000 - 1:5000
- 1:1000 - 1:2000
- 1:846 - 1:1000

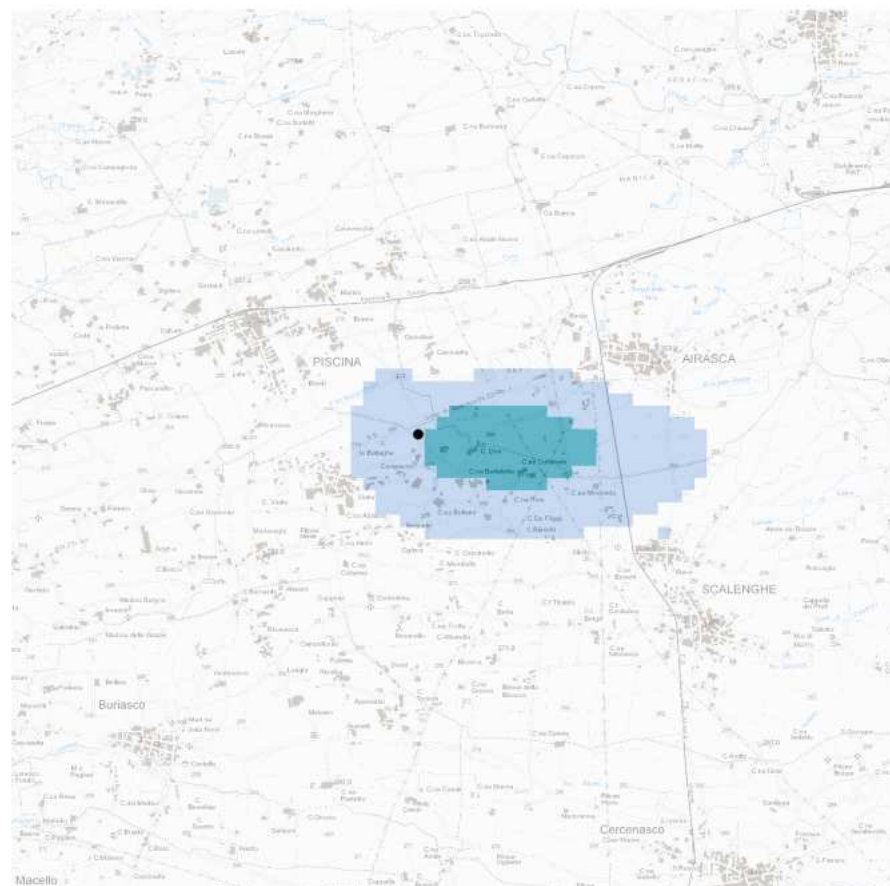
Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:1000</sub>	C <sub>1:2000</sub>	C <sub>1:5000</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	77	91	77	39	15	7,7	3,9
<b>CO</b>	16	19	16	8,1	3,3	1,6	0,81
<b>Polveri Totali</b>	0,16	0,19	0,16	0,079	0,031	0,016	0,0079
<b>PM<sub>25</sub></b>	0,10	0,11	0,097	0,048	0,019	0,0097	0,0048
<b>PM<sub>10</sub></b>	0,13	0,16	0,13	0,067	0,027	0,013	0,0067
<b>COT</b>	0,27	0,32	0,27	0,14	0,054	0,027	0,014
<b>NH<sub>3</sub></b>	0,40	0,47	0,40	0,20	0,080	0,040	0,020
<b>SO<sub>x</sub></b>	9,0	11	9,0	4,5	1,80	0,90	0,45
<b>HCl</b>	1,3	1,5	1,3	0,62	0,25	0,13	0,062
u.d.m.	ng/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
<b>IPA</b>	1,9	2,2	1,9	0,93	0,37	0,19	0,093
<b>PCB totali</b>	4,0	4,7	4,0	2,0	0,79	0,40	0,20
u.d.m.	pg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>
<b>PCDD/DF</b>	3,4	4,0	3,4	1,7	0,68	0,34	0,17
u.d.m.	µg/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
<b>Cobalto</b>	19	23	19	9,7	3,9	1,9	0,97
<b>Cromo</b>	26	31	26	13	5,2	2,6	1,3
<b>Manganese</b>	32	38	32	16	6,5	3,2	1,6
<b>Nichel</b>	39	46	39	19	7,8	3,9	1,9
<b>Piombo</b>	39	46	39	19	7,8	3,9	1,9
<b>Rame</b>	143	169	143	71	29	14	7,1
<b>Stagno</b>	19	23	19	9,7	3,9	1,9	0,97
<b>Zinco</b>	156	184	156	78	31	16	7,8

Figura 34

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

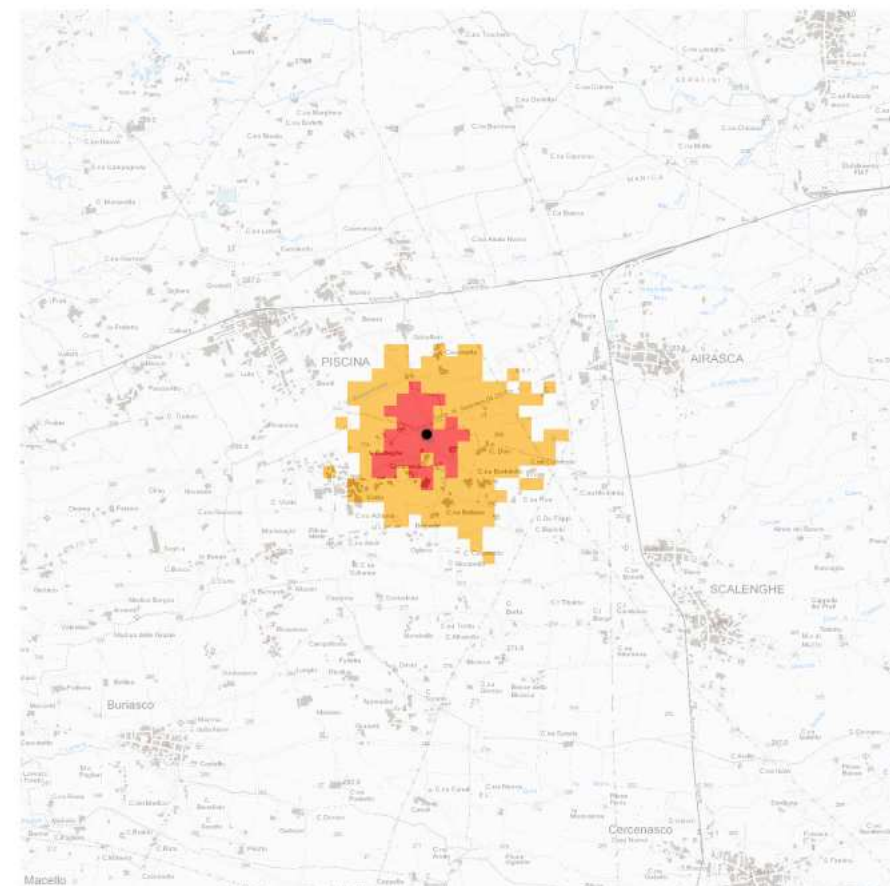
### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### IMPIANTO SCALENGHE BIOGAS SOC. AGR.



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:254253 - 1:500000

#### IMPIANTO SCALENGHE BIOGAS SOC. AGR.



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
- 1:5000 - 1:10000
- 1:4990 - 1:5000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NOx</b>	115	0,45	0,23	0,11
<b>CO</b>	43	0,17	0,086	0,043
<b>COT</b>	287	1,1	0,57	0,29

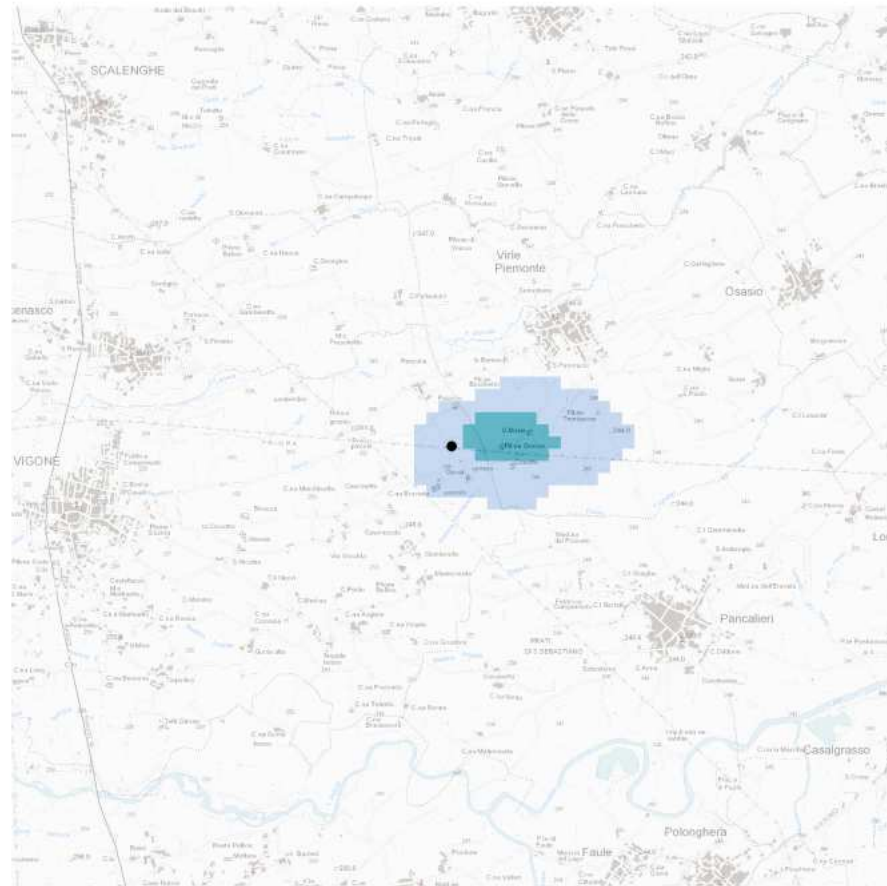
Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:5000</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NOx</b>	115	23	23	11	5.7
<b>CO</b>	43	8.6	8.6	4.3	2.2
<b>COT</b>	287	58	57	29	14

Figura 35

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

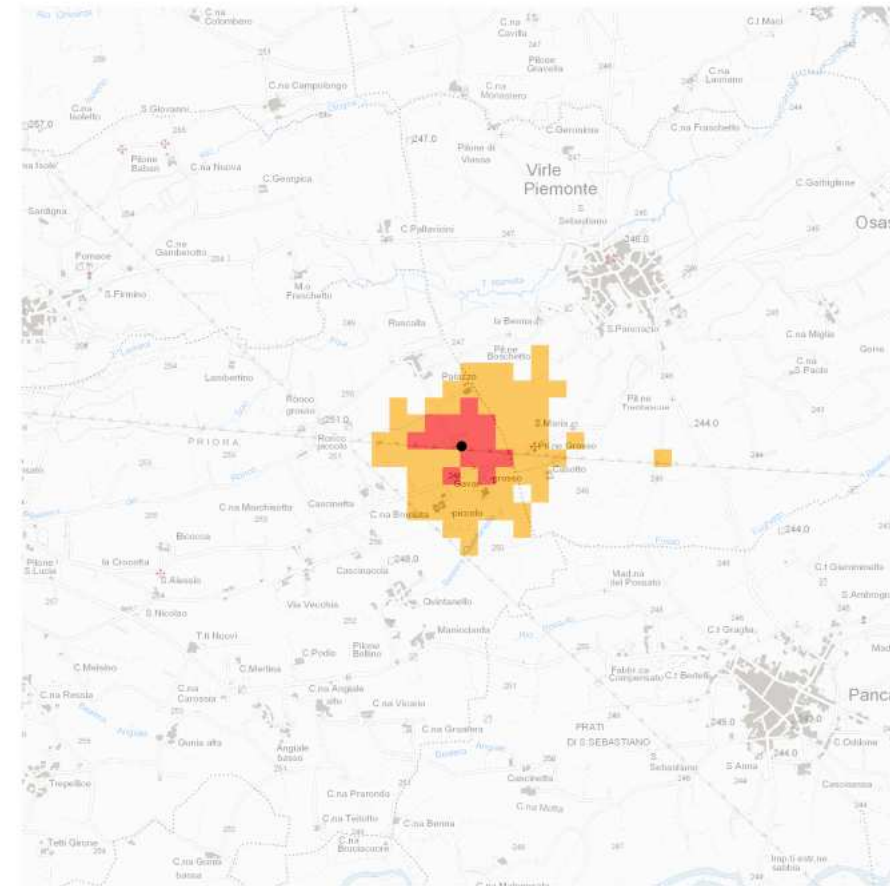
### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### IMPIANTO BIOENERGY SOC. COOP. AGR.



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:316295 - 1:500000

#### IMPIANTO BIOENERGY SOC. COOP. AGR.



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
- 1:6250 - 1:10000

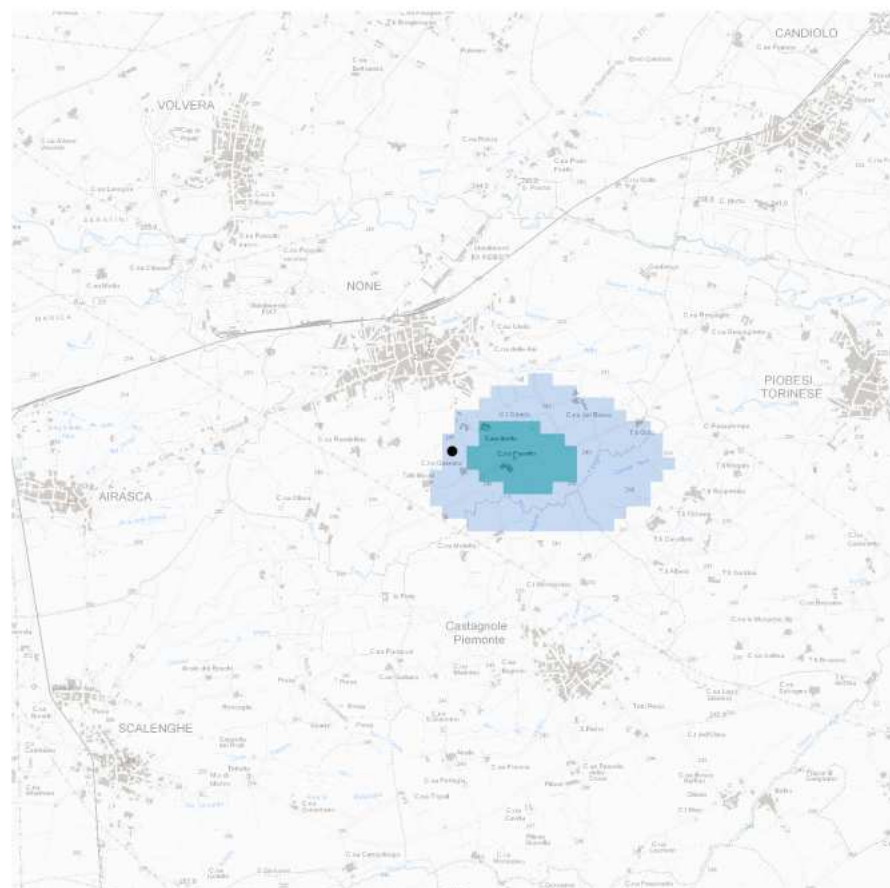
Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NOx</b>	116	0,37	0,23	0,12
<b>CO</b>	43	0,14	0,087	0,043
<b>COT</b>	290	0,9	0,58	0,29

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NOx</b>	116	19	12	5,8
<b>CO</b>	43	6,9	4,3	2,2
<b>COT</b>	290	46	29	14

Figura 36

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

#### IMPIANTO AGRI ENERGIA NONE 2012 SOC. COOP. AGR.

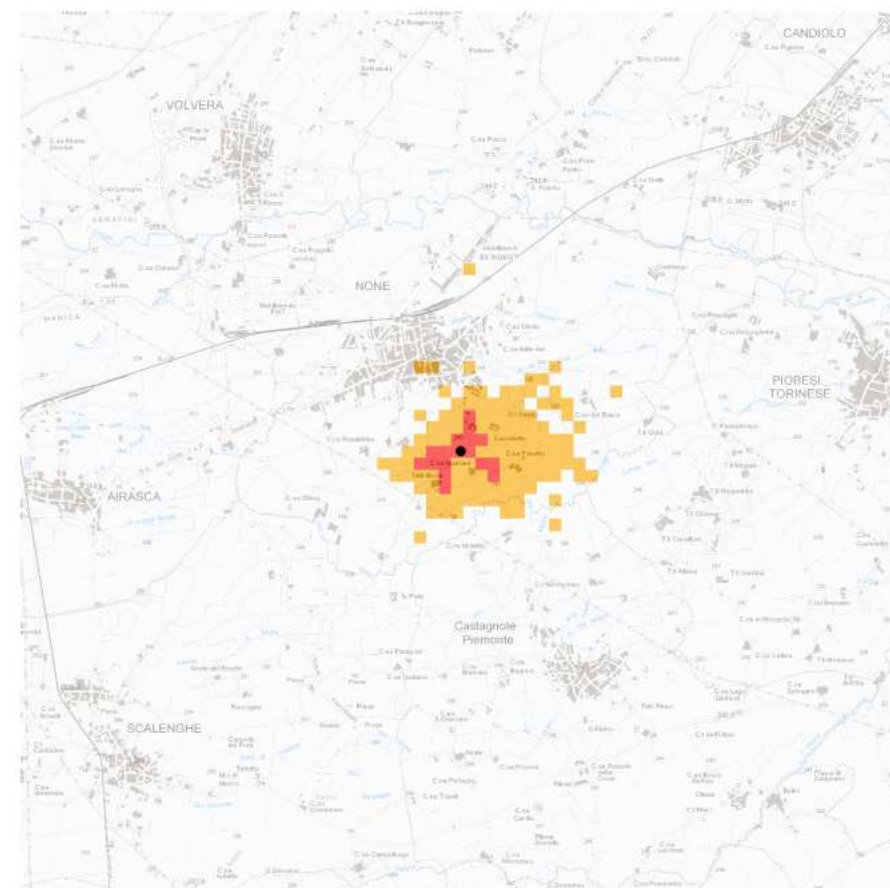


- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:293779 - 1:500000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NOx</b>	119	0,41	0,24	0,12
<b>CO</b>	45	0,15	0,089	0,045
<b>COT</b>	298	1,0	0,60	0,30

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### IMPIANTO AGRI ENERGIA NONE 2012 SOC. COOP.



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
- 1:6260 - 1:10000

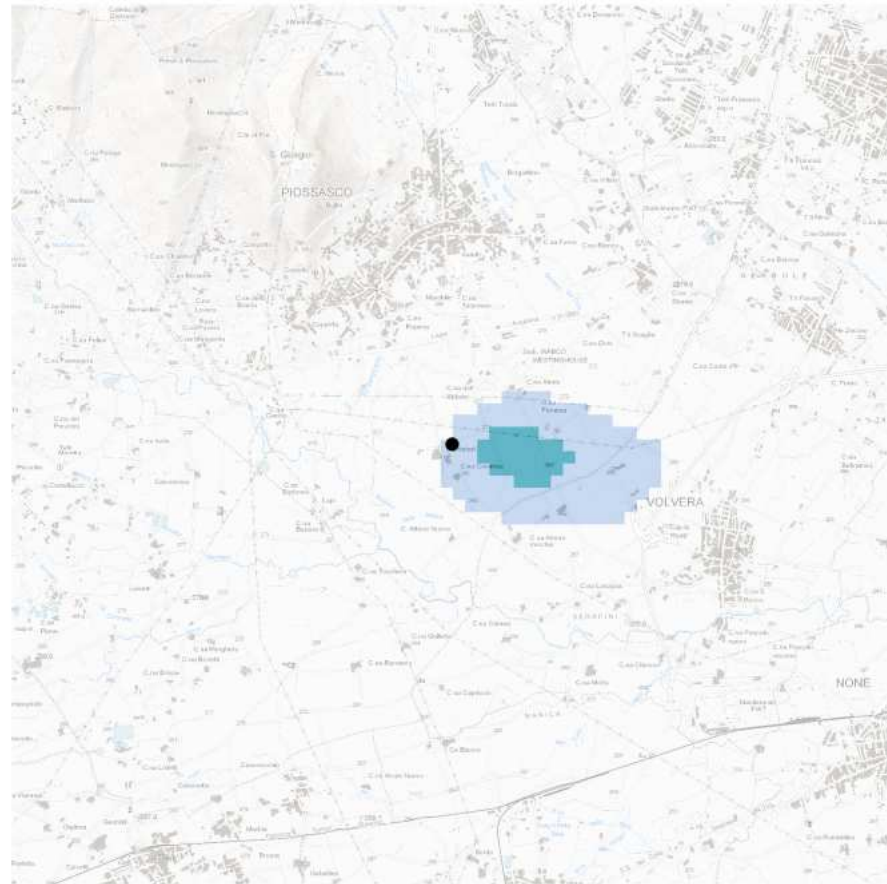
Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NOx</b>	119	19	12	6,0
<b>CO</b>	45	7,1	4,5	2,2
<b>COT</b>	298	48	30	15

Figura 37



### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

#### IMPIANTO SOC. COOP. AGR. BRENTATORI

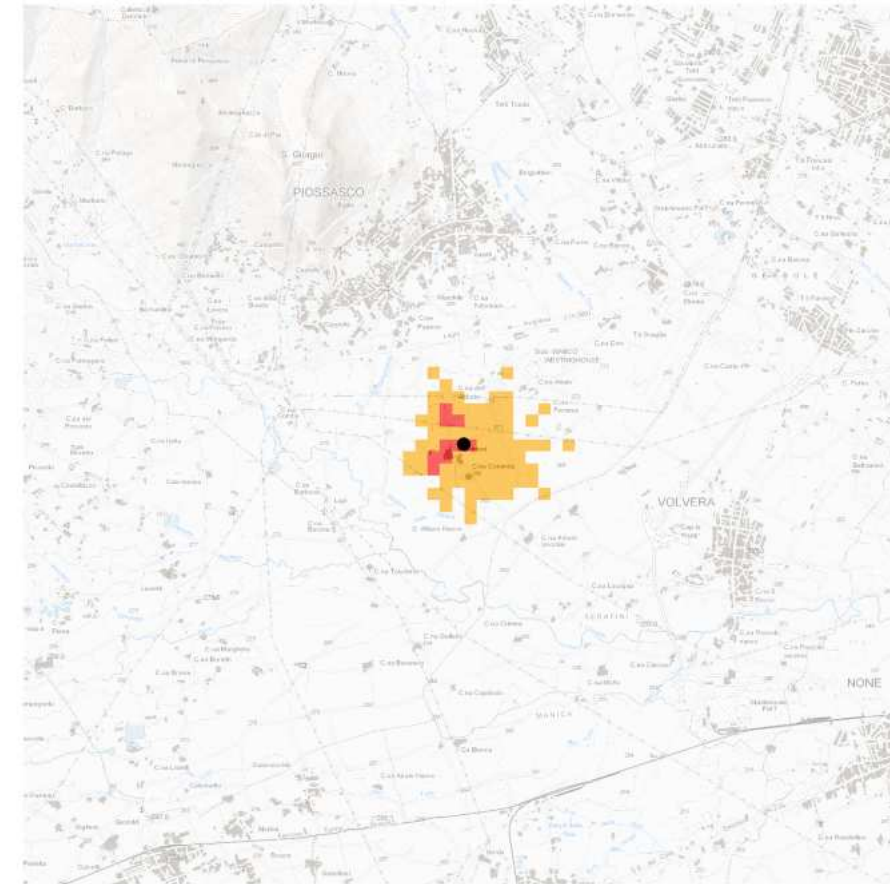


- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:335678 - 1:500000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NOx</b>	116	0,35	0,23	0,12
<b>CO</b>	43	0,13	0,087	0,043
<b>COT</b>	290	0,9	0,58	0,29

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### IMPIANTO SOC. COOP. AGR. BRENTATORI



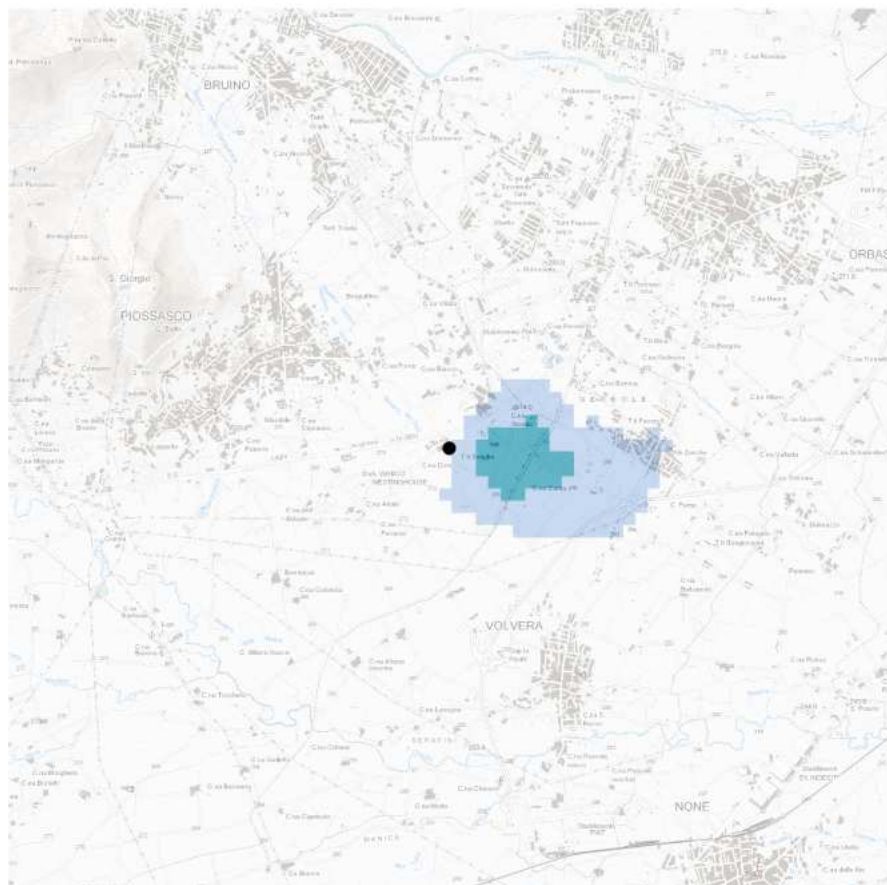
- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
- 1:7397 - 1:10000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NOx</b>	116	16	12	5,8
<b>CO</b>	43	5,9	4,3	2,2
<b>COT</b>	290	39	29	14

Figura 38

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

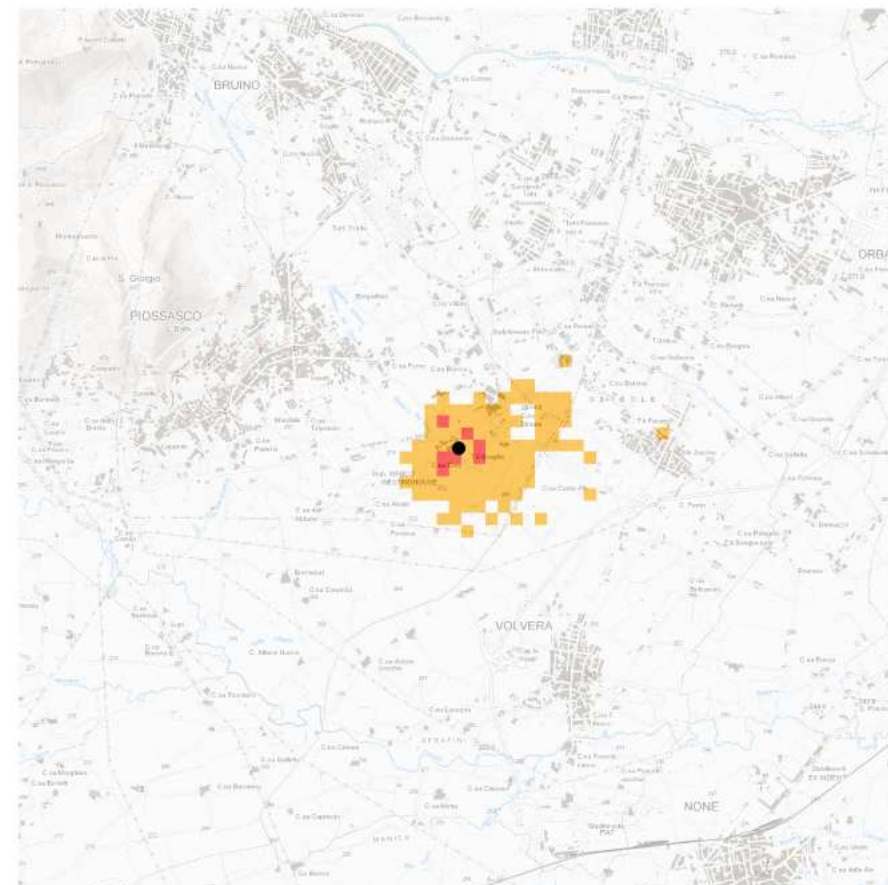
#### IMPIANTO SOC. AGR. CAVAGLIA' BRUNO E DANIELE



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:251270 - 1:500000

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### IMPIANTO SOC. AGR. CAVAGLIA' BRUNO E DANIELE



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
- 1:7133 - 1:10000

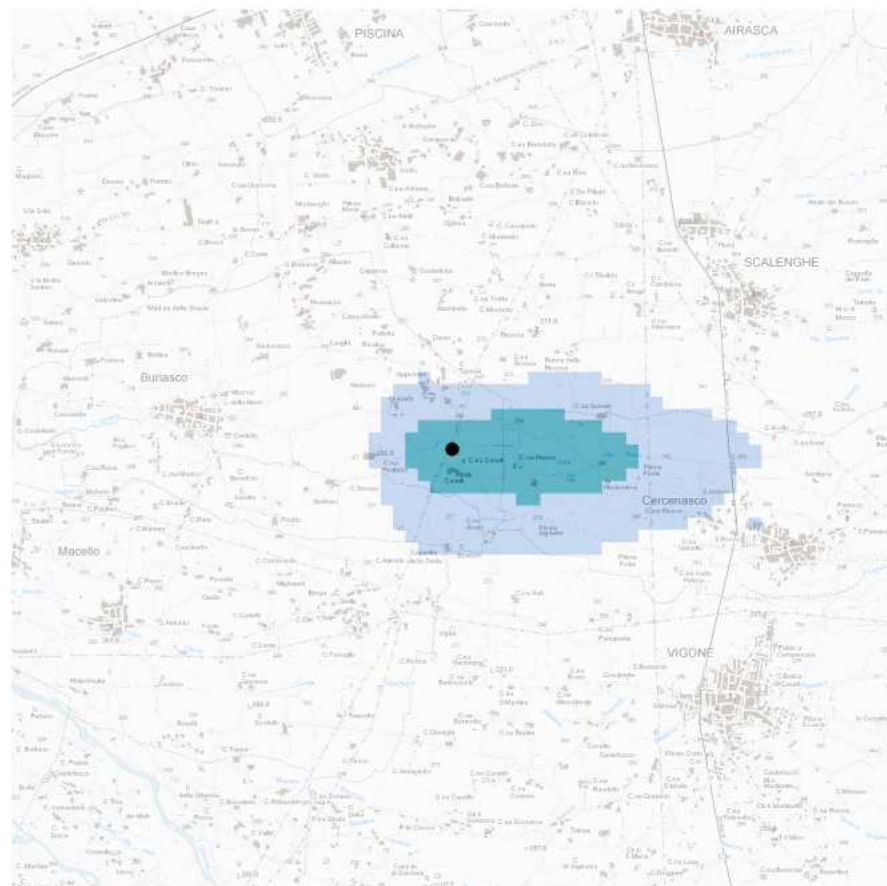
Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	116	0,46	0,23	0,12
CO	43	0,17	0,087	0,043
COT	290	1,2	0,58	0,29

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	116	16	12	5,8
CO	43	6,1	4,3	2,2
COT	290	41	29	14

Figura 39

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

#### IMPIANTO SOC. AGR. BIO CANALI

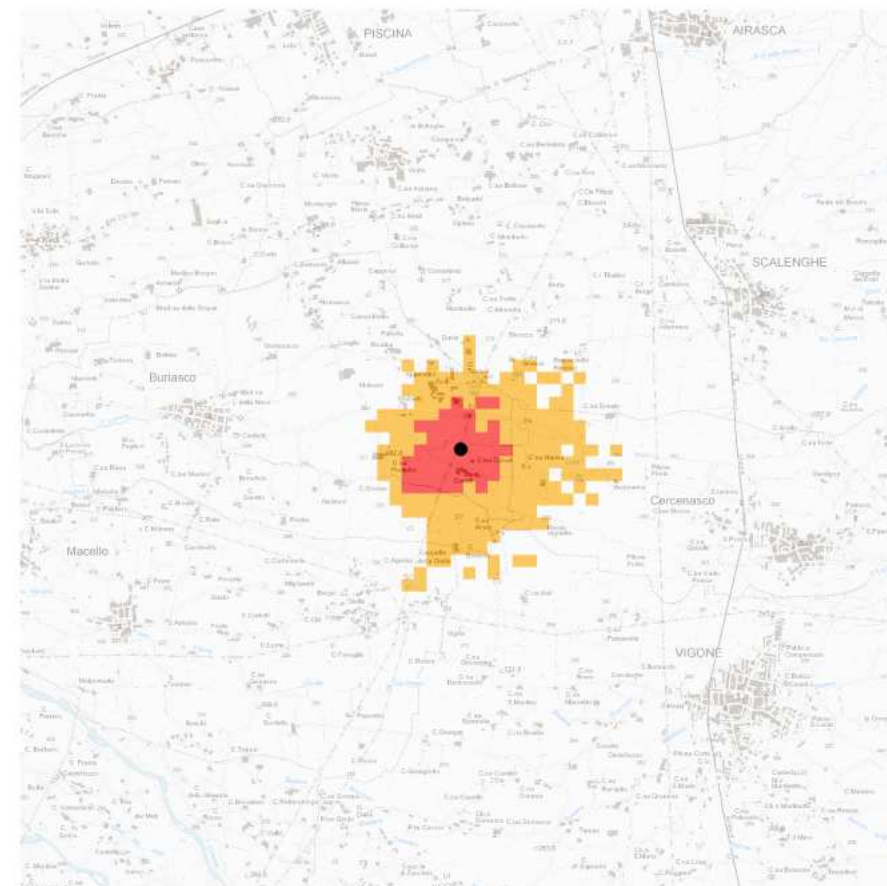


- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:236793 - 1:500000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	116	0.49	0.23	0.12
CO	43	0.18	0.087	0.043
COT	290	1.2	0.58	0.29

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### IMPIANTO SOC. AGR. BIO CANALI



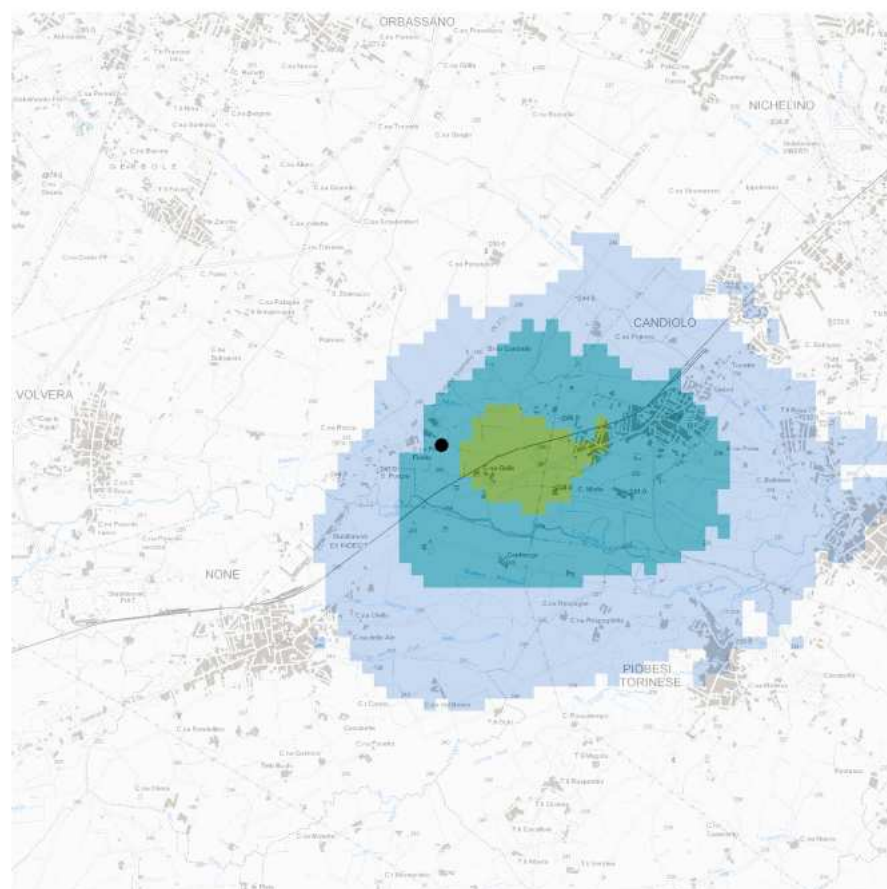
- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
- 1:5120 - 1:10000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	116	23	12	5.8
CO	43	8.5	4.3	2.2
COT	290	57	29	14

Figura 40

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

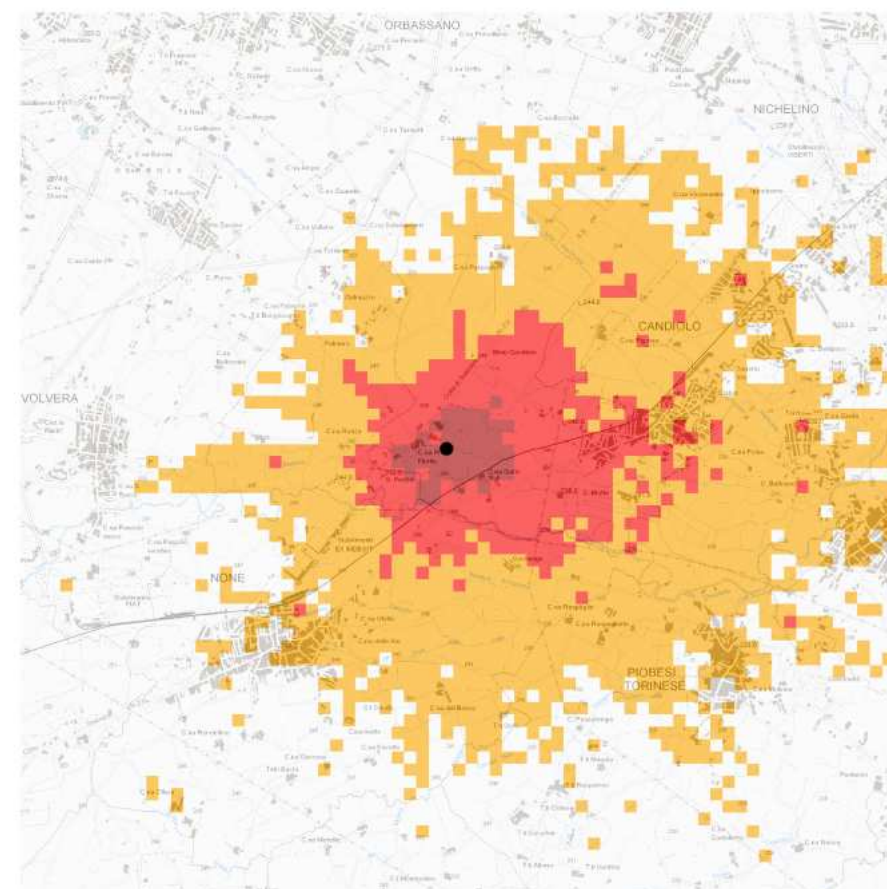
#### IMPIANTO SOC. COOP. AGR. SPERANZA



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:200000 - 1:500000
- 1:117511 - 1:200000

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### IMPIANTO SOC. COOP. AGR. SPERANZA



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
- 1:5000 - 1:10000
- 1:2444 - 1:5000

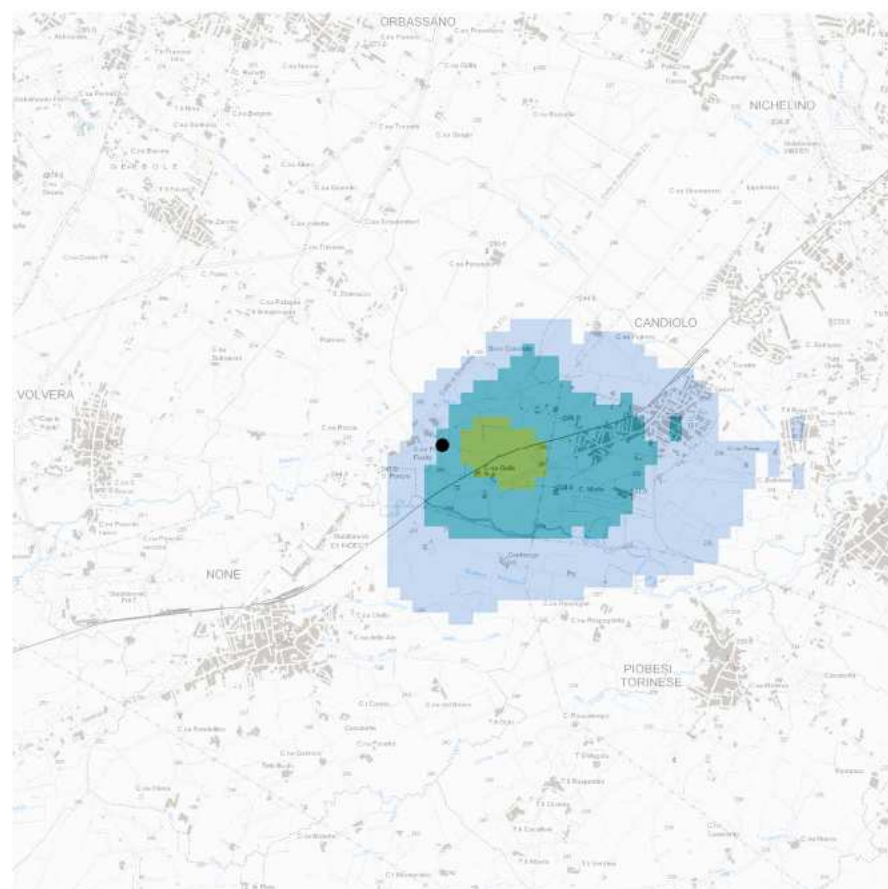
Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:200000</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	91	0.77	0.45	0.18	0.091
<b>CO</b>	107	0.91	0.53	0.21	0.11
<b>COT</b>	251	2.1	1.3	0.50	0.25
<b>SO<sub>x</sub></b>	92	0.78	0.46	0.18	0.092
u.d.m.	µg/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
<b>HCI</b>	6.7	0.057	0.033	0.013	0.007
u.d.m.	ng/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
<b>IPA</b>	1.0	0.0083	0.0049	0.0020	0.0010
<b>PCB totali</b>	1.0	0.0088	0.0052	0.0021	0.0010
u.d.m.	pg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>
<b>PCDD/DF</b>	1.6	0.014	0.0080	0.0032	0.0016

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:5000</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	91	37	18	9.1	4.5
<b>CO</b>	107	44	21	11	5.3
<b>COT</b>	251	103	50	25	13
<b>SO<sub>x</sub></b>	92	38	18	9.2	4.6
u.d.m.	µg/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
<b>HCI</b>	6.7	2.7	1.3	0.67	0.33
u.d.m.	ng/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
<b>IPA</b>	1.0	0.40	0.20	0.10	0.049
<b>PCB totali</b>	1.0	0.42	0.21	0.10	0.052
u.d.m.	pg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>
<b>PCDD/DF</b>	1.6	0.65	0.32	0.16	0.080

Figura 41. IN REGIME DI NON COGENERAZIONE

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE

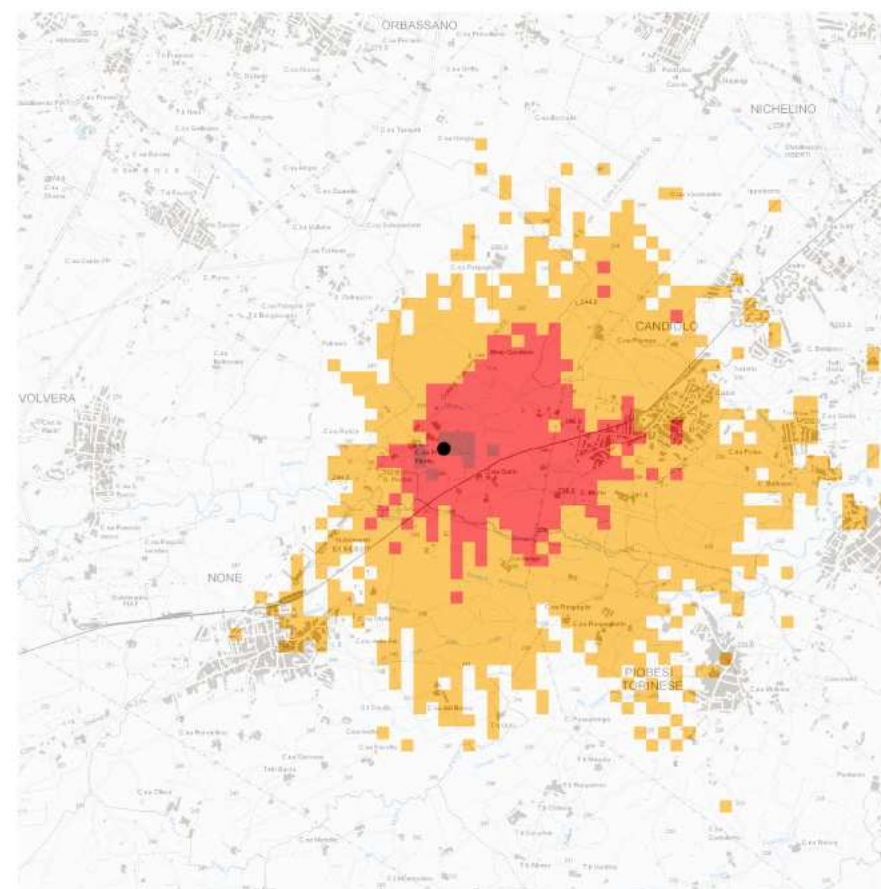
#### IMPIANTO SOC. COOP. AGR. SPERANZA



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:500000 - 1:1000000
- 1:200000 - 1:500000
- 1:113220 - 1:200000

### MAPPA DI DILUIZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA ORARIA

#### IMPIANTO SOC. COOP. AGR. SPERANZA



- Impianto
- Rapporto di diluizione
- 1:10000-1:20000
- 1:5000 - 1:10000
- 1:3324 - 1:5000

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:200000</sub>	C <sub>1:500000</sub>	C <sub>1:1000000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	193	1.7	0.96	0.39	0.19
<b>CO</b>	226	2.0	1.1	0.45	0.23
<b>COT</b>	532	4.7	2.7	1.1	0.53
<b>SO<sub>x</sub></b>	195	1.7	0.98	0.39	0.20
u.d.m.	µg/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
<b>HCl</b>	14	0.13	0.071	0.028	0.014
u.d.m.	ng/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
<b>IPA</b>	2.1	0.018	0.010	0.0042	0.0021
<b>PCB totali</b>	2.2	0.019	0.011	0.0044	0.0022
u.d.m.	pg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>
<b>PCDD/DF</b>	3.4	0.030	0.017	0.0067	0.0034

Inquinante	C <sub>camino tal quale</sub>	C <sub>max</sub>	C <sub>1:5000</sub>	C <sub>1:10000</sub>	C <sub>1:20000</sub>
u.d.m.	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	193	58	39	19	9.6
<b>CO</b>	226	68	45	23	11
<b>COT</b>	532	160	106	53	27
<b>SO<sub>x</sub></b>	195	59	39	20	10
u.d.m.	µg/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
<b>HCl</b>	14	4.3	2.8	1.4	0.71
u.d.m.	ng/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
<b>IPA</b>	2.1	0.63	0.42	0.21	0.10
<b>PCB totali</b>	2.2	0.66	0.44	0.22	0.11
u.d.m.	pg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>
<b>PCDD/DF</b>	3.4	1.0	0.67	0.34	0.17

Figura 42. IN REGIME DI COGENERAZIONE

# MAPPA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI DI NO<sub>x</sub>

## IMPIANTO SOC. COOP. AGR. SPERANZA

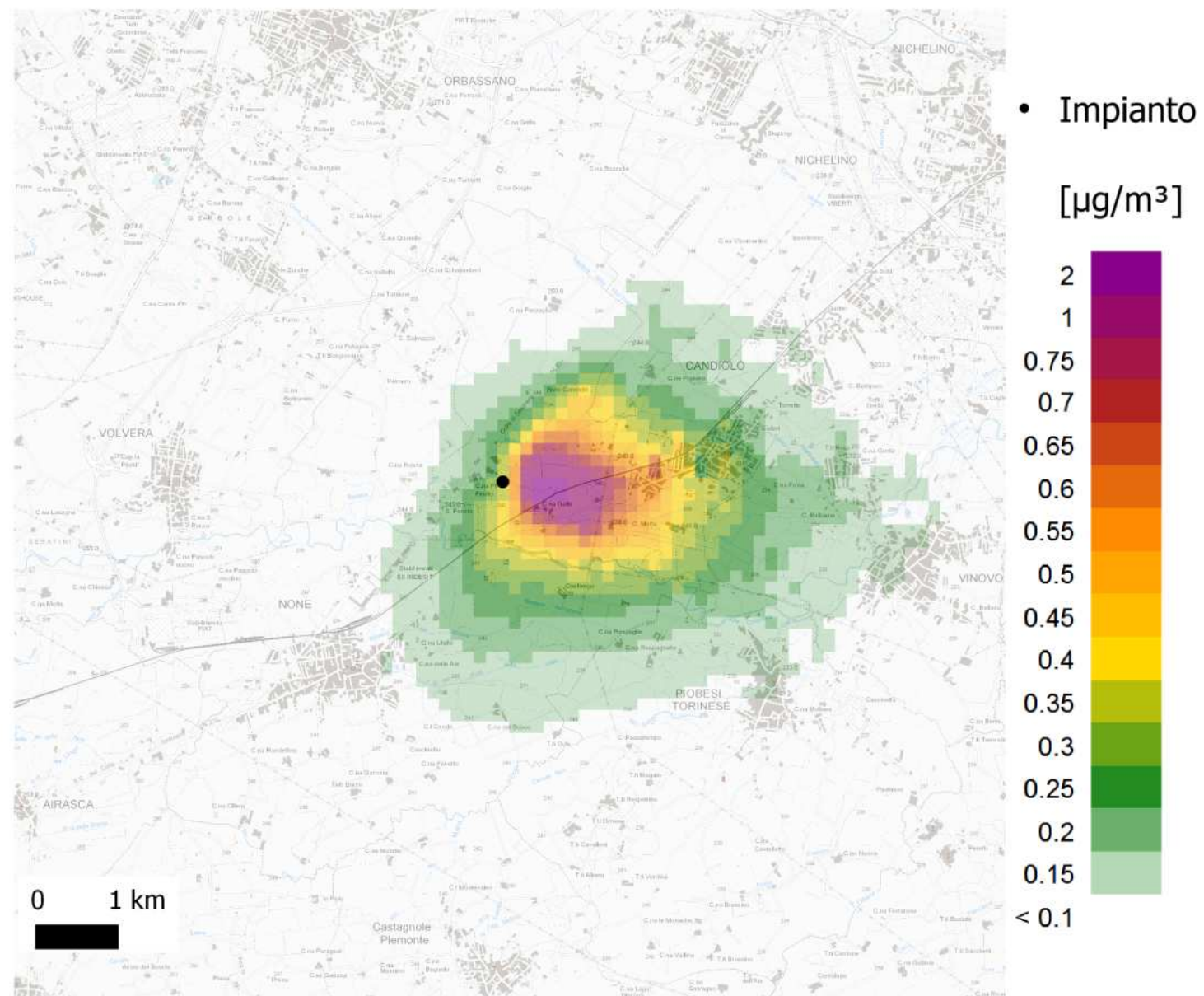


Figura 43

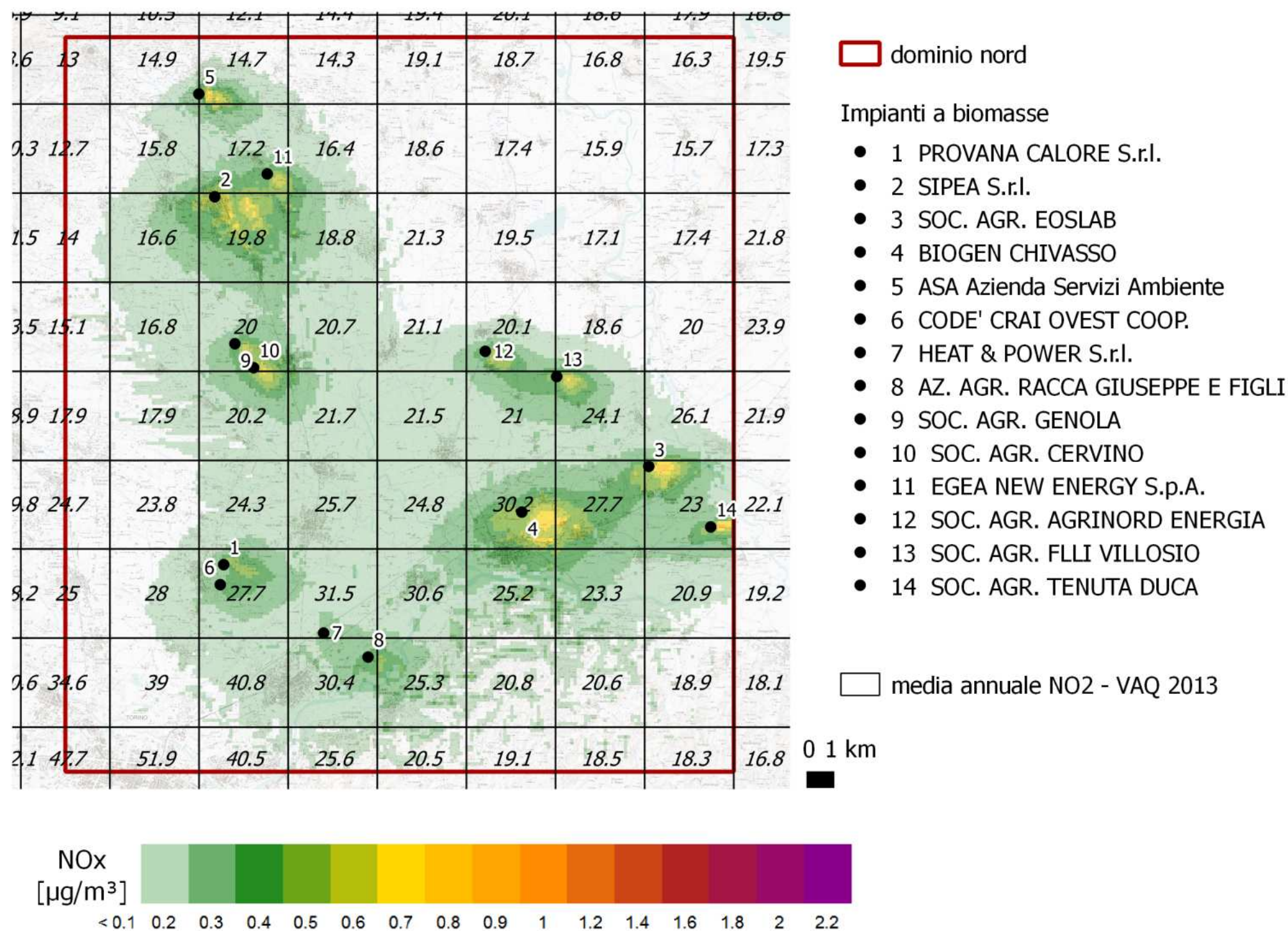


Figura 44

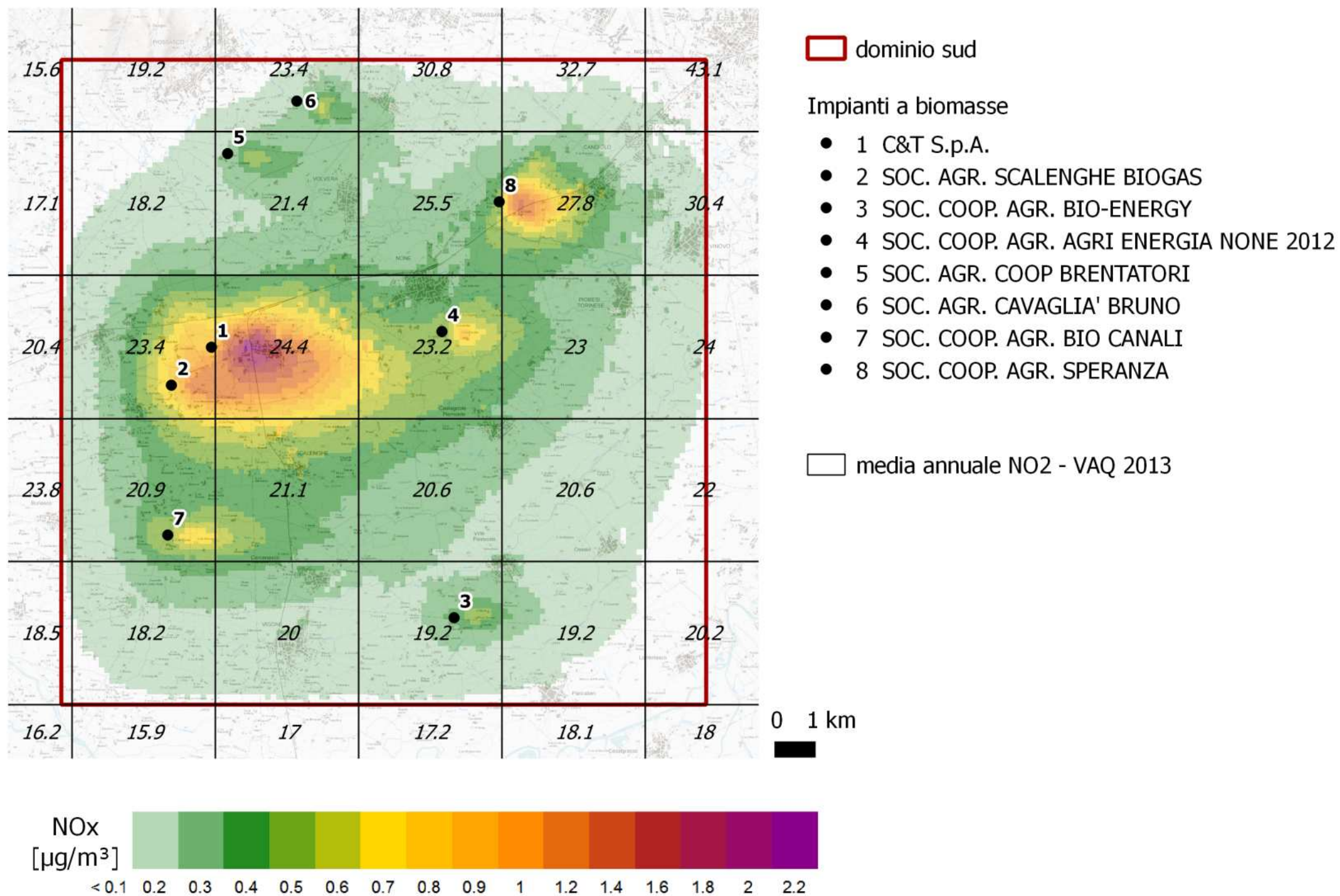


Figura 45