

# FICHTNER

ITALIA



ALLEGATO A

Studio sulla diffusione degli inquinanti emessi in atmosfera



ENGINEERING  CONSULTING



Nome progetto / project name:

## Impianto Peaker di Bertonico

**Studio Ing. Giovanni Michelsoni**  
via N. Piccinni, 23 - 20131 Milano  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano  
N. A14947 - Sez A : Civile e Ambientale

Titolo documento / document title:

## Studio di Impatto Ambientale

Sottotitolo documento / document subtitle:

### ALLEGATO A - Studio sulla diffusione degli inquinanti emessi in atmosfera

Rev.	Data emiss / issue date	Descrizione revisione / revision description	St	Sc	Pre	Chk	App
1	07/04/2021	Emissione per SIA Peaker 2021					
			Documento n./ document n.				
			Commissa	Origine	Unità	Identificazione KKS	Discipl. Num. progressivo
			Proprietà e diritti del presente documento sono riservati – la riproduzione è vietata / Ownership and copyright are reserved – reproduction is strictly forbidden				



## Sommaro

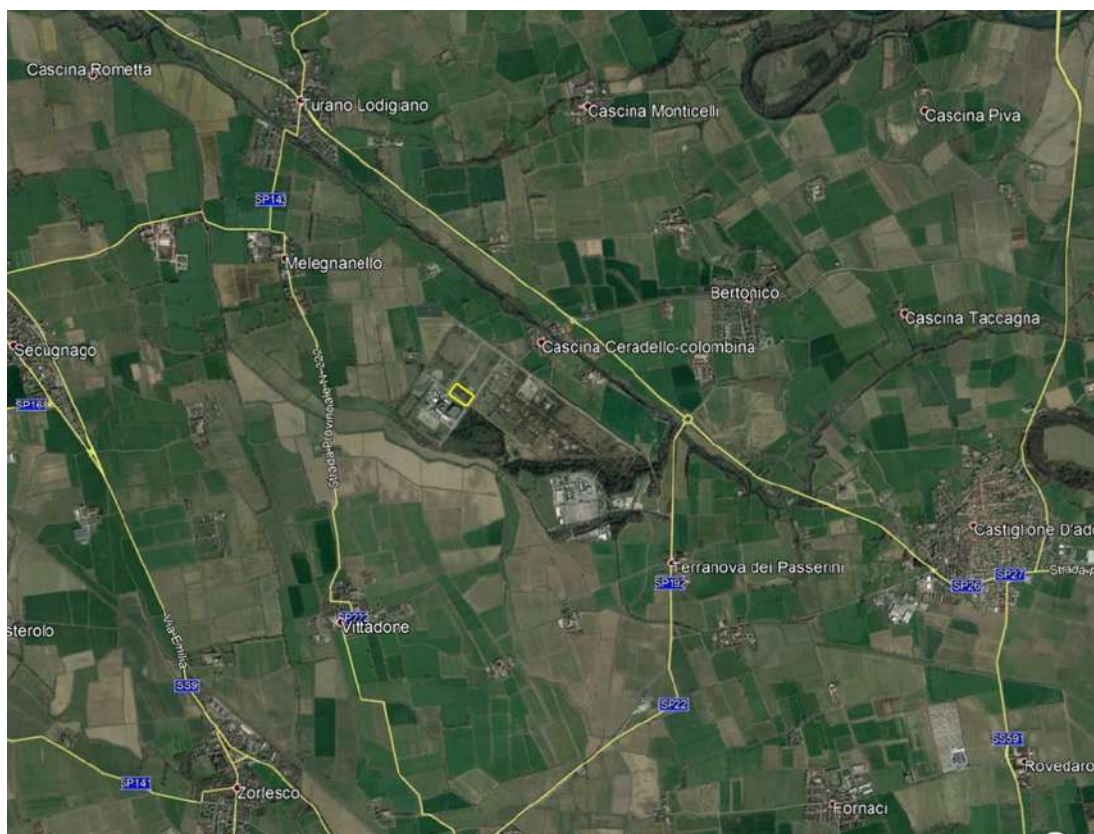
1	Introduzione .....	4
2	La normativa relativa alla qualità dell'aria .....	6
3	Caratterizzazione meteo climatica .....	8
3.1	Caratterizzazione anemologica .....	8
3.2	Precipitazioni .....	9
3.3	Temperatura .....	11
4	Caratterizzazione della qualità dell'aria .....	12
4.1	La zonizzazione del territorio .....	12
4.2	La qualità dell'aria .....	14
4.2.1	La rete di monitoraggio .....	14
4.2.2	Biossido di azoto .....	15
4.2.3	Rapporto NO <sub>2</sub> /NO <sub>X</sub> .....	16
4.2.4	Ammoniaca .....	17
4.2.5	Monossido di carbonio .....	18
4.2.6	Polveri (PM <sub>10</sub> e PM <sub>2.5</sub> ) .....	18
4.2.7	Considerazioni riepilogative .....	21
5	Il sistema modellistico CALMET/CALPUFF .....	22
5.1	Criteri di selezione .....	22
5.2	CALMET .....	22
5.3	CALPUFF .....	23
6	Costruzione dell'input meteorologico .....	24
6.1	Dati meteorologici .....	26
7	Caratterizzazione delle emissioni .....	37
7.1	Sintesi degli scenari analizzati .....	37
7.2	Scenario Ante-operam .....	37
7.3	Scenario Post-operam .....	39
7.4	Modalità di esercizio compensato dell'impianto in configurazione post-operam .....	41
7.5	Fase di avviamento del peaker .....	41
8	Simulazioni di dispersione degli inquinanti .....	42
8.1	Dati di input del modello CALPUFF .....	42
8.2	Impatto della Centrale .....	44
8.2.1	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) .....	44
8.2.2	Monossido di carbonio (CO) .....	60
8.2.3	Particolato secondario .....	68
8.2.4	Riepilogo dei risultati .....	73
8.2.5	Confronto con il precedente scenario emissivo di progetto .....	75
8.3	Potenziati effetti cumulativi .....	77
8.4	Emissioni da traffico in fase di cantiere .....	79
8.4.1	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) .....	80

8.4.2	Monossido di carbonio (CO).....	84
8.4.3	Polveri (PM10).....	87
8.4.4	Composti organici volatili (COV).....	91
9	Conclusioni.....	94

# 1 INTRODUZIONE

Il presente studio sulla componente atmosfera si pone come obiettivo l'analisi e la valutazione degli impatti sulla qualità dell'aria del proposto Impianto Peaker di Bertanico (LO) costituito da un unico modulo della potenza nominale complessiva di circa 280 MWe destinato a funzionare in condizioni di richiesta "di Picco" della rete, per un numero presumibilmente limitato di ore/anno.

La Centrale proposta è localizzata nell'immediata adiacenza dell'esistente Centrale a Ciclo Combinato a gas (CCGT) da 800 MWe nominali di Bertanico Turano L.no (LO), di proprietà del medesimo proponente Sorgenia Power.



**Figura 1. Localizzazione della Centrale in progetto (area locale)**

Il presente studio valuta pertanto le condizioni di diffusione in atmosfera e ricaduta al suolo delle emissioni gassose di entrambi gli impianti nelle condizioni:

- ante operam: esercizio della sola Centrale Ciclo combinato da 800 MWe Sorgenia Power esistente;
- di progetto: esercizio del solo Impianto Peaker da 280 MWe di Bertanico in progetto;
- post operam (totale): esercizio cumulativo delle due Centrali.

Il proponente si impegna ad adottare per l'impianto in configurazione post-operam un limite di emissione giornaliera di CO e NOx, non superiore all'emissione massica attualmente autorizzata per la sola Centrale a Ciclo combinato, come meglio illustrato al § 7.4.

A titolo estremamente cautelativo entrambe le Centrali sono analizzate ipotizzandone il funzionamento al massimo carico (100%) per il totale delle ore di un anno (8760 ore).

Per quanto riguarda il nuovo Impianto Peaker in progetto, dato il particolare impiego destinato a soddisfare condizioni di massimo fabbisogno temporaneo della rete elettrica, l'effettivo esercizio prevedibile è ipotizzabile dell'ordine delle **500 h/anno** (meno del circa 6% delle ore/anno totali).

Gli inquinanti considerati sono ossidi di azoto (NOx) e monossido di carbonio (CO). È stata inoltre valutata la formazione di particolato secondario.

Lo studio è stato effettuato utilizzando il sistema modellistico CALMET/CALPUFF versione 7, con il modello meteorologico diagnostico CALMET alimentato dall'output del modello meteorologico a mesoscala WRF.

Sono stati considerati due interi anni meteorologici di studio: 2017 e 2018.



## 2 LA NORMATIVA RELATIVA ALLA QUALITÀ DELL'ARIA

La normativa di interesse sulla qualità dell'aria per il presente studio è stabilita dal **D.Lgs. 155 del 13/08/2010** che recepisce la Direttiva Europea 2008/50/CE (relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa) e abroga una serie di leggi precedenti, tra cui il DM n. 60 del 2 aprile 2002 e il D.Lgs. 351 del 04/08/1999.

Le finalità del Decreto sono:

- a) individuare obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- b) valutare la qualità dell'aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
- c) ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine, nonché i miglioramenti dovuti alle misure adottate;
- d) mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e migliorarla negli altri casi;
- e) garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;
- f) realizzare una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione Europea in materia di inquinamento atmosferico.

Per raggiungere tali finalità, il decreto stabilisce:

- a) i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di **biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10**;
- b) i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e **ossidi di azoto**;
- c) le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto;
- d) il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di **PM2.5**;
- e) i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di **arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene**;
- f) i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'**ozono**.

Per **aria ambiente**, si intende l'aria esterna presente in troposfera, ad esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro definiti dal D.Lgs. n. 81 del 09/04/2008.

Il **valore limite** è un livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato.

La **soglia di allarme** è il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

La **soglia di informazione** è il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive.

Il **valore obiettivo** è il livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita.

L'**obiettivo a lungo termine** è il livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

Riepilogando, il D.Lgs. 155/2010 stabilisce i limiti indicati in Tabella 1.

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore limite
Biossido di azoto	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile
Biossido di azoto	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
Ossidi di azoto	Anno civile	30 µg/m <sup>3</sup> (protezione della vegetazione)
Monossido di carbonio	Media massima giornaliera di 8 ore <sup>1</sup>	10000 µg/m <sup>3</sup>
PM10	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile
PM10	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
PM2.5	Anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>
Biossido di zolfo	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile
Biossido di zolfo	24 ore	125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per anno civile
Biossido di zolfo	Anno civile	20 µg/m <sup>3</sup> (protezione della vegetazione)
Benzene	Anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>
Piombo	Anno civile	0.5 µg/m <sup>3</sup>
Arsenico	Anno civile	6 ng/m <sup>3</sup> (valore obiettivo)
Cadmio	Anno civile	5 ng/m <sup>3</sup> (valore obiettivo)
Nichel	Anno civile	20 ng/m <sup>3</sup> (valore obiettivo)
Benzo(a)pirene	Anno civile	1 ng/m <sup>3</sup> (valore obiettivo)

**Tabella 1. Valori limite fissati dal D.Lgs 155/2010.**

<sup>1</sup> Media mobile. Ogni media è riferita al giorno in cui si conclude. L'ultima fascia di calcolo per ogni giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00.



### 3 CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA

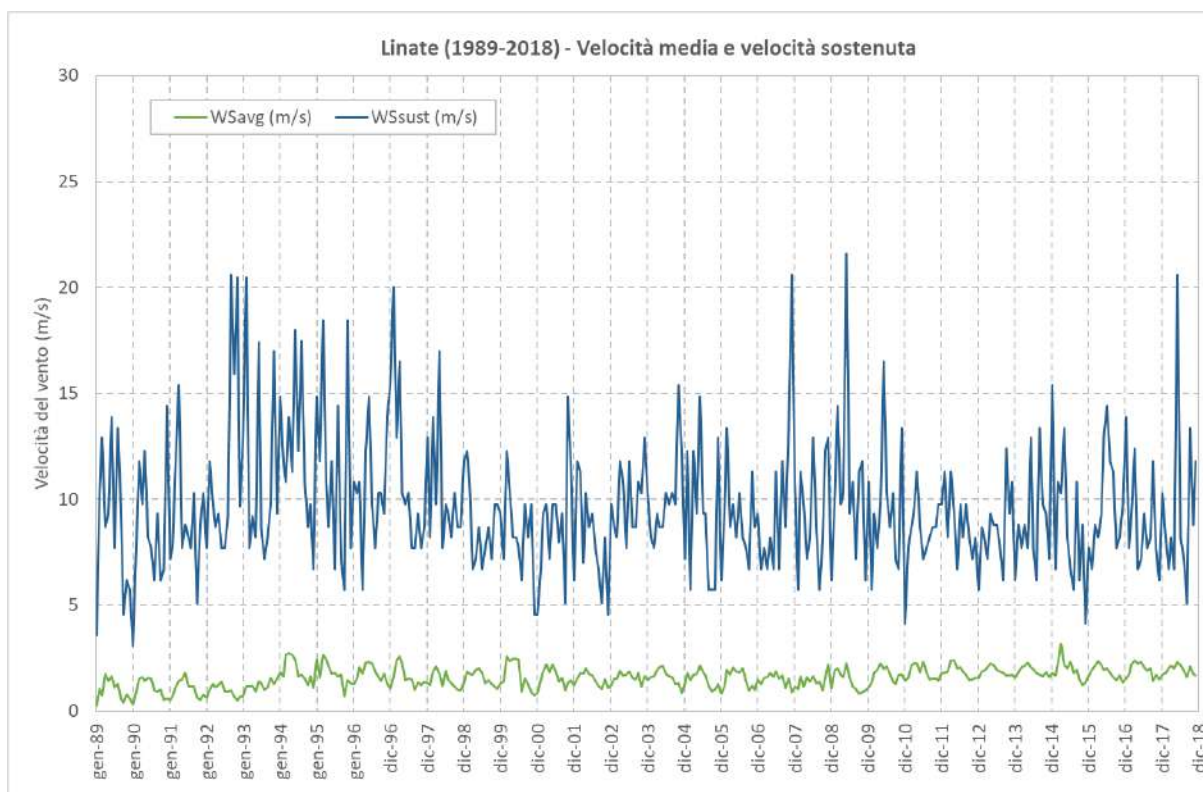
Le condizioni meteo climatiche locali, definendo la capacità dell'atmosfera di disperdere più o meno rapidamente gli inquinanti in essa immessi, rappresentano il quadro base per qualsiasi considerazione riguardante l'inquinamento atmosferico.

Nei paragrafi successivi è riportata la caratterizzazione meteo climatica dell'area di interesse effettuata sulla base dei dati storici riportati nell'archivio ISD<sup>2</sup> (Smith et al., 2011). Sono stati richiesti all'archivio ISD i dati relativi al periodo 1989-2018, tuttavia non tutte le analisi riportate nel seguito si riferiscono ad un periodo di 30 anni di dati, poiché potrebbero esserci dei dati mancanti.

La stazione climatologica più rappresentativa per Bertonico è quella di Linate (WBAN 160800), posizionate a circa 37 km in direzione nord ovest rispetto all'impianto.

#### 3.1 Caratterizzazione anemologica

La velocità media mensile e la massima velocità sostenuta mensile registrate nella stazione climatologica di Linate vengono mostrate in Figura 2. La velocità sostenuta indica il valore di velocità mediato su un periodo temporale di un minuto; essa differisce quindi dalla raffica (gust) che è tipicamente valutata su un periodo di pochi secondi.



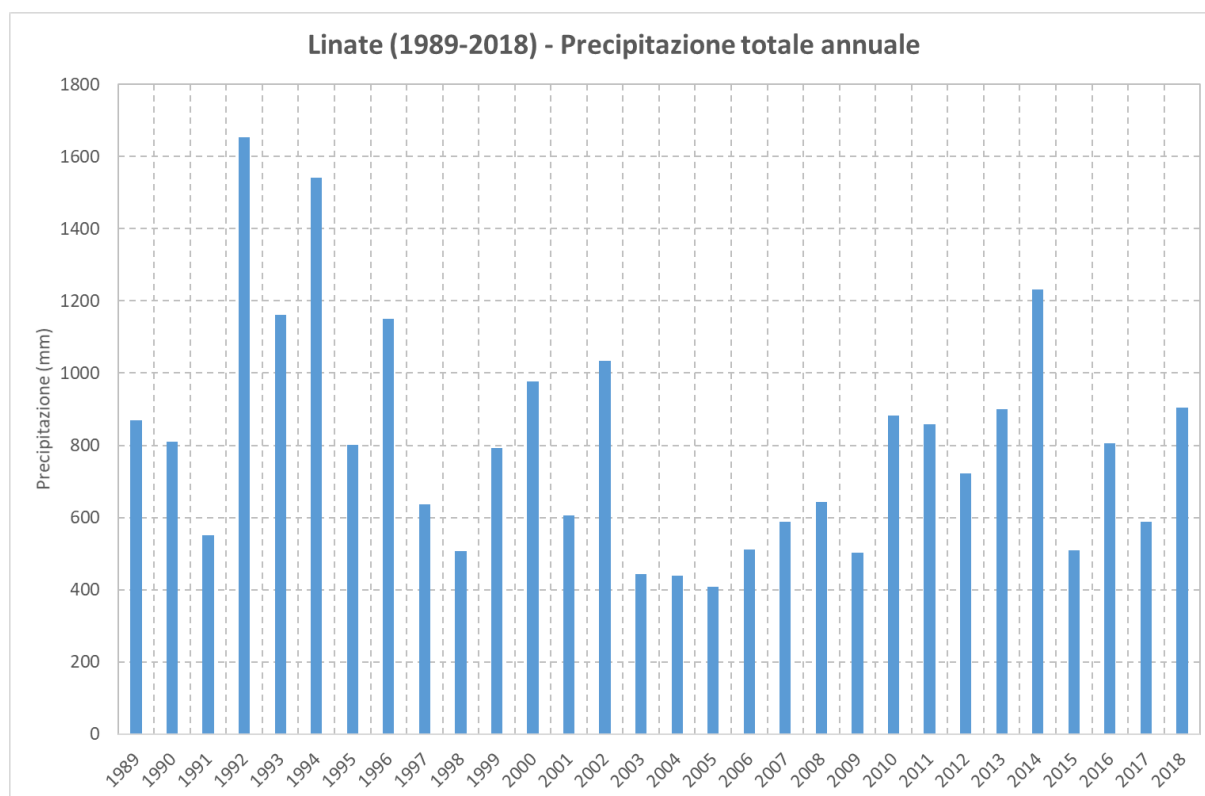
**Figura 2. Velocità media mensile e massima velocità sostenuta mensile registrate nella stazione Linate.**

<sup>2</sup> Il Centro di dati climatici nazionali (NCDC) del NOAA ha avviato il progetto Integrated Surface Database (ISD) nel 1998 (<https://www.ncdc.noaa.gov/isd>) per affrontare il problema dei dati climatologici dispersi tra diversi formati o tra diversi gestori. L'obiettivo del progetto è di unire più dataset di superficie in un formato comune, fornendo una singola raccolta di dati orari globali continuamente aggiornato e disponibile.

## 3.2 Precipitazioni

Le serie temporali delle precipitazioni totali annuali e mensili vengono mostrate in Figura 3 e Figura 4. La precipitazione massima annuale è circa 1650 mm (1992), mentre la minima è circa 410 mm (2005). Il valore massimo di precipitazione mensile vale circa 520 mm ed è stato registrato nel mese di luglio 1992.

La distribuzione annuale degli eventi atmosferici è mostrata in Figura 5. Il numero annuale di giorni di pioggia varia da 91 a 169, mentre quello di giorni di neve varia da 1 a 22.



**Figura 3. Precipitazioni totali annuali registrate nella stazione Linate.**

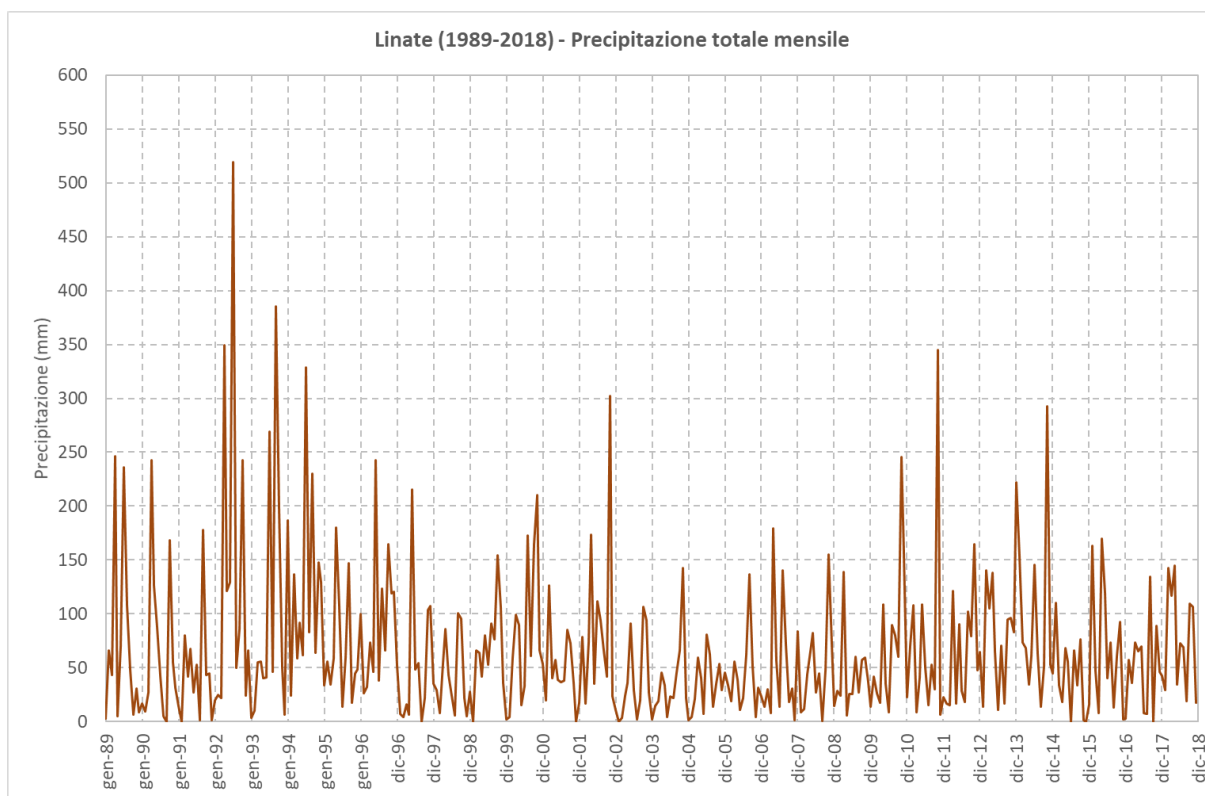


Figura 4. Precipitazioni totali mensili registrate nella stazione Linate.

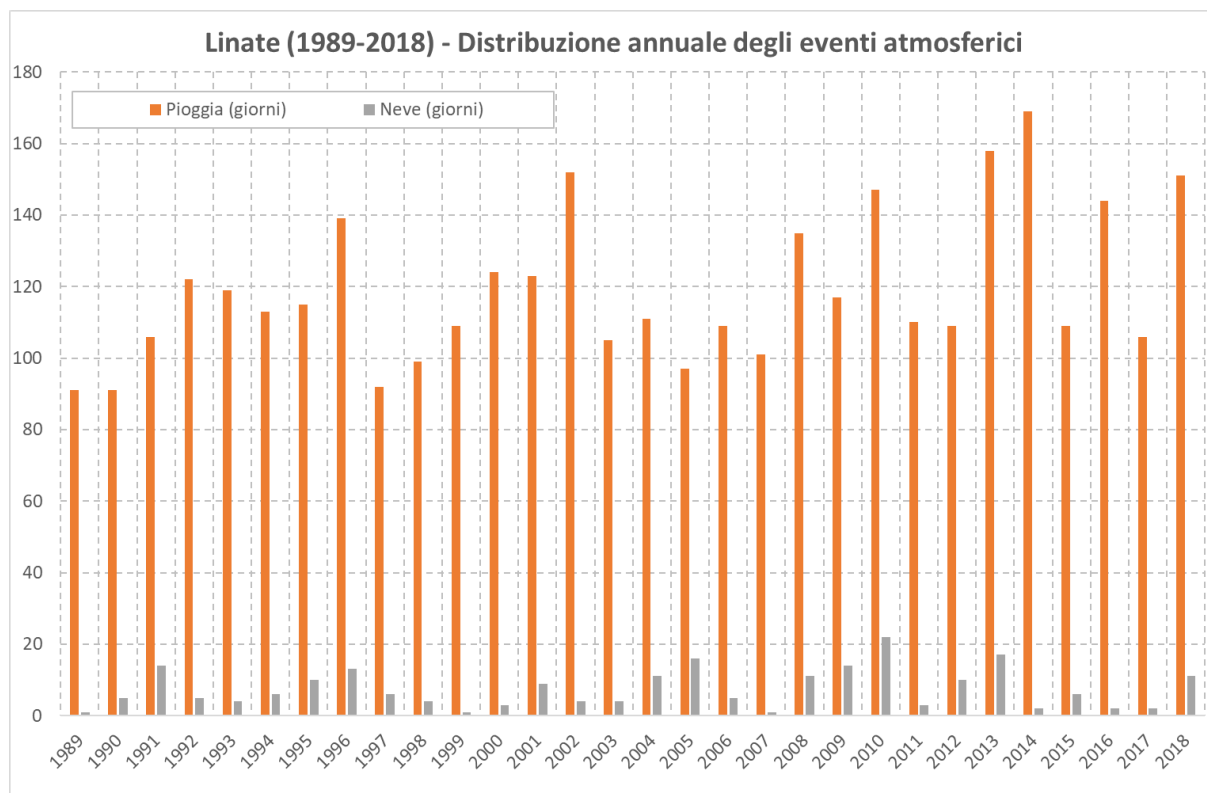


Figura 5. Distribuzione annuale degli eventi atmosferici nella stazione Linate.

### 3.3 Temperatura

Le serie temporali delle temperature minime, medie e massime mensili vengono mostrate in Figura 6. La temperatura media mensile è compresa tra  $-0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $28.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la temperatura minima assoluta è stata pari a  $-13.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (febbraio 1991) e la massima assoluta è stata pari a  $39.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (agosto 2003).

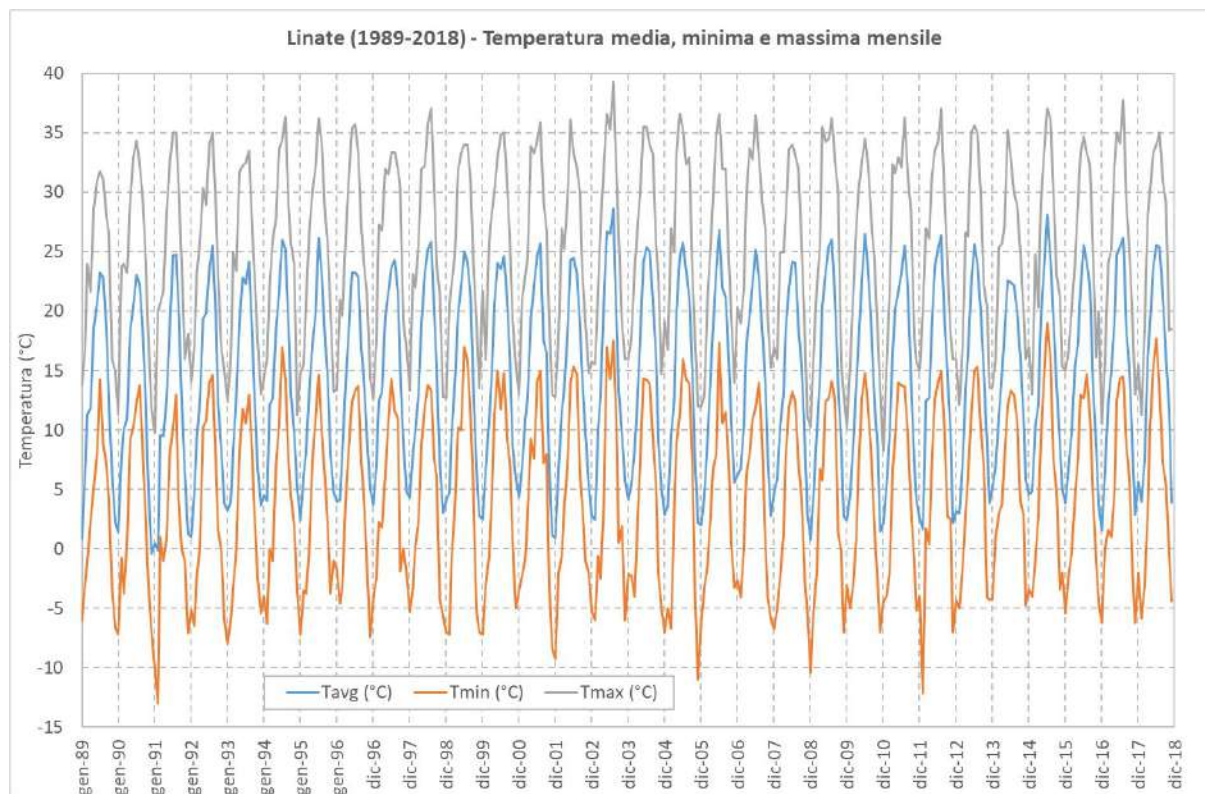


Figura 6. Temperature minime, medie e massime mensili registrate nella stazione Linate.

## 4 CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

### 4.1 La zonizzazione del territorio

Le informazioni presenti in questo paragrafo derivano dai siti internet di ARPA Lombardia e Regione Lombardia (Ambiente, Energia e Reti), nonché dalla D.g.r. n. 2605 del 30 novembre 2011.

La legislazione italiana stabilisce che le Regioni sono l'autorità competente nel campo della misura della qualità dell'aria per garantire la tutela della salute della popolazione e la protezione degli ecosistemi, e prevede la suddivisione del territorio in zone e agglomerati sui quali valutare il rispetto dei valori obiettivo e dei valori limite.

La Regione Lombardia con la D.g.r. n. 2605 del 30 novembre 2011 ha recepito quanto previsto dal D. Lgs. 155/10 in merito ai criteri attraverso i quali realizzare la zonizzazione ai fini della valutazione della qualità dell'aria, ed ha modificato la precedente zonizzazione (D.g.r. 5290/2007) distinguendo il territorio in (Figura 7):

- AGGLOMERATI URBANI:
  - Agglomerato di Milano;
  - Agglomerato di Bergamo;
  - Agglomerato di Brescia
- ZONA A: pianura ad elevata urbanizzazione
- ZONA B: zona di pianura
- ZONA C: Prealpi, Appennino e Montagna
- ZONA D: Fondovalle

Il dettaglio della zonizzazione sulla Provincia di Lodi è mostrato in Figura 8. Tale zonizzazione vale per tutti gli inquinanti monitorati ai fini della valutazione della qualità dell'aria, fatta eccezione per l'ozono. Ai fini della valutazione dell'ozono la zona C è stata ulteriormente suddivisa come mostrato in Figura 9 in zona C1 (Prealpi e Appennino) e zona C2 (Montagna).

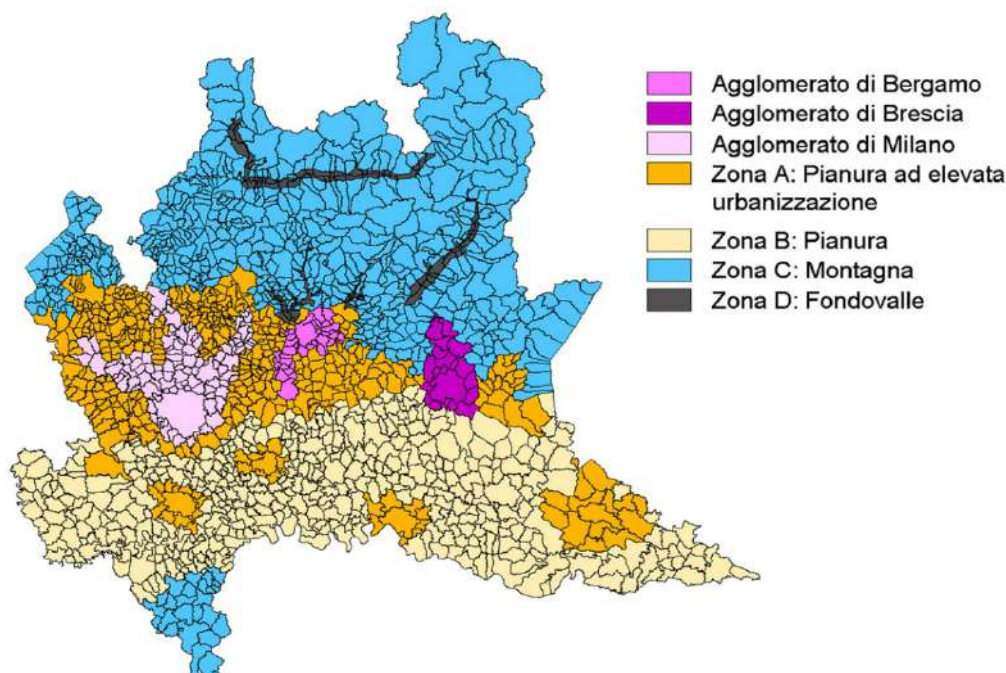


Figura 7. Attuale zonizzazione del territorio in Lombardia.



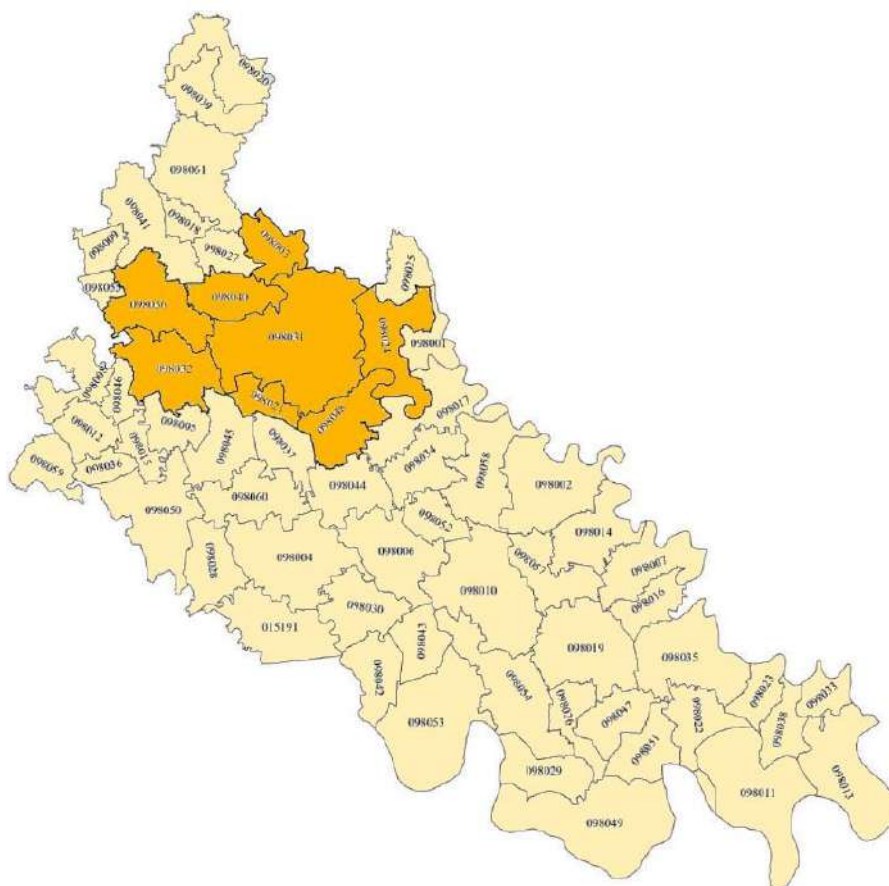


Figura 8. Attuale zonizzazione del territorio (dettaglio sulla Provincia di Lodi).

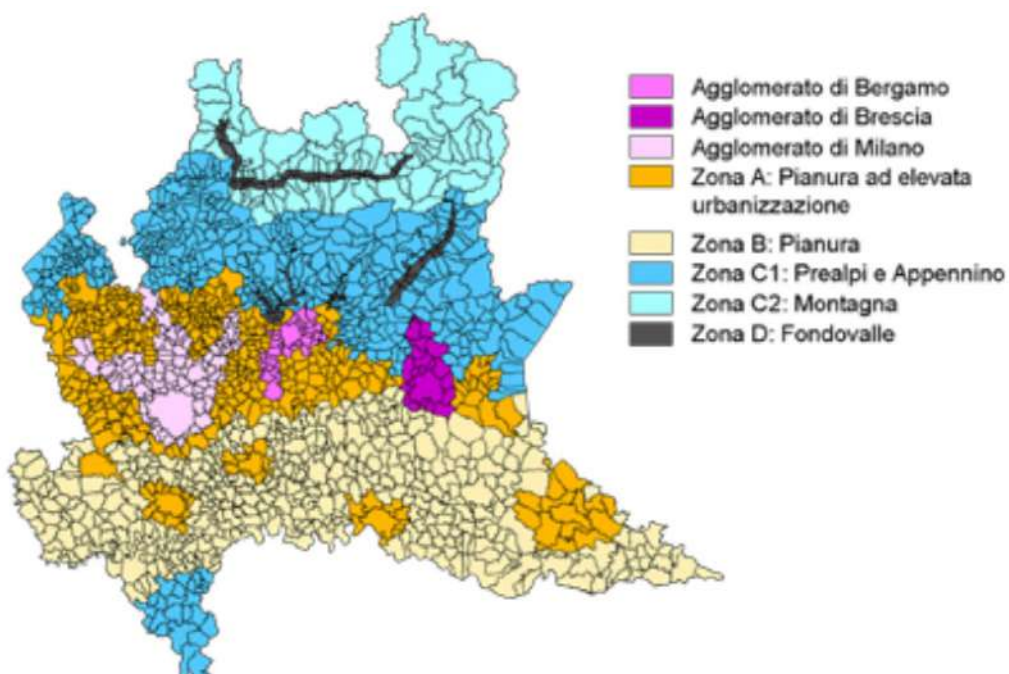


Figura 9. Attuale zonizzazione del territorio in Lombardia ai fini della valutazione dell'ozono.

Il Comune di Bertonico, dove è ubicato l'impianto oggetto dello studio, è situato all'interno della zona B (pianura), cioè dell'area caratterizzata da:

- alta densità di emissioni di PM10 e NOX, sebbene inferiore a quella della Zona A;
- alta densità di emissioni di NH3 (di origine agricola e da allevamento);
- situazione meteorologica avversa per la dispersione degli inquinanti (velocità del vento limitata, frequenti casi di inversione termica, lunghi periodi di stabilità atmosferica, caratterizzata da alta pressione);
- densità abitativa intermedia, con elevata presenza di attività agricole e di allevamento.

## **4.2 La qualità dell'aria**

### **4.2.1 La rete di monitoraggio**

Le stazioni di qualità dell'aria vengono classificate in funzione del principale tipo di sorgente da cui sono maggiormente influenzate le loro misure, e del tipo di zona in cui sono ubicate.

Il tipo di stazione è definito come segue:

- **Traffico:** stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico media alta.
- **Industriale:** stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe.
- **Fondo:** stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.), ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito.

Il tipo di zona in cui è ubicata la stazione di monitoraggio è da intendersi come segue:

- **Urbana:** area edificata in continuo o almeno in modo predominante
- **Suburbana:** area largamente edificata in cui sono presenti sia zone edificate, sia zone non urbanizzate
- **Rurale:** tutte le aree diverse da quelle urbane e suburbane. Il sito fisso si definisce rurale remoto se è localizzato ad una distanza maggiore di 50 km dalle fonti di emissione

Sono stati considerati i dati di qualità dell'aria di cinque stazioni ubicate nella Provincia di Lodi: Bertonico (zona rurale, tipo fondo), Codogno (zona urbana, tipo traffico), Turano (zona rurale, tipo industriale), Lodi via Vignati (zona urbana, tipo traffico) e Lodi via Sant'Alberto (zona urbana, tipo fondo). I dati di qualità dell'aria di tali stazioni, come medie orarie o di 24 ore per le polveri, sono stati ricevuti a seguito di richieste sul sito internet di ARPA Lombardia<sup>3</sup>.

La posizione delle stazioni di monitoraggio rispetto all'impianto è mostrata in Figura 10 per mezzo di cerchi gialli; le distanze variano da circa 2.5 km (Bertonico) a circa 14 km (centraline di Lodi).

---

<sup>3</sup> <https://www.arpalombardia.it/Pages/Aria/Richiesta-Dati.aspx>





**Figura 10. Posizione delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria (cerchi gialli) rispetto all'impianto (cerchio rosso).**

#### 4.2.2 Biossido di azoto

Le misure orarie di biossido di azoto delle cinque stazioni di ARPA Lombardia sono state elaborate per ottenere gli indici statistici riepilogati da Tabella 2 a Tabella 5 per gli anni che vanno dal 2017 al 2020. Fatta eccezione per la stazione di Turano, che presenta una validità di circa il 25% nel 2017, tutte le altre hanno sempre indici di validità dei dati superiori al 90%.

Si osserva a tal proposito che la stazione di Turano fornisce le misure sino ai primi giorni di aprile 2017, dopodiché è probabilmente stata dismessa (non ci sono quindi misure per gli anni successivi). Nella stazione di Bertonico, la più vicina all'impianto, il valore massimo orario di NO<sub>2</sub> è stato pari a 80.4 µg/m<sup>3</sup> e 102.7 µg/m<sup>3</sup>, rispettivamente nel 2017 e nel 2018, esso si è quindi mantenuto molto minore del limite di 200 µg/m<sup>3</sup> stabilito dal D.Lgs. 155/2010. Anche negli anni 2019 e 2020 i valori massimi di NO<sub>2</sub> misurati a Bertonico si sono mantenuti sotto i 100 µg/m<sup>3</sup>. Il valore limite non è mai stato superato in nessuna stazione nei quattro anni considerati.

Il valore medio annuale di NO<sub>2</sub> ha superato il limite di 40 µg/m<sup>3</sup> stabilito dal D.Lgs. 155/2010 solo nella stazione di Turano che però, come anticipato, è stata attiva solo per i primi tre mesi (o poco più) del 2017.

<b>NO2 2017</b>	<b>Bertonico</b>	<b>Codogno</b>	<b>Turano</b>	<b>Lodi Vignati</b>	<b>Lodi Sant'Alberto</b>
Validità (%)	96.3	91.2	25.3	91.6	98.2
Minimo (µg/m <sup>3</sup> )	3.1	0.5	11.2	5.5	2.3
Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	80.4	190.8	99.6	191.6	164.2
Media (µg/m <sup>3</sup> )	26.5	34.9	43.2	37.2	33.3
Mediana (µg/m <sup>3</sup> )	23.5	31.6	42.4	31.8	27.2
Superamenti	0	0	0	0	0

**Tabella 2. Statistiche riepilogative delle medie orarie di NO<sub>2</sub>. Anno 2017.**

<b>NO2 2018</b>	<b>Bertonico</b>	<b>Codogno</b>	<b>Turano</b>	<b>Lodi Vignati</b>	<b>Lodi Sant'Alberto</b>
Validità (%)	95.2	97.9	0.0	98.1	97.2
Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1.3	0.2	-	2.4	0.1
Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	102.7	148.1	-	179.8	117.9
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	21.8	33.7	-	34.3	29.3
Mediana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	19.1	29.9	-	30.9	25.6
Superamenti	0	0	-	0	0

**Tabella 3. Statistiche riepilogative delle medie orarie di NO2. Anno 2018.**

<b>NO2 2019</b>	<b>Bertonico</b>	<b>Codogno</b>	<b>Turano</b>	<b>Lodi Vignati</b>	<b>Lodi Sant'Alberto</b>
Validità (%)	98.0	97.9	0.0	98.8	98.5
Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.9	3.5	-	2.0	0.0
Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	84.9	148.4	-	150.8	141.9
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	23.5	30.9	-	32.8	29.3
Mediana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	20.8	28.0	-	29.3	24.3
Superamenti	0	0	-	0	0

**Tabella 4. Statistiche riepilogative delle medie orarie di NO2. Anno 2019.**

<b>NO2 2020</b>	<b>Bertonico</b>	<b>Codogno</b>	<b>Turano</b>	<b>Lodi Vignati</b>	<b>Lodi Sant'Alberto</b>
Validità (%)	99.4	99.4	0.0	98.7	98.8
Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.2	3.3	-	2.1	2.6
Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	96.7	116.9	-	135.7	111.9
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	22.1	27.5	-	28.9	26.4
Mediana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	20.3	25.1	-	26.5	23.9
Superamenti	0	0	-	0	0

**Tabella 5. Statistiche riepilogative delle medie orarie di NO2. Anno 2020.**

#### 4.2.3 Rapporto NO2/NOX

Da Tabella 6 a Tabella 9 si riportano le statistiche ottenute dai rapporti tra le concentrazioni di NO2 e quelle di NOX misurate durante gli anni dal 2017 al 2020 nelle stazioni considerate. Si osserva che nella stazione Lodi Vignati il valore massimo del rapporto è maggiore di uno, probabilmente a causa di errori di misura. I valori minimi in tutte le stazioni sono dell'ordine del 10% o 15%, valori abbastanza tipici del rapporto tra i due inquinanti all'emissione<sup>4</sup>.

I valori medi e mediani sono sempre minori del 75%.

<b>NO2/NOX 2017</b>	<b>Bertonico</b>	<b>Codogno</b>	<b>Turano</b>	<b>Lodi Vignati</b>	<b>Lodi Sant'Alberto</b>
---------------------	------------------	----------------	---------------	---------------------	--------------------------

<sup>4</sup> Ad esempio, per il traffico autoveicolare: <https://www.atmos-chem-phys-discuss.net/acpd-2005-0344/>

Validità (%)	96.3	91.2	25.3	91.6	98.2
Minimo	0.12	0.13	0.14	0.09	0.14
Massimo	0.95	1.00	0.94	0.95	0.99
Media	0.67	0.63	0.48	0.66	0.64
Mediana	0.69	0.64	0.44	0.69	0.66

**Tabella 6. Statistiche relative ai rapporti tra le misure di NO2 e quelle di NOX. Anno 2017.**

NO2/NOX 2018	Bertonico	Codogno	Turano	Lodi Vignati	Lodi Sant'Alberto
Validità (%)	95.2	97.9	0.0	98.1	97.2
Minimo	0.06	0.07	-	0.13	0.01
Massimo	1.00	1.00	-	1.07	1.00
Media	0.65	0.66	-	0.68	0.60
Mediana	0.66	0.67	-	0.73	0.61

**Tabella 7. Statistiche relative ai rapporti tra le misure di NO2 e quelle di NOX. Anno 2018.**

NO2/NOX 2019	Bertonico	Codogno	Turano	Lodi Vignati	Lodi Sant'Alberto
Validità (%)	98.0	97.9	0.0	98.8	98.5
Minimo	0.15	0.15	-	0.12	0.10
Massimo	0.96	0.95	-	1.00	1.00
Media	0.70	0.66	-	0.68	0.78
Mediana	0.74	0.68	-	0.72	0.86

**Tabella 8. Statistiche relative ai rapporti tra le misure di NO2 e quelle di NOX. Anno 2019.**

NO2/NOX 2020	Bertonico	Codogno	Turano	Lodi Vignati	Lodi Sant'Alberto
Validità (%)	99.4	99.4	0.0	98.6	98.8
Minimo	0.05	0.06	-	0.17	0.14
Massimo	1.00	0.95	-	1.35	1.00
Media	0.68	0.67	-	0.68	0.64
Mediana	0.70	0.70	-	0.72	0.66

**Tabella 9. Statistiche relative ai rapporti tra le misure di NO2 e quelle di NOX. Anno 2020.**

#### 4.2.4 Ammoniaca

L'ammoniaca viene misurata solo nella stazione di Bertonico; le statistiche riepilogative di tali misure per i quattro anni sono mostrate in Tabella 10. A partire dalle misure medie di un'ora sono state calcolate le medie di 24 ore, i cui valori massimi valgono 147.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2019 e 100.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2018.

NH3	Bertonico 2017	Bertonico 2018	Bertonico 2019	Bertonico 2020
Validità (%)	90.7	82.3	86.3	97.6
Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	6.7	3.3	1.1	1.8
Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	208.8	246.0	263.4	260.5
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	37.1	33.9	34.7	36.0
Mediana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	30.0	26.0	27.0	29.3

**Tabella 10. Statistiche riepilogative delle medie orarie di NH3. Anni 2017-2020.**

#### 4.2.5 Monossido di carbonio

Il monossido di carbonio viene misurato solo nelle stazioni di Turano (per i primi mesi del 2017) e di Lodi Vignati. Le statistiche riepilogative delle misure orarie sono mostrate in Tabella 11. Si osserva che il valore massimo orario è pari a  $2.4 \text{ mg}/\text{m}^3$  (anno 2018), pertanto la massima media mobile di 8 ore è sicuramente minore di  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ , limite stabilito dal D.Lgs. 155/2010.

CO	Turano 2017	Lodi Vignati 2017	Lodi Vignati 2018	Lodi Vignati 2019	Lodi Vignati 2020
Validità (%)	25.3	98.2	98.3	99.3	98.7
Minimo ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	0.3	0.0	0.2	0.1	0.0
Massimo ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	1.5	2.2	2.4	2.2	2.2
Media ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	0.7	0.5	0.7	0.6	0.6
Mediana ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	0.7	0.5	0.6	0.5	0.5

**Tabella 11. Statistiche riepilogative delle medie orarie di CO. Anni 2017-2020.**

#### 4.2.6 Polveri (PM10 e PM2.5)

Le misure giornaliere di PM10 delle stazioni di ARPA Lombardia sono state elaborate per ottenere gli indici statistici riepilogati da Tabella 12 a Tabella 15 (Turano non misura PM10), rispettivamente per gli anni che vanno dal 2017 al 2020. Tutte le stazioni hanno indici di validità dei dati superiori (o molto prossimi) al 95%.

In tutte le stazioni e in tutti gli anni il valore massimo della concentrazione media di 24 ore è stato superiore ai  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  stabiliti dal D.Lgs. 155/2010. Inoltre, il numero di superamenti di tale soglia è stato superiore ai 35 ammessi, variando da 41 (Lodi Sant'Alberto 2018) a 90 (Lodi Vignati 2017). Il valore medio annuale di PM10 ha superato il limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  stabilito dal D.Lgs. 155/2010 solo nella stazione Lodi Vignati durante l'anno 2017.

<b>PM10 2017</b>	<b>Bertonico</b>	<b>Codogno</b>	<b>Lodi Vignati</b>	<b>Lodi Sant'Alberto</b>
Validità (%)	98.4	95.9	97.8	98.6
Minimo	1.0	4.0	7.0	7.0
Massimo	144.0	138.0	165.0	135.0
Media	35.3	38.4	41.3	35.4
Mediana	28.0	31.0	34.0	27.0
Superamenti	82	88	90	76

**Tabella 12. Statistiche riepilogative delle medie di 24 ore di PM10. Anno 2017.**

<b>PM10 2018</b>	<b>Bertonico</b>	<b>Codogno</b>	<b>Lodi Vignati</b>	<b>Lodi Sant'Alberto</b>
Validità (%)	98.9	99.2	97.8	96.7
Minimo	4.0	7.0	4.0	6.0
Massimo	96.0	103.0	109.0	90.0
Media	30.6	35.1	38.0	31.0
Mediana	27.0	31.0	33.0	27.0
Superamenti	43	59	78	41

**Tabella 13. Statistiche riepilogative delle medie di 24 ore di PM10. Anno 2018.**

<b>PM10 2019</b>	<b>Bertonico</b>	<b>Codogno</b>	<b>Lodi Vignati</b>	<b>Lodi Sant'Alberto</b>
Validità (%)	97.0	95.1	94.8	94.8
Minimo	2.0	5.0	3.0	5.0
Massimo	92.0	112.0	100.0	94.0
Media	28.9	35.9	29.1	29.6
Mediana	24.0	31.0	23.0	25.0
Superamenti	44	73	55	44

**Tabella 14. Statistiche riepilogative delle medie di 24 ore di PM10. Anno 2019.**

<b>PM10 2020</b>	<b>Bertonico</b>	<b>Codogno</b>	<b>Lodi Vignati</b>	<b>Lodi Sant'Alberto</b>
Validità (%)	96.2	99.2	98.9	97.8
Minimo	0.0	9.0	6.0	7.0
Massimo	90.0	113.0	115.0	93.0
Media	30.6	37.0	32.7	31.4
Mediana	25.0	28.0	25.5	26.0
Superamenti	52	82	59	52

**Tabella 15. Statistiche riepilogative delle medie di 24 ore di PM10. Anno 2020.**

Il PM2.5 viene misurato nelle due stazioni di Lodi considerate in questo studio e, per pochi mesi dell'anno 2017, nella stazione di Turano. Gli indici statistici delle medie di 24 ore sono riepilogati da Tabella 16 a Tabella 19. Si osserva che il valore medio annuale è superiore al limite di 25 µg/m<sup>3</sup> stabilito D.Lgs. 155/2010 solo nella stazione Lodi Sant'Alberto durante l'anno 2017.

<b>PM2.5 2017</b>	<b>Turano</b>	<b>Lodi Vignati</b>	<b>Lodi Sant'Alberto</b>
Validità (%)	25.2	97.0	98.6
Minimo	7.0	2.0	5.0
Massimo	118.0	137.0	120.0
Media	37.9	22.3	27.1
Mediana	34.0	15.0	19.0

**Tabella 16. Statistiche riepilogative delle medie di 24 ore di PM2.5. Anno 2017.**

<b>PM2.5 2018</b>	<b>Turano</b>	<b>Lodi Vignati</b>	<b>Lodi Sant'Alberto</b>
Validità (%)	0.0	87.7	96.7
Minimo	-	1.0	4.0
Massimo	-	68.0	79.0
Media	-	17.9	23.8
Mediana	-	14.0	19.0

**Tabella 17. Statistiche riepilogative delle medie di 24 ore di PM2.5. Anno 2018.**

<b>PM2.5 2019</b>	<b>Turano</b>	<b>Lodi Vignati</b>	<b>Lodi Sant'Alberto</b>
Validità (%)	0.0	104.3	100.0
Minimo	-	2.0	3.0
Massimo	-	74.0	82.0
Media	-	15.3	22.6
Mediana	-	11.0	17.0

**Tabella 18. Statistiche riepilogative delle medie di 24 ore di PM2.5. Anno 2019.**

<b>PM2.5 2020</b>	<b>Turano</b>	<b>Lodi Vignati</b>	<b>Lodi Sant'Alberto</b>
Validità (%)	0.0	100.0	99.4
Minimo	-	2.0	3.0
Massimo	-	73.0	85.0
Media	-	17.4	24.4
Mediana	-	12.0	19.0

**Tabella 19. Statistiche riepilogative delle medie di 24 ore di PM2.5. Anno 2020.**

#### **4.2.7 Considerazioni riepilogative**

Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) viene misurato da quattro stazioni nell'area di studio: Bertonico, Codogno d'Adda, Lodi Vignati e Lodi Sant'Alberto. Non si considera Turano che ha una validità di circa il 25% nel 2017 mentre nei tre anni successivi appare completamente spenta.

Il valore limite stabilito per la media di 1 ora di NO<sub>2</sub> (200 µg/m<sup>3</sup>) viene rispettato in entrambi gli anni, il valore massimo orario registrato è infatti pari a 191.6 µg/m<sup>3</sup> nella stazione Lodi Vignati (anno 2017). Anche la media annuale rispetta il limite stabilito dal D.Lgs. 155/2010 (40 µg/m<sup>3</sup>), il valore maggiore è infatti pari a 37.2 µg/m<sup>3</sup>, sempre per la stazione Lodi Vignati (anno 2017).

L'ammoniaca viene misurata solo nella stazione Bertonico, e la sua massima media di 24 ore (parametro per cui è stabilito un valore di riferimento pari a 100 µg/m<sup>3</sup> dagli AAQC dell'Ontario), è proprio pari a 100 µg/m<sup>3</sup> nel 2018, 147.1 µg/m<sup>3</sup> nel 2019, mentre rimane inferiore a 100 µg/m<sup>3</sup> nel 2017 e nel 2020.

Il monossido di carbonio è misurato solo nella stazione di tipo traffico Lodi Vignati (escludendo sempre Turano), e la massima media di 1 ora è pari a 2.4 mg/m<sup>3</sup> (anno 2018). Tale valore è minore del limite stabilito per la massima media mobile di 8 ore (10 mg/m<sup>3</sup>). Ovviamente la media mobile di 8 ore sarà minore della media oraria.

Il PM<sub>10</sub> è misurato dalle quattro stazioni che misurano NO<sub>2</sub>. Il limite di 50 µg/m<sup>3</sup> stabilito dal D.Lgs. 155/2010 per la media di 24 ore viene superato in tutte le stazioni per più delle 35 volte consentite in un anno.

Nel 2017 i superamenti sono compresi tra 76 e 90, nel 2018 sono compresi tra 41 e 78, nel 2019 sono compresi tra 44 e 73, e nel 2020 sono compresi tra 52 e 82. Il valore medio annuale di PM<sub>10</sub> ha superato il limite di 40 µg/m<sup>3</sup> stabilito dal D.Lgs. 155/2010 solo nella stazione Lodi Vignati durante l'anno 2017.

Infine, il PM<sub>2.5</sub> viene misurato dalle due stazioni di Lodi, e la media annuale supera il limite di 25 µg/m<sup>3</sup> stabilito dal D.Lgs 155/2010 nella stazione Sant'Alberto (27.1 µg/m<sup>3</sup>) durante l'anno 2017, mentre viene rispettato durante gli anni 2018, 2019, 2020.



## 5 IL SISTEMA MODELLISTICO CALMET/CALPUFF

### 5.1 Criteri di selezione

Il sistema modellistico **CALMET/CALPUFF versione 7** (Scire et al, 2000a; Scire et al, 2000b) è stato scelto tra gli strumenti esistenti in base alle seguenti motivazioni (sulla base ad esempio di quanto suggerito in ANPA, 2000):

- Referenze. È indicato dalla US-EPA (2017) come uno dei possibili modelli adatti per la simulazione del trasporto degli inquinanti su lunghe distanze (da 50 km a diverse centinaia di km) e suggerito anche per la simulazione su distanze relativamente brevi quando le condizioni di orografia complessa possono generare situazioni di stagnazione, di ricircolo dei venti e variazioni spazio-temporali delle condizioni meteorologiche.
- Scala spaziale. Il modello prescelto è in grado di riprodurre efficacemente i fenomeni alla scala locale e nelle immediate vicinanze della sorgente (e.g. building downwash).
- Scala temporale. Il modello CALPUFF è in grado di predire per uno o più anni valori medi orari di concentrazione, quindi permette di determinare i parametri di interesse per la normativa vigente (numero di superamenti, percentili, ecc.).
- Complessità dell'area di studio. Il modello meteorologico diagnostico CALMET permette di riprodurre gli effetti dovuti all'orografia del territorio (presenza di rilievi), alle disomogeneità superficiali (presenza di discontinuità terra-mare, città campagna, presenza grandi masse di acqua interne) e alle condizioni meteorodiffusive non omogenee (regimi di brezza di monte-valle, brezze di mare, inversioni termiche, calme di vento a bassa quota).
- Tipologia di inquinante. Tutti gli inquinanti di origine primaria possono essere efficacemente simulati dal modello di dispersione CALPUFF. Il modello è inoltre in grado di descrivere processi di rimozione (deposizione secca e deposizione umida) specifici per ciascun inquinante.
- Tipologia delle sorgenti. Tutte le sorgenti di interesse nello studio sono di tipo puntuale (o puntiforme), e vengono gestite dal modello CALPUFF. Oltre al building downwash a cui si è già accennato, il modello descrive altri fenomeni tipici di questa tipologia di sorgenti, quali il plume rise, lo stack tip downwash ed altri ancora.
- Tipologia di analisi. Lo studio prevede l'effettuazione di un'analisi di dettaglio tenendo conto dei dati meteorologici locali su base oraria per un periodo temporale di un anno. I valori di concentrazione media oraria ottenuti saranno ulteriormente processati per ottenere i parametri di interesse normativo.
- Disponibilità dei dati di input. Il sistema CALMET/CALPUFF richiede molti più dati di input rispetto ad un modello di tipo Gaussiano. Sono necessarie ad esempio misure meteorologiche al suolo con risoluzione oraria, almeno un radiosondaggio ogni 12 ore, informazioni sull'orografia e sull'utilizzo del suolo. A fronte di questa maggiore richiesta di dati, tutti disponibili per lo studio in oggetto, il sistema modellistica fornisce informazioni molto più dettagliate e precise rispetto a modelli più semplici basati su una meteorologia puntuale.

Nel seguito viene fornita una breve descrizione dei modelli CALMET e CALPUFF.

### 5.2 CALMET

CALMET (Scire et al., 2000b) è un modello meteorologico diagnostico, cioè in grado di ricostruire il campo di vento 3D su un dominio di calcolo con orografia complessa a partire da misure al suolo, da almeno un profilo verticale e dai dati di orografia e utilizzo del suolo. Esso contiene inoltre degli algoritmi per il calcolo di parametri micrometeorologici 2D fondamentali nell'applicazione di modelli di dispersione in atmosfera, come, ad esempio, l'altezza di rimescolamento, la lunghezza di Monin-Obukhov, la velocità di frizione e la velocità convettiva.

Il modulo per la ricostruzione del campo di vento utilizza un approccio costituito da due passi successivi. Nel primo passo modifica il vento iniziale (*Initial Guess Field*) in funzione degli effetti cinematici del terreno e dei

venti di pendenza e produce un primo campo di vento. Nel secondo passo questo campo di vento viene modificato tramite una analisi oggettiva che introduce i dati misurati ed utilizza l'equazione di continuità.

L'output di CALMET viene utilizzato in maniera diretta dal modello di dispersione Lagrangiano a puff CALPUFF (Scire et al, 2000a), dal modello Lagrangiano a particelle LAPMOD (Bellasio e Bianconi, 2012; Bellasio et al., 2017; Bellasio et al., 2018) e dal modello di dispersione Euleriano fotochimico CALGRID (Yamartino et al, 1989; Yamartino et al, 1992). CALMET è stato modificato allo scopo di migliorare gli algoritmi di interpolazione della temperatura e del calcolo delle componenti diretta, riflessa e diffusa della radiazione solare tenendo conto dell'ombra indotta dall'orografia (Bellasio et al, 2005).

## 5.3 CALPUFF

CALPUFF (Scire et al, 2000a) è un modello di dispersione Lagrangiano a puff non stazionario. Esso simula il trasporto, la rimozione per deposizione secca ed umida, ed alcune semplici trasformazioni chimiche per diverse specie inquinanti contemporaneamente. Il campo meteorologico in input a CALPUFF può essere variabile sia nello spazio che nel tempo. Il modello CALPUFF utilizza in maniera diretta l'output prodotto dal modello meteorologico diagnostico CALMET. Oltre a un campo meteorologico tridimensionale complesso, CALPUFF può utilizzare in input anche misure di vento provenienti da una singola centralina, tuttavia ciò non permette di usufruire pienamente delle sue capacità di trattare campi meteorologici variabili nello spazio.

CALPUFF può essere utilizzato per simulare la dispersione su diverse scale. Esso infatti contiene sia algoritmi per la descrizione di effetti importanti in prossimità della sorgente che algoritmi importanti su scale regionali.

Tra i primi ci sono fenomeni come il *building downwash*, legato alla presenza di edifici vicino al camino, il *transitional plume rise* o il *partial plume penetration*, importanti nel caso di emissioni da camini di dimensioni paragonabili a quelle dello strato limite. Tra i secondi invece ci sono fenomeni come la deposizione secca e umida, lo *shear* verticale del vento che provoca il trasporto dell'inquinante con velocità e direzioni diverse in funzione della quota, o la descrizione della dispersione sul mare o vicino alle zone costiere.

Le sorgenti di emissione simulate dal modello possono essere puntuali, areali, lineari o volumetriche. Il rateo e gli altri parametri di emissione (velocità di uscita dei fumi, temperatura, ecc.) possono essere costanti o variabili nel tempo.

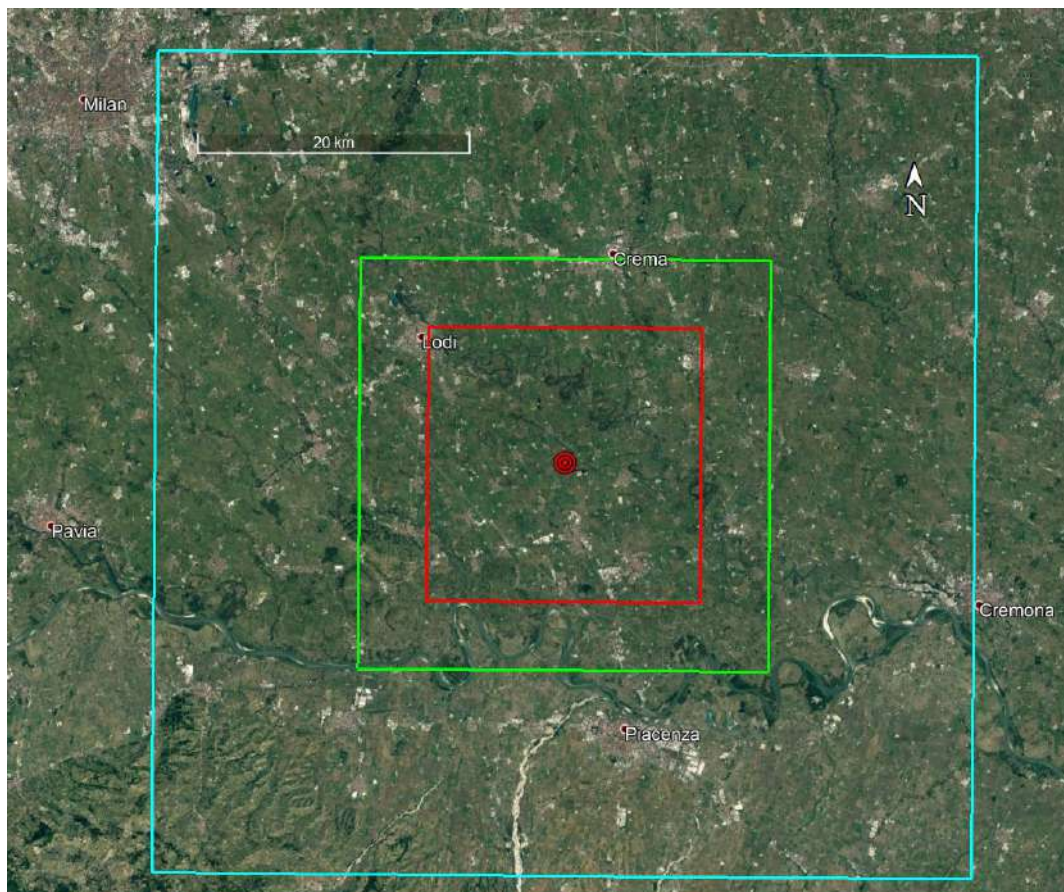
CALPUFF ha la peculiarità di utilizzare 3 tipologie di domini di calcolo:

- il dominio meteorologico è definito dalla simulazione di CALMET ed è la massima area su cui possono essere effettuate simulazioni di dispersione;
- il dominio computazionale indica il dominio all'interno del quale vengono considerate le sorgenti emissive e su cui vengono simulati i fenomeni di avvezione e dispersione degli inquinanti; esso può al massimo coincidere con il dominio meteorologico;
- il dominio di campionamento è il dominio su cui vengono forniti gli output di concentrazione; esso può al massimo coincidere con il dominio computazionale.

CALPUFF produce in output per tutte le specie simulate valori orari di concentrazione, deposizione secca e deposizione umida e, per applicazioni in cui la visibilità è un parametro di interesse, coefficienti di estinzione.

## 6 COSTRUZIONE DELL'INPUT METEOROLOGICO

Il dominio di simulazione del modello meteorologico diagnostico CALMET è rappresentato in Figura 11 con un quadrato azzurro. Le coordinate UTM 32T dell'angolo di sud ovest del dominio di CALMET sono  $E = 520000$  m,  $N = 4978250$  m; la dimensione del dominio di simulazione è di  $60 \times 60$  km<sup>2</sup>, e il passo di griglia è di 1 km. Il dominio del modello meteorologico CALMET è stato scelto più grande del dominio del modello di dispersione atmosferica CALPUFF, che è comunque in grado di innestarsi all'interno di un dominio di CALMET di maggiore estensione.



**Figura 11. Dominio di simulazione del modello meteorologico diagnostico CALMET (quadrato azzurro) e domini computazionale e di campionamento di CALPUFF (quadrati verde e rosso).**

La zona di studio è caratterizzata da terreno relativamente semplice, con orografia praticamente pianeggiante. L'orografia media e l'utilizzo del suolo sono stati determinati per ogni cella del dominio di calcolo descritto a partire da dati originali SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Sia i dati di orografia così ottenuti, sia i dati di utilizzo del suolo (derivati da CORINE) sono stati verificati utilizzando mappe satellitari. La mappa di utilizzo del suolo ottenuta a seguito del procedimento descritto è mostrata in Figura 12. L'orografia media sulle celle di lato pari a 1000 m (Figura 13) varia da circa 30 metri nella zona sudorientale del dominio, a poco meno di 500 m nella zona sudoccidentale del dominio.

In direzione verticale sono state utilizzate 12 griglie di calcolo per un'altezza totale di 3000 m. Come noto CALMET utilizza in verticale coordinate "terrain following". La prima cella parte dal suolo e si estende sino a 20 m; le quote superiori delle successive celle sono, in metri, 50, 100, 150, 200, 250, 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000. Le variabili vengono fornite al centro della cella quindi, per esempio, i valori della cella più bassa sono forniti a 10 m. Le variabili 3D fornite in output da CALMET sono i campi di vento e di temperatura, mentre tutte le altre variabili (precipitazione, lunghezza di Monin Obukhov, velocità di frizione, ecc.) sono 2D

Il periodo temporale di simulazione è costituito dagli anni 2017 e 2018.



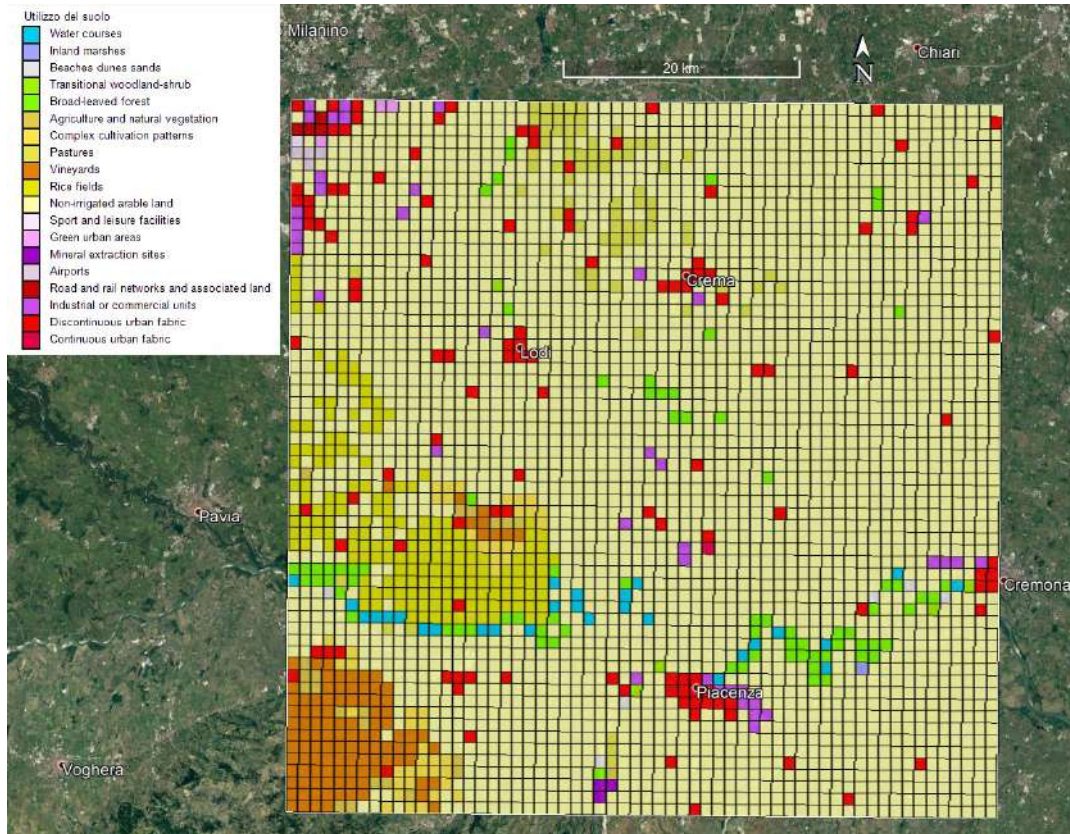


Figura 12. Utilizzo del suolo sul dominio discretizzato con celle di 1000 m.

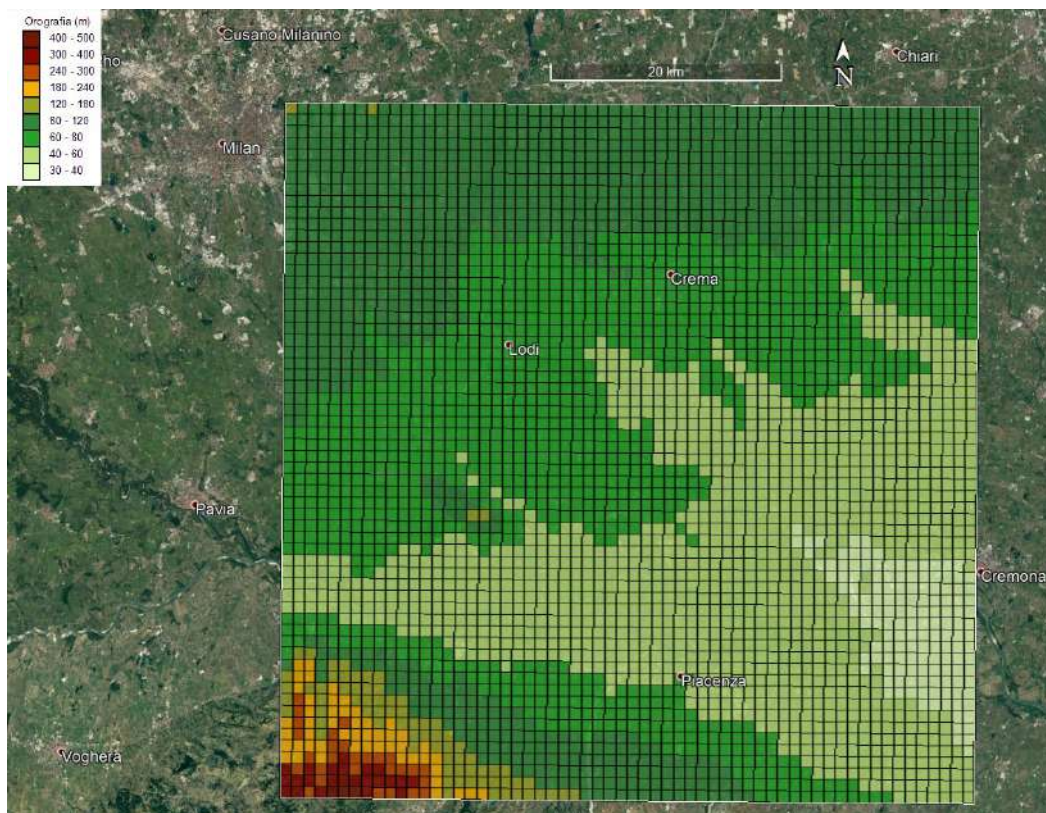


Figura 13. Orografia sul dominio discretizzato con celle di 1000 m.



## 6.1 Dati meteorologici

Il modello CALMET necessita in ingresso di misure meteorologiche al suolo con risoluzione oraria e di almeno un profilo verticale con risoluzione temporale non superiore alle 12 ore.

I dati meteorologici necessari a CALMET in superficie sono velocità e direzione del vento, altezza del cielo, copertura nuvolosa, temperatura, umidità relativa, pressione e codice di precipitazione. I dati meteorologici necessari in quota sono pressione, altezza, temperatura, velocità e direzione del vento. Oltre ai dati provenienti da stazioni di misura CALMET può utilizzare in input anche l'output di modelli prognostici come WRF<sup>5</sup>.

Per ricostruire il campo meteorologico relativo agli anni 2017 e 2018 sul dominio di interesse sono stati utilizzati gli output di WRF con risoluzione oraria come *first guess* per inizializzare i campi meteorologici di CALMET in superficie ed in quota. Sono inoltre stati utilizzati i dati meteorologici misurati dalle stazioni ARPA di Bertinico, ubicata a circa 2.4 km a ENE dalla centrale, e di Cavenago d'Adda, ubicata a circa 7.5 km in direzione NW dalla centrale.

Per questo studio è stata utilizzata la versione 4.0 di WRF (ARW core). Il modello è stato inizializzato con i dati NCEP FNL (Final) Operational Global Analysis data 3<sup>6</sup>, disponibili ogni sei ore su una griglia di 1x1 gradi. WRF è stato utilizzato con 45 livelli verticali, sino ad un livello di pressione di 50 mb.

Sono stati utilizzati tre domini innestati con risoluzione, dall'esterno all'interno, di 27 km, 9 km e 3 km. L'estensione dei domini è mostrata in Figura 14. Il dominio più interno ha un'estensione di circa 200 km di lato, e l'output su tale dominio, opportunamente processato, è stato utilizzato in input a CALMET.

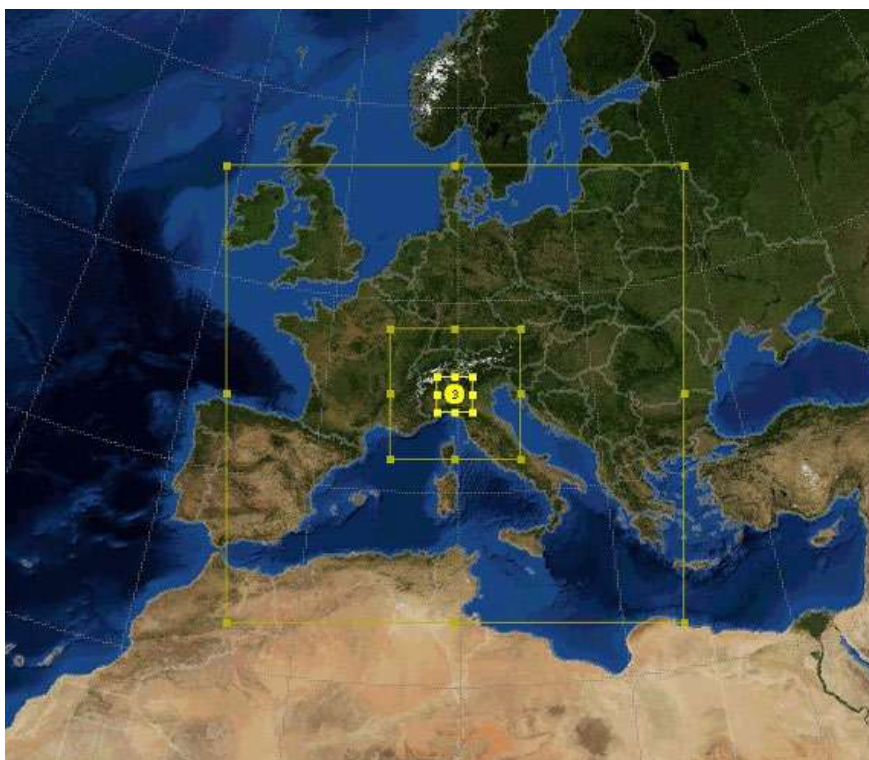


Figura 14. Domini innestati del modello meteorologico WRF.

Le rose del vento ottenute dai dati misurati dalle centraline di Bertinico e Cavenago sono mostrate rispettivamente in Figura 15 e in Figura 16 assieme alle rose del vento ottenute dai dati estratti da CALMET dalle celle di calcolo contenenti tali centraline. Come ci si aspetta le rose del vento osservate e predette sono molto simili. Le piccole differenze sono dovute a processi di interpolazione basati sull'inverso della distanza

<sup>5</sup> <https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model>

<sup>6</sup> <https://rda.ucar.edu/datasets/ds083.2/>

tra le misure e i dati di WRF e all'utilizzo dei soli dati di WRF quando le stazioni di monitoraggio hanno dati non validi.

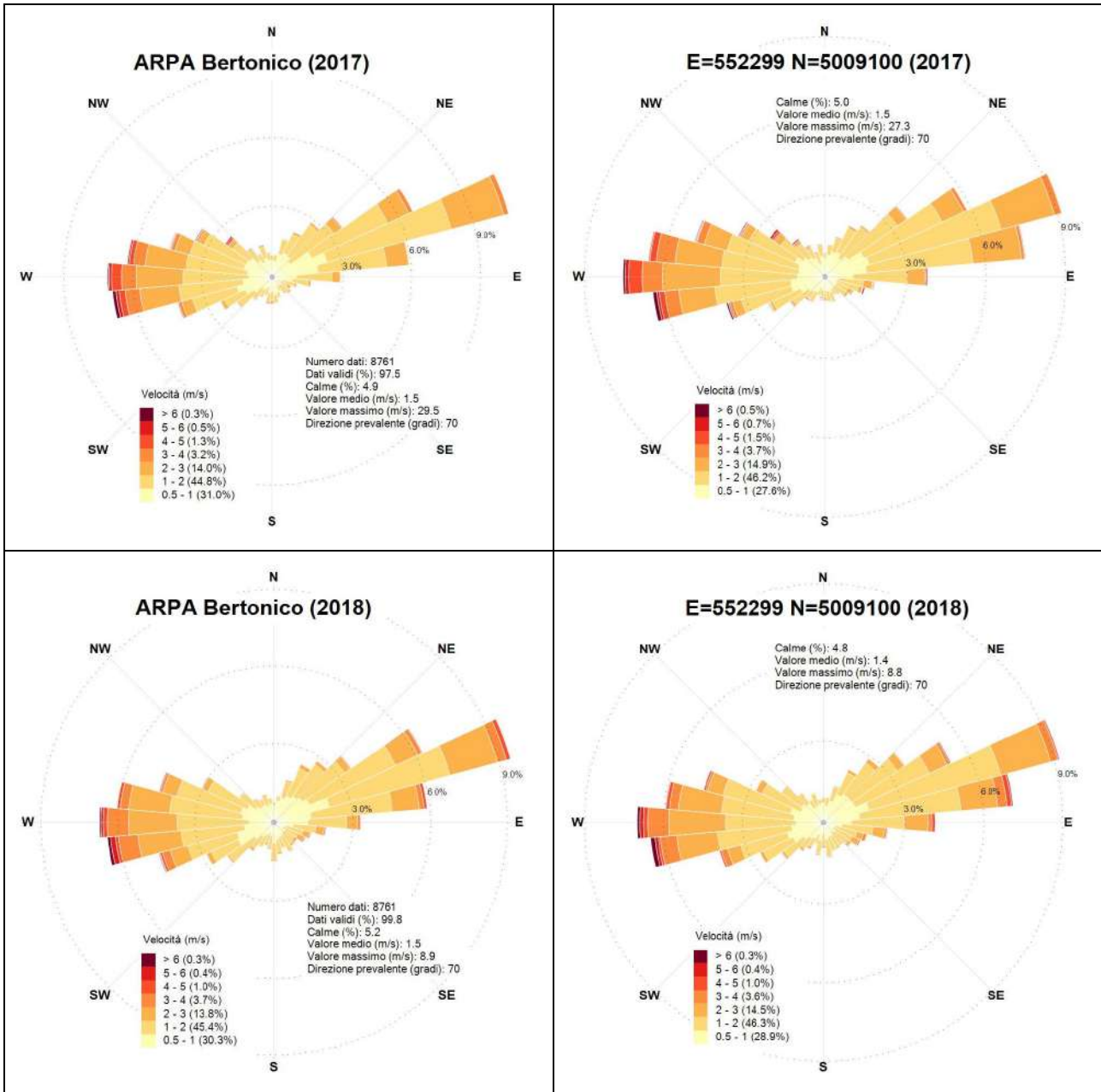
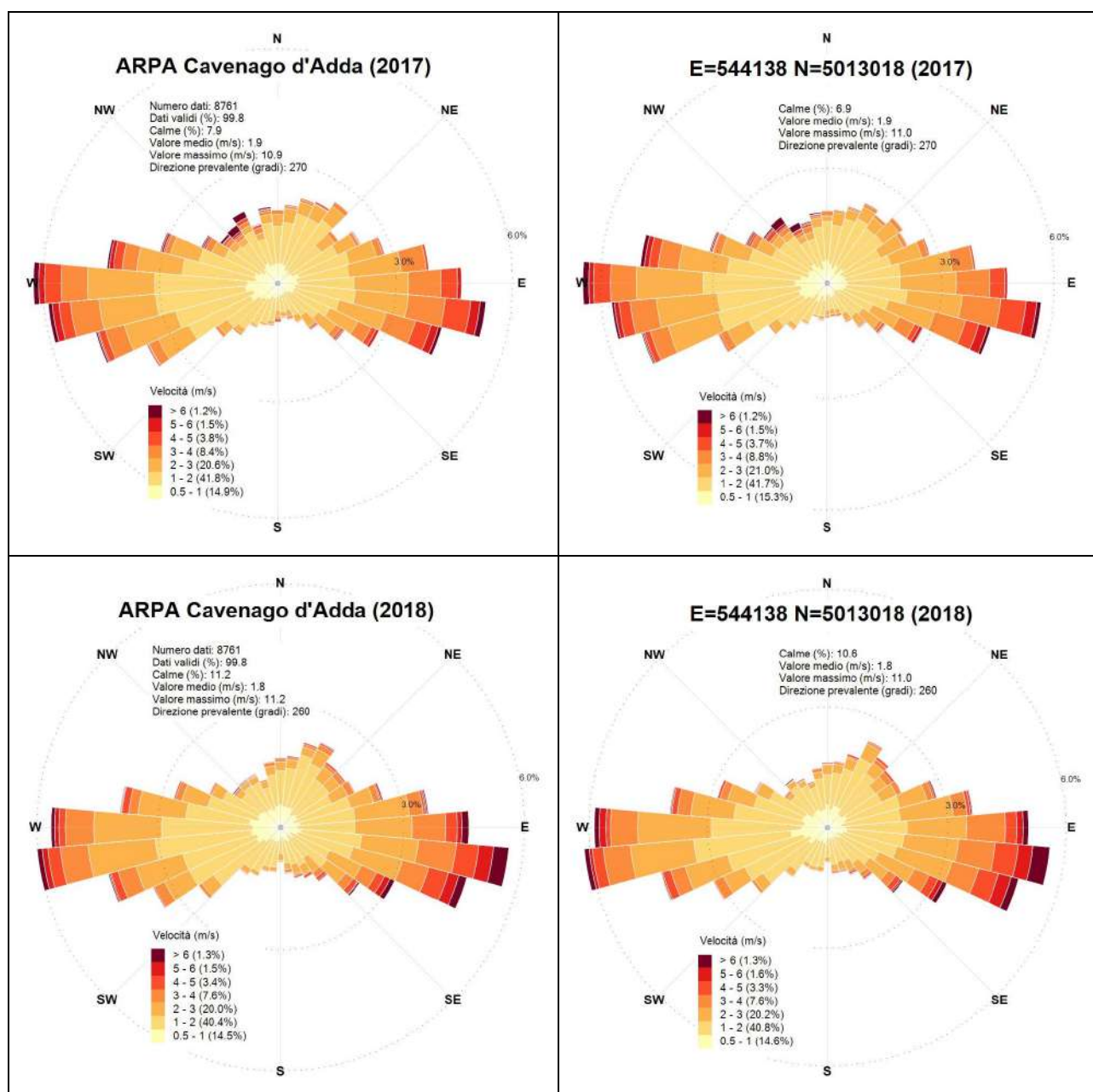


Figura 15. Rose del vento dai dati misurati presso la centralina di Bertanico (sinistra) e dai dati estratti da CALMET in corrispondenza alla cella di calcolo contenente tale centralina.



**Figura 16. Rose del vento dai dati misurati presso la centralina di Cavenago (sinistra) e dai dati estratti da CALMET in corrispondenza alla cella di calcolo contenente tale centralina.**

Le rose del vento annuali ottenute da CALMET per un punto interno alla Centrale sono mostrate in Figura 17. In Figura 18 e Figura 19 vengono mostrate le rose del vento stagionali, rispettivamente per gli anni 2017 e 2018, mentre in Figura 20 e Figura 21 vengono mostrate le rose del vento diurne e notturne, rispettivamente per gli anni 2017 e 2018.

Il passaggio da giorno a notte per ogni giorno è stato determinato dal software utilizzato per creare le rose del vento<sup>7</sup> a partire dalle coordinate geografiche dell'impianto.

<sup>7</sup> <https://www.enviroware.com/portfolio/windrose-pro3/>



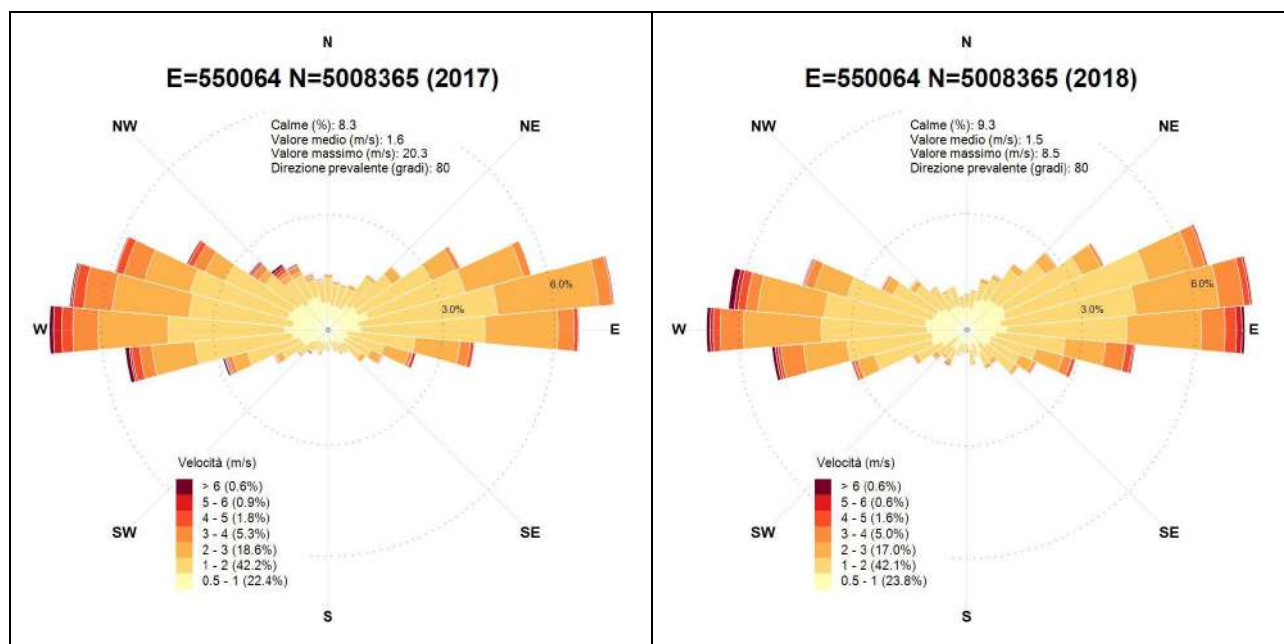


Figura 17. Rose del vento estratte da CALMET in corrispondenza alla Centrale negli anni 2017 e 2018.

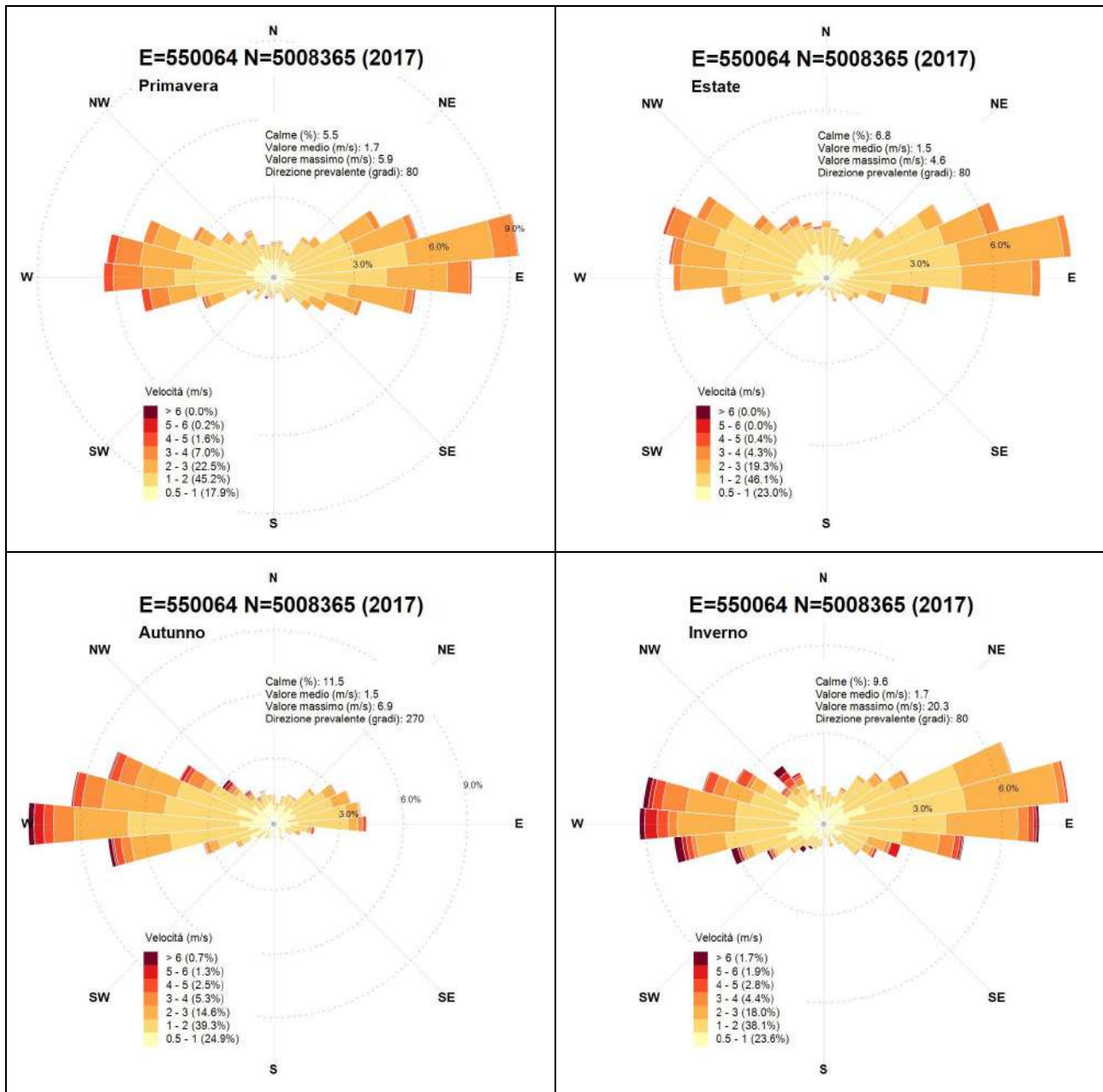


Figura 18. Rose del vento stagionali estratte da CALMET in corrispondenza alla Centrale per l'anno 2017.

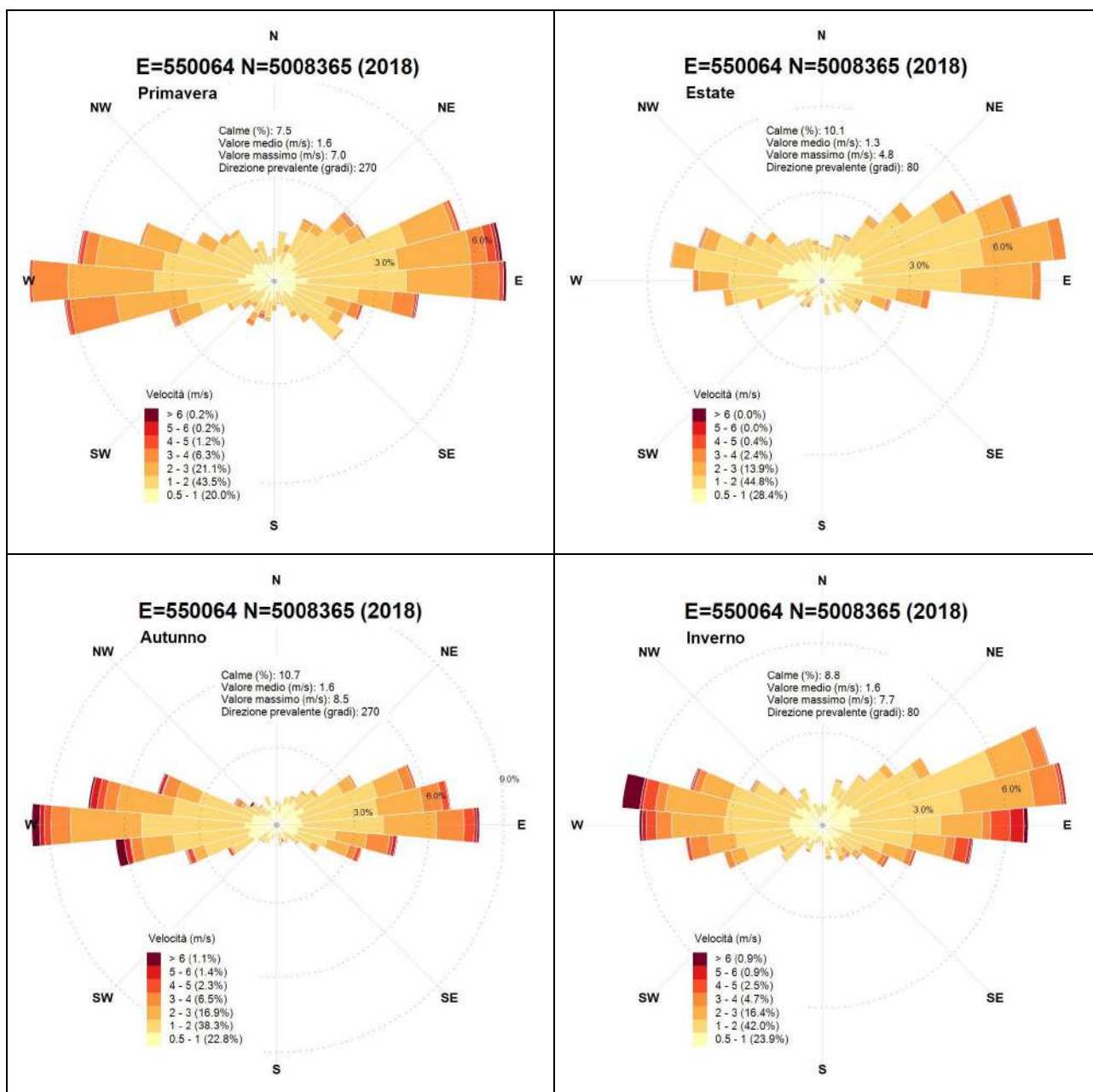


Figura 19. Rose del vento stagionali estratte da CALMET in corrispondenza alla Centrale per l'anno 2018.

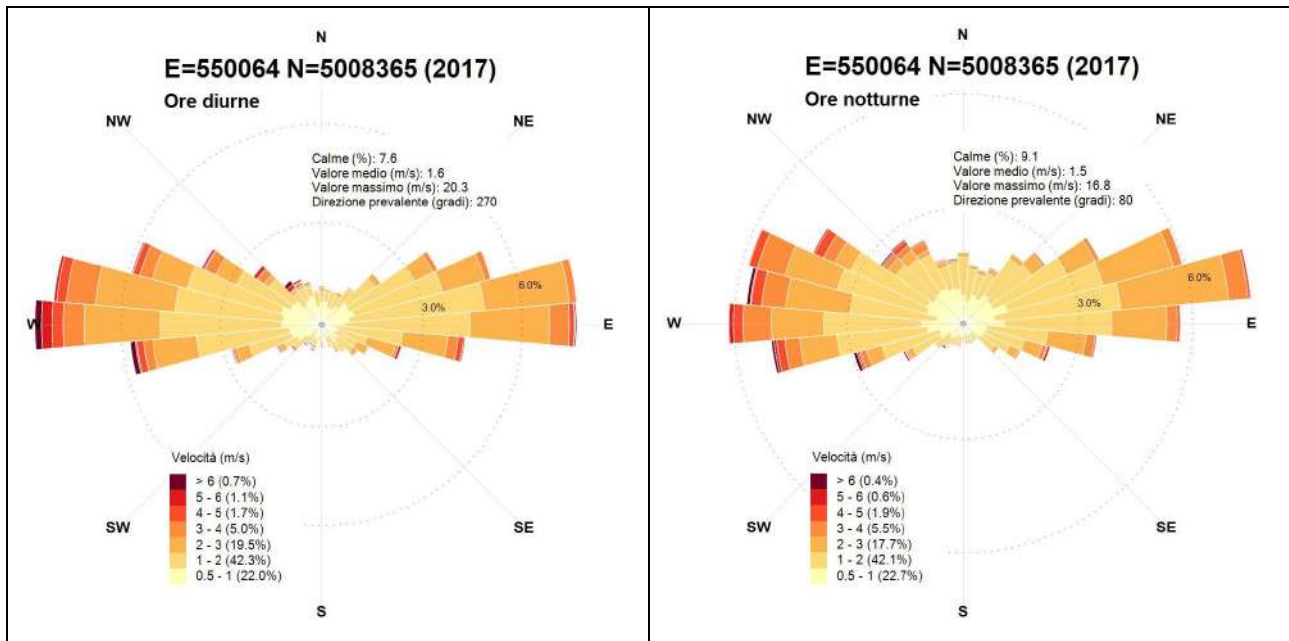


Figura 20. Rose del vento diurne/notturne estratte da CALMET in corrispondenza alla Centrale per l'anno 2017.

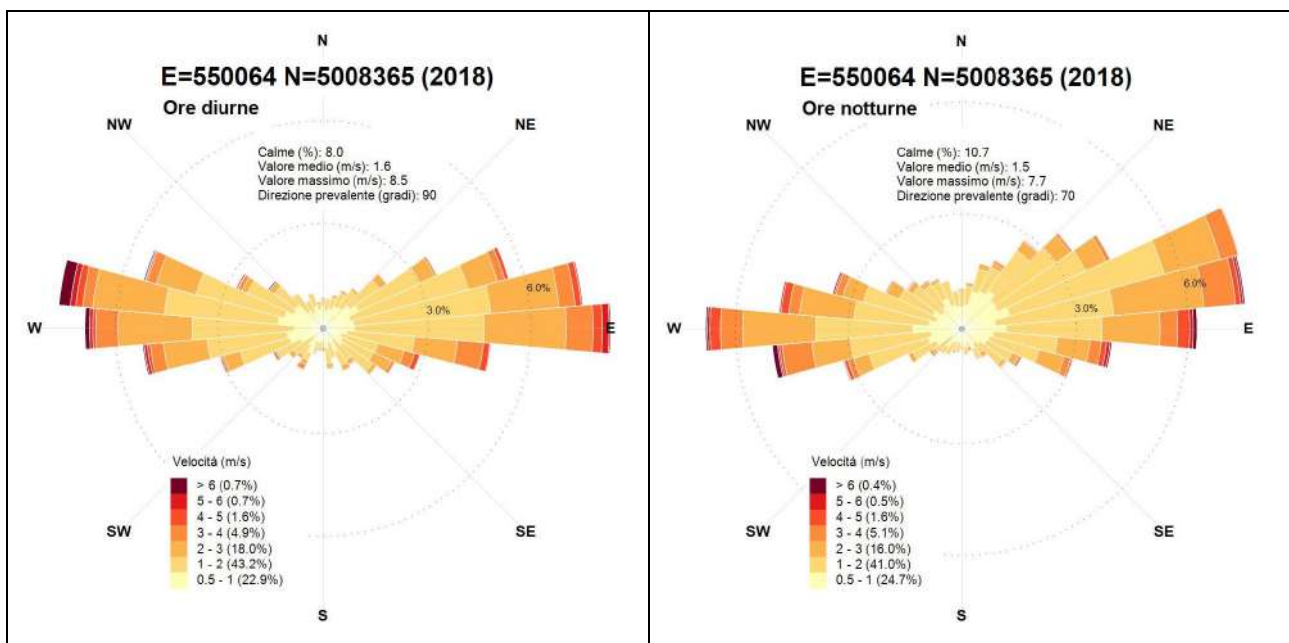


Figura 21. Rose del vento diurne/notturne estratte da CALMET in corrispondenza alla Centrale per l'anno 2018.

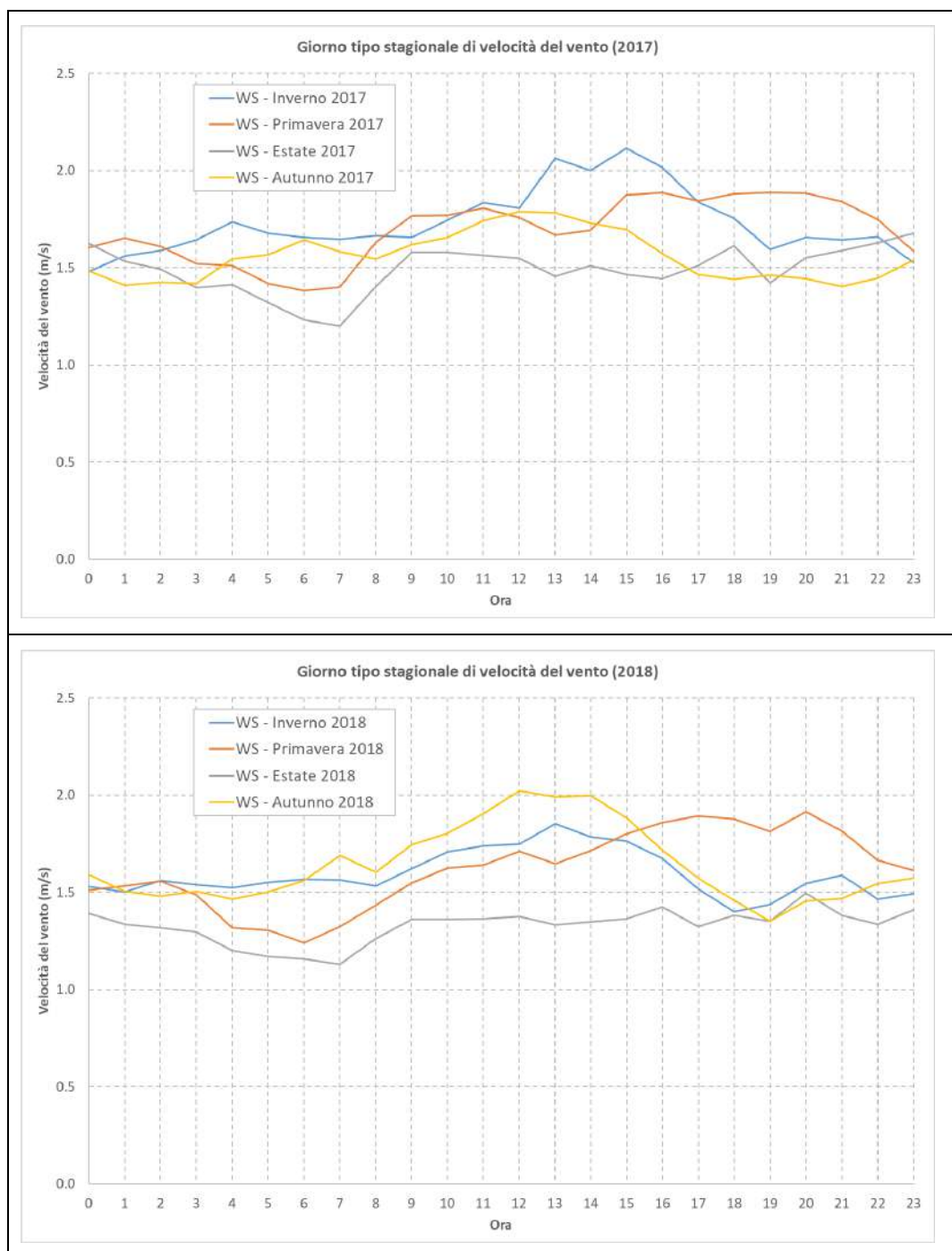
Il giorno tipo stagionale di velocità del vento a 10 m sopra il suolo, ottenuto dai dati estratti da CALMET in corrispondenza della griglia di calcolo contenente il camino in progetto è mostrato in Figura 22 per entrambi gli anni di simulazione.

La Figura 23 mostra il giorno tipo stagionale di temperatura per entrambi gli anni. Si nota la correttezza sia dell'andamento giornaliero, con minimi poco prima dell'alba e massimi nel pomeriggio inoltrato, sia dell'andamento stagionale, con valori che aumentano nell'ordine in inverno, autunno, primavera ed estate.

La Figura 24 mostra il giorno tipo stagionale dell'altezza di rimescolamento. Si osserva che nelle ore notturne (stabili) i valori sono molto simili in tutte le stagioni. Quando invece si innescano situazioni convettive durante le ore diurne, il valore massimo dell'altezza di rimescolamento in primavera ed estate è oltre il doppio di quello

invernale ed autunnale. Si osserva inoltre, la maggiore durata temporale delle situazioni convettive in primavera ed estate rispetto alle altre due stagioni.

Infine, la Figura 25 mostra la precipitazione cumulata stagionale e annuale estratta da CALMET per gli anni 2017 e 2018. Coerentemente con il dato climatologico (Figura 3) si nota una minore precipitazione durante l'anno 2017 (577 mm) rispetto all'anno 2018 (747 mm). La stagione più piovosa nel 2017 è stata l'estate con 203 mm, mentre nell'anno 2018 è stato l'autunno con 293 mm.



**Figura 22. Giorno tipo stagionale di velocità del vento estratta da CALMET in corrispondenza alla Centrale per gli anni 2017 (sopra) e 2018 (sotto).**



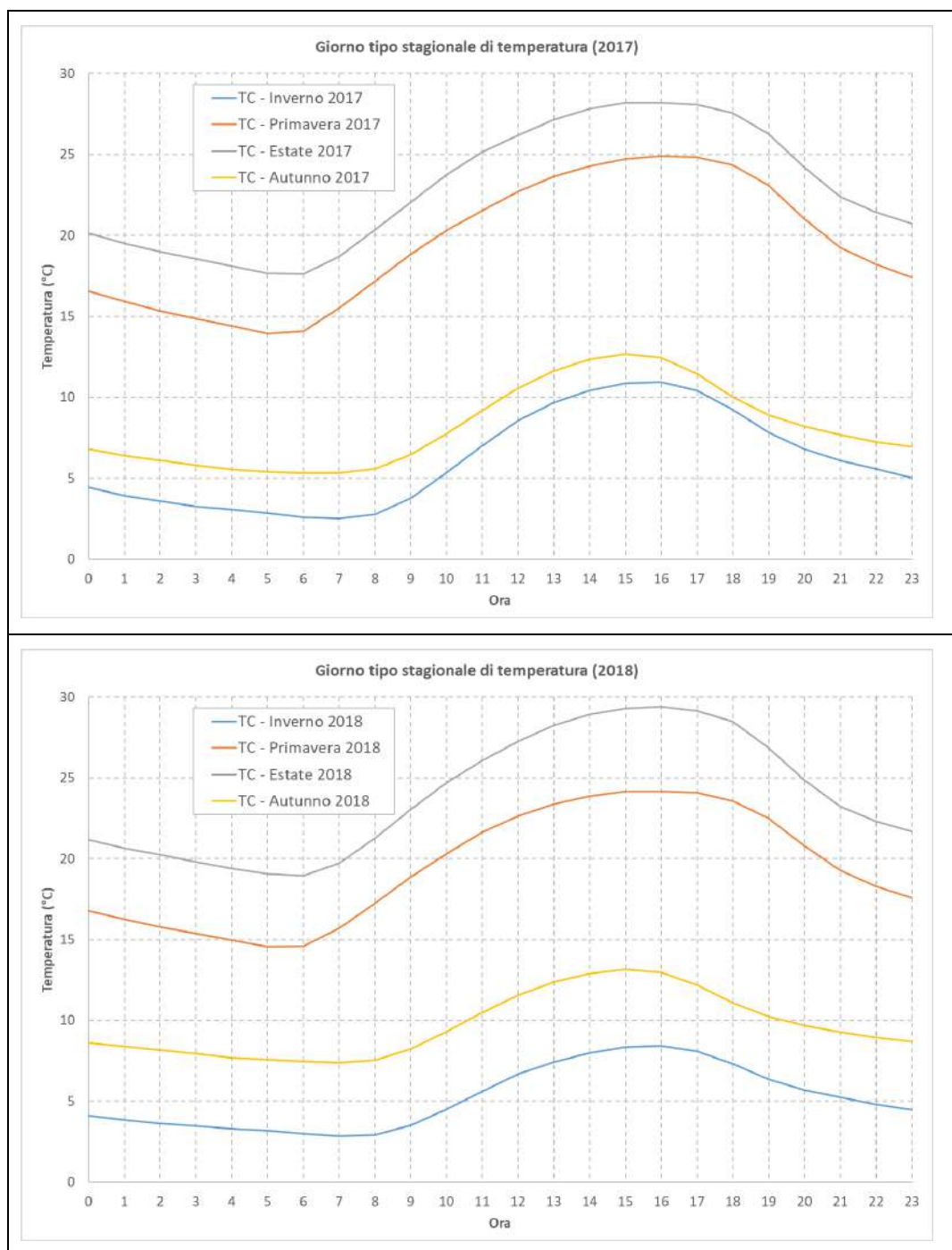


Figura 23. Giorno tipo stagionale di temperatura estratta da CALMET in corrispondenza alla Centrale per gli anni 2017 (sopra) e 2018 (sotto).

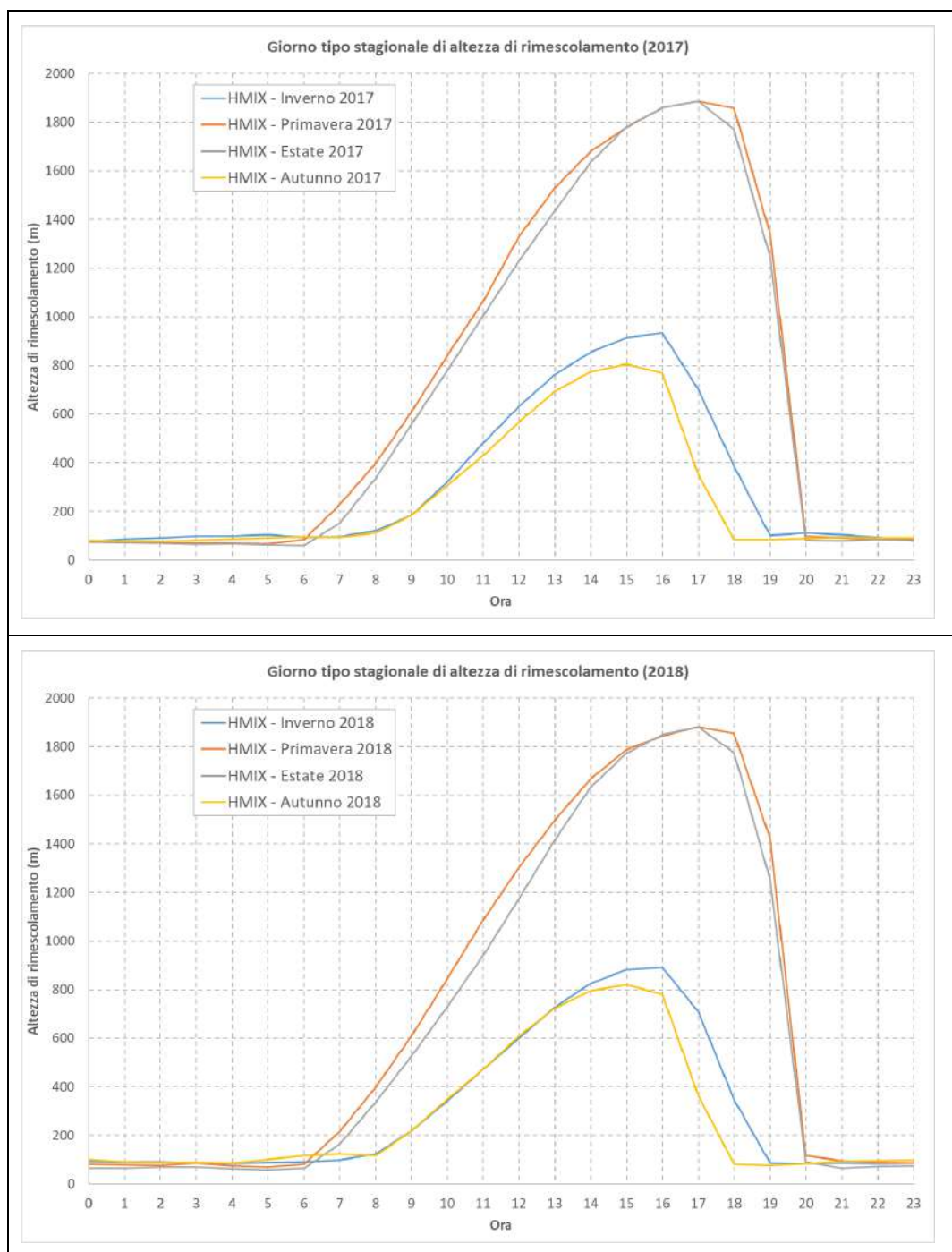
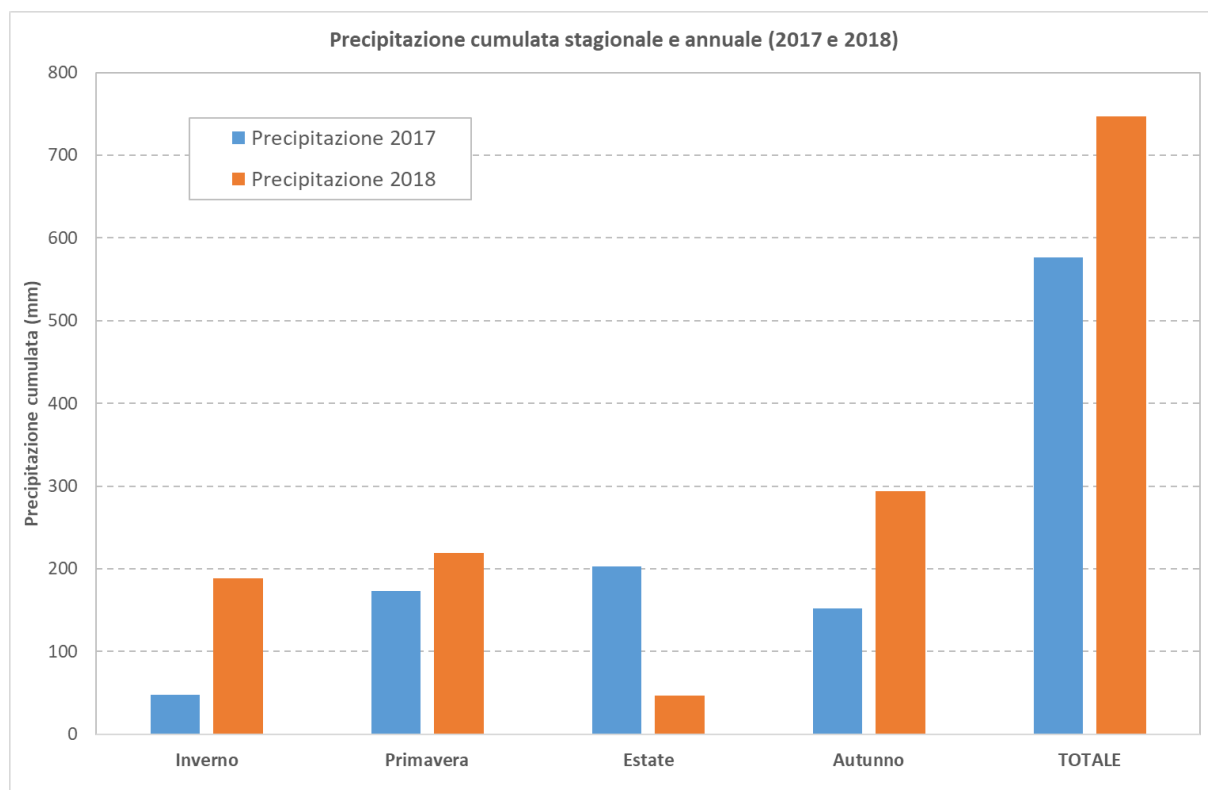


Figura 24. Giorno tipo stagionale di altezza di rimescolamento estratta da CALMET in corrispondenza alla Centrale per gli anni 2017 (sopra) e 2018 (sotto).





**Figura 25. Precipitazione cumulata stagionale e annuale estratta da CALMET in corrispondenza alla Centrale per gli anni 2017 e 2018.**

## 7 CARATTERIZZAZIONE DELLE EMISSIONI

### 7.1 Sintesi degli scenari analizzati

Il presente studio analizza i seguenti scenari emissivi:

- **Scenario ante operam:** vede l'esercizio dell'esistente Centrale a Ciclo Combinato a Gas (CCGT: *Combined cycle gas turbine*) Sorgenia Power di Bertinico/Turano Lodigiano, adiacente all'impianto in progetto. La centrale è costituita da due gruppi Turbogas e una Turbina a vapore della potenza complessiva di ca. 800 MW elettrici, con emissione in atmosfera da due canne adiacenti alte 100m. Le emissioni significative dell'impianto sono costituite da NOx e CO. Non sono previste emissioni di ammoniaca (NH<sub>3</sub>) in quanto non è presente il catalizzatore SCR per l'abbattimento degli ossidi di azoto con impiego di NH<sub>3</sub> quale reagente. Le emissioni della Centrale sono valutate per 8760 h/anno in condizioni di esercizio al 100% del carico nominale, a fronte di un esercizio massimo teorico (al netto delle fermate obbligatorie per manutenzione) di 8160 h/anno.
- **Scenario di progetto:** vede in aggiunta allo scenario ante-operam l'esercizio del nuovo Impianto di progetto (Peaker), costituito da un modulo Turbogas a Ciclo Aperto da 280 MW nominali, con emissione in atmosfera da un camino alto 60 m. Le emissioni significative dell'impianto sono costituite da NOx e CO. Le emissioni della Centrale sono valutate per 8760 h/anno in condizioni di esercizio al 100% del carico nominale. L'esercizio atteso dell'impianto è esclusivamente in condizioni di richiesta di Picco della rete per un periodo massimo stimato di circa 500 h/anno.

Si rimanda al quadro progettuale del SIA per una descrizione più estesa dei due impianti.

La selezione degli **inquinanti significativi** in emissione considerati nel presente studio deriva dalle indicazioni fornite dal documento BREF *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants - 2017*, Capitolo 7: *Gaseous fuel*, che individua come soli inquinanti ambientalmente significativi in caso di combustione di gas naturale in Turbine a gas i seguenti inquinanti:

- NOx; CO; NH<sub>3</sub> in caso di De NOx catalitico con iniezione di ammoniaca o urea.

### 7.2 Scenario Ante-operam

Nello Scenario ante-operam le emissioni della CCGT esistente avvengono da un camino a due canne caratterizzato da una distanza tra i centri di canna di circa 8 m (Figura 26). Data la vicinanza tra le due canne, immediatamente dopo l'emissione le due piume interagiranno, quindi è corretto simulare le due uscite con un unico camino equivalente. I parametri emissivi di ogni singola canna vengono riepilogati in Tabella 20.

Le caratteristiche geometriche di ogni canna (L1, L2) e del camino equivalente (CCGT) sono mostrate in Tabella 20. Le caratteristiche emissive sono invece mostrate in Tabella 21.

Le concentrazioni nei fumi secchi al 15% di O<sub>2</sub> sono pari a 30 mg/Nm<sup>3</sup>, 30 mg/Nm<sup>3</sup>, rispettivamente per NOX e CO. In fase di simulazione si ipotizzerà cautelativamente il funzionamento contemporaneo di entrambe le canne per tutte le ore dell'anno.

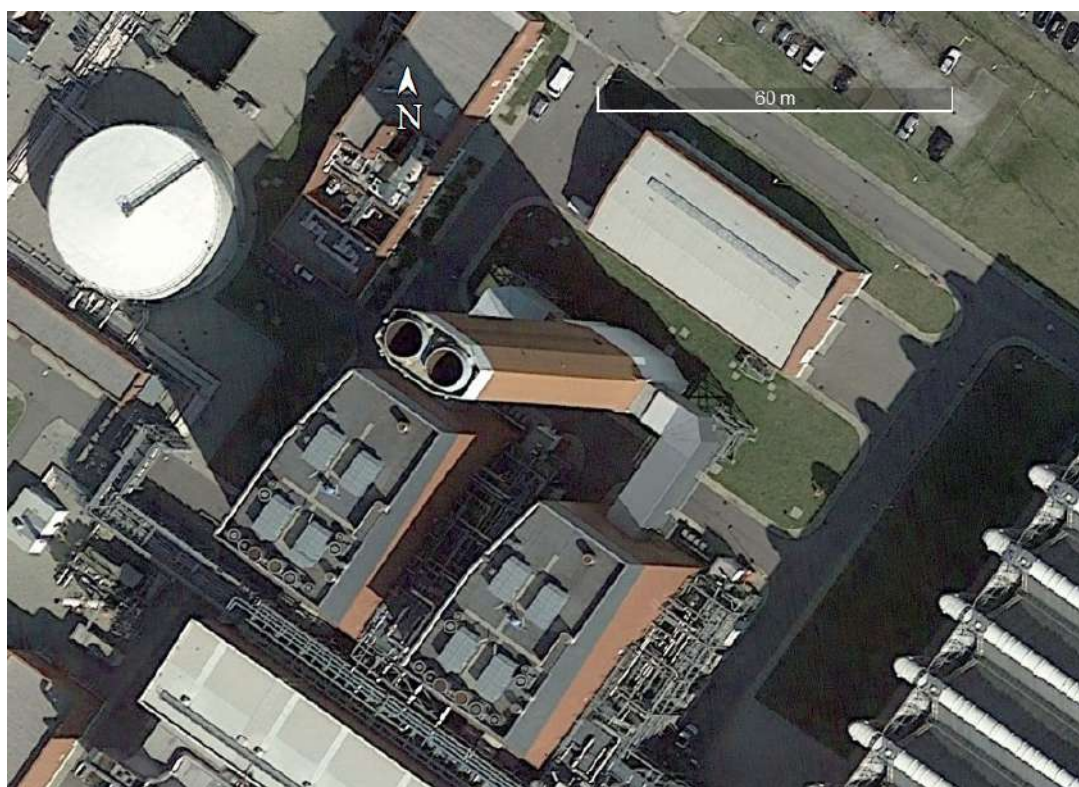


Figura 26. Camino della Centrale Sorgenia Power esistente.

Parametro	Unità	Valore
Portata fumi	kg/s	679
Densità	kg/Nm <sup>3</sup>	1.30
Temperatura emissione	°C	108
Portata normalizzata	Nm <sup>3</sup> /h	1880308
Portata effettiva	m <sup>3</sup> /h	2624166
Portata normalizzata dry 15% O <sub>2</sub>	Nm <sup>3</sup> /h	2091310
Altezza camino	m	100
Diametro interno	mm	6000
Area sezione	m <sup>2</sup>	28.27
Velocità uscita fumi	m/s	25.8
NOX media oraria emissione (dry @ 15% O <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	30
CO media oraria emissione (dry @ 15% O <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	30
Rateo NOX	g/s	17.4
Rateo CO	g/s	17.4

Tabella 20. Parametri descrittivi di ogni singola canna.

Sorgente	E(m)	N(m)	H(m)	D(m)	T (°C)	V (m/s)	NOX (g/s)	CO (g/s)
CCGT	550064	5008366	100	8.485	108	25.8	34.9	34.9

Tabella 21. Caratteristiche emissive del camino equivalente.

### 7.3 Scenario Post-operam

Lo scenario totale di progetto (Post-operam) prevede l'aggiunta dell'Impianto Peaker in progetto costituito da un Turbogas Ciclo Aperto (Peaker) all'impianto a Ciclo combinato (CCGT) già esistente.

I parametri descrittivi del Peaker sono riepilogati in Tabella 22.

L'impianto funzionerà per un massimo indicativo di 500 ore/anno, ma nelle simulazioni verrà cautelativamente mantenuto attivo per tutte le ore dell'anno. La posizione delle sorgenti dello scenario di totale di progetto è mostrata in Figura 27; il camino esistente verrà sempre simulato come un unico camino equivalente.

La Figura 27 mostra anche i principali edifici utilizzati per simulare l'effetto building downwash in entrambi gli scenari di simulazione.

Le caratteristiche geometriche del Peaker futuro sono mostrate in Tabella 23, mentre le caratteristiche emissive sono mostrate in Tabella 24. Le concentrazioni nei fumi secchi al 15% di O<sub>2</sub> sono pari a 30 mg/Nm<sup>3</sup> sia per NOX, sia per CO.

Parametro	Unità	Valore
Portata fumi	kg/s	733
Volume specifico	Nm <sup>3</sup> /kg	0.79
Temperatura emissione	°C	559.0
Temperatura emissione	°K	832.2
Portata effettiva	m <sup>3</sup> /h	6338407
Portata normalizzata	Nm <sup>3</sup> /h	2079790
Portata normalizzata dry 15% O <sub>2</sub>	Nm <sup>3</sup> /h	2233469
Altezza camino	m	60.00
Diametro interno	mm	8000
Area sezione	m <sup>2</sup>	50.27
Velocità uscita fumi	m/s	35
NOX media oraria emissione (dry @ 15% O <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	30
CO media oraria emissione (dry @ 15% O <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	30
Rateo NOX	g/s	18.61
Rateo CO	g/s	18.61

**Tabella 22. Parametri descrittivi del Turbogas Ciclo Aperto (Peaker).**

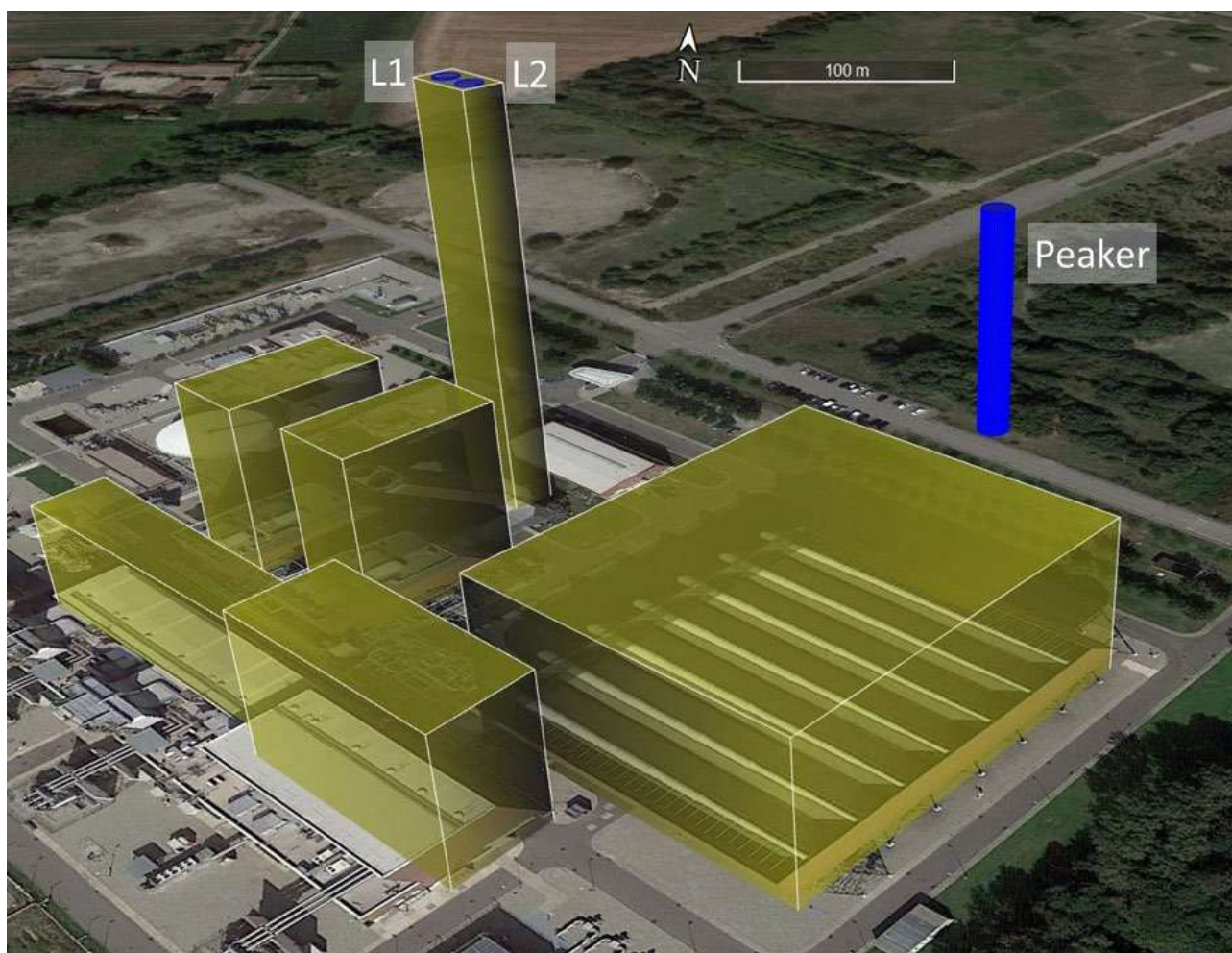


Figura 27. Posizione delle sorgenti dello scenario totale di progetto (Post-operam) e dei principali edifici.

Sorgente	E (m)	N (m)	H (m)	D (m)
PEAKER	550180	5008410	60	8.00

Tabella 23. Caratteristiche geometriche della sorgente aggiuntiva di progetto

Sorgente	Portata (Nm <sup>3</sup> /h)	T (°C)	V (m/s)	NOX (g/s)	CO (g/s)
PEAKER	2079790	559	35.0	18.61	18.61

Tabella 24. Caratteristiche emissive della sorgente aggiuntiva di progetto.

## 7.4 Modalità di esercizio compensato dell'impianto in configurazione post-operam

Il proponente Sorgenia Power si impegna ad adottare un criterio di esercizio dell'impianto di tipo compensativo su base giornaliera con un limite di emissione massica di NOx e CO nelle 24h pari a quello già autorizzato per la centrale a Ciclo Combinato, uguale a  $34.9 \text{ g/s} \times 3600 \text{ s} \times 24 \text{ h} = 3015 \text{ kg/giorno}$ , per ciascun inquinante.

In caso di esercizio del Peaker, previsto dell'ordine delle 500 ore l'anno in occasioni di fabbisogno di picco della rete elettrica – condizioni che di norma si verificano per periodi limitati durante le ore diurne – la Centrale a Ciclo Combinato esistente ridurrà il carico di esercizio in modo da non superare il limite di emissione massica indicato. Sono escluse dal computo le emissioni in fase di avviamento, peraltro limitate come indicato nel paragrafo successivo.

L'adozione di tale principio comporterà pertanto l'invarianza delle emissioni massime in atmosfera rispetto alla situazione ante operam. L'implementazione tecnica del sistema sarà attuata a livello di sistema di monitoraggio dell'impianto, pertanto il dato relativo all'emissione massica totale giornaliera di NOx e CO sarà elaborato, registrato e archiviato e reso disponibile alle autorità di controllo.

Nelle simulazioni di seguito illustrate non è stato tenuto conto del limite di emissione giornaliera indicato. A titolo cautelativo le simulazioni sono riferite al funzionamento di tutti i gruppi al 100% per 8760 ore/anno.

## 7.5 Fase di avviamento del peaker

L'impianto Peaker in progetto è realizzato con tecnologie che consentono il rapido avviamento dell'impianto, con tempi dell'ordine dei 30 minuti (1800 s). Nella fase di avviamento l'emissione massica di NOx risulta inferiore alla condizione di esercizio, mentre quella di CO è superiore, come indicato in Tabella 25.

Sorgente	NOX Esercizio (g/s)	CO Esercizio (g/s)	NOX Avviamento (g/s)	CO Avviamento (g/s)
Peaker	18,61	18,61	10,7	40,6

**Tabella 25. Caratteristiche emissive medie del Peaker in progetto**

Non risulta quindi necessario valutare la concentrazione di ossidi di azoto durante la fase di avviamento della centrale, poiché essa risulterà minore rispetto alla fase di esercizio. Per quanto riguarda il monossido di carbonio, normato sulla media mobile di 8 ore, se si ipotizzano cautelativamente due avviamenti in tale arco di tempo è possibile verificare (Tabella 26) che il rateo emissivo medio risulta pari a 21,05 g/s, cioè un'emissione superiore del 13% rispetto a quella in fase di esercizio.

Parametro		CO
Emissione a regime	g/s	18,61
Emissione a regime	g/s	40,6
Durata avviamento	secondi	1.800
Numero avviamenti in 8 h	n.	2
Emissione massica 8h + 2 avviamenti	kg	682
Durata complessiva	secondi	32.400
Rateo emissivo medio con 2 avviamenti	g/s	21,05
Rapporto rateo con avviamenti/rateo esercizio base	%	113%

**Tabella 26. Stima del rateo emissivo medio di CO considerando otto ore con due avviamenti.**



## 8 SIMULAZIONI DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI

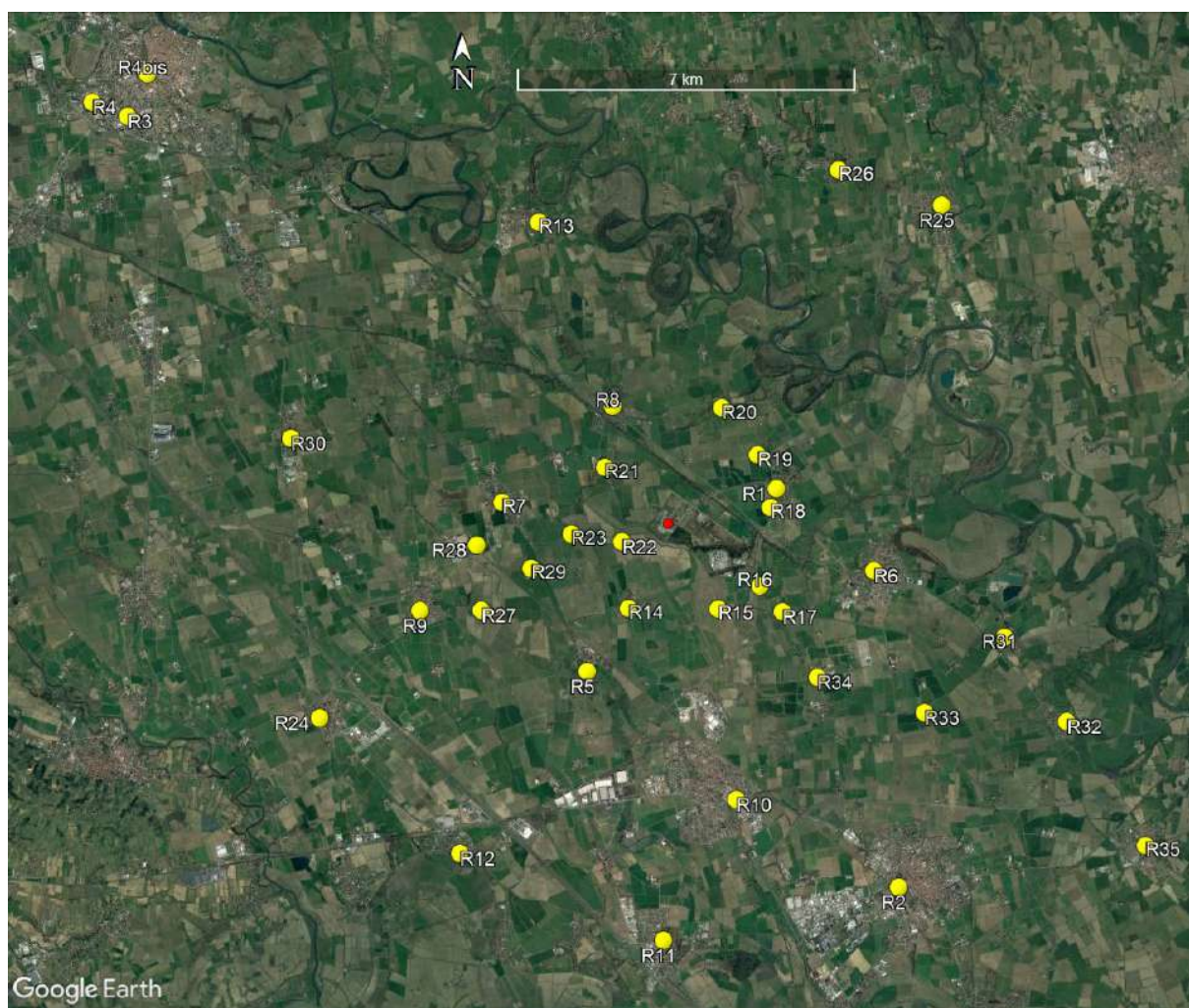
### 8.1 Dati di input del modello CALPUFF

Le simulazioni di dispersione atmosferica degli inquinanti emessi dalla Centrale Sorgenia sono state effettuate utilizzando il modello CALPUFF versione 7. Le simulazioni di dispersione sono state effettuate su un sottodominio del dominio meteorologico, selezionato in maniera tale da essere ragionevolmente sicuri che esso contenga i massimi di concentrazione. Come mostrato in Figura 11, è stato definito un dominio computazionale di 30x30 km<sup>2</sup> (quadrato verde), in modo da includere anche le stazioni di qualità dell'aria di Lodi, ed un dominio di campionamento di 20x20 km<sup>2</sup> (quadrato rosso), all'interno del quale è stato utilizzato un fattore di nesting pari a 5, passando così dai 1000 m di risoluzione di cella di CALMET a 200 m.

Il dominio computazionale del modello CALPUFF è il dominio all'interno del quale il modello di dispersione simula la dispersione dei puff rilasciati da ciascuna sorgente. Il dominio di campionamento non può mai superare il dominio computazionale ed è l'area all'interno della quale vengono calcolate le concentrazioni sulla griglia regolare.

Oltre ai punti di calcolo su griglia regolare sono stati considerati 36 recettori discreti posizionati in corrispondenza alle stazioni di qualità dell'aria e/o ai principali centri abitati, come indicato nel dettaglio in Figura 28. Le coordinate metriche UTM 32T dei recettori discreti sono riportate in Tabella 27. I recettori corrispondenti a centraline di qualità dell'aria sono indicati con "AQ" nella descrizione. Si osserva che il recettore 4 è ripetuto (R4 e R4bis) poiché sul sito di ARPA Lombardia non sono chiare le coordinate della centralina di via Vignati.

Gli edifici mostrati in Figura 27 sono stati descritti all'interno del software BPIPPRM, che è stato utilizzato per determinare i parametri di building downwash da inserire in CALPUFF.



**Figura 28. Posizione dei recettori discreti (cerchi gialli) e della Centrale (cerchio rosso).**

Sigla	Descrizione	EST (m)	NORD (m)
R1	Bertonico (AQ)	552298	5009100
R2	Codogno (AQ)	554874	5000892
R3	Lodi Sant'Alberto (AQ)	538807	5016705
R4	Lodi San Fereolo (AQ)	538069	5016993
R4bis	Lodi Vignati (AQ)	539211	5017586
R5	Zorlesco	548402	5005306
R6	Castiglione Adda	554323	5007418
R7	Secugnago	546617	5008783
R8	Turano Lodigiano	548895	5010778
R9	Brembio	544928	5006537
R10	Casalpusterlengo	551505	5002677
R11	Somaglia	550012	4999765
R12	Ospedaletto Lodigiano	545785	5001534
R13	Cavenago Adda	547340	5014566
R14	Vittadone	549248	5006609
R15	Campagna	551104	5006608
R16	Terranova	551964	5007088
R17	Biraga	552433	5006561
R18	Campolungo	552176	5008709
R19	Cascina Brusada	551900	5009793
R20	Cascina Monticelli	551154	5010760
R21	Melegnanello	548740	5009516
R22	Buongodere	549104	5007984
R23	Uggeri	548055	5008134
R24	Livraga	542863	5004310
R25	Montodine	555680	5014968
R26	Moscuzzano	553543	5015682
R27	Monasterolo	546200	5006551
R28	Stazione	546099	5007897
R29	Cascina Sant Ignazio	547225	5007423
R30	Ossago Lodigiano	542234	5010077
R31	Camairago	557037	5006062
R32	Cavacurta	558333	5004330
R33	Mulazzana	555388	5004496
R34	Fornaci	553168	5005212
R35	Maleo	559977	5001780

**Tabella 27. Coordinate metriche UTM32T dei recettori discreti.**



## 8.2 Impatto della Centrale

### 8.2.1 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Si assume che le concentrazioni di NO<sub>2</sub> siano pari al 75% di quelle di NOX predette da CALPUFF. Questa ipotesi è conservativa alla luce del fatto che, come mostrato in Tabella 6 e Tabella 7, i valori medi e mediani del rapporto NO<sub>2</sub>/NOX nell'area in esame sono tipicamente minori di 0.7.

Il valore massimo predetto da CALPUFF per il percentile 99.79 della media di 1 ora di NO<sub>2</sub> sull'intero dominio di simulazione è mostrato in Tabella 28 per i due anni di simulazione.

- "TOTALE" indica il contributo cumulativo di CCGT esistente + Impianto Peaker, nello Scenario post-operam
- "CCGT" è il contributo della centrale esistente a Ciclo Combinato (Scenario ante-operam),
- "PEAKER" indica il contributo dell'Impianto Peaker in progetto

Si osserva che in nessuno dei due scenari viene superato il limite stabilito dal D.Lgs. 155/2010, pari a 200 µg/m<sup>3</sup>. La variazione del massimo percentile 99.79 nel passaggio dallo Scenario ante-operam a quello Post operam è al massimo pari 1.3 µg/m<sup>3</sup>. Il contributo complessivo nello scenario totale post-operam si mantiene oltre un ordine di grandezza al di sotto del limite normativo di 200 µg/m<sup>3</sup>. Se cautelativamente si sommasse la variazione di concentrazione massima del percentile (1.3 µg/m<sup>3</sup>) alla massima concentrazione media di 1 ora di NO<sub>2</sub> registrata dalla centralina di Bertónico (80.4 µg/m<sup>3</sup> nel 2017 e 102.7 µg/m<sup>3</sup> nel 2018) si rimarrebbe comunque ampiamente al di sotto del limite di legge di 200 µg/m<sup>3</sup>.

Analogamente, il valore massimo predetto da CALPUFF per la media annuale di NO<sub>2</sub> sull'intero dominio di simulazione è mostrato in Tabella 29 per ogni sorgente e per i due anni di simulazione. In nessuno dei due scenari viene superato il limite stabilito dal D.Lgs. 155/2010, pari a 40 µg/m<sup>3</sup>. La variazione della massima concentrazione media annuale nel passaggio dallo Scenario ante-operam a quello Post-operam è pari a 0.04 µg/m<sup>3</sup>. Il contributo complessivo nello scenario totale post-operam si mantiene circa due ordini di grandezza al di sotto del limite normativo di 40 µg/m<sup>3</sup>. Se cautelativamente si sommasse la massima variazione di concentrazione media annuale (0.04 µg/m<sup>3</sup>) alla concentrazione media annuale di NO<sub>2</sub> registrata dalla centralina di Bertónico (26.5 µg/m<sup>3</sup> nel 2017 e 21.8 µg/m<sup>3</sup> nel 2018) si rimarrebbe comunque al di sotto del limite di legge di 40 µg/m<sup>3</sup>.

NO <sub>2</sub>	Contributo	Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	E (m)	N (m)
2017	TOTALE	14.5	549500	5007950
	CCGT	13.2	549500	5007950
	PEAKER	2.9	549300	5008150
2018	TOTALE	14.3	549700	5008150
	CCGT	13.1	549700	5007950
	PEAKER	2.7	548700	5008950

**Tabella 28. Valori massimi sul dominio del percentile 99.79 delle concentrazioni medie di 1 ora di NO<sub>2</sub>.**

NO <sub>2</sub>	Contributo	Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	E (m)	N (m)
2017	TOTALE	0.29	549100	5008750
	CCGT	0.25	549100	5008750
	PEAKER	0.04	549100	5008750
2018	TOTALE	0.35	547500	5009150
	CCGT	0.31	547300	5009150
	PEAKER	0.05	549300	5008750

**Tabella 29. Valori massimi sul dominio delle concentrazioni medie annuali di NO<sub>2</sub>.**

I valori predetti ai recettori discreti per il percentile 99.79 della media oraria e per la media annuale nei due anni di simulazione sono riportati in Tabella 30 e Tabella 31, rispettivamente per lo Scenario Ante-operam e per quello totale Post-operam. Per i recettori posizionati in corrispondenza alle stazioni di monitoraggio (R1, R2, R3, R4, R4b, R8) si osserva che i valori predetti sono molto minori rispetto a quelli misurati (Tabella 2 e Tabella 3).

Il massimo incremento del percentile orario nel passaggio tra i due scenari vale  $2.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e si osserva al recettore R22 (Buongodere) per l'anno 2017.

Per la media annuale invece il massimo incremento nel passaggio tra i due scenari vale  $0.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e si osserva al recettore R21 (Melegnanello) per l'anno 2018.

Gli incrementi di concentrazione dovuti all'attivazione dell'Impianto Peaker in progetto sono mostrati da Tabella 32 a Tabella 35. Tali tabelle mostrano anche il contributo cumulativo includendo il fondo (calcolato a partire dai valori misurati presso la centralina di Bertinico negli anni 2017 e 2018) e la percentuale dell'incremento rispetto al valore limite. Si osserva che l'incremento percentuale del percentile 99.79 delle medie di 1 ora di NO<sub>2</sub> è sempre minore dell'1.2%, mentre l'incremento percentuale della media annuale è pari al massimo allo 0.1%. Gli isolivelli di concentrazione di NO<sub>2</sub> sono mostrati da Figura 29 a Figura 36. In tali figure, e in tutte quelle successive, il cerchio verde indica la posizione della Centrale, mentre i cerchi gialli indicano i recettori discreti.

Recettore	Pct 99.79 1h (2017)	Media annuale (2017)	Pct 99.79 1h (2018)	Media annuale (2018)
R1	6.3	0.17	5.5	0.15
R2	3.0	0.06	2.1	0.04
R3	1.9	0.04	1.8	0.05
R4	2.0	0.04	1.7	0.04
R4b	1.3	0.03	1.5	0.04
R5	4.1	0.07	3.2	0.06
R6	4.7	0.16	4.8	0.12
R7	6.0	0.19	7.0	0.26
R8	4.6	0.11	4.9	0.11
R9	3.4	0.06	3.6	0.09
R10	3.2	0.06	2.8	0.05
R11	2.3	0.03	1.5	0.03
R12	2.4	0.04	1.6	0.03
R13	2.0	0.05	2.3	0.05
R14	5.9	0.09	6.5	0.10
R15	5.8	0.12	7.0	0.11
R16	6.4	0.14	6.1	0.13
R17	5.6	0.12	5.3	0.11
R18	6.5	0.20	5.6	0.16
R19	5.4	0.13	5.0	0.13
R20	4.5	0.11	4.8	0.10
R21	6.7	0.18	7.3	0.20
R22	11.1	0.17	10.1	0.18
R23	9.2	0.16	7.5	0.19
R24	2.3	0.04	2.8	0.05
R25	1.6	0.04	1.8	0.05
R26	1.7	0.04	1.8	0.04
R27	3.8	0.07	4.2	0.10
R28	5.0	0.11	5.3	0.16
R29	5.8	0.10	5.5	0.13
R30	4.1	0.13	4.7	0.18
R31	3.4	0.10	3.9	0.08
R32	2.6	0.07	2.7	0.06
R33	3.5	0.08	3.4	0.07
R34	4.7	0.10	3.9	0.08
R35	1.9	0.05	2.5	0.04

**Tabella 30. Valori predetti ai recettori discreti per le statistiche di interesse per NO2. Scenario ante-operam.**

Recettore	Pct 99.79 1h (2017)	Media annuale (2017)	Pct 99.79 1h (2018)	Media annuale (2018)
R1	6.4	0.20	5.8	0.17
R2	3.8	0.07	2.5	0.05
R3	2.2	0.06	2.4	0.06
R4	2.2	0.06	2.3	0.06
R4b	1.7	0.05	2.0	0.05
R5	4.5	0.08	4.0	0.08
R6	5.4	0.19	5.7	0.15
R7	7.3	0.22	7.9	0.29
R8	5.2	0.13	5.5	0.14
R9	4.0	0.08	4.1	0.11
R10	3.8	0.07	3.4	0.06
R11	2.7	0.05	2.1	0.04
R12	2.9	0.05	2.1	0.04
R13	2.6	0.07	2.7	0.07
R14	6.7	0.11	7.5	0.12
R15	6.8	0.14	7.8	0.13
R16	7.2	0.16	6.6	0.15
R17	6.1	0.15	5.8	0.13
R18	7.4	0.22	6.7	0.18
R19	6.0	0.15	5.7	0.15
R20	5.2	0.13	5.1	0.13
R21	8.2	0.22	8.4	0.24
R22	13.5	0.19	11.5	0.22
R23	10.1	0.19	8.3	0.23
R24	2.9	0.05	3.3	0.07
R25	2.1	0.06	2.3	0.06
R26	2.1	0.05	2.2	0.05
R27	4.8	0.09	4.8	0.12
R28	6.1	0.14	6.4	0.19
R29	6.2	0.12	6.2	0.16
R30	4.8	0.15	5.2	0.21
R31	4.3	0.12	4.4	0.10
R32	2.9	0.08	3.4	0.08
R33	4.2	0.10	4.0	0.09
R34	5.4	0.12	4.9	0.10
R35	2.3	0.06	2.9	0.06

**Tabella 31. Valori predetti ai recettori discreti per le statistiche di interesse per NO2. Scenario totale  
Post – operam**

Recettore	Pct 99.79 1h	Fondo + Pct 99.79 1h	Delta (% Limite)
R1 Bertonico AQ	0.2	73.1	0.1
R2 Codogno AQ	0.8	73.7	0.4
R3 Lodi AQ Sant'Alberto	0.3	73.2	0.2
R4 Lodi AQ San Fereolo	0.2	73.1	0.1
R4bis Lodi AQ Vignati approx	0.4	73.3	0.2
R5 Zorlesco	0.5	73.4	0.2
R6 Castiglione Adda	0.7	73.6	0.4
R7 Secugnago	1.3	74.2	0.6
R8 Turano Lodigiano	0.6	73.5	0.3
R9 Brembio	0.6	73.5	0.3
R10 Casalpusterlengo	0.7	73.6	0.3
R11 Somaglia	0.4	73.3	0.2
R12 Ospedaletto Lodigiano	0.5	73.4	0.2
R13 Cavenago Adda	0.6	73.5	0.3
R14 Vittadone	0.7	73.7	0.4
R15 Campagna	1.1	74.0	0.5
R16 Terranova	0.7	73.7	0.4
R17 Biraga	0.5	73.4	0.2
R18 Campolungo	0.9	73.8	0.5
R19 Cascina Brusada	0.7	73.6	0.3
R20 Cascina Monticelli	0.7	73.6	0.4
R21 Melegnanello	1.4	74.3	0.7
R22 Buongodere	2.4	75.3	1.2
R23 Uggeri	0.9	73.8	0.4
R24 Livraga	0.6	73.5	0.3
R25 Montodine	0.5	73.4	0.2
R26 Moscazzano	0.3	73.3	0.2
R27 Monasterolo	1.0	73.9	0.5
R28 Stazione	1.1	74.0	0.5
R29 Cascina Sant Ignazio	0.4	73.3	0.2
R30 Ossago Lodigiano	0.7	73.6	0.3
R31 Camairago	0.9	73.8	0.5
R32 Cavacurta	0.4	73.3	0.2
R33 Mulazzana	0.8	73.7	0.4
R34 Fornaci	0.7	73.6	0.3
R35 Maleo	0.4	73.3	0.2

**Tabella 32. Contributo dell'Impianto Peaker in progetto al percentile 99.79 delle medie di 1 ora di NO<sub>2</sub>. Anno 2017. Il valore di fondo di 72.9 µg/m<sup>3</sup> deriva dai dati misurati a Bertonico nel 2017. La variazione percentuale del contributo aggiuntivo è stata calcolata rispetto al limite di 200 µg/m<sup>3</sup>.**

Recettore	Pct 99.79 1h	Fondo + Pct 99.79 1h	Delta (% Limite)
R1 Bertónico AQ	0.4	71.9	0.2
R2 Codogno AQ	0.4	71.9	0.2
R3 Lodi AQ Sant'Alberto	0.7	72.2	0.3
R4 Lodi AQ San Fereolo	0.7	72.2	0.3
R4bis Lodi AQ Vignati approx	0.4	71.9	0.2
R5 Zorlesco	0.8	72.3	0.4
R6 Castiglione Adda	0.9	72.4	0.4
R7 Secugnago	0.9	72.4	0.5
R8 Turano Lodigiano	0.6	72.1	0.3
R9 Brembio	0.6	72.1	0.3
R10 Casalpusterlengo	0.6	72.1	0.3
R11 Somaglia	0.6	72.1	0.3
R12 Ospedaletto Lodigiano	0.4	71.9	0.2
R13 Cavenago Adda	0.5	72.0	0.2
R14 Vittadone	1.1	72.6	0.5
R15 Campagna	0.8	72.3	0.4
R16 Terranova	0.4	71.9	0.2
R17 Biraga	0.5	72.0	0.2
R18 Campolungo	1.0	72.5	0.5
R19 Cascina Brusada	0.7	72.2	0.3
R20 Cascina Monticelli	0.4	71.9	0.2
R21 Melegnanello	1.1	72.6	0.5
R22 Buongodere	1.4	72.9	0.7
R23 Uggeri	0.8	72.3	0.4
R24 Livraga	0.5	72.0	0.2
R25 Montodine	0.6	72.1	0.3
R26 Moscazzano	0.4	71.9	0.2
R27 Monasterolo	0.6	72.1	0.3
R28 Stazione	1.1	72.6	0.5
R29 Cascina Sant Ignazio	0.7	72.2	0.4
R30 Ossago Lodigiano	0.5	72.0	0.3
R31 Camairago	0.5	72.0	0.3
R32 Cavacurta	0.7	72.2	0.4
R33 Mulazzana	0.6	72.1	0.3
R34 Fornaci	1.1	72.6	0.5
R35 Maleo	0.4	71.9	0.2

**Tabella 33. Contributo dell'Impianto Peaker in progetto al percentile 99.79 delle medie di 1 ora di NO<sub>2</sub>. Anno 2018. Il valore di fondo di 71.5 µg/m<sup>3</sup> deriva dai dati misurati a Bertónico nel 2017. La variazione percentuale del contributo aggiuntivo è stata calcolata rispetto al limite di 200 µg/m<sup>3</sup>.**

Recettore	Media annuale	Fondo + Media annuale	Delta (% Limite)
R1 Bertonico AQ	0.02	26.5	0.06
R2 Codogno AQ	0.02	26.5	0.04
R3 Lodi AQ Sant'Alberto	0.01	26.5	0.03
R4 Lodi AQ San Fereolo	0.01	26.5	0.03
R4bis Lodi AQ Vignati approx	0.01	26.5	0.03
R5 Zorlesco	0.01	26.5	0.03
R6 Castiglione Adda	0.03	26.5	0.06
R7 Secugnago	0.03	26.5	0.07
R8 Turano Lodigiano	0.02	26.5	0.06
R9 Brembio	0.02	26.5	0.04
R10 Casalpusterlengo	0.02	26.5	0.04
R11 Somaglia	0.01	26.5	0.03
R12 Ospedaletto Lodigiano	0.01	26.5	0.03
R13 Cavenago Adda	0.02	26.5	0.04
R14 Vittadone	0.02	26.5	0.04
R15 Campagna	0.02	26.5	0.05
R16 Terranova	0.02	26.5	0.05
R17 Biraga	0.02	26.5	0.05
R18 Campolungo	0.03	26.5	0.06
R19 Cascina Brusada	0.02	26.5	0.05
R20 Cascina Monticelli	0.02	26.5	0.05
R21 Melegnanello	0.03	26.5	0.08
R22 Buongodere	0.03	26.5	0.07
R23 Uggeri	0.03	26.5	0.06
R24 Livraga	0.01	26.5	0.03
R25 Montodine	0.01	26.5	0.03
R26 Moscazzano	0.01	26.5	0.03
R27 Monasterolo	0.02	26.5	0.04
R28 Stazione	0.02	26.5	0.05
R29 Cascina Sant Ignazio	0.02	26.5	0.05
R30 Ossago Lodigiano	0.02	26.5	0.06
R31 Camairago	0.02	26.5	0.05
R32 Cavacurta	0.02	26.5	0.04
R33 Mulazzana	0.02	26.5	0.05
R34 Fornaci	0.02	26.5	0.05
R35 Maleo	0.01	26.5	0.03

**Tabella 34. Contributo dell'Impianto Peaker in progetto alla media annuale di NO<sub>2</sub>. Anno 2017. Il valore di fondo di 26.5 µg/m<sup>3</sup> deriva dai dati misurati a Bertonico nel 2017. La variazione percentuale del contributo aggiuntivo è stata calcolata rispetto al limite di 40 µg/m<sup>3</sup>.**



Recettore	Media annuale	Fondo + Media annuale	Delta (% Limite)
R1 Bertonico AQ	0.02	21.8	0.06
R2 Codogno AQ	0.01	21.8	0.03
R3 Lodi AQ Sant'Alberto	0.02	21.8	0.04
R4 Lodi AQ San Fereolo	0.02	21.8	0.04
R4bis Lodi AQ Vignati approx	0.02	21.8	0.04
R5 Zorlesco	0.02	21.8	0.04
R6 Castiglione Adda	0.02	21.8	0.06
R7 Secugnago	0.04	21.9	0.09
R8 Turano Lodigiano	0.03	21.9	0.07
R9 Brembio	0.02	21.8	0.05
R10 Casalpusterlengo	0.02	21.8	0.04
R11 Somaglia	0.01	21.8	0.02
R12 Ospedaletto Lodigiano	0.01	21.8	0.02
R13 Cavenago Adda	0.02	21.8	0.05
R14 Vittadone	0.02	21.8	0.05
R15 Campagna	0.02	21.8	0.05
R16 Terranova	0.02	21.8	0.06
R17 Biraga	0.02	21.8	0.06
R18 Campolungo	0.03	21.8	0.07
R19 Cascina Brusada	0.02	21.8	0.06
R20 Cascina Monticelli	0.02	21.8	0.05
R21 Melegnanello	0.04	21.9	0.10
R22 Buongodere	0.03	21.9	0.09
R23 Uggeri	0.03	21.9	0.09
R24 Livraga	0.01	21.8	0.04
R25 Montodine	0.01	21.8	0.03
R26 Moscazzano	0.01	21.8	0.03
R27 Monasterolo	0.02	21.8	0.05
R28 Stazione	0.03	21.9	0.07
R29 Cascina Sant Ignazio	0.03	21.8	0.07
R30 Ossago Lodigiano	0.03	21.9	0.09
R31 Camairago	0.02	21.8	0.05
R32 Cavacurta	0.02	21.8	0.04
R33 Mulazzana	0.02	21.8	0.05
R34 Fornaci	0.02	21.8	0.05
R35 Maleo	0.01	21.8	0.03

**Tabella 35. Contributo dell'Impianto Peaker in progetto alla media annuale di NO<sub>2</sub>. Anno 2017. Il valore di fondo di 21.8 µg/m<sup>3</sup> deriva dai dati misurati a Bertonico nel 2017. La variazione percentuale del contributo aggiuntivo è stata calcolata rispetto al limite di 40 µg/m<sup>3</sup>.**

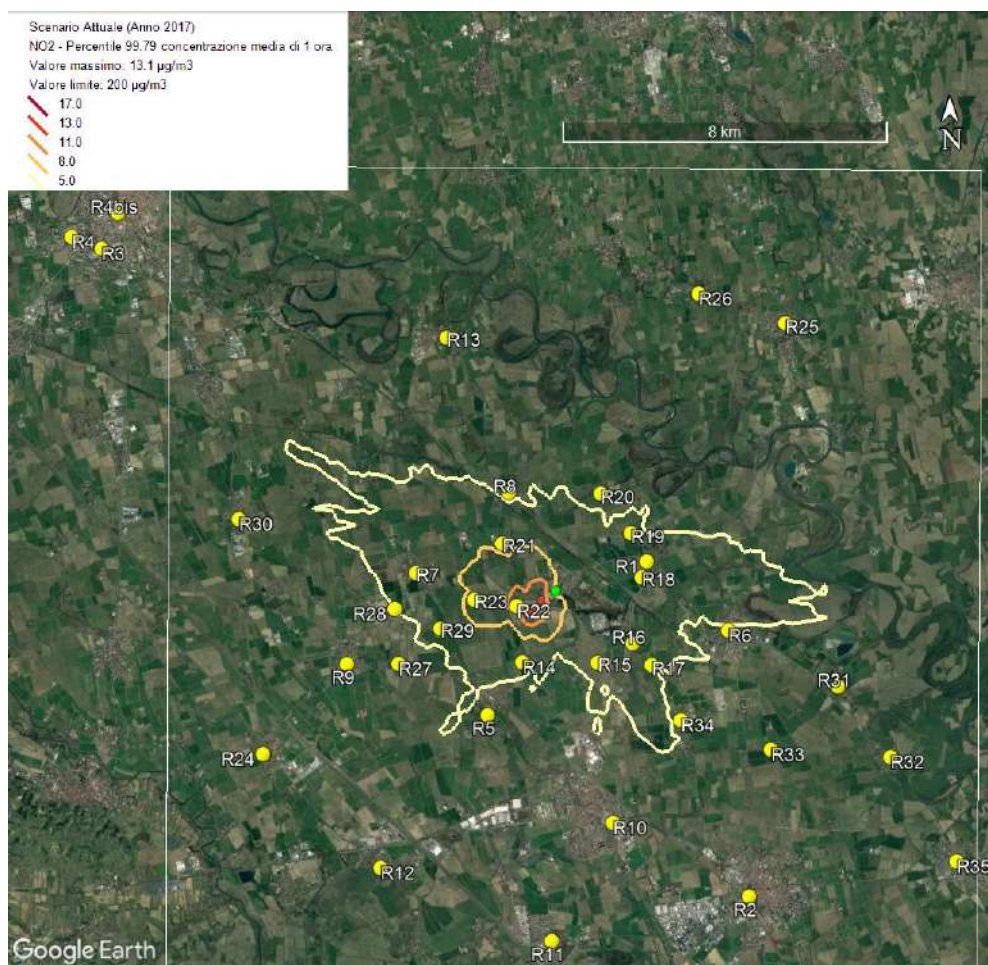
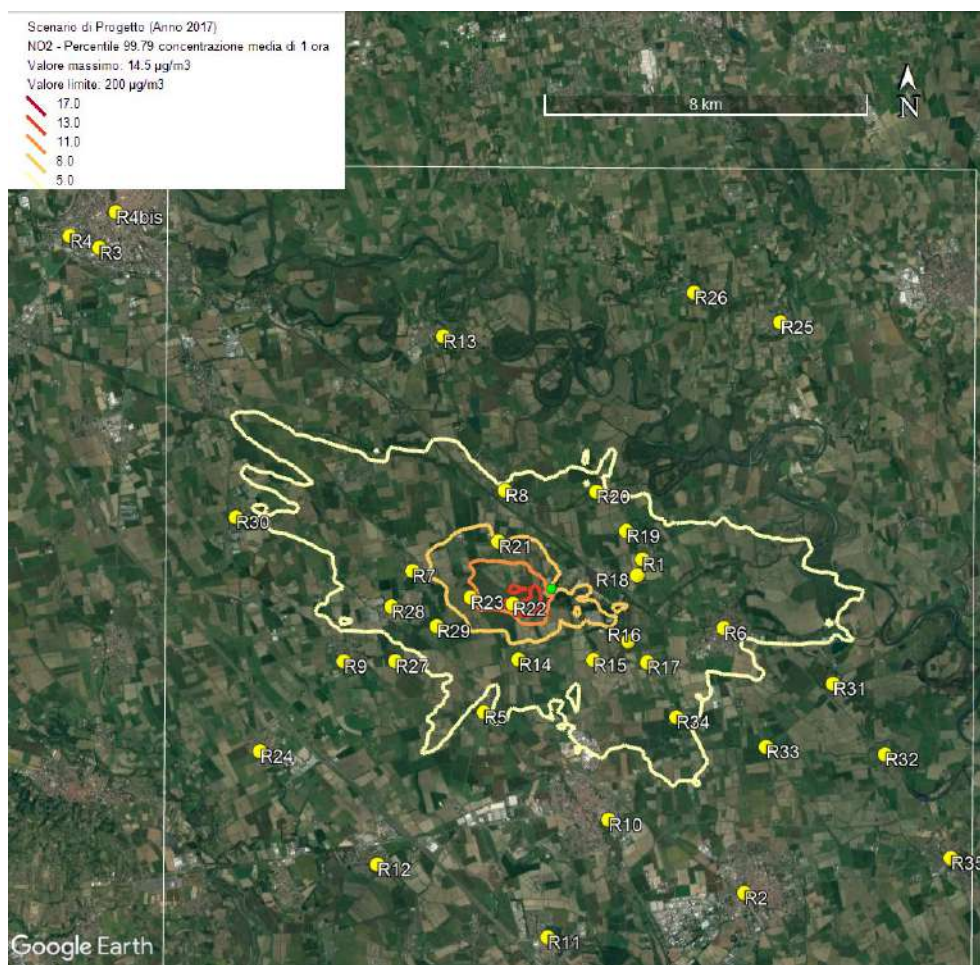


Figura 29. Isolivelli del percentile 99.79 delle concentrazioni medie di 1 ora di NO<sub>2</sub>. Scenario ante-operam, anno 2017.



**Figura 30. Isolivelli del percentile 99.79 delle concentrazioni medie di 1 ora di NO<sub>2</sub>. Scenario totale post-operam, anno 2017.**



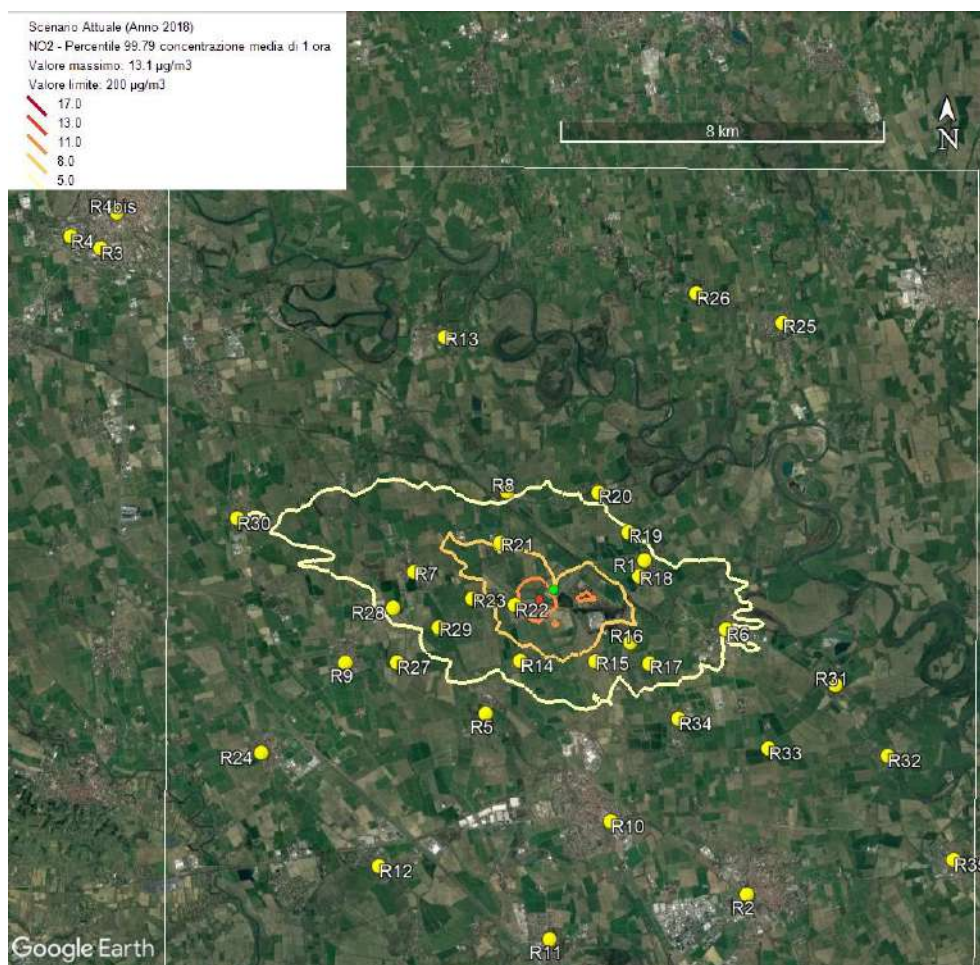
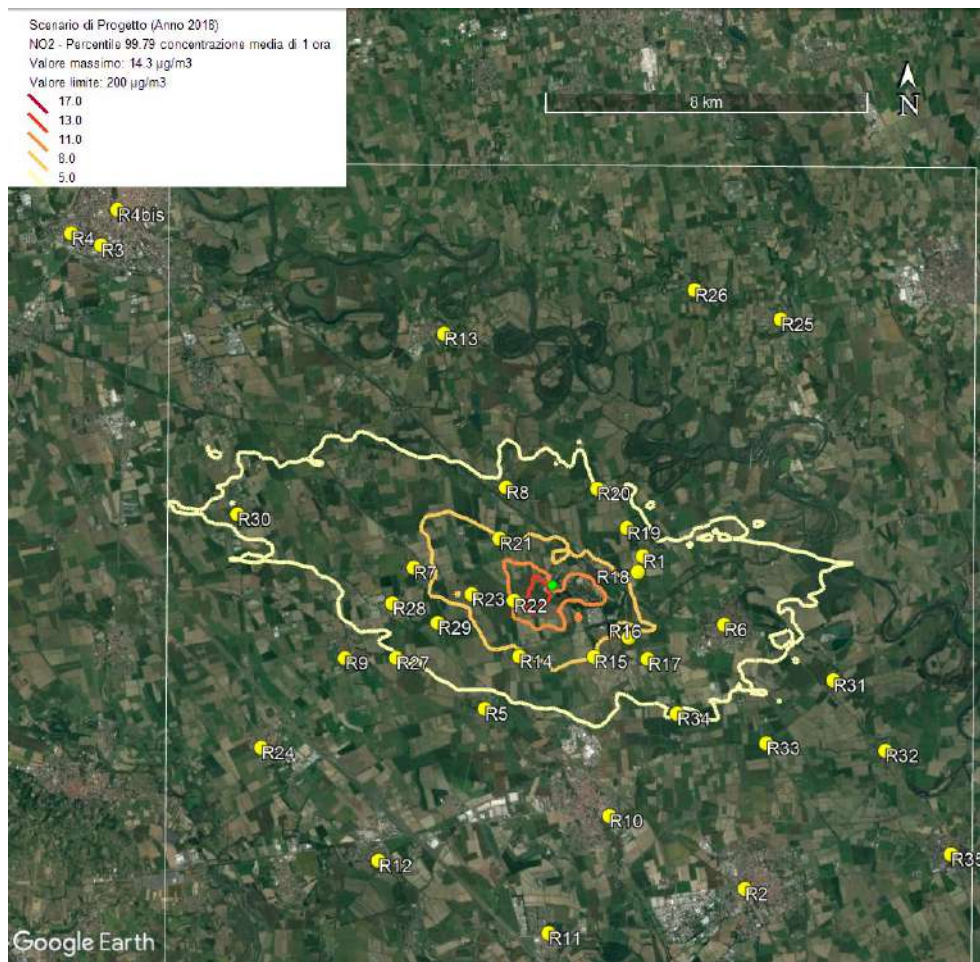


Figura 31. Isolivelli del percentile 99.79 delle concentrazioni medie di 1 ora di NO<sub>2</sub>. Scenario ante-operam, anno 2018.



**Figura 32. Isolivelli del percentile 99.79 delle concentrazioni medie di 1 ora di NO<sub>2</sub>. Scenario totale post-operam, anno 2018.**



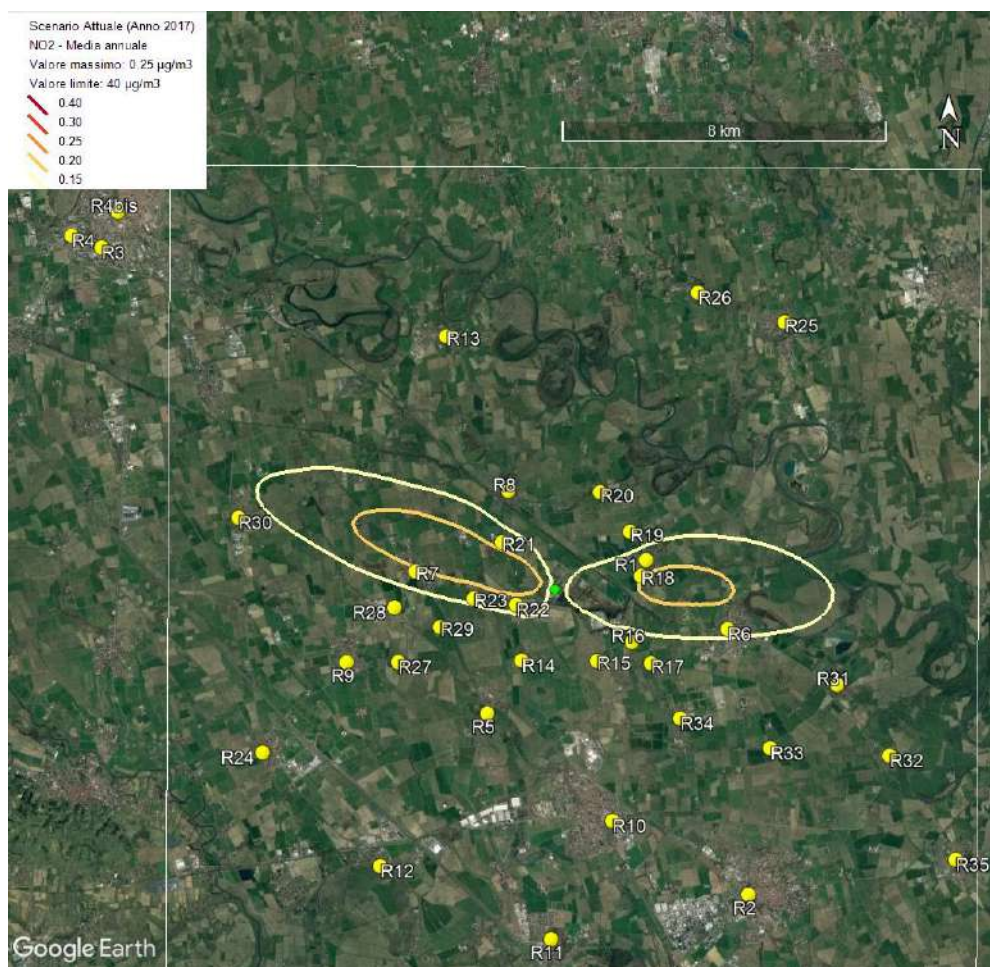


Figura 33. Isolivelli delle concentrazioni medie annuali di NO<sub>2</sub>. Scenario ante-operam, anno 2017.

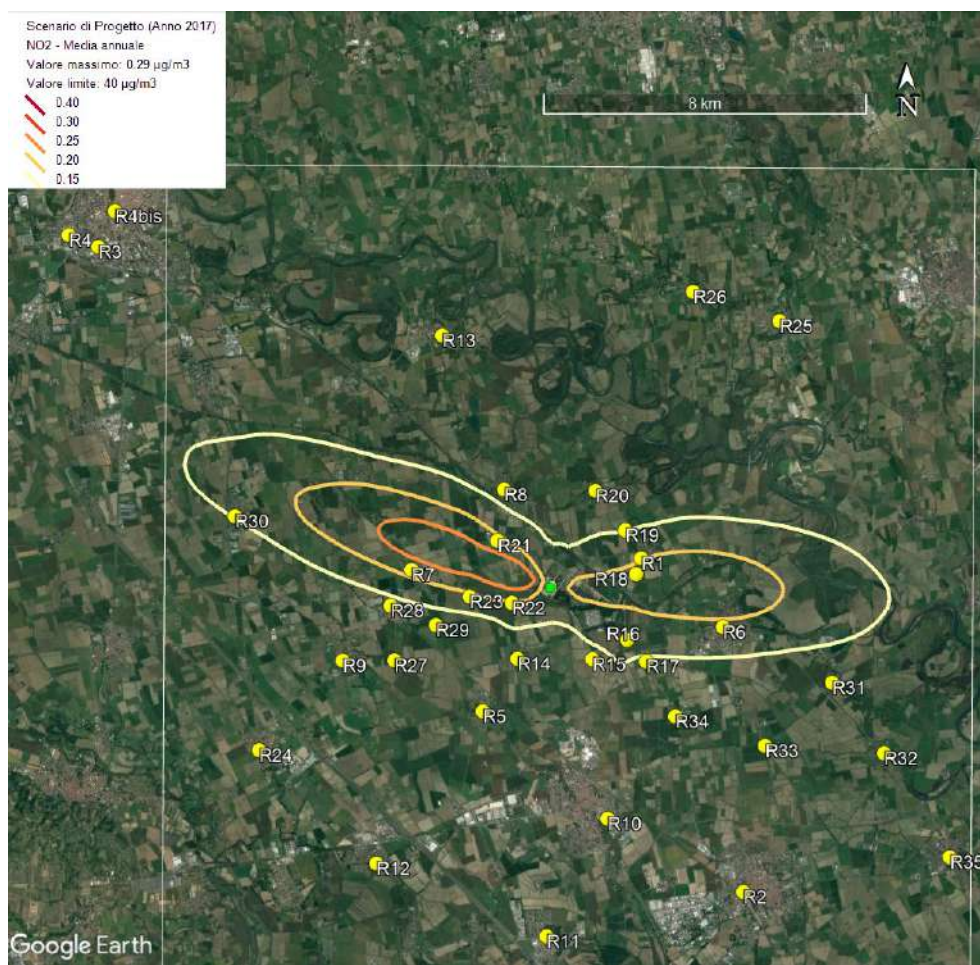


Figura 34. Isolivelli delle concentrazioni medie annuali di NO<sub>2</sub>. Scenario totale post operam, anno 2017.



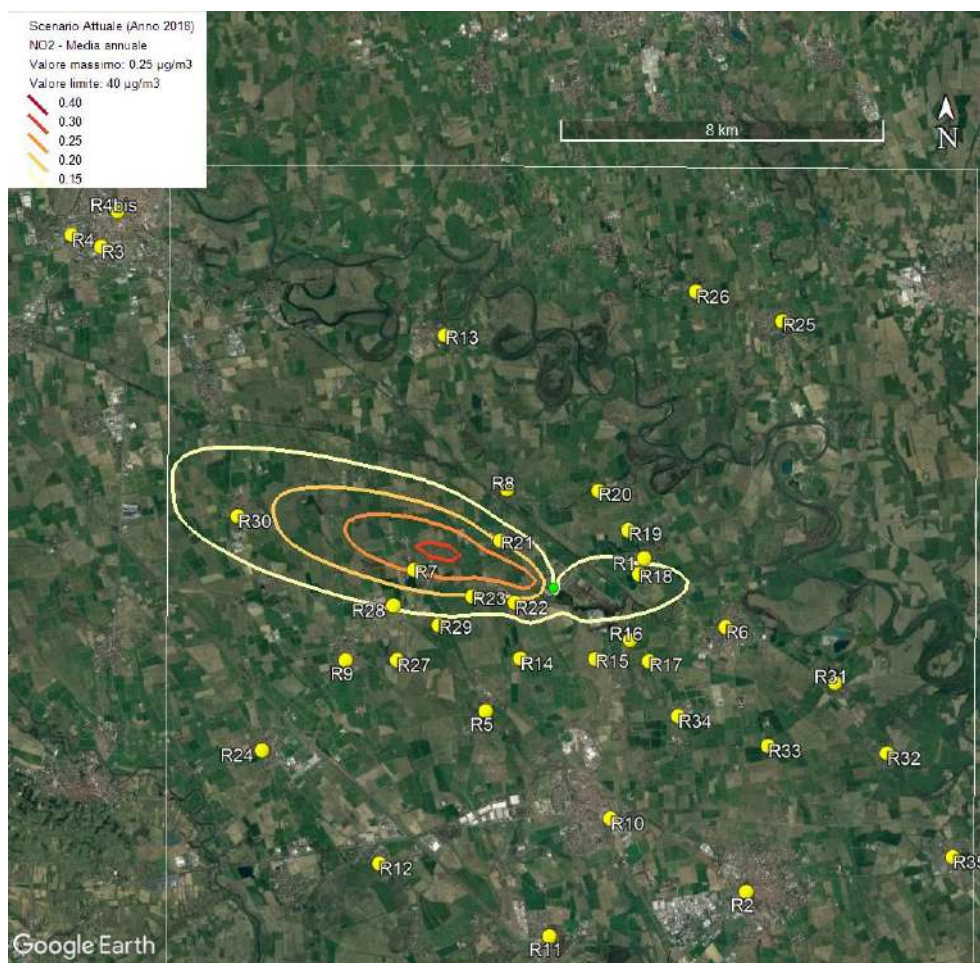


Figura 35. Isolivelli delle concentrazioni medie annuali di NO<sub>2</sub>. Scenario ante-operam, anno 2018.

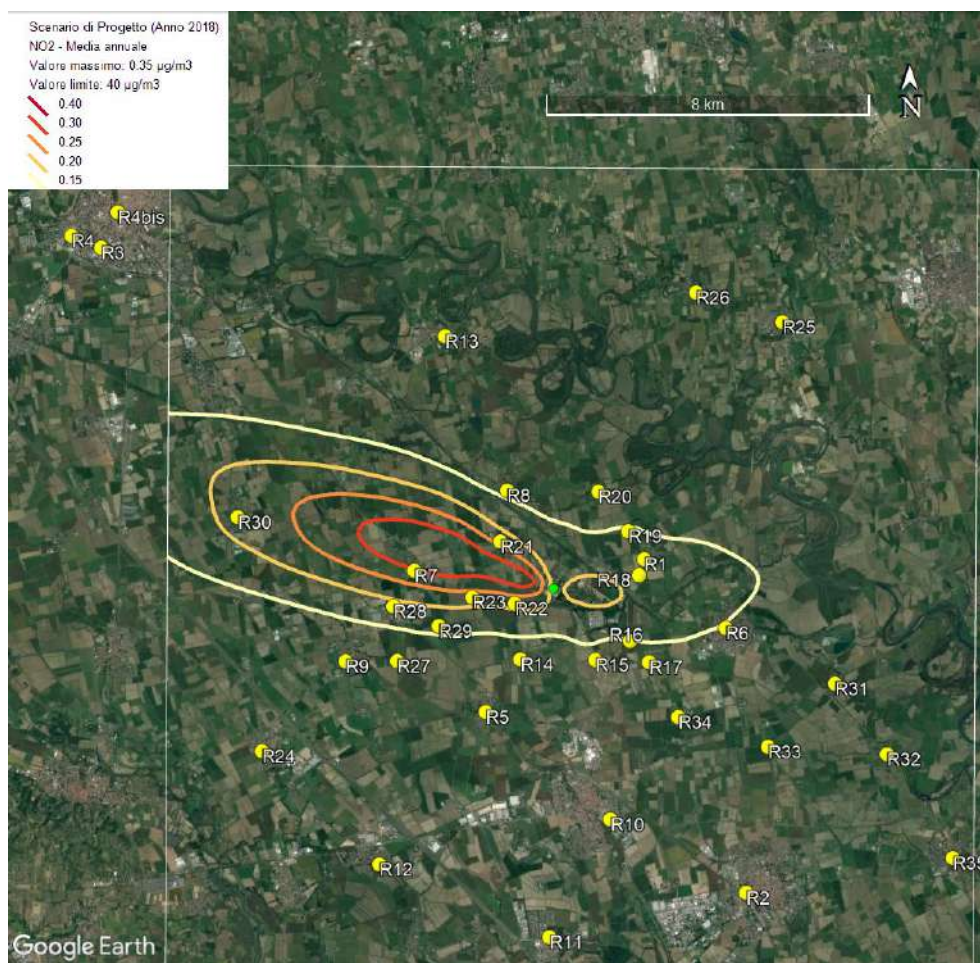


Figura 36. Isolivelli delle concentrazioni medie annuali di NO2. Scenari totale post-operam, anno 2018.

### 8.2.2 Monossido di carbonio (CO)

Il valore massimo predetto da CALPUFF per la media mobile di otto ore di CO sull'intero dominio di simulazione è mostrato in Tabella 36 per i due anni di simulazione. Con PEAKER si indica il contributo di TCA. Si osserva che in nessuno dei due scenari viene superato il limite stabilito dal D.Lgs. 155/2010, pari a 10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La variazione della concentrazione massima nel passaggio dallo Scenario Ante-operam a quello totale Post-operam rimane inferiore a 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il Contributo complessivo nello scenario totale post-operam si mantiene oltre due ordini di grandezza al di sotto del limite normativo di 10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Come mostrato nel § 7.4, ipotizzando cautelativamente due avviamenti in otto ore, il rateo emissivo medio di CO da parte del Peaker aumenterebbe del 13%. Se queste otto ore fossero esattamente quelle in cui viene predetto il massimo in fase di esercizio, la massima concentrazione media mobile di 8 ore dovuta al Peaker passerebbe da 6,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a 6,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2017, e da 9,0 a 10,18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2018. Il valore limite di 10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  verrebbe comunque ampiamente rispettato, raggiungendo un massimo di ca. 32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2018.

CO	Contributo	Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	E (t)	N (t)
2017	TOTALE	19.4	549100	5007550
	CCGT	18.6	549100	5007550
	PEAKER	6.1	549900	5008150
2018	TOTALE	31.0	549100	5009150
	CCGT	23.1	549100	5009150
	PEAKER	9.0	549500	5008950

**Tabella 36. Valori massimi sul dominio della media mobile di 8 ore di CO.**

I valori massimi predetti ai recettori discreti per la media mobile di 8 ore di CO nei due anni di simulazione sono riportati in Tabella 37 e Tabella 38, rispettivamente per lo Scenario Ante-operam e per quello totale Post-operam. Per i recettori posizionati in corrispondenza alle stazioni di monitoraggio (R4, R4b, R8) si osserva che i valori predetti sono molto minori rispetto a quelli misurati (Tabella 11). Il massimo incremento della massima media mobile di 8 ore nel passaggio tra i due scenari vale 5.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e si osserva al recettore R21 (Melegnanello) per l'anno 2018.

Gli incrementi di concentrazione dovuti all'attivazione del TCA sono mostrati da Tabella 39 a Tabella 40. Tali tabelle mostrano anche il contributo cumulativo includendo il fondo (calcolato cautelativamente utilizzando la massima media oraria misurata presso la centralina di Lodi Vignati negli anni 2017 e 2018) e la percentuale dell'incremento rispetto al valore limite. Si osserva che l'incremento percentuale della massima media mobile di 8 ore è sempre minore di 0.06%. Gli isolivelli di concentrazione sono mostrati da Figura 37 a Figura 40.



Recettore	Max 8h (2017)	Max 8h (2018)
R1	5.0	7.5
R2	2.9	2.2
R3	1.9	1.7
R4	2.3	1.6
R4b	1.3	1.4
R5	6.3	3.0
R6	4.5	6.4
R7	5.5	5.7
R8	5.9	5.1
R9	3.4	2.4
R10	2.3	2.6
R11	2.4	1.3
R12	3.5	1.7
R13	2.3	1.9
R14	9.0	5.5
R15	9.1	5.5
R16	6.3	6.2
R17	6.1	5.3
R18	5.0	8.2
R19	5.0	8.0
R20	5.3	8.6
R21	6.6	19.9
R22	9.5	9.2
R23	7.8	7.9
R24	3.5	3.4
R25	1.5	2.0
R26	1.7	2.0
R27	4.4	3.1
R28	4.7	5.2
R29	7.9	4.9
R30	3.5	3.9
R31	3.3	3.8
R32	2.3	2.0
R33	3.2	3.4
R34	4.1	4.4
R35	2.7	2.1

Tabella 37. Valori predetti ai recettori discreti per la media mobile di 8 ore di CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Scenario ante-operam.

Recettore	Max 8h (2017)	Max 8h (2018)
R1	5.2	8.1
R2	3.2	2.4
R3	2.3	2.1
R4	2.6	2.0
R4b	1.9	1.8
R5	6.5	3.5
R6	5.5	6.4
R7	6.5	6.6
R8	6.3	7.3
R9	4.5	3.0
R10	2.6	3.2
R11	2.9	1.9
R12	3.9	1.8
R13	2.9	2.5
R14	9.9	5.8
R15	9.4	5.9
R16	7.3	7.0
R17	6.6	7.1
R18	5.5	8.7
R19	5.4	9.2
R20	5.5	9.3
R21	8.1	25.3
R22	10.5	9.5
R23	7.9	8.9
R24	4.1	3.7
R25	2.1	2.8
R26	2.3	2.6
R27	4.7	3.8
R28	6.1	6.1
R29	8.2	6.0
R30	4.3	4.3
R31	4.5	4.1
R32	2.5	3.0
R33	3.8	4.3
R34	4.8	4.4
R35	3.0	2.9

**Tabella 38. Valori predetti ai recettori discreti per la media mobile di 8 ore di CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Scenario totale post - operam.**

Recettore	Max 8h	Fondo + Max 8he	Delta (% Limite)
R1 Bertonico AQ	0.2	2200.2	0.002
R2 Codogno AQ	0.3	2200.3	0.003
R3 Lodi AQ Sant'Alberto	0.3	2200.3	0.003
R4 Lodi AQ San Fereolo	0.3	2200.3	0.003
R4bis Lodi AQ Vignati approx	0.6	2200.6	0.006
R5 Zorlesco	0.2	2200.2	0.002
R6 Castiglione Adda	1.0	2201.0	0.010
R7 Secugnago	1.0	2201.0	0.010
R8 Turano Lodigiano	0.5	2200.5	0.005
R9 Brembio	1.1	2201.1	0.011
R10 Casalpusterlengo	0.3	2200.3	0.003
R11 Somaglia	0.5	2200.5	0.005
R12 Ospedaletto Lodigiano	0.4	2200.4	0.004
R13 Cavenago Adda	0.6	2200.6	0.006
R14 Vittadone	0.9	2200.9	0.009
R15 Campagna	0.2	2200.2	0.002
R16 Terranova	1.0	2201.0	0.010
R17 Biraga	0.5	2200.5	0.005
R18 Campolungo	0.5	2200.5	0.005
R19 Cascina Brusada	0.3	2200.3	0.003
R20 Cascina Monticelli	0.2	2200.2	0.002
R21 Melegnanello	1.5	2201.5	0.015
R22 Buongodere	1.0	2201.0	0.010
R23 Uggeri	0.2	2200.2	0.002
R24 Livraga	0.6	2200.6	0.006
R25 Montodine	0.6	2200.6	0.006
R26 Moscazzano	0.6	2200.6	0.006
R27 Monasterolo	0.3	2200.3	0.003
R28 Stazione	1.4	2201.4	0.014
R29 Cascina Sant Ignazio	0.2	2200.2	0.002
R30 Ossago Lodigiano	0.8	2200.8	0.008
R31 Camairago	1.2	2201.2	0.012
R32 Cavacurta	0.2	2200.2	0.002
R33 Mulazzana	0.6	2200.6	0.006
R34 Fornaci	0.7	2200.7	0.007
R35 Maleo	0.3	2200.3	0.003

**Tabella 39. Contributo dei TCA alla massima media mobile di 8 ore di CO. Anno 2017. Il valore di fondo di 2200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  deriva dai dati misurati a Lodi Vignati nel 2017. La variazione percentuale del contributo aggiuntivo è stata calcolata rispetto al limite di 10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .**

Recettore	Max 8h	Fondo + Max 8h	Delta (% Limite)
R1 Bertonico AQ	0.6	2400.6	0.006
R2 Codogno AQ	0.1	2400.1	0.001
R3 Lodi AQ Sant'Alberto	0.4	2400.4	0.004
R4 Lodi AQ San Fereolo	0.5	2400.5	0.005
R4bis Lodi AQ Vignati approx	0.5	2400.5	0.005
R5 Zorlesco	0.5	2400.5	0.005
R6 Castiglione Adda	0.0	2400.0	0.000
R7 Secugnago	0.9	2400.9	0.009
R8 Turano Lodigiano	2.1	2402.1	0.021
R9 Brembio	0.5	2400.5	0.005
R10 Casalpusterlengo	0.6	2400.6	0.006
R11 Somaglia	0.6	2400.6	0.006
R12 Ospedaletto Lodigiano	0.1	2400.1	0.001
R13 Cavenago Adda	0.6	2400.6	0.006
R14 Vittadone	0.3	2400.3	0.003
R15 Campagna	0.4	2400.4	0.004
R16 Terranova	0.7	2400.7	0.007
R17 Biraga	1.8	2401.8	0.018
R18 Campolungo	0.5	2400.5	0.005
R19 Cascina Brusada	1.2	2401.2	0.012
R20 Cascina Monticelli	0.7	2400.7	0.007
R21 Melegnanello	5.4	2405.4	0.054
R22 Buongodere	0.3	2400.3	0.003
R23 Uggeri	1.1	2401.1	0.011
R24 Livraga	0.3	2400.3	0.003
R25 Montodine	0.8	2400.8	0.008
R26 Moscazzano	0.6	2400.6	0.006
R27 Monasterolo	0.7	2400.7	0.007
R28 Stazione	0.9	2400.9	0.009
R29 Cascina Sant Ignazio	1.1	2401.1	0.011
R30 Ossago Lodigiano	0.4	2400.4	0.004
R31 Camairago	0.3	2400.3	0.003
R32 Cavacurta	1.0	2401.0	0.010
R33 Mulazzana	0.9	2400.9	0.009
R34 Fornaci	0.0	2400.0	0.000
R35 Maleo	0.9	2400.9	0.009

**Tabella 40. Contributo dei TCA alla massima media mobile di 8 ore di CO. Anno 2018. Il valore di fondo di 2200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  deriva dai dati misurati a Lodi Vignati nel 2018. La variazione percentuale del contributo aggiuntivo è stata calcolata rispetto al limite di 10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .**

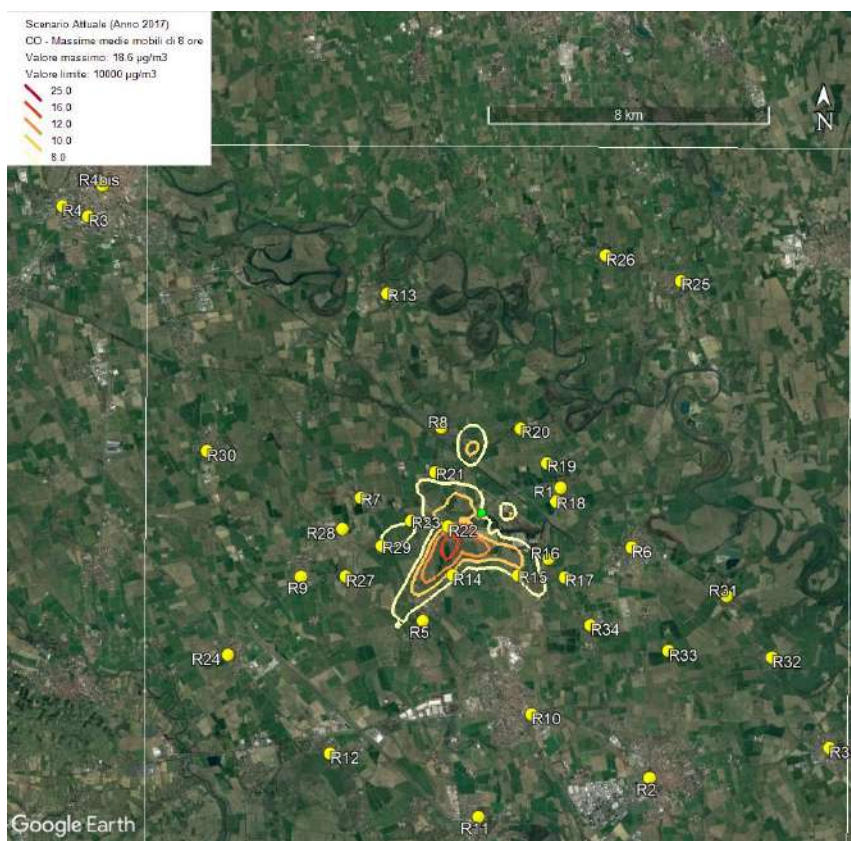
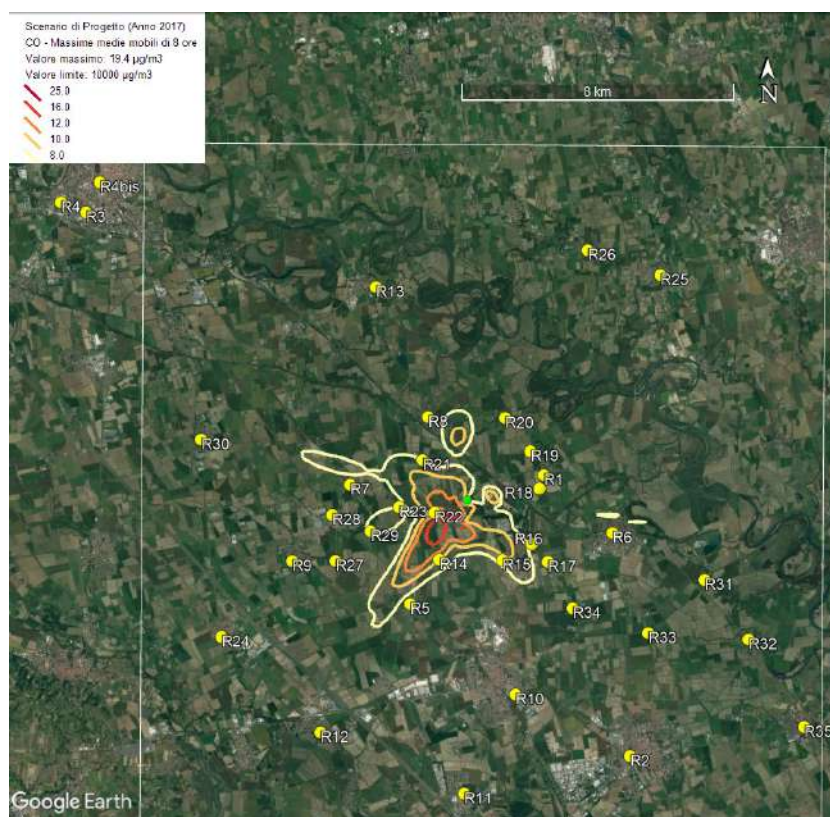
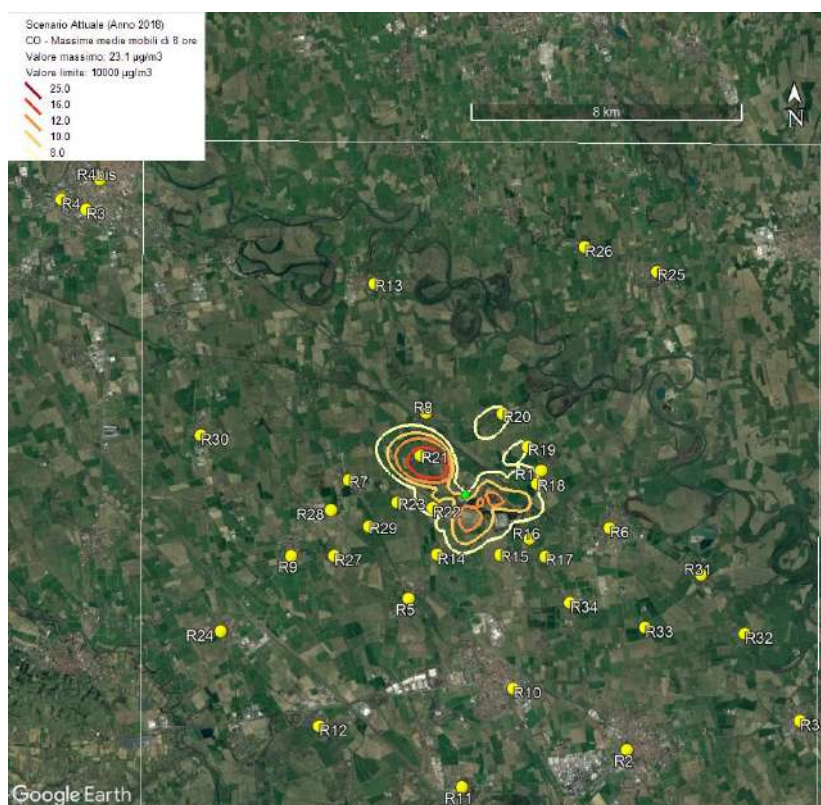


Figura 37. Isolivelli delle concentrazioni medie mobili di 8 ore di CO. Scenario ante-operam, anno 2017.

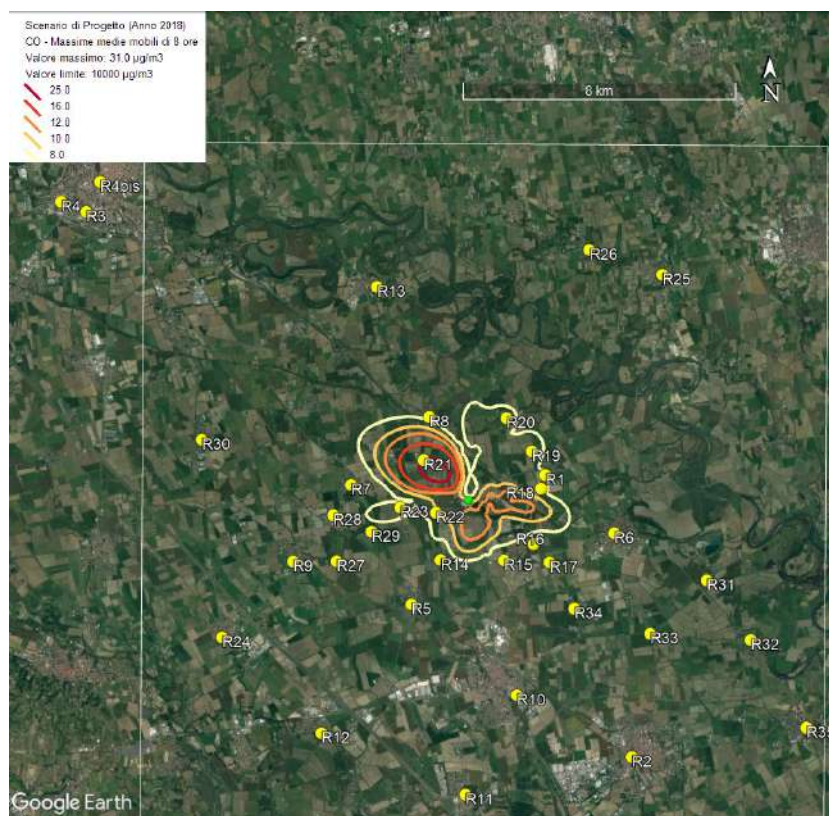


**Figura 38. Isolivelli delle concentrazioni medie mobili di 8 ore di CO. Scenario totale post-operam, anno 2017.**



**Figura 39. Isolivelli delle concentrazioni medie mobili di 8 ore di CO. Scenario ante-operam, anno 2018.**





**Figura 40. Isolivelli delle concentrazioni medie mobili di 8 ore di CO. Scenario totale post-operam, anno 2018.**

### 8.2.3 Particolato secondario

CALPUFF, pur non essendo un modello fotochimico, include alcuni algoritmi chimici per stimare la formazione di solfati e nitrati di origine secondaria dovuti all'ossidazione di inquinanti primari come SO<sub>2</sub> e NOX. Tra i meccanismi chimici disponibili è stato considerato il default di CALPUFF, denominato MESOPUFF II, basato sull'utilizzo di cinque specie inquinanti: SO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub><sup>=</sup>, NOX, HNO<sub>3</sub> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. L'ossidazione di SO<sub>2</sub> e NOX durante le ore diurne dipende dalla concentrazione oraria di ozono (O<sub>3</sub>), dalla concentrazione di NH<sub>3</sub>, dalla radiazione solare, dalla stabilità atmosferica e dalla concentrazione di NOX nel pennacchio. I dati orari di ozono sono stati ottenuti dalle stazioni ARPA Lombardia di Bertonico e Lodi Sant'Alberto, mentre i dati medi mensili di ammoniaca sono stati derivati dalle misure della stazione di Bertonico.

I composti che si formano a seguito dell'ossidazione di SO<sub>2</sub> e NOX diventano costituenti importanti del PM<sub>2.5</sub>. Ad esempio, il solfato di ammonio a causa della sua bassa pressione di vapore è una forma molto stabile in atmosfera ed è presente in maniera più o meno costante durante tutto l'anno. Al contrario, nel periodo invernale è molto presente anche il nitrato di ammonio, che nel periodo estivo ha invece valori molto bassi a causa della sua volatilità. Le concentrazioni di composti contenenti nitrati o solfati vengono indicate con NO<sub>3</sub> e SO<sub>4</sub>, rispettivamente. Poiché in questo studio non sono state considerate emissioni di SO<sub>2</sub>, sarà valutata la sola formazione di NO<sub>3</sub>. Per stimare la concentrazione di particolato secondario si assume quindi che NO<sub>3</sub> (peso molare 62 g/mol) sia presente come NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (peso molare 80 g/mol), pertanto le concentrazioni di NO<sub>3</sub> verranno moltiplicate per 1.3.

Il valore massimo predetto da CALPUFF per la media annuale PM<sub>2.5</sub> secondario sull'intero dominio di simulazione è mostrato in Tabella 41 per i due anni di simulazione. Con PEAKER si indica il contributo del TCA. Si osserva che i valori di concentrazione rimangono abbondantemente sotto il valore limite di 25 µg/m<sup>3</sup> stabilito dal D.Lgs. 155/2010 in entrambi gli scenari. La predizione di valori così bassi non è anomala, come mostrato per esempio in alcuni articoli scientifici (e.g., Mangia et al., 2015<sup>8</sup>; Oleniacz et al., 2016<sup>9</sup>). La variazione della concentrazione massima nel passaggio dallo Scenario ante-operam a quello totale Post-operam rimane inferiore ai 0.003 µg/m<sup>3</sup>.

PM <sub>2.5</sub> secondario	Contributo	Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	E (m)	N (m)
2017	TOTALE	0.017	547100	5009550
	CCGT	0.014	547100	5009550
	PEAKER	0.003	547700	5009550
2018	TOTALE	0.019	546500	5009550
	CCGT	0.015	546500	5009550
	PEAKER	0.003	545300	5010550

**Tabella 41. Valori massimi sul dominio della media annuale di PM<sub>2.5</sub> secondario (NO<sub>3</sub>).**

I valori massimi predetti ai recettori discreti per la media annuale di PM<sub>2.5</sub> secondario nei due anni di simulazione sono riportati in Tabella 42 e Tabella 43, rispettivamente per lo Scenario Ante-operam e per quello totale Post-operam. Il massimo incremento della media annuale nel passaggio tra i due scenari vale 0.003 µg/m<sup>3</sup> e si osserva al recettore R30 (Ossago Lodigiano) per l'anno 2018. Gli isolivelli di concentrazione sono mostrati da Figura 41 a Figura 44.

<sup>8</sup> Mangia C., Cervino M. and Gianicolo E.A.L. (2015) Secondary particulate matter originating from an industrial source and its impact on population health. Int. J. Environ. Res. Public Health, 12, 7667-7681.

<sup>9</sup> Oleniacz R., Rzeszutek M. and Bogacki M. (2016) Impact of use of chemical transformation modules in CALPUFF on the results of air dispersion modelling. Ecol. Chem. Eng. S.; 23(4), 605-620.

<b>Recettore</b>	<b>Media annuale (2017)</b>	<b>Media annuale (2018)</b>
R1	0.012	0.010
R2	0.005	0.004
R3	0.005	0.005
R4	0.005	0.005
R4b	0.005	0.005
R5	0.007	0.005
R6	0.011	0.009
R7	0.012	0.014
R8	0.011	0.010
R9	0.007	0.008
R10	0.006	0.005
R11	0.004	0.003
R12	0.004	0.004
R13	0.007	0.007
R14	0.008	0.007
R15	0.009	0.007
R16	0.010	0.008
R17	0.009	0.008
R18	0.012	0.010
R19	0.011	0.010
R20	0.011	0.009
R21	0.012	0.012
R22	0.010	0.009
R23	0.011	0.011
R24	0.005	0.005
R25	0.006	0.006
R26	0.006	0.005
R27	0.007	0.008
R28	0.009	0.011
R29	0.009	0.009
R30	0.010	0.012
R31	0.009	0.007
R32	0.007	0.005
R33	0.007	0.006
R34	0.008	0.006
R35	0.005	0.004

**Tabella 42. Valori predetti ai recettori discreti per la media annuale di PM 2.5 SECOND. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Scenario Ante-operam.**

<b>Recettore</b>	<b>Media annuale (2017)</b>	<b>Media annuale (2018)</b>
R1	0.014	0.012
R2	0.007	0.005
R3	0.007	0.007
R4	0.006	0.007
R4b	0.006	0.006
R5	0.008	0.007
R6	0.014	0.011
R7	0.015	0.017
R8	0.013	0.013
R9	0.009	0.010
R10	0.007	0.006
R11	0.005	0.004
R12	0.006	0.005
R13	0.009	0.009
R14	0.010	0.009
R15	0.011	0.009
R16	0.012	0.010
R17	0.011	0.010
R18	0.014	0.012
R19	0.014	0.012
R20	0.013	0.012
R21	0.015	0.015
R22	0.012	0.011
R23	0.013	0.013
R24	0.006	0.007
R25	0.008	0.007
R26	0.008	0.007
R27	0.009	0.010
R28	0.011	0.013
R29	0.011	0.012
R30	0.012	0.015
R31	0.011	0.009
R32	0.008	0.007
R33	0.009	0.007
R34	0.010	0.008
R35	0.006	0.005

**Tabella 43. Valori predetti ai recettori discreti per la media annuale di PM 2.5 SECOND. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).  
Scenario totale Post - operam.**

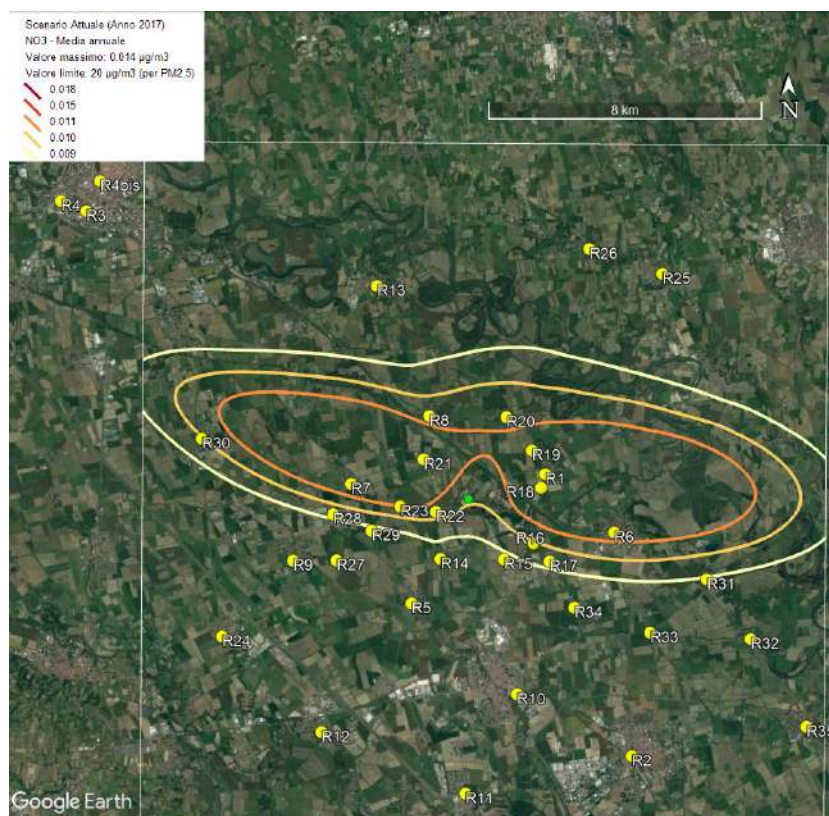


Figura 41. Isolivelli delle concentrazioni medie annuali di PM 2.5 secondario (NO3). Scenario Anteperam, anno 2017.

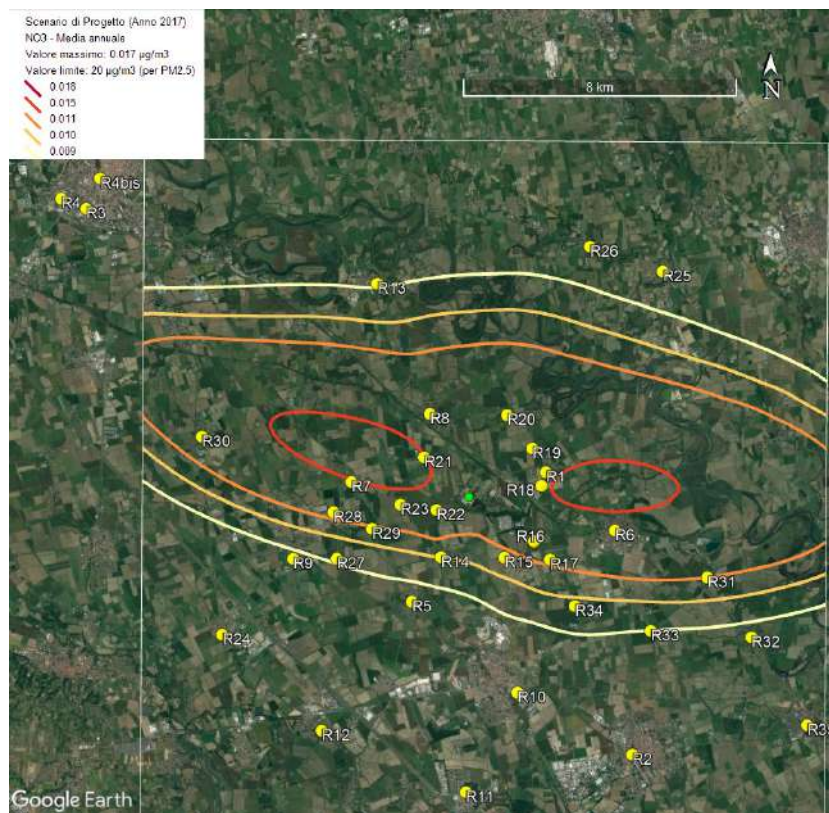


Figura 42. Isolivelli delle concentrazioni medie annuali di PM 2.5 secondario (NO3). Scenario totale Post-operam, anno 2017.



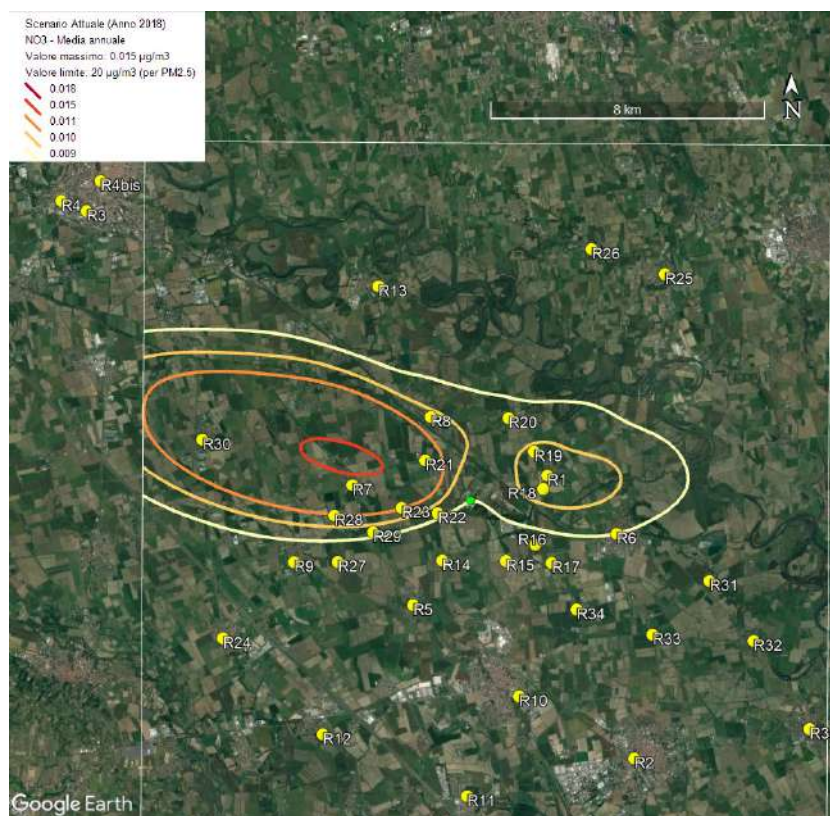


Figura 43. Isolivelli delle concentrazioni medie annuali di PM 2.5 secondario (NO3). Scenario Ante-operam, anno 2018.

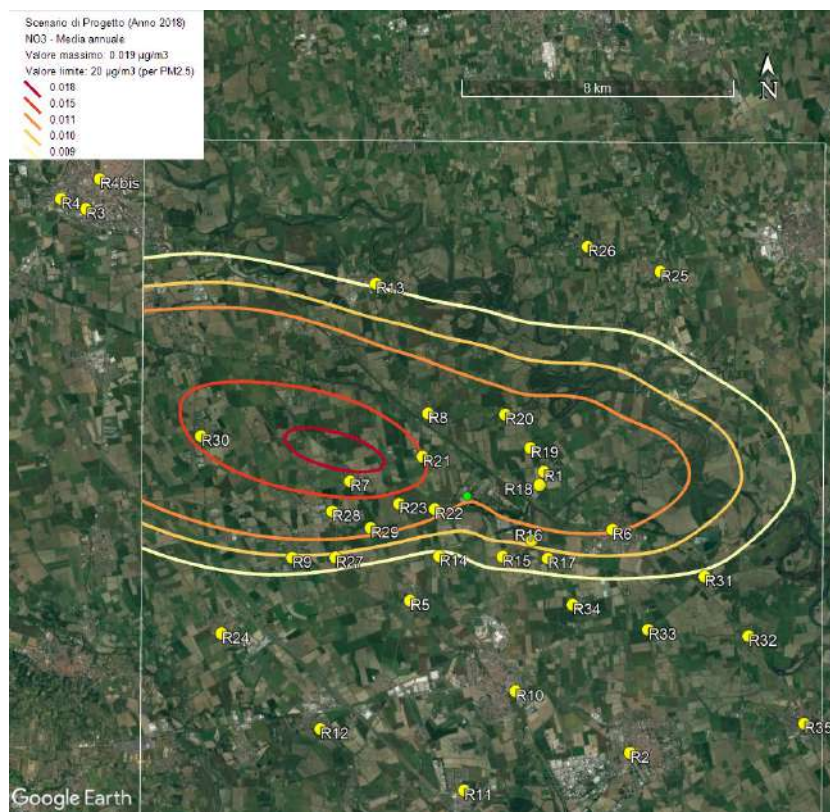


Figura 44. Isolivelli delle concentrazioni medie annuali di PM 2.5 secondario (NO3). Scenario totale Post-operam, anno 2018.



### 8.2.4 Riepilogo dei risultati

I valori massimi predetti da CALPUFF sull'intero dominio per tutti gli inquinanti e le loro statistiche di interesse sono riepilogati nelle seguenti tabelle. Le tabelle riportano anche le distanze tra il punto di massimo e la posizione del camino CCGT esistente (E=550064, N=5008366). DX è la distanza lungo X, se negativa indica che il punto di massimo è a ovest rispetto al camino CCGT; DY è la distanza lungo Y, se negativa indica che il punto di massimo è a sud rispetto al camino CCGT; Dist è invece la distanza totale.

Inquinante	Statistica	Valore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DX (m)	DY (m)	Dist (m)
NOX	Pct 99.79 1h	17.7	-564	-416	701
NOX	Media annuale	0.3	-964	384	1038
NO2 (0.75 NOX)	Pct 99.79 1h	13.2	-564	-416	701
NO2 (0.75 NOX)	Media annuale	0.25	-964	384	1038
CO	Max 8h	18.6	-964	-816	1263
PM 2.5 second.	Media annuale	0.014	-2964	1184	3192

**Tabella 44. Valori massimi sul dominio. Anno 2017, Scenario Ante-operam (CCGT).**

Inquinante	Statistica	Valore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DX (m)	DY (m)	Dist (m)
NOX	Pct 99.79 1h	17.5	-364	-416	553
NOX	Media annuale	0.4	-2764	784	2873
NO2 (0.75 NOX)	Pct 99.79 1h	13.1	-364	-416	553
NO2 (0.75 NOX)	Media annuale	0.31	-2764	784	2873
CO	Max 8h	23.1	-964	784	1243
PM 2.5 second.	Media annuale	0.015	-3564	1184	3756

**Tabella 45. Valori massimi sul dominio. Anno 2018, Scenario Ante-operam (CCGT).**

Inquinante	Statistica	Valore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valore + Fondo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite o (Riferimento) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DX (m)	DY (m)	Dist (m)
NOX	Pct 99.79 1h	3.9	-	-	-764	-216	794
NOX	Media annuale	0.05	45.3	(30)	-964	384	1038
NO2 (0.75 NOX)	Pct 99.79 1h	2.9	75.8	200	-764	-216	794
NO2 (0.75 NOX)	Media annuale	0.04	26.5	40	-964	384	1038
CO	Max 8h	6.1	2206.1	10000	-164	-216	271
PM 2.5 second.	Media annuale	0.003	37.9	25	-2364	1184	2644

**Tabella 46. Valori massimi sul dominio. Anno 2017, Centrale di Picco in progetto (Peaker).**

Inquinante	Statistica	Valore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valore + Fondo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite o (Riferimento) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DX (m)	DY (m)	Dist (m)
NOX	Pct 99.79 1h	3.6	-	-	-1364	584	1484
NOX	Media annuale	0.07	37.3	(30)	-764	384	855
NO2 (0.75 NOX)	Pct 99.79 1h	2.7	74.2	200	-1364	584	1484
NO2 (0.75 NOX)	Media annuale	0.05	21.9	40	-764	384	855
CO	Max 8h	9.0	2409.0	10000	-564	584	812
PM 2.5 second.	Media annuale	0.003	-	25	-4764	2184	5241

**Tabella 47. Valori massimi sul dominio. Anno 2018, Centrale di Picco in progetto (Peaker).**

Inquinante	Statistica	Valore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DX (m)	DY (m)	Dist (m)
NOX	Pct 99.79 1h	19.4	-564	-416	701
NOX	Media annuale	0.4	-964	384	1038
NO2 (0.75 NOX)	Pct 99.79 1h	14.5	-564	-416	701
NO2 (0.75 NOX)	Media annuale	0.29	-964	384	1038
CO	Max 8h	19.4	-964	-816	1263
PM 2.5 second.	Media annuale	0.017	-2964	1184	3192

**Tabella 48. Valori massimi sul dominio. Anno 2017, scenario post-operam (CCGT+Peaker).**

Inquinante	Statistica	Valore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DX (m)	DY (m)	Dist (m)
NOX	Pct 99.79 1h	19.0	-364	-216	423
NOX	Media annuale	0.5	-2564	784	2681
NO2 (0.75 NOX)	Pct 99.79 1h	14.3	-364	-216	423
NO2 (0.75 NOX)	Media annuale	0.35	-2564	784	2681
CO	Max 8h	31.0	-964	784	1243
PM 2.5 second.	Media annuale	0.019	-3564	1184	3756

**Tabella 49. Valori massimi sul dominio. Anno 2018, scenario post-operam (CCGT+Peaker).**

### 8.2.5 Confronto con il precedente scenario emissivo di progetto

Il precedente scenario emissivo di progetto relativo al Peaker 2019, prevedeva l'utilizzo di un impianto Peaker costituito da tre moduli Turbogas a Ciclo Aperto da 100 MW nominali cadauno, mentre lo scenario di progetto descritto in questo studio prevede l'utilizzo di un solo modulo Peaker da 280 MW.

Come illustrato nella tabella seguente le caratteristiche emissive dell'impianto Peaker 2021 oggetto della presente relazione presentano le seguenti differenze sostanziali rispetto alla proposta progettuale 2019:

- Stessa potenza termica totale della soluzione 2019
- Emissioni di NOx e CO uguali a quelle 2019 ma senza necessità di utilizzo di un catalizzatore SCR
- Nessuna emissione di NH3 a fronte di 5 mg/Nm3 presenti nella soluzione 2019
- Una sola canna di emissione h 60 m, a fronte di 3 canne h 60 m presenti nella soluzione 2019

Parametro	u.m.	PEAKER 2019	PEAKER 2021
Numero unità		3	1
Potenza termica lorda (Fuel input)	MWth	738,60	<b>738,62</b>
Potenza elettrica netta	MWe	305,10	<b>280,00</b>
Rendimento netto		0,41	<b>0,38</b>
Portata fumi	kg/s	690	<b>733</b>
Temperatura emiss.	°C	422	<b>559</b>
Portata Norm dry 15% O2	Nm3/h dry @ 15% O2	2.237.085	<b>2.233.469</b>
altezza camino	m	60	<b>60</b>
Diametro interno (equivalente)	mm	6.599	<b>8.000</b>
Area sez	m2	34	<b>50,3</b>
Velocità uscita fumi	m/s	39,3	<b>35,0</b>
Concentrazioni all'emissione			
NOx media giornaliera	mg/Nm3 dry @ 15% O2	30,0	<b>30,0</b>
CO media giornaliera	mg/Nm3 dry @ 15% O2	30,0	<b>30,0</b>
NH3 media annuale	mg/Nm3 dry @ 15% O2	5,0	-
Fattori di emissione			
NOx	g/s	18,64	<b>18,61</b>
CO	g/s	18,64	<b>18,61</b>
NH3	g/s	3,11	-
CO2	kg/s	40,97	<b>40,97</b>

**Tabella 50. Parametri emissivi di confronto Peaker 2021 vs Peaker 2019**

Dalle differenze sopra descritte emerge un sostanziale miglioramento della soluzione oggetto della presente relazione in termini di capacità diffusiva in atmosfera, dato che la massa dei fumi emessa da un solo camino e con temperatura più elevata presenta un'inerzia termica molto superiore a cui corrisponde un maggiore effetto di innalzamento termico del pennacchio, e concentrazioni al suolo molto inferiori rispetto alla soluzione 2019, oltre che l'assenza di emissioni aggiuntive di NH3 in atmosfera.

La Tabella 51 e la Tabella 52 mettono a confronto i valori di concentrazione massima al suolo calcolati per la soluzione progettuale presente (Peaker 2021) e la precedente proposta progettuale (Peaker 2019). Risultano, per il Peaker 2021, concentrazioni al suolo molto inferiori rispetto alla soluzione 2019 e in particolare pari a circa il 30% per PCT 99.79 NO2; a circa 20% per la media annuale di NO2, e circa il 35% per il particolato secondario.

Valore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Anno 2017							
Inquinante	Statistica	CCGT ante operam	Peaker 2021	Totale 2021	Peaker 2019	Totale 2019	Peaker 2021/2019	Totale 2021/2019
NOX	Pct 99.79 1h	17,70	3,9	19,4	12,2	28,6	32%	68%
NOX	Media annuale	0,30	0,05	0,4	0,3	0,6	17%	67%
NO2 (0.75 NOX)	Pct 99.79 1h	13,20	2,9	14,5	9,2	21,5	32%	67%
NO2 (0.75 NOX)	Media annuale	0,25	0,04	0,29	0,23	0,47	17%	62%
CO	Max 8h	18,60	6,1	19,4	13,1	30,9	47%	63%
NH3	Max 24h				0,7	0,7	0%	0%
PM 2.5 second.	Media annuale	0,01	0,003	0,017	0,008	0,019	38%	89%

**Tabella 51. Variazione dei valori massimi sul dominio tra lo scenario di progetto 2021e quello descritto nel precedente studio. Rif. meteo anno 2017.**

Valore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Anno 2018							
Inquinante	Statistica	CCGT ante operam	Peaker 2021	Totale 2021	Peaker 2019	Totale 2019	Peaker 2021/2019	Totale 2021/2019
NOX	Pct 99.79 1h	17,5	3,6	19	13,8	32	26%	59%
NOX	Media annuale	0,4	0,07	0,5	0,4	0,7	18%	71%
NO2 (0.75 NOX)	Pct 99.79 1h	13,1	2,7	14,3	10,4	24	26%	60%
NO2 (0.75 NOX)	Media annuale	0,31	0,05	0,35	0,28	0,55	18%	64%
CO	Max 8h	23,1	9	31	32,6	40,8	28%	76%
NH3	Max 24h				1,8	1,8	0%	0%
PM 2.5 second.	Media annuale	0,015	0,003	0,019	0,009	0,021	33%	90%

**Tabella 52. Variazione dei valori massimi sul dominio tra lo scenario di progetto 2021 e quello descritto nel precedente studio. Rif. meteo anno 2018.**

Per quanto riguarda i recettori discreti, la diminuzione di concentrazione per il percentile 99.79 delle concentrazioni di NOX varia nel 2017 da  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $9.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (quindi da  $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $7.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il percentile 99.79 di NO2). Nel 2018 invece, la diminuzione di concentrazione per il percentile 99.79 delle concentrazioni di NOX varia da  $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $6.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (quindi da  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $5.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il percentile 99.79 di NO2).

La diminuzione di concentrazione media annuale di NOX varia nel 2017 da  $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $0.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (quindi da circa  $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $0.13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per la media annuale di NO2). Nel 2018 invece, la diminuzione di concentrazione per la media annuale delle concentrazioni di NOX varia da  $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $0.22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (quindi da  $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $0.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per la media annuale di NO2).

Per quanto riguarda il PM2.5 secondario, stimato come 1.3 volte la concentrazione di NO3, la media annuale, sia nel 2017, sia nel 2018, diminuisce da  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$  a  $7 \text{ ng}/\text{m}^3$ .

### 8.3 Potenziali effetti cumulativi

Per quanto riguarda la presenza di altri impianti termici significativi nell'area vasta circostante l'impianto in progetto, si allega di seguito una mappa riportante la posizione dei Grandi impianti di combustione ( impianti con potenza termica > 50 MWt ai sensi della normativa vigente in materia di Autorizzazione Integrata Ambientale) presenti in un'area di 40 x 40 km circostante l'impianto in esame.

Sono rappresentate nell'immagine:

- Il dominio computazionale: area di 30x30 km all'interno del quale sono state simulate nel presente studio le condizioni di dispersione degli inquinanti;
- Il dominio di campionamento: area di 20x20 km all'interno del quale sono state calcolate le concentrazioni al suolo degli inquinanti.

All'interno dell'area vasta di simulazione considerata non risulta la presenza di altri Grandi impianti di combustione oltre a quelli valutati nel presente studio.

Appena al di fuori dell'area vasta di 30x30 km sono presenti i seguenti impianti:

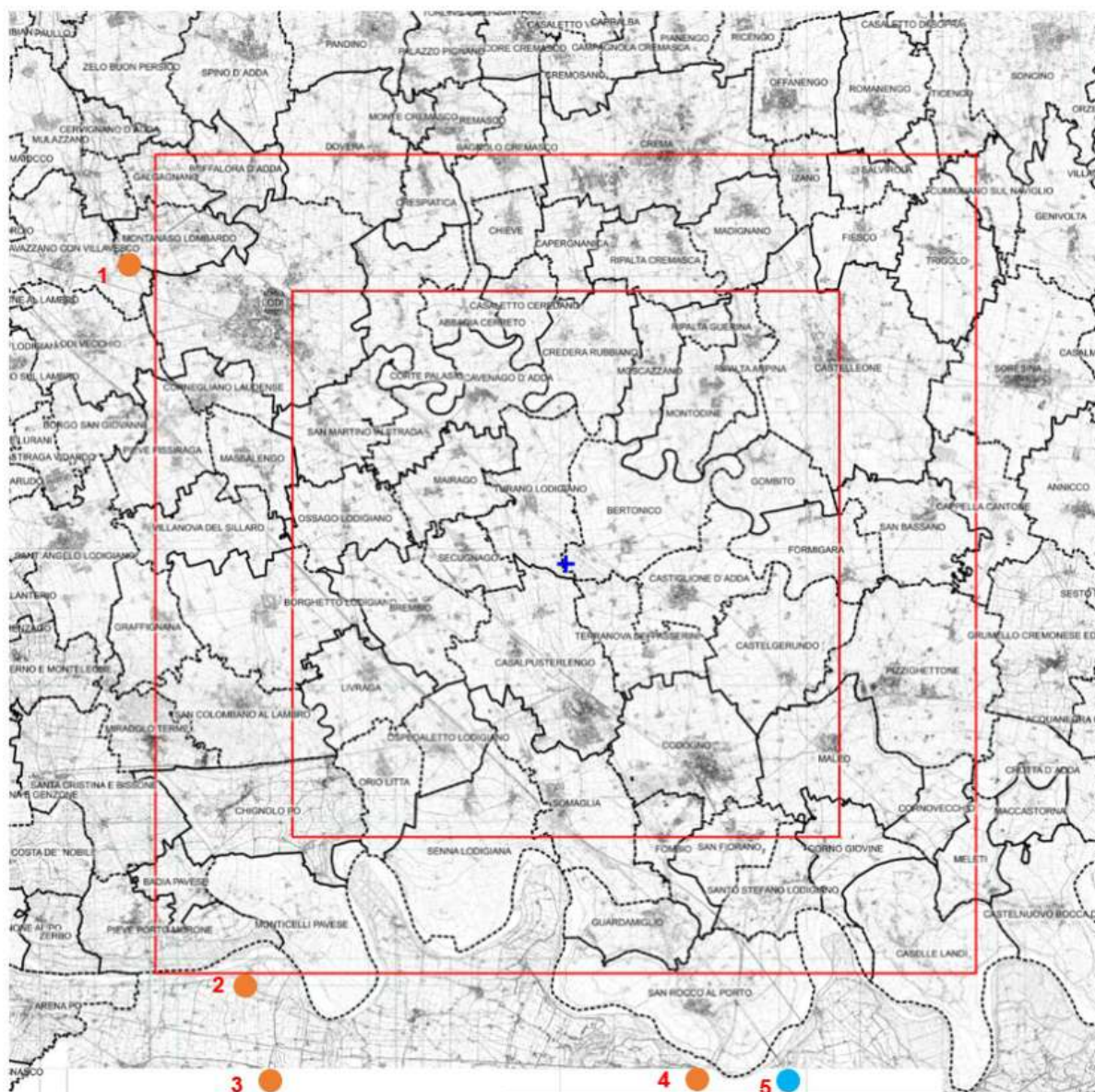
1. Centrale termoelettrica di Tavazzano e Montanaso (LO);
2. Centrale termoelettrica La Casella – Castel San Giovanni (PC);
3. Centrale termoelettrica di Sarmato (PC): dismessa;
4. Centrale termoelettrica di Piacenza;
5. Termovalorizzatore di Piacenza.

La Centrale termoelettrica di Cassano d'Adda (MI) è al di fuori dell'area rappresentata in figura, essendo situato a circa 33 km a Nord dell'Impianto Peaker in progetto.

Considerato che i massimi di ricaduta al suolo dell'Impianto Peaker in progetto si situano a distanza dell'ordine di 1 – 3 km dall'impianto e che in particolare i massimi relativi alle medie di breve periodo di NO<sub>2</sub>, i soli potenzialmente confrontabili con i limiti normativi, pur rimanendo ampiamente al di sotto del 10% del relativo limite normativo, si situano in un intorno di circa 1 km dall'impianto, si considera non significativo il potenziale effetto cumulativo della CTE in progetto con altri grandi impianti di combustione.

Resta invece valutato nel presente studio l'effetto cumulativo con l'adiacente CTE Sorgenia Power esistente (CCGT) di Bertinico/ Turano L.no. Si ricorda infine che le simulazioni riferite all'Impianto Peaker in progetto sono valutate in modo estremamente cautelativo con riferimento a 8760 ore/anno di esercizio a fronte di ca. 500 ore/anno attese.





**Figura 45. Localizzazione di grandi impianti di combustione nel territorio circostante il sito dell’Impianto Peaker in progetto (croce blu). I due quadrati rappresentano il dominio di campionamento (quadrato piccolo di 20 x 20 km) e il dominio computazionale (quadrato grande di 30 x 30 km) considerati nel presente studio.**

## 8.4 Emissioni da traffico in fase di cantiere

È stata simulata la dispersione atmosferica degli inquinanti (polveri, ossidi di azoto, monossido di carbonio e composti organici volatili) emessi dal traffico indotto in fase di cantiere. È stato considerato il traffico indotto di picco in fase di cantiere, valutato cautelativamente in n. 6 mezzi pesanti per ora e da 20 mezzi leggeri per ora (dalle h. 6 alle 18).

A parte un tratto in comune di lunghezza pari a circa 2.5 km in prossimità della centrale, sono stati considerati due possibili itinerari: a) direzione NO lungo sp. 26 in direzione Lodi, transitando per Turano L.no e arrivando quindi in prossimità di Lodi in direzione dell'imbocco per la A1 (15.1 km); b) direzione S passando per Casalpusterlengo e poi verso Ospedaletto Lodigiano per immettersi nella A1 (12.3 km). Tali tragitti sono mostrati con linee arancioni in Figura 46. Cautelativamente si assume il totale dei veicoli orari indicati su entrambi i tragitti.

Per la stima delle emissioni del traffico indotto sono stati utilizzati i fattori di emissione medi da traffico in Lombardia nel 2014 per tipo di veicolo e tipo strada (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA), che vengono riepilogati in Tabella 53. Per i veicoli pesanti sono stati utilizzati i fattori di emissione di "Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus", mentre per i veicoli leggeri sono stati utilizzati i fattori di emissione di "Veicoli leggeri < 3.5 t".

Nel modello di dispersione CALPUFF le emissioni delle sorgenti lineari (strade) sono state mantenute attive cautelativamente per tutti i giorni della settimana dalle 6 alle 18, senza considerare il fermo nei giorni di sabato e domenica.



Figura 46. Percorsi seguiti dai veicoli durante la fase di cantiere.

Veicolo	NOX (mg/km)	CO (mg/km)	PM10 (mg/km)	COV (mg/km)
Pesante	5311	1302	211	232
Leggero e autocarro	737	267	62	40

Tabella 53. Fattori di emissione utilizzati per il traffico (INEMAR).

### 8.4.1 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Come per gli ossidi di azoto emessi dall'impianto, si assume che le concentrazioni di NO<sub>2</sub> siano pari al 75% di quelle di NO<sub>X</sub> predette da CALPUFF.

Il valore massimo predetto da CALPUFF per il percentile 99.79 della media di 1 ora di NO<sub>2</sub> sull'intero dominio di simulazione è mostrato in Tabella 54 per i due anni di simulazione. Si osserva che i valori sono inferiori di un ordine di grandezza rispetto al limite stabilito dal D.Lgs. 155/2010, pari a 200 µg/m<sup>3</sup>.

Analogamente, il valore massimo predetto da CALPUFF per la media annuale di NO<sub>2</sub> sull'intero dominio di simulazione è mostrato in Tabella 55 per i due anni di simulazione. I valori sono inferiori di due ordini di grandezza rispetto al limite stabilito dal D.Lgs. 155/2010, pari a 40 µg/m<sup>3</sup>.

I valori predetti ai recettori discreti per il percentile 99.79 della media oraria e per la media annuale nei due anni di simulazione sono riportati in Tabella 56.

Gli isolivelli di concentrazione di NO<sub>2</sub> sono mostrati da Figura 47 a Figura 50.

NO <sub>2</sub>	Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	E (m)	N (m)
2017	14.8	551900	5007550
2018	14.0	551900	5007550

**Tabella 54. Valori massimi sul dominio del percentile 99.79 delle concentrazioni medie di 1 ora di NO<sub>2</sub>.**

NO <sub>2</sub>	Massimo (µg/m <sup>3</sup> )	E (m)	N (m)
2017	0.98	551100	5008350
2018	0.97	551900	5007550

**Tabella 55. Valori massimi sul dominio delle concentrazioni medie annuali di NO<sub>2</sub>.**

Recettore	Pct 99.79 1h (2017)	Media annuale (2017)	Pct 99.79 1h (2018)	Media annuale (2018)
R1	2.0	0.06	1.2	0.02
R2	0.3	0.01	0.3	0.01
R3	0.3	0.01	0.3	0.01
R4	0.2	0.01	0.2	0.004
R4b	0.2	0.01	0.2	0.003
R5	0.8	0.02	0.7	0.02
R6	1.1	0.03	0.7	0.01
R7	0.6	0.02	0.5	0.01
R8	8.4	0.39	7.1	0.24
R9	0.4	0.01	0.3	0.01
R10	1.3	0.03	1.1	0.02
R11	0.4	0.01	0.5	0.01
R12	1.2	0.02	1.1	0.02
R13	0.7	0.02	0.5	0.01
R14	0.8	0.03	0.7	0.02
R15	1.6	0.05	1.2	0.03
R16	5.9	0.21	4.8	0.12
R17	2.2	0.07	2.0	0.03
R18	2.9	0.09	1.9	0.04
R19	1.5	0.04	0.9	0.02
R20	1.2	0.03	0.7	0.01
R21	1.2	0.04	1.0	0.03
R22	1.0	0.03	0.8	0.02
R23	0.8	0.02	0.6	0.02
R24	0.3	0.01	0.2	0.01
R25	0.2	0.004	0.1	0.002
R26	0.2	0.005	0.2	0.003
R27	0.5	0.01	0.4	0.01
R28	0.5	0.01	0.4	0.01
R29	0.5	0.02	0.5	0.01
R30	0.4	0.01	0.3	0.01
R31	0.4	0.01	0.4	0.01
R32	0.3	0.01	0.3	0.01
R33	0.5	0.01	0.5	0.01
R34	1.1	0.03	0.8	0.02
R35	0.2	0.004	0.2	0.004

**Tabella 56. Valori predetti ai recettori discreti per le statistiche di interesse per NO2.**



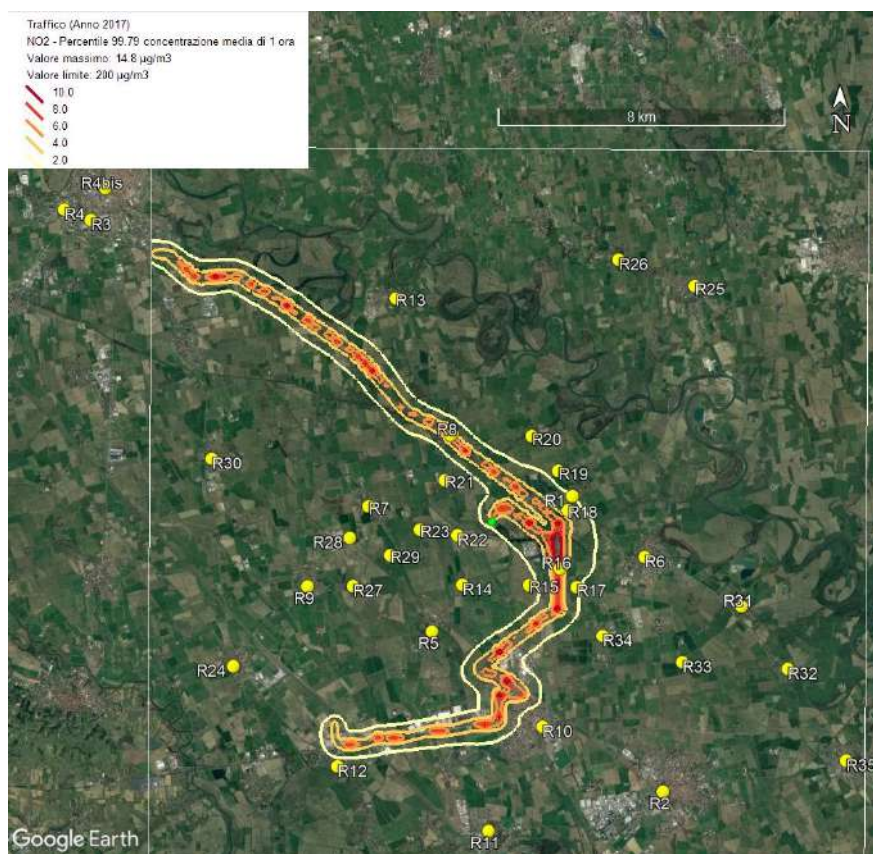


Figura 47. Isolivelli del percentile 99.79 delle concentrazioni medie di 1 ora di NO<sub>2</sub>. Anno 2017.

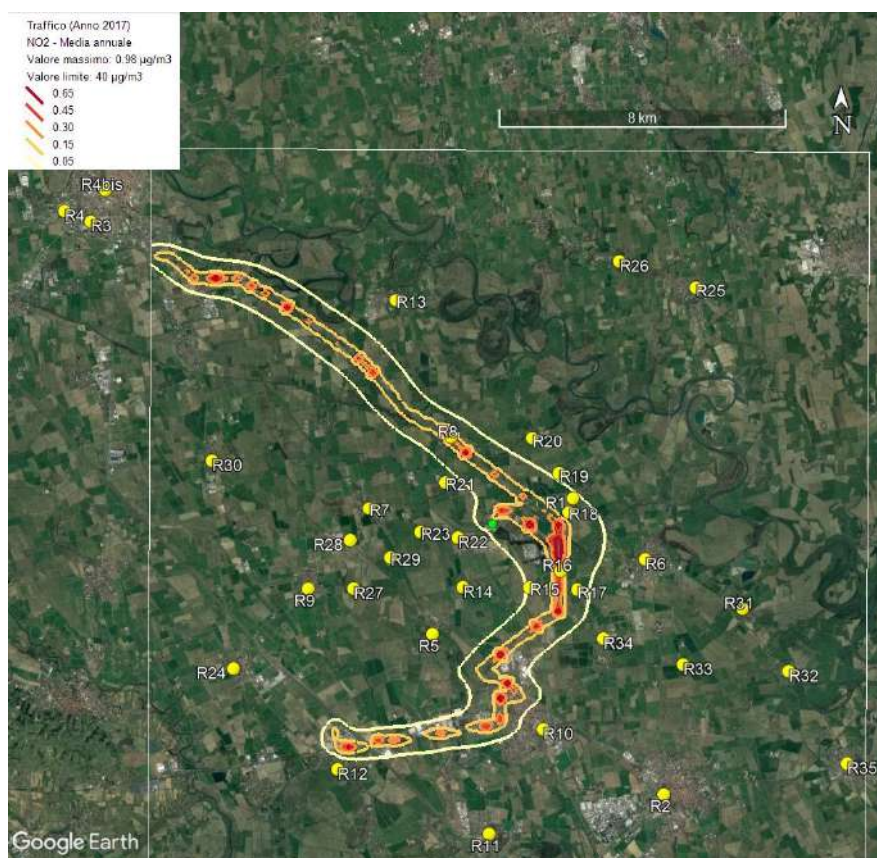


Figura 48. Isolivelli del percentile 99.79 delle concentrazioni medie di 1 ora di NO<sub>2</sub>. Anno 2018.



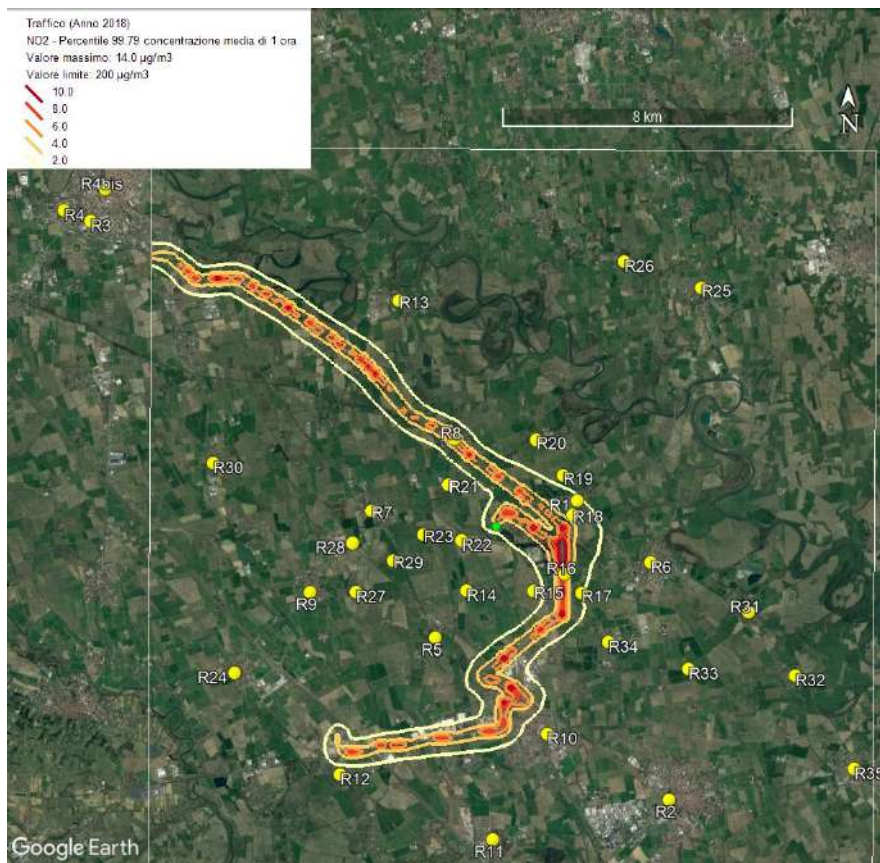


Figura 49. Isolivelli delle concentrazioni medie annuali di NO<sub>2</sub>. Anno 2017.

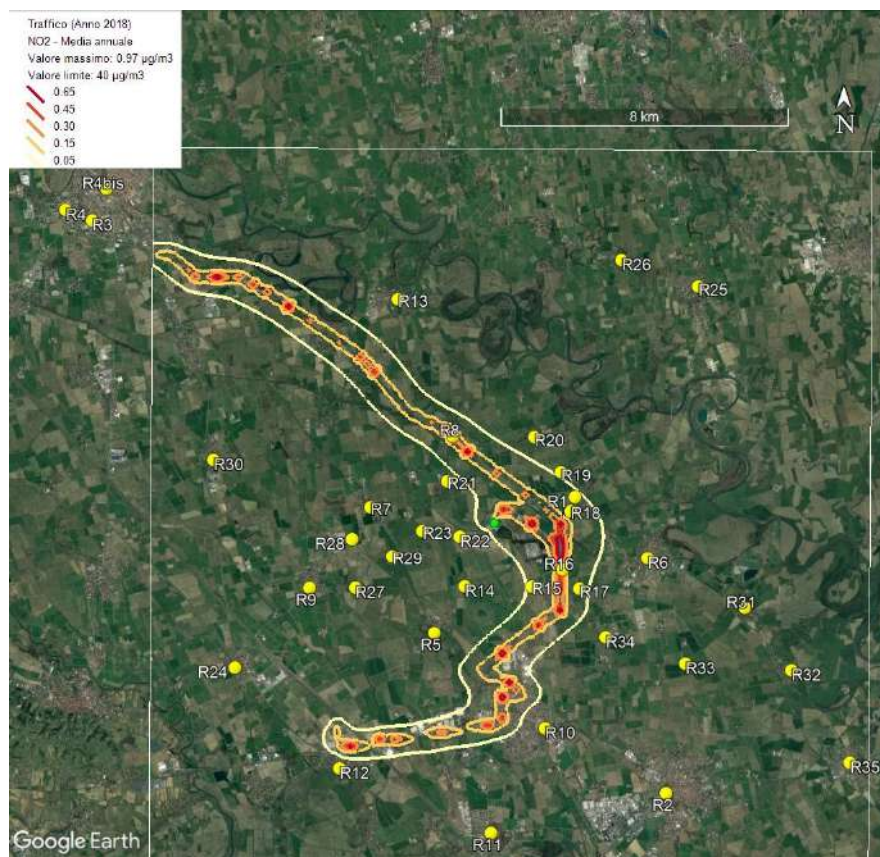


Figura 50. Isolivelli delle concentrazioni medie annuali di NO<sub>2</sub>. Anno 2018.

#### 8.4.2 Monossido di carbonio (CO)

Il valore massimo predetto da CALPUFF per la massima media mobile di 8 ore di CO sull'intero dominio di simulazione è mostrato in Tabella 57 per i due anni di simulazione. Si osserva che le concentrazioni stimate sono di vari ordini di grandezza inferiori al limite stabilito dal D.Lgs. 155/2010, pari a 10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

I valori predetti ai recettori discreti per la massima media mobile di 8 ore di CO nei due anni di simulazione sono riportati in Tabella 58.

Gli isolivelli di concentrazione di CO sono mostrati da Figura 51 a Figura 52.

CO	Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	E (m)	N (m)
2017	2.9	550500	5003950
2018	3.0	551900	5007550

**Tabella 57. Valori massimi sul dominio della media mobile di 8 ore di CO.**

Recettore	Max 8h (2017)	Max 8h (2018)
R1	0.3	0.3
R2	0.1	0.1
R3	0.1	0.1
R4	0.1	0.05
R4b	0.1	0.1
R5	0.2	0.2
R6	0.2	0.2
R7	0.1	0.1
R8	1.6	1.4
R9	0.1	0.1
R10	0.3	0.2
R11	0.1	0.1
R12	0.2	0.2
R13	0.2	0.2
R14	0.2	0.2
R15	0.3	0.2
R16	1.1	0.9
R17	0.5	0.4
R18	0.4	0.5
R19	0.3	0.3
R20	0.2	0.2
R21	0.2	0.2
R22	0.2	0.1
R23	0.1	0.1
R24	0.1	0.1
R25	0.05	0.03
R26	0.1	0.04
R27	0.1	0.1
R28	0.1	0.1
R29	0.1	0.1
R30	0.1	0.1
R31	0.1	0.1
R32	0.1	0.1
R33	0.1	0.1
R34	0.3	0.2
R35	0.04	0.1

**Tabella 58. Valori predetti ai recettori discreti per le statistiche di interesse per CO.**



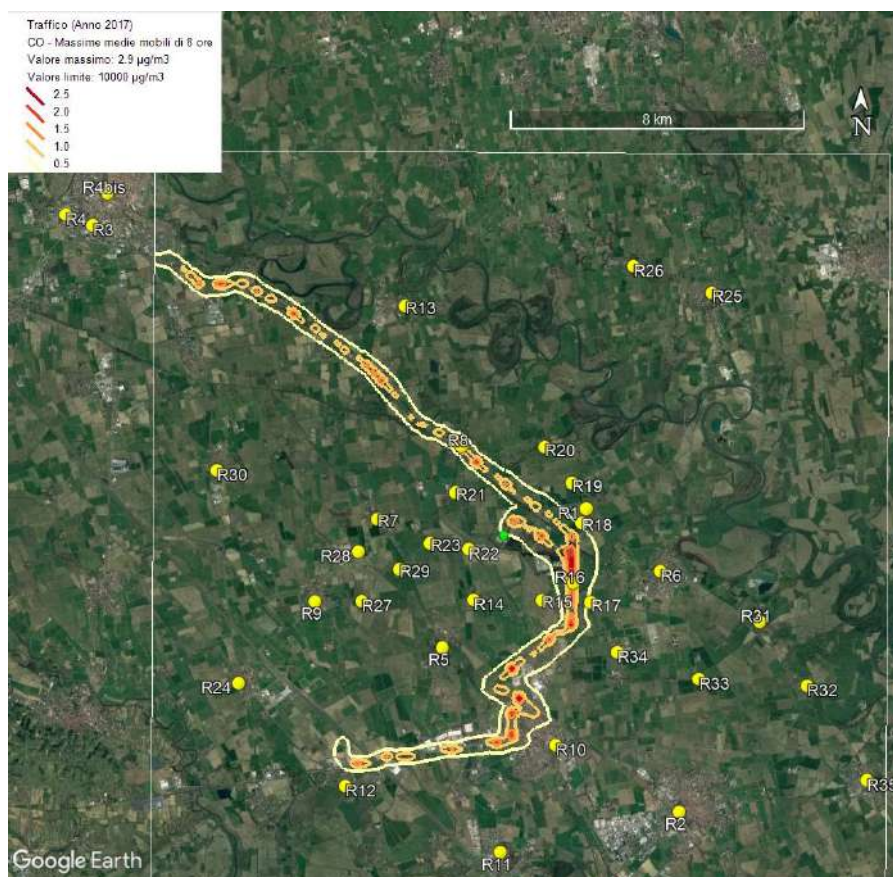


Figura 51. Isolivelli delle concentrazioni medie mobili di 8 ore di CO. Anno 2017.

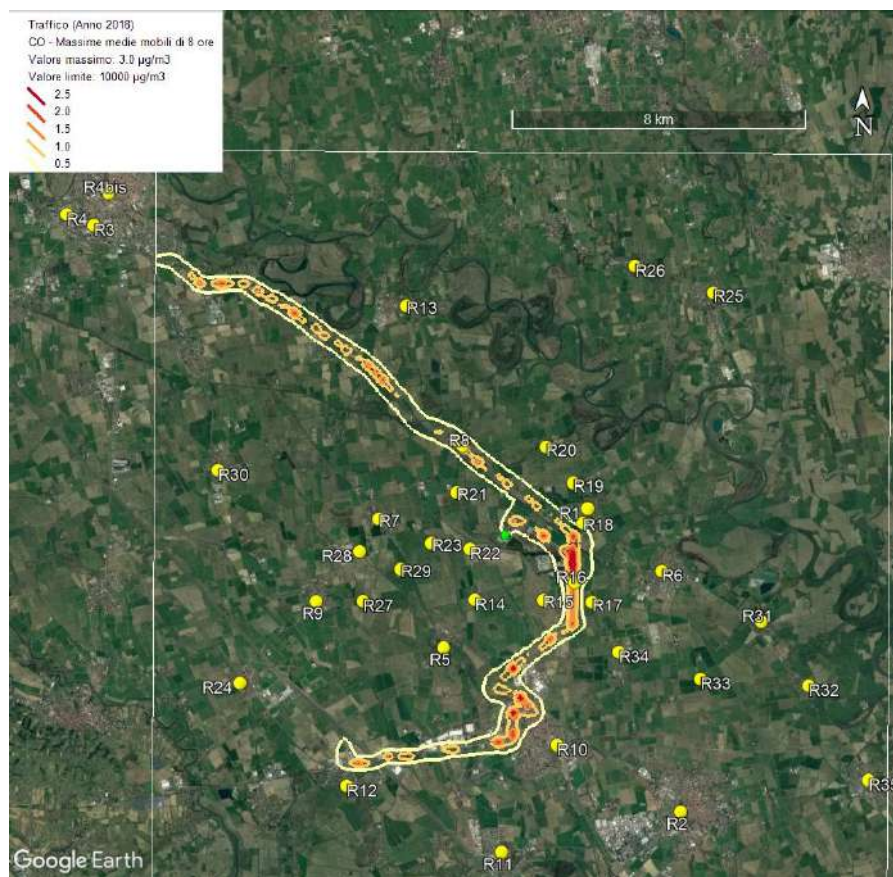


Figura 52. Isolivelli delle concentrazioni medie mobili di 8 ore di CO. Anno 2018.

### 8.4.3 Polveri (PM10)

Il valore massimo predetto da CALPUFF per il percentile 90.41 della media di 24 ore di PM10 sull'intero dominio di simulazione è mostrato in Tabella 59 per i due anni di simulazione; risulta inferiore di oltre due ordini di grandezza rispetto al limite stabilito dal D.Lgs. 155/2010, pari a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Analogamente, il valore massimo predetto da CALPUFF per la media annuale di PM10 sull'intero dominio di simulazione è mostrato in Tabella 60 per i due anni di simulazione; risulta inferiore di oltre 2 ordini di grandezza rispetto al limite stabilito dal D.Lgs. 155/2010, pari a 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

I valori predetti ai recettori discreti per il percentile 90.41 della media di 24 ore e per la media annuale nei due anni di simulazione sono riportati in Tabella 61.

Gli isolivelli di concentrazione di PM10 sono mostrati da Figura 53 a Figura 56.

NO2	Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	E (m)	N (m)
2017	0.13	550300	5004750
2018	0.13	551900	5007550

**Tabella 59. Valori massimi sul dominio del percentile 90.41 delle concentrazioni medie di 24 ore di PM10.**

NO2	Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	E (m)	N (m)
2017	0.07	551100	5008350
2018	0.07	551900	5007550

**Tabella 60. Valori massimi sul dominio delle concentrazioni medie annuali di PM10.**



Recettore	Pct 90.41 24h (2017)	Media annuale (2017)	Pct 90.41 24h (2018)	Media annuale (2018)
R1	0.014	0.004	0.005	0.002
R2	0.001	0.0005	0.001	0.0004
R3	0.002	0.001	0.001	0.0004
R4	0.001	0.0004	0.001	0.0003
R4b	0.001	0.0004	0.001	0.0002
R5	0.005	0.002	0.003	0.001
R6	0.007	0.002	0.003	0.001
R7	0.004	0.001	0.003	0.001
R8	0.060	0.028	0.040	0.017
R9	0.002	0.001	0.002	0.001
R10	0.006	0.002	0.004	0.001
R11	0.002	0.001	0.001	0.001
R12	0.006	0.002	0.005	0.001
R13	0.005	0.001	0.002	0.001
R14	0.006	0.002	0.004	0.001
R15	0.011	0.004	0.006	0.002
R16	0.040	0.015	0.021	0.008
R17	0.015	0.005	0.007	0.002
R18	0.020	0.006	0.008	0.003
R19	0.010	0.003	0.004	0.001
R20	0.007	0.002	0.003	0.001
R21	0.008	0.003	0.005	0.002
R22	0.007	0.002	0.004	0.001
R23	0.005	0.002	0.003	0.001
R24	0.002	0.001	0.001	0.0005
R25	0.001	0.0003	0.000	0.0002
R26	0.001	0.0003	0.000	0.0002
R27	0.003	0.001	0.002	0.001
R28	0.003	0.001	0.002	0.001
R29	0.004	0.001	0.003	0.001
R30	0.002	0.001	0.002	0.001
R31	0.002	0.001	0.002	0.0005
R32	0.001	0.0005	0.001	0.0004
R33	0.003	0.001	0.002	0.001
R34	0.007	0.002	0.004	0.001
R35	0.001	0.0003	0.001	0.0003

Tabella 61. Valori predetti ai recettori discreti per le statistiche di interesse per PM10.

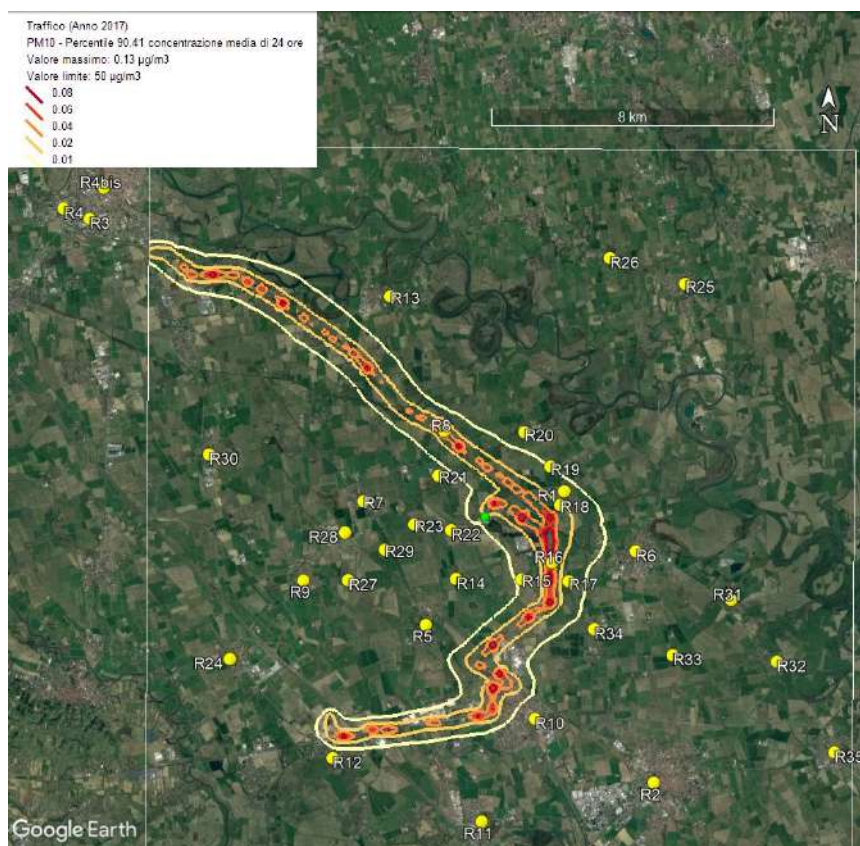


Figura 53. Isolivelli del percentile 90.41 delle concentrazioni medie di 24 ore di PM10. Anno 2017.

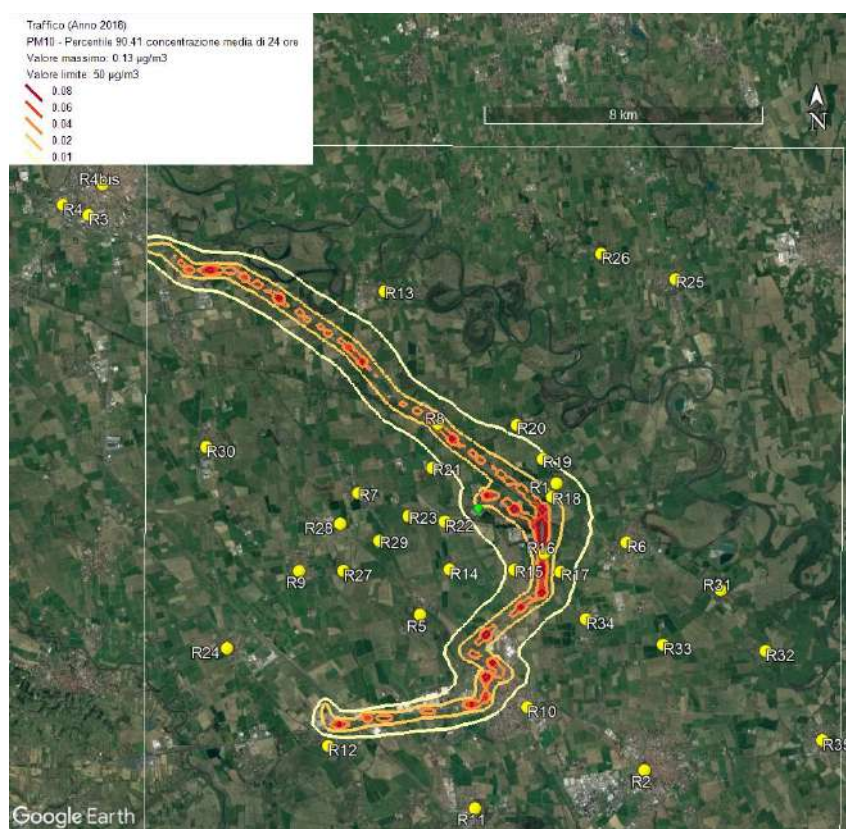


Figura 54. Isolivelli del percentile 90.41 delle concentrazioni medie di 24 ore di PM10. Anno 2018.



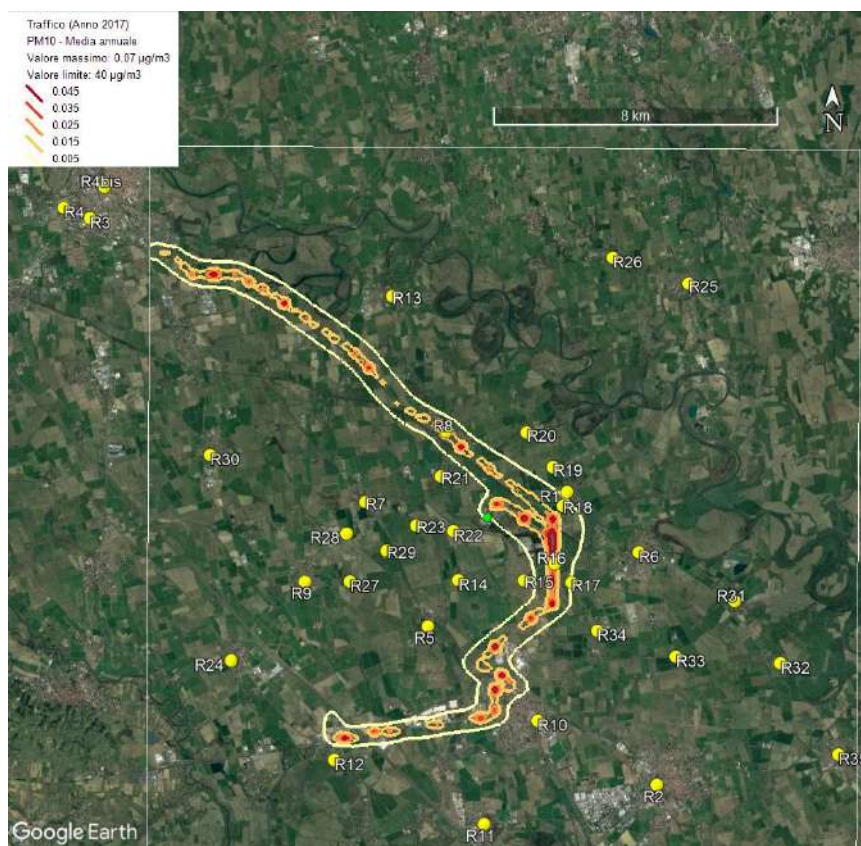


Figura 55. Isolivelli delle concentrazioni medie annuali di PM10. Anno 2017.

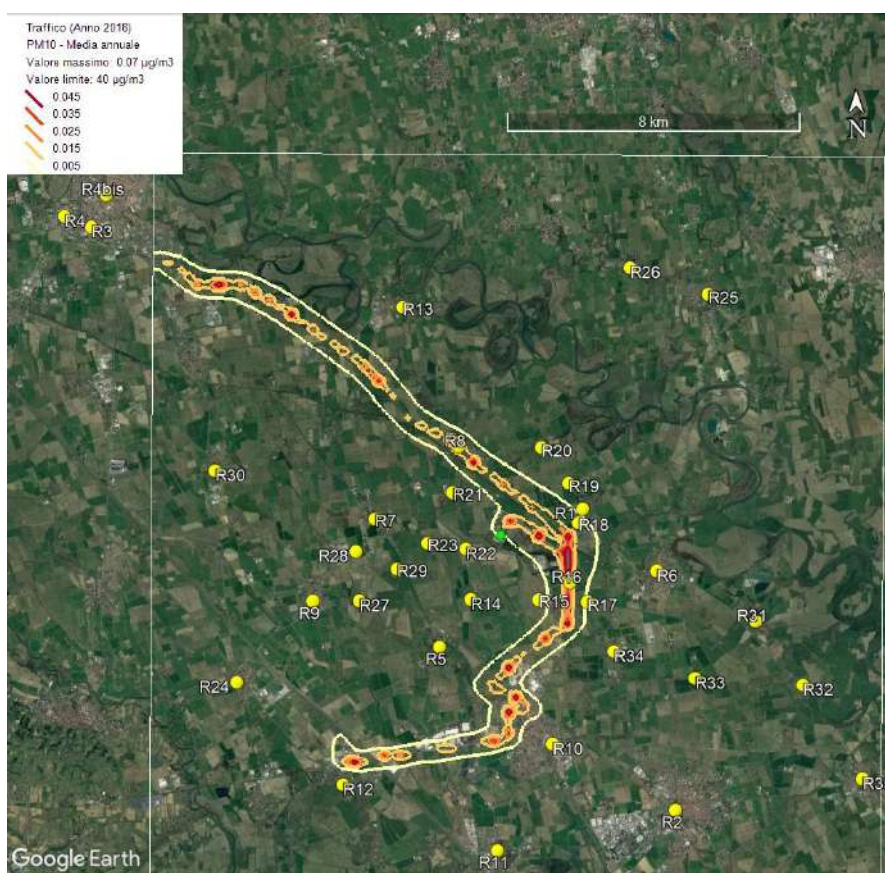


Figura 56. Isolivelli delle concentrazioni medie annuali di PM10. Anno 2018.

#### 8.4.4 Composti organici volatili (COV)

Il valore massimo predetto da CALPUFF per la massima media di 3 ore di COV sull'intero dominio di simulazione è mostrato in Tabella 62 per i due anni di simulazione. Poiché non esiste un valore limite di concentrazione per i COV totali, si fa riferimento al DPCM 28/03/1983, anche se abrogato, che definiva per NMCOV un limite di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  "da adottarsi soltanto nelle zone e nei periodi dell'anno nei quali si siano verificati superamenti significativi dello standard dell'aria per l'ozono". I massimi stimati risultano inferiori di oltre due ordini di grandezza rispetto a tale limite.

I valori predetti ai recettori discreti per la massima media di 3 ore di COV nei due anni di simulazione sono riportati in Tabella 63.

Gli isolivelli di concentrazione di COV sono mostrati da Figura 57 a Figura 58.

CO	Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	E (m)	N (m)
2017	0.88	551900	5007550
2018	0.85	550300	5004750

**Tabella 62. Valori massimi sul dominio della media di 3 ore di COV.**

Recettore	Max 8h (2017)	Max 8h (2018)
R1	0.118	0.132
R2	0.020	0.027
R3	0.027	0.024
R4	0.017	0.016
R4b	0.025	0.027
R5	0.057	0.064
R6	0.080	0.057
R7	0.037	0.033
R8	0.571	0.455
R9	0.028	0.027
R10	0.115	0.073
R11	0.030	0.052
R12	0.091	0.069
R13	0.054	0.044
R14	0.067	0.058
R15	0.122	0.089
R16	0.436	0.320
R17	0.196	0.131
R18	0.180	0.180
R19	0.108	0.115
R20	0.077	0.071
R21	0.080	0.072
R22	0.072	0.051
R23	0.050	0.039
R24	0.025	0.023
R25	0.018	0.013
R26	0.022	0.013
R27	0.036	0.031
R28	0.035	0.030
R29	0.042	0.037
R30	0.024	0.018
R31	0.029	0.032
R32	0.019	0.028
R33	0.044	0.043
R34	0.132	0.069
R35	0.013	0.020

**Tabella 63. Valori predetti ai recettori discreti per le statistiche di interesse per COV.**



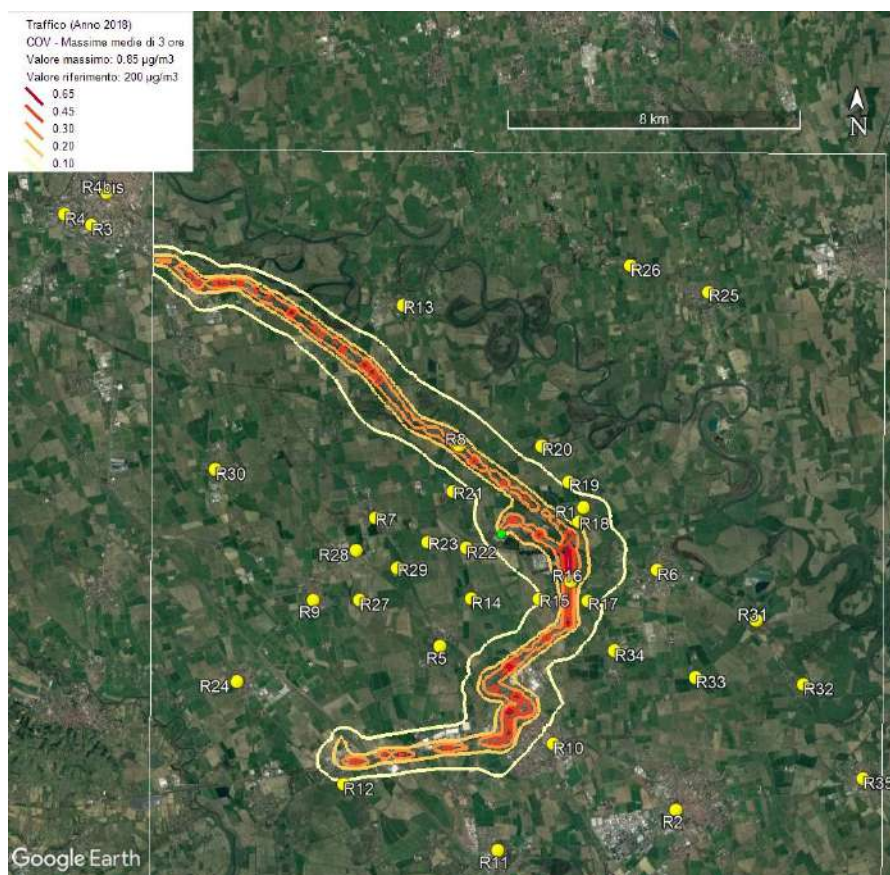


Figura 57. Isolivelli delle concentrazioni medie di 3 ore di COV. Anno 2017.

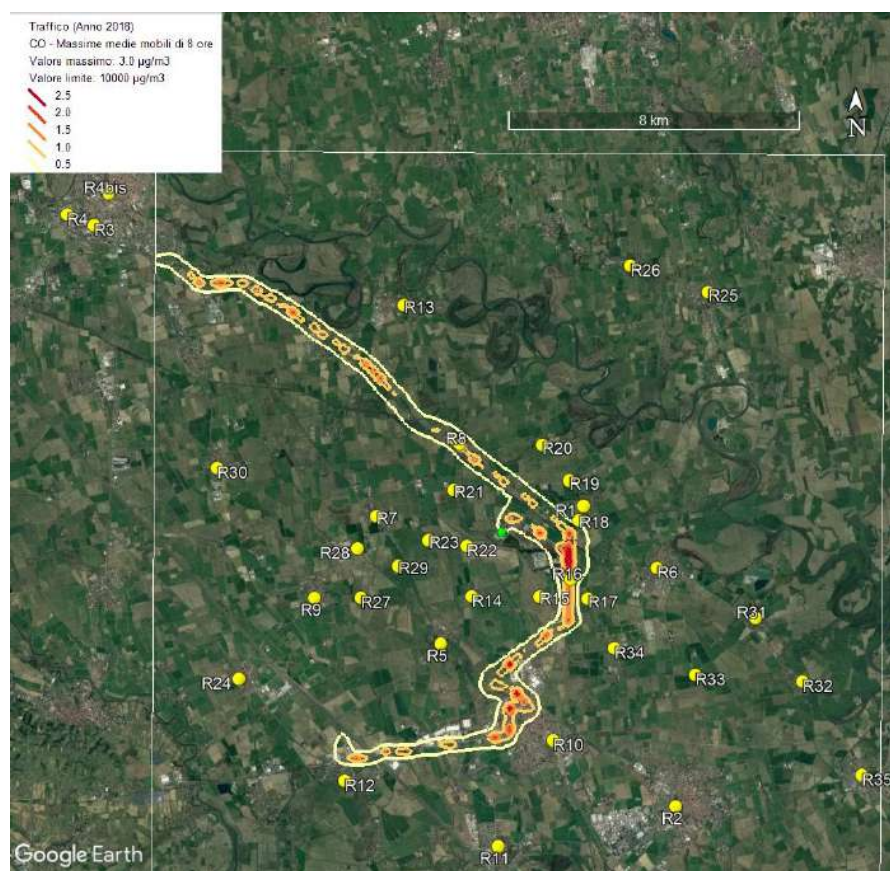


Figura 58. Isolivelli delle concentrazioni medie di 3 ore di COV. Anno 2018.

## 9 CONCLUSIONI

Il presente studio descrive l'impatto in atmosfera delle emissioni dovute all'Impianto Peaker di Bertonico (LO) nello Scenario ante-operam, caratterizzato dalla presenza di una Centrale a Ciclo Combinato a gas (CCGT) della potenza di circa 800 MWe, e nello scenario totale di progetto (Post-operam) che prevede l'installazione aggiuntiva dell'Impianto Peaker in progetto costituito da un modulo Turbogas a Ciclo Aperto con potenza totale di circa 280 MWe.

Oltre alle emissioni dirette dell'Impianto sono state valutate anche la formazione di particolato fine secondario (PM2.5) e l'impatto del traffico indotto durante la fase di cantiere.

Nello studio è stato utilizzato il modello di dispersione degli inquinanti in atmosfera CALPUFF, versione 7, indicato dall'EPA (Environmental Protection Agency) degli Stati Uniti come uno dei possibili strumenti modellistici da utilizzare per simulare l'impatto in atmosfera di sostanze inerti in presenza di terreno complesso e condizioni meteorologiche non uniformi sul dominio di simulazione.

Il campo meteorologico per i due anni 2017 e 2018 è stato ricostruito per mezzo del modello meteorologico diagnostico CALMET utilizzando in input sia l'output del modello meteorologico a mesoscala WRF, sia le misure delle stazioni ARPA Lombardia di Bertonico e Cavenago d'Adda.

Le simulazioni di dispersione degli inquinanti (NOx e CO) emessi dall'Impianto sono state condotte con dettaglio orario su tutte le ore dei due anni di simulazione. I dati di output orari sono quindi stati processati allo scopo di ottenere le statistiche di interesse normativo. Identico procedimento è stato seguito per il particolato secondario e per le simulazioni delle emissioni del traffico indotto dal cantiere.

In tutte le simulazioni i valori predetti rimangono sempre ampiamente minori rispetto ai valori limite stabiliti dal D.Lgs. 155/2010.

Questi risultati possono essere considerati cautelativi per vari motivi, ad esempio:

- È stato assunto il funzionamento in continuo alla massima potenza per tutte le ore dell'anno della Centrale CCGT Sorgenia Power esistente, sia nello Scenario ante-operam, sia nello scenario totale di progetto, mentre nella realtà questo tipo di impianti funziona in generale per un numero di ore equivalenti inferiore al 50%.
- Analogamente, il Turbogas a Ciclo Aperto, sulla base delle informazioni fornite da Sorgenia è previsto che funzioni per circa 500 ore/anno, ma nelle simulazioni è stato considerato attivo per tutte le ore dei due anni di simulazione. Ciò comporta una notevole sovrastima (oltre un ordine di grandezza) delle statistiche di interesse, in particolare delle medie annuali.
- Come illustrato nel § 7.4 il proponente si impegna ad adottare un criterio di esercizio di tipo compensativo su base giornaliera con un limite di emissione massica di NOx e CO nelle 24h pari a quello già autorizzato per la centrale a Ciclo Combinato, uguale a  $34.9 \text{ g/s} \times 3600 \text{ s} \times 24 \text{ h} = 3015 \text{ kg/giorno}$  per ciascun inquinante, escluse le fasi di avviamento. L'adozione di tale principio comporterà pertanto l'invarianza delle emissioni autorizzate in atmosfera rispetto alla situazione ante operam. Nelle simulazioni illustrate non è stato tenuto conto di tale limite di emissione giornaliera. A titolo cautelativo le simulazioni sono riferite al funzionamento di tutti i gruppi al 100% per 8760 ore/anno.
- Per quanto riguarda il traffico veicolare, le emissioni sono state mantenute attive per tutti i giorni della settimana e per l'intero anno, mentre in realtà il traffico potrebbe non essere presente durante il fine settimana; il traffico considerato è inoltre rappresentativo del singolo mese di picco dell'attività di cantiere.

Le simulazioni eseguite hanno evidenziato un impatto complessivo molto limitato in termini di concentrazioni al suolo sia per l'Impianto Peaker in progetto che per il contributo complessivo del nuovo Impianto e della Centrale Sorgenia Power (CCGT) esistente.

I valori predetti dal modello in corrispondenza dei recettori discreti rimangono molto minori rispetto ai valori rilevati dalle Stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, indicando un contributo trascurabile dell'Impianto in esame nonostante l'approccio cautelativo descritto sopra.

Come evidenziato nel § 8.2.5 le ricadute al suolo dell'impianto Peaker oggetto della presente relazione presentano concentrazioni al suolo molto inferiori rispetto alla soluzione oggetto della precedente istanza e in particolare pari a circa il 30% per PCT 99.79 NO2; a circa il 20% per la media annuale di NO2, e circa il 35% per il particolato secondario.