



Laboratorio Olfattometria Dinamica

Relazione tecnica e risultati per:  
**Greenman S.r.l.**

## VALUTAZIONE NUMERICA DELLA DISPERSIONE

LOD-RT 127/19

Lod Srl  
Via Sondrio, 2  
33100 Udine\_Italy  
[www.gruppoluci.it](http://www.gruppoluci.it)

t +39 0432 1715695  
f +39 0432 1715683  
[lod@gruppoluci.it](mailto:lod@gruppoluci.it)

C.F. e P.I. 02499080303\_Nr. Iscr. Reg. Imp. Udine 02499080303 Cap. Soc. € 80.000,00 i.v.  
Soggetta a direzione e coordinamento di Labiotest Srl





**LOD SRL**  
**Spin – off universitario**



<b>LOD Laboratorio Olfattometria Dinamica</b>	<i>DOC. N° RT 127/19</i> <i>LOD. Rev.05</i> <i>Data: 11 aprile 2019</i>
<b>OGGETTO</b>	<b>Valutazione numerica della dispersione degli inquinanti</b>
<b>IMPIANTO</b>	<b>Greenman S.r.l., via Volta n. 10, Manzano (UD)</b> <b>Impianto di termovalorizzazione</b>

Responsabile tecnico  
*ing. Silvia Rivilli*



## **Premessa**

Nel presente rapporto tecnico si riportano i risultati delle simulazioni della dispersione di PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, As, Pb, Ni, Cd e B-a-P relative all'impianto di produzione energia sito in comune di Manzano (UD).

I valori relativi alle simulazioni ottenute sono confrontati con i limiti riportati nell'**Allegato XI del D.Lgs 13 agosto 2010, n.155 e s.m.i. "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa"** e nel D. Lgs 250/2012, che lo modifica.

I risultati ottenuti dalla simulazione sono stati riportati sotto forma di mappa (espressi in µg/m<sup>3</sup>).

**Indice**

1	Introduzione .....	6
2	Individuazione dello scenario e descrizione della metodologia numerica .....	7
2.1	<b>Introduzione</b> .....	7
2.2	<b>Definizione dello scenario</b> .....	8
2.3	<b>Descrizione del modello di dispersione CALPUFF</b> .....	8
2.3.1	<i>CALMET: Pre-processore meteorologico</i> .....	9
2.3.2	<i>Caratteristiche del puff e concentrazioni al suolo</i> .....	10
2.4	<b>Elaborazione dei risultati</b> .....	12
3	Dati di input del modello .....	14
3.1	<b>Dati meteorologici</b> .....	14
3.1.1	<i>Analisi preliminare dei dati meteorologici e anemometrici</i> .....	14
3.2	<b>Esame dei dati cartografici e dell'uso del suolo</b> .....	15
3.2.1	<i>Recettori sensibili</i> .....	17
3.3	<b>Settaggio modellistico</b> .....	18
3.4	<b>Sorgenti emissive ipotesi di progetto</b> .....	20
3.5	<b>Sorgenti emissive stato attuale</b> .....	22
4	Risultati .....	24
4.1	<b>Particolato PM<sub>10</sub></b> .....	24
4.2	<b>Biossido di azoto NO<sub>2</sub></b> .....	26
4.3	<b>Biossido di Zolfo SO<sub>2</sub></b> .....	28
4.4	<b>Arsenico As</b> .....	30
4.5	<b>Piombo Pb</b> .....	32
4.6	<b>Nichel Ni</b> .....	34
4.7	<b>Cadmio Cd</b> .....	36
4.8	<b>Benzo-a-Pirene B-a-P</b> .....	38
5	Sintesi dei risultati .....	40

6 Conclusioni.....	42
7 Bibliografia.....	43

## **1 Introduzione**

Nel presente documento vengono riportati i metodi ed i materiali utilizzati per la realizzazione di un modello di dispersione degli inquinanti emessi dall'impianto e la valutazione dell'area di ricaduta degli inquinanti simulati sul territorio circostante il sito.

Il modello utilizzato per le simulazioni è *CALPUFF*.

I risultati ottenuti dalla simulazione sono stati riportati sotto forma di mappa di ricaduta (espressi in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## **2 Individuazione dello scenario e descrizione della metodologia numerica**

### **2.1 Introduzione**

La valutazione della dispersione è stata realizzata mediante il modello di dispersione *CALPUFF*, raccomandato da *US EPA* per attività di pianificazione, monitoraggio e controllo della qualità dell'aria. In base all'esperienza maturata in seno a *LOD srl*, *CALPUFF* è risultato essere particolarmente adatto per la simulazione della dispersione di odori su scala locale.

I modelli di dispersione utilizzano complicati algoritmi per simulare il trasporto e le cinetiche degli inquinanti negli strati inferiori dell'atmosfera maggiormente interessati all'inquinamento. Per conseguire tale obiettivo, i modelli necessitano di dati di ingresso suddivisibili nelle seguenti categorie:

- *dati meteorologici*: anemologia, temperatura e umidità dell'aria, stabilità atmosferica;
- *dati cartografici*: orografia, cartografia, uso del suolo;
- *dati emissivi*: caratteristiche geometriche e localizzazione delle sorgenti emmissive, concentrazione degli inquinanti e flusso di massa.

La scelta del modello viene effettuata spesso in base alle caratteristiche dello *scenario*, definito come l'insieme degli elementi che caratterizzano una specifica applicazione. Sulla base delle linee guida riportate nella norma **UNI 10796:2000 (Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi – Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici)** uno scenario può essere descritto sulla base di cinque elementi:

- *scala spaziale*: dominio di calcolo per la dispersione. Si possono distinguere applicazioni a microscala (fino 1 km), a scala locale (fino a 10-20 km), a mesoscala (fino a 100-200 km) e a grande scala (fino a 1.000-2.000 km);
- *indice temporale*: applicazioni a breve periodo (da pochi minuti ad alcuni giorni) e a lungo periodo (periodi stagionali ed annuali) e modelli previsionali a breve-medio termine (da un'ora fino ad una settimana);
- *ambito territoriale*: si distinguono applicazioni su sito semplice (pianeggiante, caratteristiche territoriali omogenee) o su sito complesso (orografia complessa, caratteristiche territoriali disomogenee);
- *tipologie di sorgenti*: puntiformi;
- *specie simulata*: varie;

La definizione precisa dello scenario è un requisito fondamentale per la corretta applicazione dei modelli di dispersione: essa nasce dalla precisa individuazione degli obiettivi dello studio modellistico opportunamente adattati allo specifico contesto nel quale esso viene applicato.

I modelli di dispersione possono venire classificati in base al sistema di riferimento rispetto al quale vengono scritte e risolte le equazioni di conservazione della massa. Se il riferimento è solidale con l'emissione, il modello viene detto *lagrangiano*, mentre se è solidale con il dominio di calcolo viene detto *euleriano*. In *CALPUFF*, l'emissione continua viene approssimata come una successione di rilasci discreti di forma sferica detti *puff* e per ognuna di queste unità viene scritta e risolta l'equazione di conservazione della massa: per tali

motivi, *CALPUFF* viene definito modello lagrangiano a *puff*. *CALPUFF* è inoltre in grado di operare con condizioni meteorologiche ed emissive non stazionarie, con campo di vento tridimensionale, in siti con orografie complesse e con inquinanti reattivi.

## 2.2 Definizione dello scenario

Entrando nello specifico del caso oggetto di studio, è possibile individuare i seguenti elementi rappresentativi dello scenario in cui avverrà la simulazione numerica:

<b>Scala spaziale:</b>	L'applicazione del modello riguarda la valutazione dell'impatto su un territorio in prossimità dello stabilimento: per tale ragione la scala di riferimento sarà di tipo <u>locale</u> , limitata a qualche chilometro in linea d'aria attorno al sito.
<b>Indice temporale:</b>	La simulazione valuta la dispersione per un periodo di <u>un anno solare</u> : in questo modo sarà possibile valutare il contributo stagionale dei venti e della meteorologia sulla dispersione. Nella simulazione è stato considerato l'anno 2005.
<b>Ambito territoriale:</b>	Il sito su cui verrà applicato il modello si trova nel comune di Manzano (UD) e presenta un'orografia <u>semplice</u> , costituita da un territorio pianeggiante. Un'ulteriore descrizione dei dati orografici è presentata nel paragrafo 3.2.
<b>Sorgente:</b>	Ai fini del modello sono state considerate differenti <u>sorgenti puntuali</u> . Ulteriori approfondimenti sono riportati nel paragrafo 3.3.
<b>Specie simulata:</b>	La valutazione dell'impatto riguarda l'emissione di PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , As, Pb, Ni, Cd e B-a-P. Ulteriori approfondimenti sono riportati nel paragrafo 2.4.

## 2.3 Descrizione del modello di dispersione CALPUFF

Come già accennato in precedenza, *CALPUFF* è un modello di dispersione di tipo lagrangiano a *puff*, nel quale le equazioni di conservazione di massa vengono scritte e risolte in riferimento a rilasci emissivi sferici detti *puff*, con i quali viene approssimata l'emissione continua.

Le equazioni per ogni *puff* sono determinate a partire dal campo di moto del vento. Tale campo di moto è calcolato tramite un pre-processore meteorologico (*CALMET*) che utilizza, come dati di input, i dati provenienti dall'archivio meteorologico e dalla cartografia riferiti al sito in esame e relativi al periodo di cui si vuole ottenere la simulazione. Il file di *output* di *CALMET* viene processato, mediante *CALPUFF*, assieme ai dati relativi alle emissioni, per ottenere i campi di concentrazione desiderati.

Lo schema di funzionamento del modello *CALPUFF* è riportato in Figura 1.

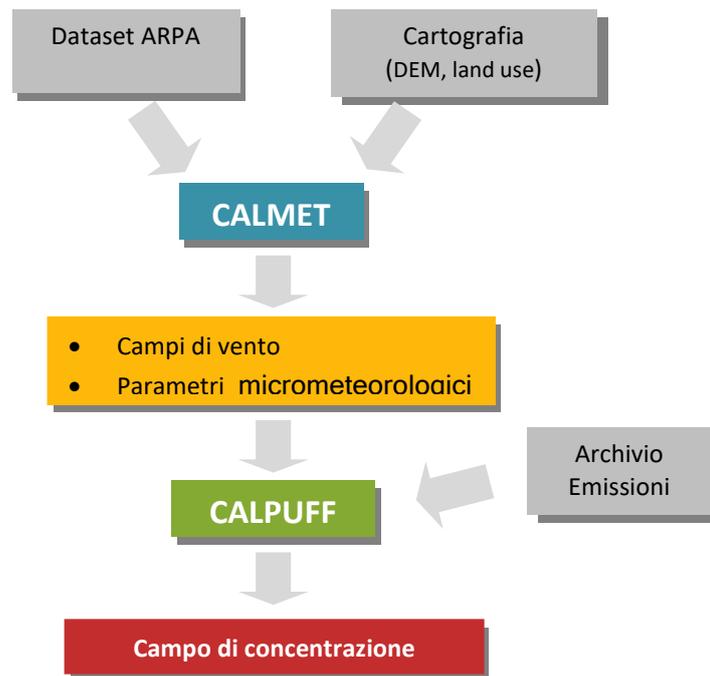


Figura 1: schema di funzionamento del modello di dispersione CALPUFF

### 2.3.1 *CALMET: Pre-processore meteorologico*

Il pre-processore *CALMET* è in grado di elaborare i dati meteorologici e orografici, per determinare il campo di vento tridimensionale ed altri parametri meteorologici fondamentali per la simulazione della dispersione. A tal fine, *CALMET* necessita, come dati di *input*, i valori medi orari relativi ai seguenti dati meteorologici osservati al suolo:

- direzione ed intensità del vento;
- temperatura e umidità relativa dell'aria;
- pressione atmosferica;
- copertura del cielo;
- precipitazioni;

dei valori dei profili verticali, ottenuti tramite radiosondaggi, di:

- direzione ed intensità del vento;
- temperatura e pressione;

ed inoltre dei dati relativi al terreno, in particolare

- altimetria;
- uso del suolo.

Attraverso l'elaborazione di questi dati, *CALMET* è in grado di determinare il valore nel tempo e nello spazio di:

- componenti tridimensionali del vento;
- altezza di rimescolamento;

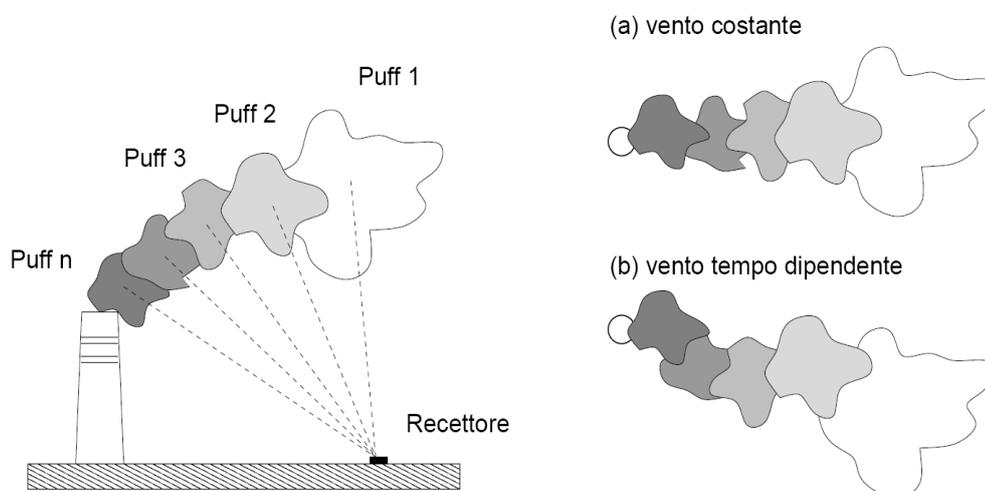
- lunghezza di Monin-Obukhov;
- classe di stabilità atmosferica, secondo Pasquille-Gifford.

### 2.3.2 Caratteristiche del puff e concentrazioni al suolo

Ogni *puff* emesso dalle sorgenti in esame può essere descritto mediante:

- una *massa della sostanza simulata*  $Q_k$ , contenuta al suo interno;
- un *baricentro* (o centroide) che individua la sua posizione nello spazio;
- una *condizione iniziale di moto*, funzione della temperatura e della velocità allo sbocco dell'emissione;
- una *dimensione spaziale* che varierà durante il moto del *puff* a causa dei fenomeni diffusivi e di turbolenza

Dopo il suo rilascio in atmosfera, ogni *puff* subisce l'azione del campo di vento tridimensionale che ne fa variare la posizione e ne determina il *trasporto*: il suo percorso sarà dunque regolato da direzione ed intensità dei venti locali. Durante tale percorso, ogni *puff* è inoltre soggetto a fenomeni diffusivi e turbolenti che ne faranno variare la dimensione. In particolare, i vortici di media e piccola dimensione, generati a livello dello strato limite planetario, vengono inglobati all'interno del *puff* facendone aumentare la dimensione e, nel contempo, diminuendone la concentrazione.



**Figura 2:** dispersione di un pennacchio rappresentato come somma di emissioni discrete. Il vento ne determina il trasporto e le turbolenze su scala locale ne fanno variare la dimensione. La concentrazione al suolo viene calcolata in corrispondenza ad alcuni recettori discreti.

La ricaduta degli inquinanti al suolo viene calcolata in *CALPUFF* sommando il contributo di ogni singolo *puff* su alcuni generici punti dello spazio denominati *recettori*. Fissando un sistema di riferimento cartesiano centrato nel pacchetto emesso, la posizione del generico recettore è identificata dalle due coordinate  $d_c$  e  $d_a$ , che rappresentano rispettivamente la distanza trasversale e longitudinale rispetto alla direzione del vento. La concentrazione  $C$  della specie simulata in un generico recettore a distanza  $(d_c, d_a)$  dal *puff* è descritta dall'equazione:

$$C = \frac{Q_k}{2\pi\sigma_x\sigma_y} g \exp\left[-\frac{d_a^2}{2\sigma_x^2}\right] \exp\left[-\frac{d_c^2}{2\sigma_y^2}\right]$$

dove il termine  $g$  è definito dalla:

$$g = \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma_z} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \exp\left[-\frac{(H_e + 2nh)^2}{2\sigma_z^2}\right]$$

con:

- $C$  è la concentrazione di inquinanti al suolo;
- $Q_k$  è la massa della sostanza simulata del generico *puff*  $k$ ;
- $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  e  $\sigma_z$  sono i coefficienti di dispersione rispettivamente lungo la direzione del vento, la sua perpendicolare orizzontale e la sua perpendicolare verticale;
- $g$  è il contributo verticale della dispersione;
- $H_e$  è la quota del baricentro del *puff*;
- $h$  è l'altezza di rimescolamento.

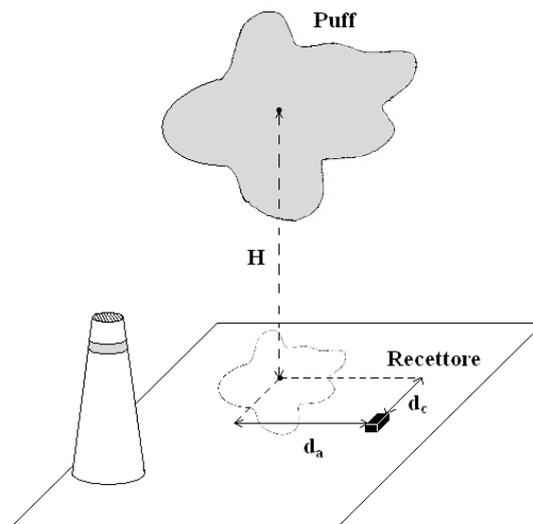


Figura 3: proiezione del puff sul piano di un generico recettore

La massa di inquinanti  $Q_k$  del generico *puff*  $k$  può essere calcolata a partire dal tasso di emissione. Supponendo che l'emissione sia costante con tasso di emissione pari a  $q$  e che nell'intervallo di tempo  $t_2-t_1$  siano stati emessi  $N$  puff, si può scrivere la seguente equazione:

$$Q_k = \frac{q(t_2 - t_1)}{N}$$

Nel corso del tempo, la massa della specie simulata  $Q_k$  del generico *puff* può variare a causa di alcuni fenomeni che ne determinano l'impovertimento. Con la *deposizione umida* le sostanze simulate possono venire inglobate all'interno delle particelle aerodisperse nelle

nubi, nella pioggia e nella neve con successivo trasferimento al suolo mediante precipitazione. La *deposizione secca* si verifica invece in assenza di umidità ed il trasferimento al suolo avviene per sedimentazione o per impatto. Infine alcune specie possono andare incontro in atmosfera a *reazioni chimiche* con conseguente trasformazione della sostanza in uno o più composti diversi.

#### **2.4 Elaborazione dei risultati**

A seconda della diversa specie chimica oggetto d'indagine, la metodologia per il calcolo e la valutazione dei valori di concentrazione al suolo può variare nei termini previsti della specifica normativa.

La valutazione della qualità dell'aria per SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, As, Pb, Ni, Cd e IPA (espressi come Benzo-a-Pirene) è stata effettuata sulla base dei valori limite riportati nell'Allegato XI del **D.Lgs 24 dicembre 2012, n.250 "Modifiche ed integrazioni al D.Lgs 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa"**

I risultati ottenuti dalla simulazione sono stati riportati sotto forma di mappa di ricaduta indicante gli incrementi (espressi in µg/m<sup>3</sup>) della concentrazione dei vari inquinanti sul territorio, rispetto alla condizione emissiva attuale.

**Tabella 1:** Valori limite per la qualità dell'aria utilizzati per le valutazioni del presente studio.

<b>Inquinante</b>	<b>Standard</b>	<b>Valore</b>
<b>Particolato sottile (PM<sub>10</sub>)</b>	40 µg/m <sup>3</sup>	Concentrazione media annuale.
<b>Ossidi di azoto (come NO<sub>2</sub>)</b>	40 µg/m <sup>3</sup>	Concentrazione media annuale.
<b>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</b>	20 µg/m <sup>3</sup>	Valore limite per la protezione degli ecosistemi (conc. media annuale).
<b>Arsenico (As)</b>	0,006 µg/m <sup>3</sup>	Valore obiettivo, riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su anno civile.
<b>Piombo (Pb)</b>	0,5 µg/m <sup>3</sup>	Valore obiettivo, riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su anno civile.
<b>Nichel (Ni)</b>	0,02 µg/m <sup>3</sup>	Valore obiettivo, riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su anno civile.
<b>Cadmio (Cd)</b>	0,005 µg/m <sup>3</sup>	Valore obiettivo, riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su anno civile.
<b>IPA (espressi come Benzo-α-pirene)</b>	1,0 ng/m <sup>3</sup>	Valore obiettivo, riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su anno civile.

### **3 Dati di input del modello**

Il modello di dispersione necessita di dati di *input* relativi alle condizioni meteorologiche, orografiche ed allo scenario emissivo. Tali dati vanno esaminati attentamente per:

- valutare se sono sufficienti a descrivere la dispersione delle sostanze simulate;
- effettuare opportune semplificazioni che facilitino le operazioni di calcolo;
- comprendere ed interpretare in seguito i risultati ottenuti.

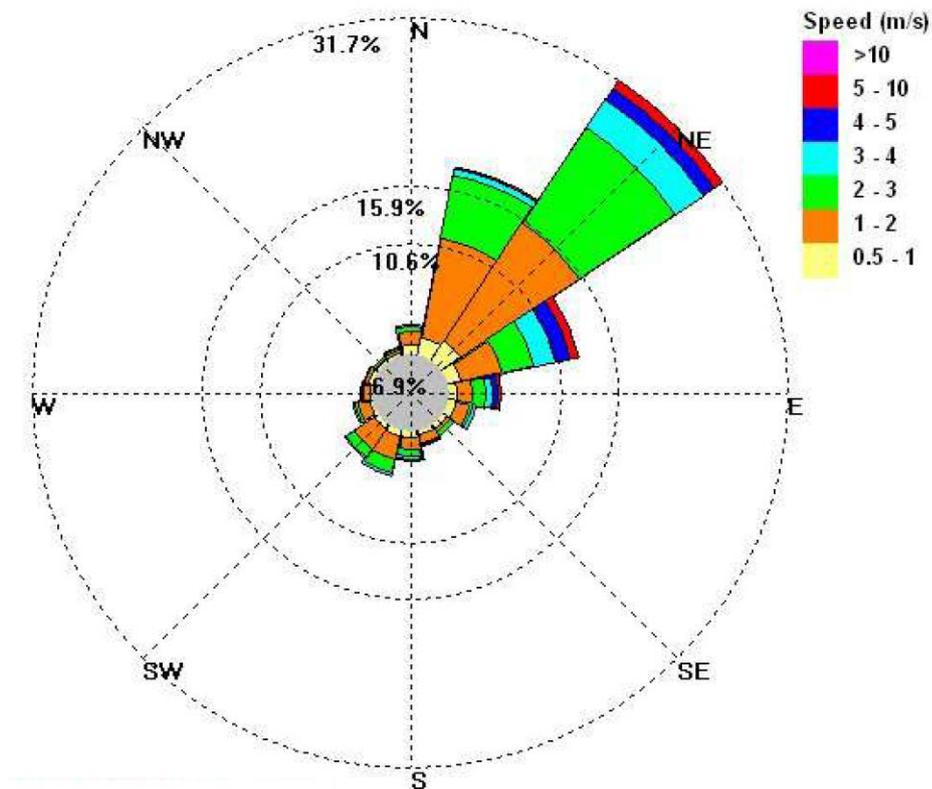
#### **3.1 Dati meteorologici**

Per quanto riguarda l'impianto di Manzano in questione i dati meteo di input sono stati forniti dal Centro Regionale di Modellistica Ambientale CRMA di ARPA. In particolare sono stati forniti i dati per l'anno 2005 estratti su un punto di coordinate UTM 33T 372590 m E; 5093696 m N.

- I dati al suolo, meteorologici e anemometrici, sono raccolti con cadenza oraria e riferiti ai seguenti parametri:
  - Velocità del vento a 10 metri di quota [m/s];
  - Direzione del vento a 10 metri di quota [deg];
  - Temperatura dell'aria [°C];
  - Umidità relativa [%];
  - Radiazione oraria globale [kJ/m<sup>2</sup>].
- I dati in quota, riferiti alle medesime coordinate dei dati al suolo, sono raccolti con cadenza oraria e riferiti ai seguenti parametri:
  - Velocità del vento [m/s];
  - Altezza del livello dal suolo [m];
  - Direzione del vento [deg];
  - Temperatura [°C];
  - Pressione [hPa].

##### **3.1.1 Analisi preliminare dei dati meteorologici e anemometrici**

Come si può osservare dall'analisi della rosa dei venti riportata in Figura 4, il vento, durante l'intero anno, ha soffiato principalmente dai quadranti occidentali e orientali, in particolare da NE e da NNE.



**Figura 4:** rosa dei venti estratta dal file CALMET.DAT fornito da ARPA su punto di coordinate di calcolo: la coordinata radiale (lunghezza del settore circolare) rappresenta la frequenza, il colore dei cunei indica l'intensità del vento.

Per quanto riguarda l'intensità dei venti, si nota come prevalgano i venti da NE e NNE. Le ore di calma di vento ( $< 0.5$  m/s) sono inferiori al 5% delle ore totali.

### 3.2 Esame dei dati cartografici e dell'uso del suolo

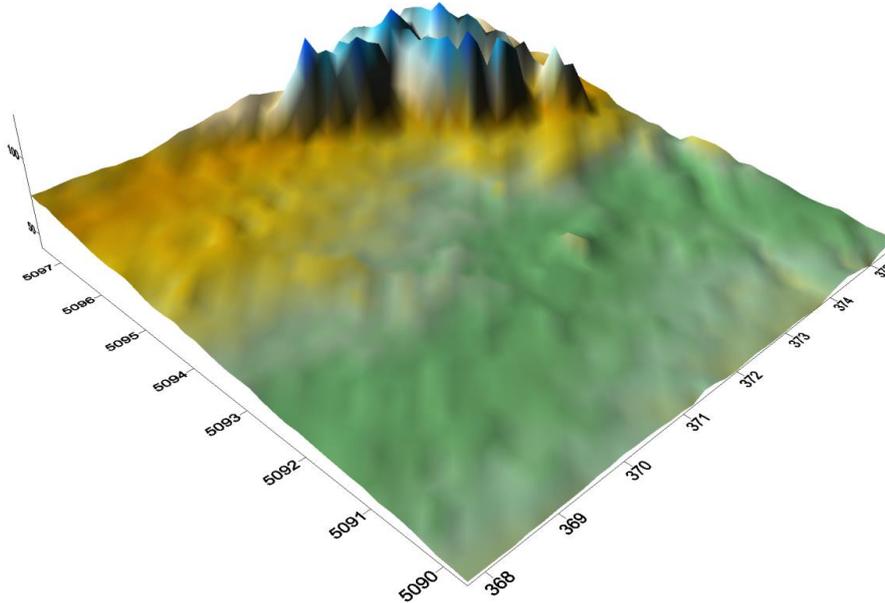
Il modello di dispersione *CALPUFF* permette di tenere conto degli effetti indotti dall'orografia del territorio sulla dispersione. L'informazione sull'orografia viene introdotta tramite una matrice di quote altimetriche del terreno e di usi del suolo nel dominio spaziale.

Nel caso oggetto di studio si vuole valutare la dispersione di inquinanti su scala locale. Si è deciso, pertanto, di operare con una griglia di calcolo di 8 km x 8 km e con un passo di griglia di 200 metri.

La griglia di calcolo delimita una zona ad orografia complessa adibita principalmente ad uso industriale ed agricolo.

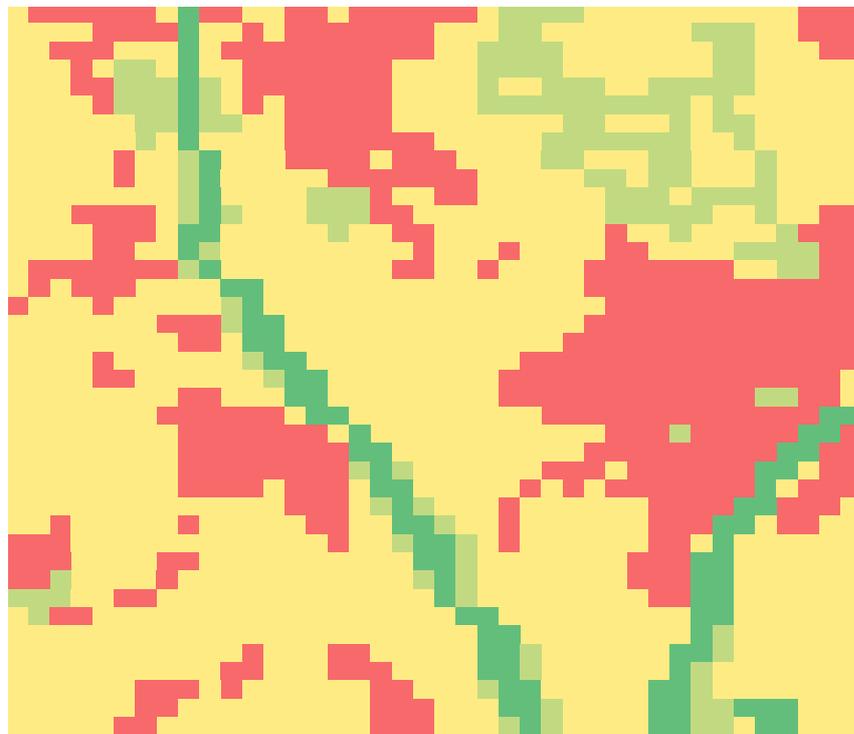
I dati altimetrici del terreno sono stati estrapolati dalla *Shuttle Radar Topography Mission Global Coverage SRTM3 (USGS – NASA)*.

L'altitudine del terreno varia da circa -50 metri s.l.m. nel lato sud della griglia e i 100 metri s.l.m. nel lato nord-est della stessa. In figura 5 si riporta l'orografia del terreno nella griglia di calcolo.



**Figura 5:** Altimetria del terreno nella griglia di calcolo.

L'origine della griglia è situata in basso a sinistra e corrisponde alle coordinate (33 T 369,874 km E 5090,991 km N) espresse in coordinate UTM-WGS84.



**Figura 6:** varie tipologie di utilizzo del terreno.

In particolare:

- Verde scuro: terreno nudo (*barren land*);
- Verde chiaro: boschi (*forest land*);
- Rosso: terreno urbano (*urban or build – up land*);
- Giallo: terreno agricolo e coltivato (*agricultural land*).

### 3.2.1 Recettori sensibili

Al fine di valutare la ricaduta sul territorio in modo puntuale e verificare il rispetto dei limiti e dei valori di riferimento riportati in tabella 2, sono stati individuati alcuni recettori sensibili posti entro qualche chilometro dai punti emissivi.

Per lo studio sono stati considerati un totale di 11 recettori posizionati nei pressi dell'impianto (cfr. Figura 7).

**Tabella 2:** recettori sensibili

	<b>Recettore</b>	<b>Coordinate WGS-84</b>
<b>R1</b>	Abitazione Manzinello	33T 372.122 E 5093.153 N
<b>R2</b>	Abitazione Manzinello	33T 372.043 E 5093.347 N
<b>R3</b>	Abitazione Manzinello	33T 371.966 E 5093.877 N
<b>R4</b>	Abitazione San Lorenzo	33T 373.205 E 5092.750 N
<b>R5</b>	Abitazione Manzano	33T 373.799 E 5093.968 N
<b>R6</b>	Abitazione Manzano	33T 373.563 E 5093.600 N
<b>R7</b>	Asilo nido Manzano	33T 372.812 E 5092.470 N
<b>R8</b>	Scuola materna / Scuola secondaria Manzano	33T 374.730 E 5093.910 N
<b>R9</b>	Scuola primaria Manzano	33T 374.008 E 5094.476 N
<b>R10</b>	Scuola materna Percoto	33T 370.014 E 5092.704 N
<b>R11</b>	Casa di riposo Percoto	33T 370.402 E 5092.671 N



**Figura 7:** recettori sensibili disposti sul dominio di studio, il perimetro arancione indica la posizione dello stabilimento.

### 3.3 Settaggio modellistico

Per una descrizione estesa delle caratteristiche del modello di dispersione CALPUFF, utilizzato nel presente lavoro, si rimanda all'Allegato 2.

Nella seguente tabella sono riportati i principali settaggi utilizzati per le simulazioni ivi condotte.

Tabella 3: settaggio modellistico.

<b>Modello di dispersione</b>	
<i>Nome</i>	CALPUFF
<i>Versioni utilizzate</i>	CALPUFF: 6.42, level 110325 CALMET: 6.334, level 110421
<b>Principali parametri di controllo CALMET</b>	
<i>Livelli verticali (cell face height)</i>	ZFACE = 0, 20, 50, 100, 250, 500, 1000, 2000, 3000 m
<b>Principali parametri di controllo CALPUFF</b>	
<i>Modulo per la deposizione secca</i>	MDRY = 0 (disattivo)
<i>Modulo per la deposizione umida</i>	MWET = 0 (disattivo)
<i>Soglia al disotto della quale si attiva il modulo delle calme di vento</i>	WSCALM = 0,5 m/s;
<i>Modulo per il Building downwash</i>	Attivo

Data la vicinanza delle sorgenti con gli edifici dell'impianto si è scelto di attivare il modulo del Building downwash. Con il termine *building downwash* si intende l'effetto indotto dalla presenza degli edifici sul movimento delle masse d'aria. Tale effetto risulta particolarmente rilevante sulla dispersione degli inquinanti quando l'edificio si trova in prossimità dell'emissione, come nel caso in esame, inoltre è richiesto dalla Linea Guida della Regione Lombardia.

Con il termine *building downwash* si intende l'effetto indotto dalla presenza degli edifici sul movimento delle masse d'aria. Tale effetto risulta particolarmente rilevante sulla dispersione di inquinanti quando l'edificio si trova in prossimità dell'emissione, come nel caso in esame, inoltre è richiesto dalla Linea Guida della Regione Lombardia.

Tale termine può essere trascurato soltanto se si verificano le seguenti condizioni:

- L'altezza della sorgente  $H_e$  supera l'altezza dell'edificio  $H$  sommato ad un valore pari a  $1,5 \times L$ , dove  $L$  è il valore minimo tra larghezza ( $W$ ) ed altezza ( $H$ ) dell'edificio stesso ( $H_e > H + 1,5 L$ );
- La distanza della sorgente dall'edificio ( $D$ ) supera di 5 volte il valore minimo tra l'altezza ( $H$ ) e la dimensione trasversale dell'edificio ( $P$ ), definita a sua volta come la proiezione dell'edificio trasversale alla direzione del vento ( $D > 5 \min(H, P)$ ).

L'implementazione all'interno di CALPUFF dell'effetto degli edifici è stata conseguita mediante l'uso dell'applicativo *BPIP (Building Profile Input Program)*, suggerito da US EPA come strumento di supporto ai modelli di dispersione.

In figura 8 sono rappresentati gli edifici presi in considerazione per il *building downwash*.

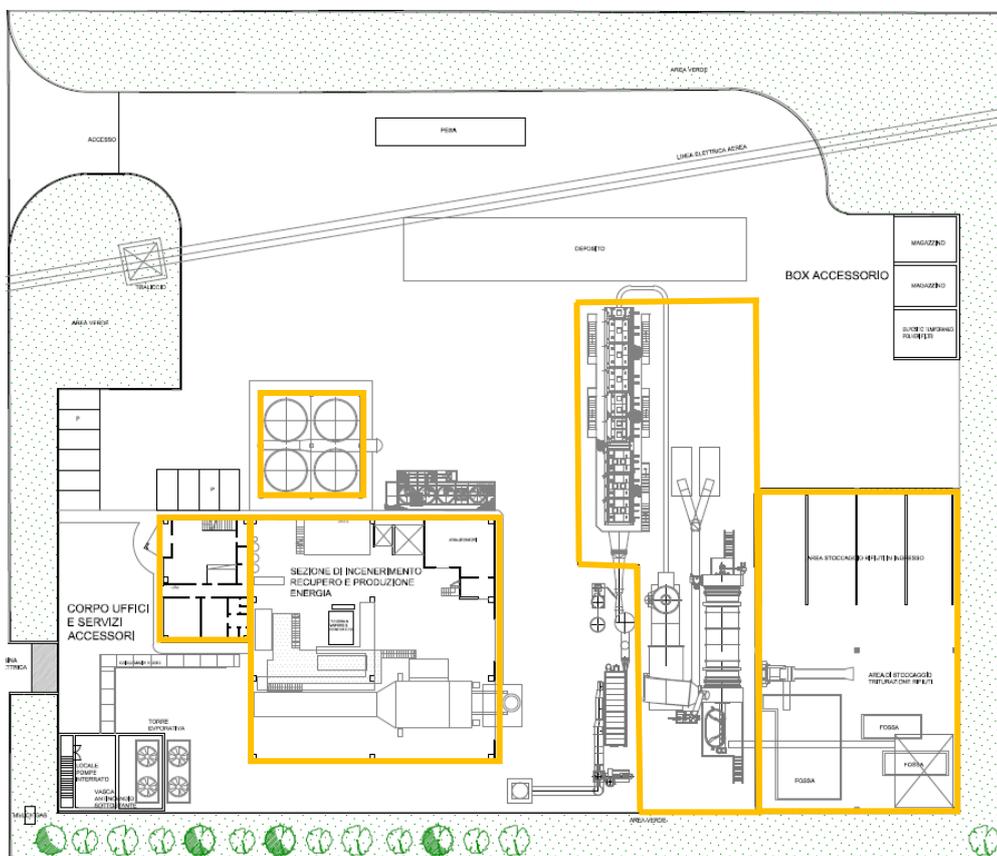


Figura 8: edifici presi in considerazione per il *building downwash*.

### 3.4 Sorgenti emmissive ipotesi di progetto

Il presente studio ha lo scopo di valutare l'impatto sul territorio circostante lo stabilimento di Greenman S.r.l. sito a Manzano (UD) derivante dal nuovo impianto in progetto. L'emissione considerata è quella della linea 1 (L1), che va a modificare lo scenario attuale dell'impianto.

Tale emissione è stata considerata in funzione, cautelativamente, per 8760 ore annue, ovvero in funzione 24 ore al giorno per 365 giorni.

**Tabella 4:** Modalità di rappresentazione delle sorgenti

<b>Modalità di rappresentazione delle sorgenti</b>	
<i>E1</i>	Le sorgenti sono state considerate come puntiformi, con diametro uguale al diametro reale del camino. Tale scelta inoltre permette l'implementazione del Building downwash, modulo che in CALPUFF può essere attivato solamente se la sorgente è rappresentata come puntiforme.

**Tabella 5:** sorgenti emissive simulate stato futuro.

<b>Emissione</b>	<b>Coordinata X (km)</b>	<b>Coordinata Y (km)</b>	<b>Momentum<sup>(1)</sup></b>	<b>Diametro emissione (m)</b>	<b>Altezza emissione rispetto al suolo (m)</b>	<b>Quota suolo base sorgente (m)</b>	<b>Temperatura emissione (°C)</b>	<b>Velocità (m/s)</b>	<b>Regime emissivo</b>	<b>Portata (Nm<sup>3</sup>/h)</b>
E1	372.596	5093.702	1	1,3	58	30,0	125	21.4	H24/365 gg anno	70.000

<sup>1</sup> Fattore pari a 1 qualora la componente meccanica che contribuisce al momentum rising è considerata. Fattore pari a 0 in caso contrario.

### 3.5 Sorgenti emissive stato attuale

Per le simulazioni relative allo stato impiantistico attuale sono state utilizzate le caratteristiche fisiche dell'emissione sotto riportate. I flussi di massa sono stati calcolati a partire dalle concentrazioni limite autorizzate.

Tale emissione è stata considerata in funzione, cautelativamente, per 8760 ore annue, ovvero in funzione 24 ore al giorno per 365 giorni.

**Tabella 6:** Modalità di rappresentazione delle sorgenti stato attuale

Modalità di rappresentazione delle sorgenti	
E1	Le sorgenti sono state considerate come puntiformi, con diametro uguale al diametro reale del camino. Tale scelta inoltre permette l'implementazione del Building downwash, modulo che in CALPUFF può essere attivato solamente se la sorgente è rappresentata come puntiforme.

**Tabella 7:** sorgenti emissive simulate.

Emissione	Coordinata X (km)	Coordinata Y (km)	Momentum <sup>(2)</sup>	Diametro emissione (m)	Altezza emissione rispetto al suolo (m)	Quota suolo base sorgente (m)	Temperatura emissione (°C)	Velocità (m/s)	Regime emissivo	Portata (Nm <sup>3</sup> /h)
E1	372.590	5093.699	1	1,2	56	20,0	125	15.5	H24/365 gg anno	35.000

<sup>2</sup> Fattore pari a 1 qualora la componente meccanica che contribuisce al momentum rising è considerata. Fattore pari a 0 in caso contrario.

Sono stati simulati i seguenti parametri per i quali esiste un valore limite SQA ai sensi del già citato D.Lgs. n.250/2012.

**Tabella 8:** concentrazione inquinanti simulati

parametro	concentrazione
NO <sub>2</sub>	200 (mg/Nm <sup>3</sup> )
SO <sub>2</sub>	50 (mg/Nm <sup>3</sup> )
PM <sub>10</sub>	10 (mg/Nm <sup>3</sup> )
As	0.056 (mg/Nm <sup>3</sup> )
Pb	0.056 (mg/Nm <sup>3</sup> )
Ni	0.056 (mg/Nm <sup>3</sup> )
Cd	0.025 (mg/Nm <sup>3</sup> )
IPA (come Benzo-a-Pirene)	909 (ng/Nm <sup>3</sup> )

Le concentrazioni simulate in emissione per l'NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> sono pari ai limiti autorizzati per l'attuale impianto.

Per i metalli pesanti, il cui limite è espresso come sommatoria di 9 metalli ( $\Sigma$  Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V) al fine del calcolo delle concentrazioni in emissione del singolo elemento si è diviso il valore limite di emissione, riferito alla sommatoria dei 9 metalli, per il numero di componenti (9).

Analogo procedimento è stato fatto per il Cd, il cui valore limite è dato dalla sommatoria di cadmio e tallio, e per il Benzo-A-Pirene, utilizzato come riferimento per gli IPA ( $\Sigma$  di 11 elementi).

## 4 Risultati

Al fine di valutare l'impatto del nuovo progetto sul territorio si riportano qui di seguito le mappe della dispersione nello stato di progetto (Post Operam) e infine il confronto con lo scenario attuale (Ante Operam) al fine di valutare l'incremento di impatto.

### 4.1 Particolato PM<sub>10</sub>

In Figura 9 è riportata la mappa della dispersione di PM<sub>10</sub> in termini di medie annuali (valori espressi in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per lo scenario post operam.

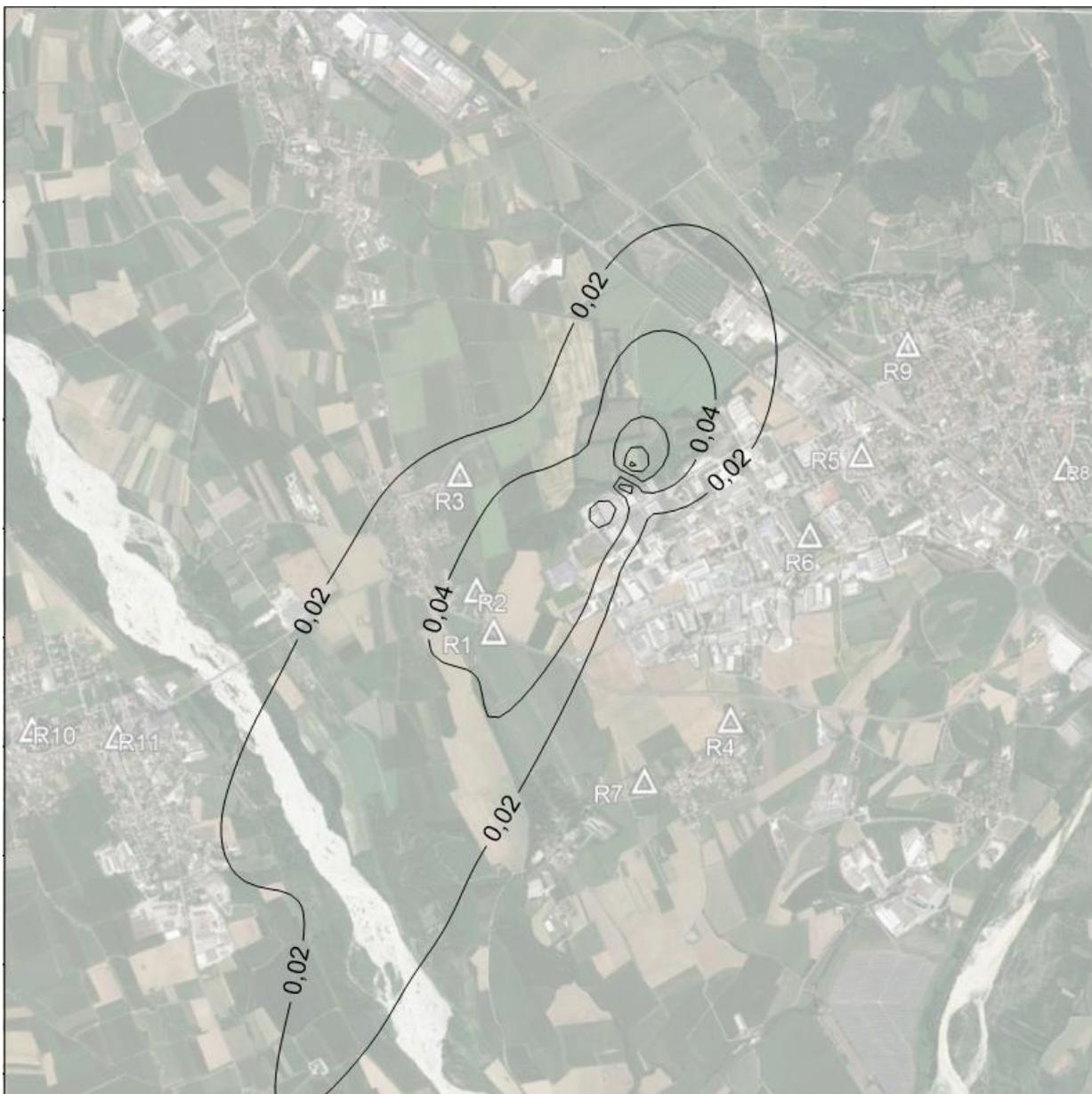


Figura 9: PM<sub>10</sub> in ricaduta su mediazione annua ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

In tabella 9 sono riportate le differenze dei risultati della simulazione di dispersione per ciascun recettore sensibile individuato nei due scenari simulati.

**Tabella 9:** Concentrazioni di PM<sub>10</sub> rilevate ai recettori sensibili confronto dati per configurazione attuale e futura

	<b>Recettore</b>	<b>PM10 (µg/m<sup>3</sup>) media annuale stato di fatto</b>	<b>PM10 (µg/m<sup>3</sup>) media annuale stato di progetto</b>	<b>ΔPM10 (µg/m<sup>3</sup>) media annuale</b>
<b>R1</b>	Abitazione Manzinello	0.035	0.055	0.020
<b>R2</b>	Abitazione Manzinello	0.037	0.055	0.017
<b>R3</b>	Abitazione Manzinello	0.013	0.024	0.011
<b>R4</b>	Abitazione San Lorenzo	0.003	0.005	0.002
<b>R5</b>	Abitazione Manzano	0.004	0.007	0.004
<b>R6</b>	Abitazione Manzano	0.004	0.008	0.004
<b>R7</b>	Asilo nido Manzano	0.003	0.005	0.002
<b>R8</b>	Scuola materna / Scuola secondaria Manzano	0.001	0.003	0.001
<b>R9</b>	Scuola primaria Manzano	0.003	0.006	0.003
<b>R10</b>	Scuola materna Percoto	0.005	0.009	0.004
<b>R11</b>	Casa di riposo Percoto	0.007	0.012	0.005

## 4.2 Biossido di azoto NO<sub>2</sub>

In Figura 10 è riportata la mappa relativa alle curve di isoconcentrazione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in ricaduta sul territorio per l'NO<sub>2</sub> con mediazione temporale annua per lo scenario post operam.

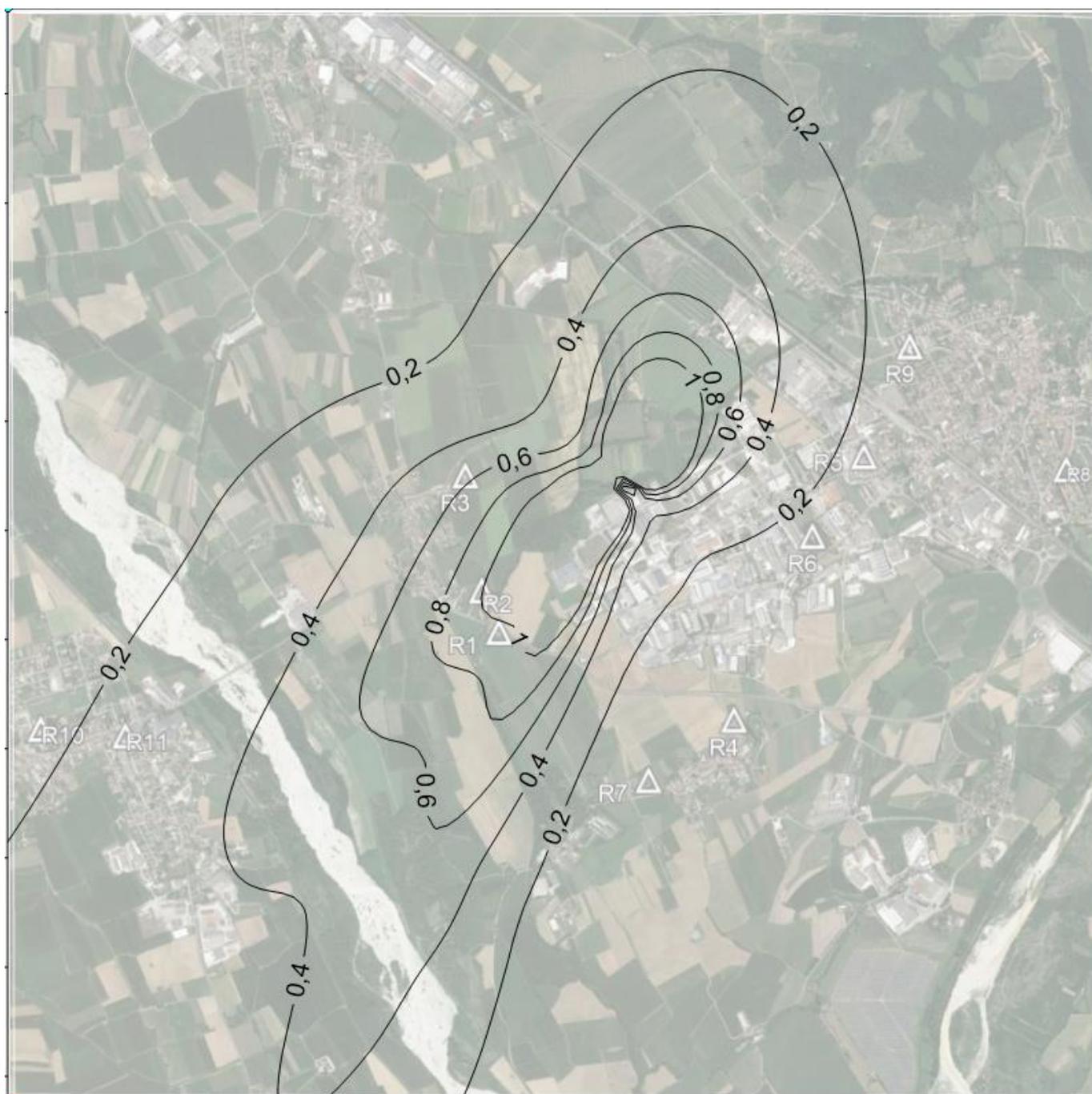


Figura 10: NO<sub>2</sub> in ricaduta su mediazione annua ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

In tabella 10 sono riportati i risultati della simulazione di dispersione per ciascun recettore sensibile individuato per i due scenari presi in considerazione.

**Tabella 10:** Concentrazioni di NO<sub>2</sub> rilevate ai recettori sensibili confronto dati per configurazione attuale e futura

	<b>Recettore</b>	<b>NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b> media annuale stato di fatto	<b>NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b> media annuale stato di progetto	<b>ΔNO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b> media annuale
<b>R1</b>	Abitazione Manzinello	0.69	1.10	0.402
<b>R2</b>	Abitazione Manzinello	0.75	1.10	0.348
<b>R3</b>	Abitazione Manzinello	0.27	0.48	0.211
<b>R4</b>	Abitazione San Lorenzo	0.05	0.10	0.045
<b>R5</b>	Abitazione Manzano	0.08	0.15	0.073
<b>R6</b>	Abitazione Manzano	0.08	0.15	0.073
<b>R7</b>	Asilo nido Manzano	0.05	0.10	0.046
<b>R8</b>	Scuola materna / Scuola secondaria Manzano	0.03	0.06	0.028
<b>R9</b>	Scuola primaria Manzano	0.07	0.13	0.065
<b>R10</b>	Scuola materna Percoto	0.10	0.18	0.080
<b>R11</b>	Casa di riposo Percoto	0.14	0.25	0.104

### 4.3 Biossido di Zolfo SO<sub>2</sub>

In Figura 11 è riportata la mappa relativa alle curve di isoconcentrazione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in ricaduta sul territorio per i SO<sub>2</sub> con mediazione temporale annuale per lo scenario post operam.

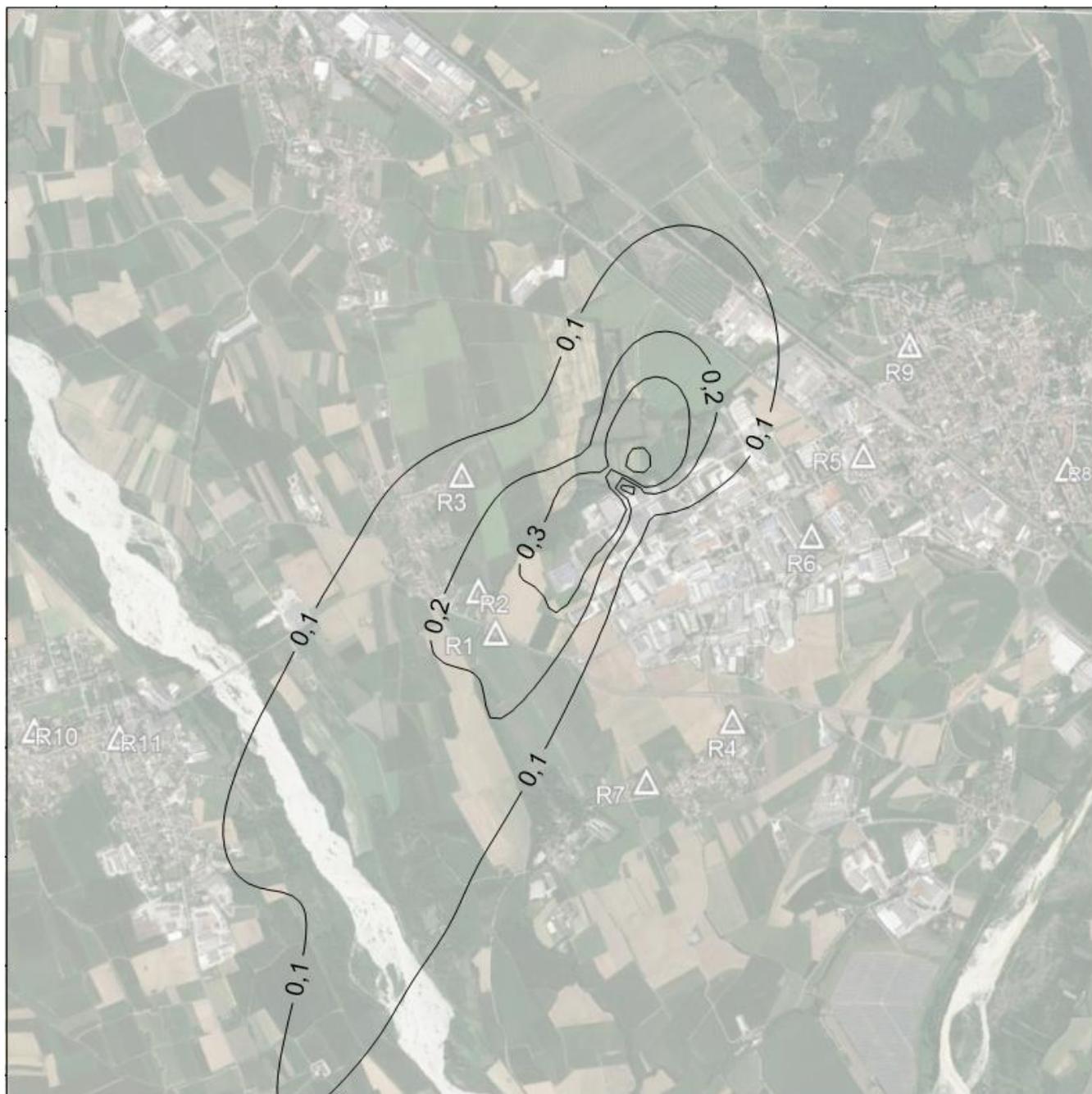


Figura 11: SO<sub>2</sub> in ricaduta su mediazione annua ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

In tabella 11 sono riportate le differenze dei risultati della simulazione di dispersione nelle due configurazioni.

**Tabella 11:** Concentrazioni di SO<sub>2</sub> rilevate ai recettori sensibili confronto dati per configurazione attuale e futura

	<b>Recettore</b>	<b>SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) media annua stato di fatto</b>	<b>SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) media annua stato di progetto</b>	<b>ΔSO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) media annua</b>
<b>R1</b>	Abitazione Manzinello	0.17	0.27	0.101
<b>R2</b>	Abitazione Manzinello	0.19	0.27	0.087
<b>R3</b>	Abitazione Manzinello	0.07	0.12	0.053
<b>R4</b>	Abitazione San Lorenzo	0.01	0.02	0.011
<b>R5</b>	Abitazione Manzano	0.02	0.04	0.018
<b>R6</b>	Abitazione Manzano	0.02	0.04	0.018
<b>R7</b>	Asilo nido Manzano	0.01	0.03	0.011
<b>R8</b>	Scuola materna / Scuola secondaria Manzano	0.01	0.01	0.007
<b>R9</b>	Scuola primaria Manzano	0.02	0.03	0.016
<b>R10</b>	Scuola materna Percoto	0.03	0.04	0.020
<b>R11</b>	Casa di riposo Percoto	0.04	0.06	0.026

#### 4.4 Arsenico As

In Figura 12 è riportata la mappa relativa alle curve di isoconcentrazione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in ricaduta sul territorio per l'arsenico in termini di massimo della mediazione temporale annuale per lo scenario post operam.



**Figura 12:** Arsenico in ricaduta su mediazione annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

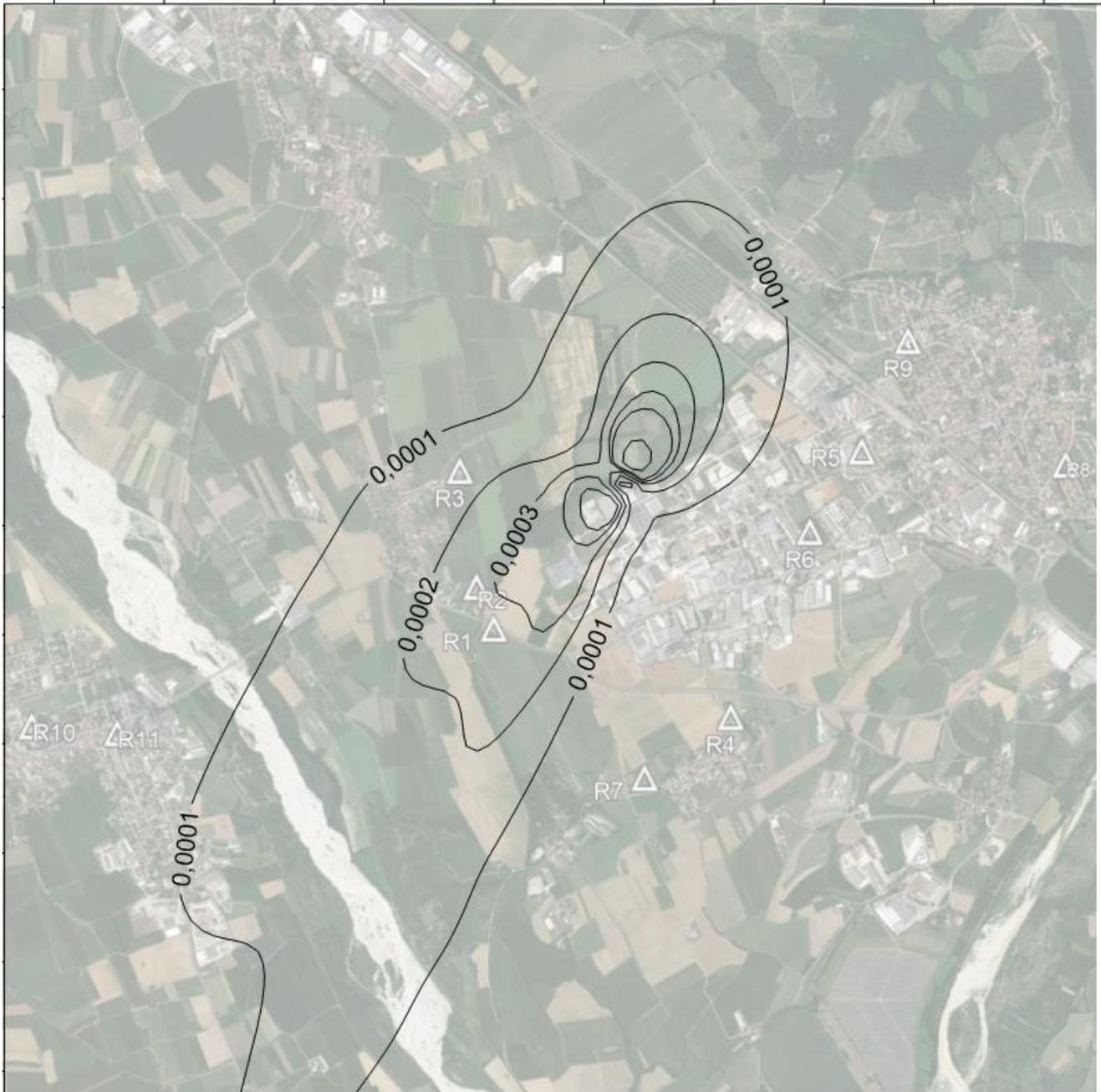
In tabella 12 sono riportate le differenze dei risultati della simulazione di dispersione nelle configurazioni simulate.

**Tabella 12:** Concentrazioni di As rilevate ai recettori sensibili confronto dati per configurazione attuale e futura

	<b>Recettore</b>	<b>As (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b> media annuale stato di fatto	<b>As (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b> media annuale stato di progetto	<b><math>\Delta\text{As}</math> (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b> media annuale
<b>R1</b>	Abitazione Manzinello	1.92E-04	3.04E-04	1.12E-04
<b>R2</b>	Abitazione Manzinello	2.08E-04	3.05E-04	9.70E-05
<b>R3</b>	Abitazione Manzinello	7.41E-05	1.33E-04	5.87E-05
<b>R4</b>	Abitazione San Lorenzo	1.42E-05	2.67E-05	1.24E-05
<b>R5</b>	Abitazione Manzano	2.12E-05	4.14E-05	2.02E-05
<b>R6</b>	Abitazione Manzano	2.22E-05	4.26E-05	2.04E-05
<b>R7</b>	Asilo nido Manzano	1.52E-05	2.79E-05	1.28E-05
<b>R8</b>	Scuola materna / Scuola secondaria Manzano	7.96E-06	1.56E-05	7.67E-06
<b>R9</b>	Scuola primaria Manzano	1.80E-05	3.60E-05	1.80E-05
<b>R10</b>	Scuola materna Percoto	2.77E-05	4.99E-05	2.22E-05
<b>R11</b>	Casa di riposo Percoto	3.91E-05	6.81E-05	2.90E-05

#### 4.5 Piombo Pb

In Figura 13 è riportata la mappa relativa alle curve di isoconcentrazione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in ricaduta sul territorio per il Pb con mediazione temporale annuale per lo scenario post operam.



**Figura 13:** Pb in ricaduta su mediazione annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

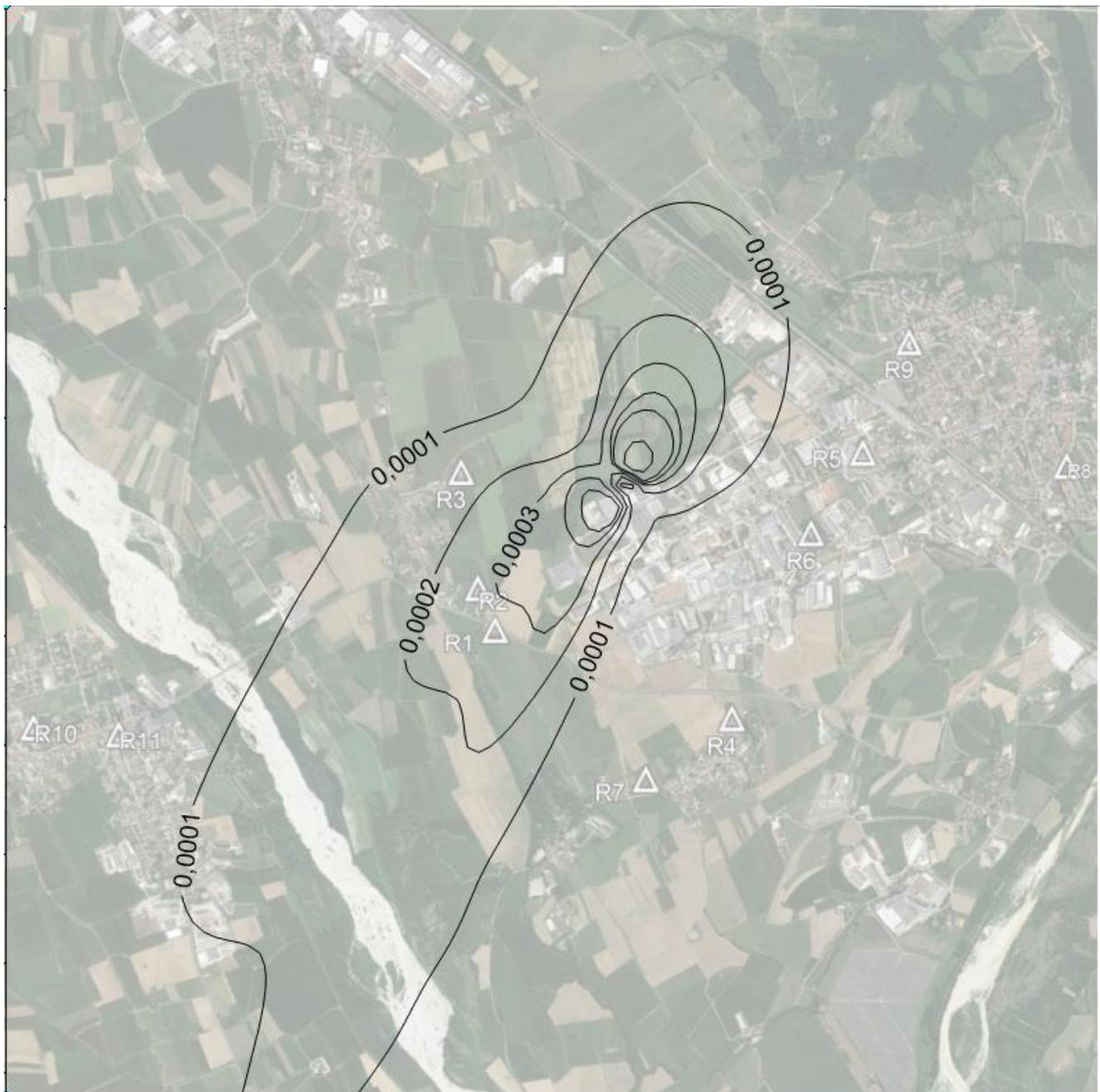
In tabella 13 sono riportate le differenze dei risultati della simulazione di dispersione per le configurazioni simulate.

**Tabella 13:** Concentrazioni di Pb rilevate ai recettori sensibili confronto dati per configurazione attuale e futura

	<b>Recettore</b>	<b>Pb (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) media annuale stato di fatto</b>	<b>Pb (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) media annuale stato di progetto</b>	<b><math>\Delta\text{Pb}</math> (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) media annuale</b>
<b>R1</b>	Abitazione Manzinello	1.92E-04	3.04E-04	1.12E-04
<b>R2</b>	Abitazione Manzinello	2.08E-04	3.05E-04	9.70E-05
<b>R3</b>	Abitazione Manzinello	7.41E-05	1.33E-04	5.87E-05
<b>R4</b>	Abitazione San Lorenzo	1.42E-05	2.67E-05	1.24E-05
<b>R5</b>	Abitazione Manzano	2.12E-05	4.14E-05	2.02E-05
<b>R6</b>	Abitazione Manzano	2.22E-05	4.26E-05	2.04E-05
<b>R7</b>	Asilo nido Manzano	1.52E-05	2.79E-05	1.28E-05
<b>R8</b>	Scuola materna / Scuola secondaria Manzano	7.96E-06	1.56E-05	7.67E-06
<b>R9</b>	Scuola primaria Manzano	1.80E-05	3.60E-05	1.80E-05
<b>R10</b>	Scuola materna Percoto	2.77E-05	4.99E-05	2.22E-05
<b>R11</b>	Casa di riposo Percoto	3.91E-05	6.81E-05	2.90E-05

#### 4.6 Nichel Ni

In Figura 14 è riportata la mappa relativa alle curve di isoconcentrazione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in ricaduta sul territorio per il Ni con mediazione temporale annuale per lo scenario post operam.



**Figura 14:** Ni in ricaduta su mediazione annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

In tabella 14 sono riportate le differenze dei risultati della simulazione di dispersione per le configurazioni simulate.

**Tabella 14:** Concentrazioni di Ni rilevate ai recettori sensibili confronto dati per configurazione attuale e futura

	<b>Recettore</b>	<b>Ni (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) media annuale stato di fatto</b>	<b>Ni (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) media annuale stato di progetto</b>	<b><math>\Delta\text{Ni}</math> (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) media annuale</b>
<b>R1</b>	Abitazione Manzinello	1.92E-04	3.04E-04	1.12E-04
<b>R2</b>	Abitazione Manzinello	2.08E-04	3.05E-04	9.70E-05
<b>R3</b>	Abitazione Manzinello	7.41E-05	1.33E-04	5.87E-05
<b>R4</b>	Abitazione San Lorenzo	1.42E-05	2.67E-05	1.24E-05
<b>R5</b>	Abitazione Manzano	2.12E-05	4.14E-05	2.02E-05
<b>R6</b>	Abitazione Manzano	2.22E-05	4.26E-05	2.04E-05
<b>R7</b>	Asilo nido Manzano	1.52E-05	2.79E-05	1.28E-05
<b>R8</b>	Scuola materna / Scuola secondaria Manzano	7.96E-06	1.56E-05	7.67E-06
<b>R9</b>	Scuola primaria Manzano	1.80E-05	3.60E-05	1.80E-05
<b>R10</b>	Scuola materna Percoto	2.77E-05	4.99E-05	2.22E-05
<b>R11</b>	Casa di riposo Percoto	3.91E-05	6.81E-05	2.90E-05

#### 4.7 Cadmio Cd

In Figura 15 è riportata la mappa relativa alle curve di isoconcentrazione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in ricaduta sul territorio per il Cadmio con mediazione temporale annua per lo scenario post operam.



Figura 15: Cd in ricaduta su mediazione annua ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

In tabella 15 sono riportate le differenze dei risultati della simulazione di dispersione per le configurazioni simulate.

**Tabella 15:** Concentrazioni di Cd rilevate ai recettori sensibili confronto dati per configurazione attuale e futura

	<b>Recettore</b>	<b>Cd (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) media annua stato di fatto</b>	<b>Cd (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) media annua stato di progetto</b>	<b><math>\Delta\text{Cd}</math> (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) media annua</b>
<b>R1</b>	Abitazione Manzinello	8.65E-05	1.37E-04	5.04E-05
<b>R2</b>	Abitazione Manzinello	9.37E-05	1.37E-04	4.36E-05
<b>R3</b>	Abitazione Manzinello	3.33E-05	5.98E-05	2.64E-05
<b>R4</b>	Abitazione San Lorenzo	6.41E-06	1.20E-05	5.60E-06
<b>R5</b>	Abitazione Manzano	9.53E-06	1.86E-05	9.08E-06
<b>R6</b>	Abitazione Manzano	1.00E-05	1.92E-05	9.18E-06
<b>R7</b>	Asilo nido Manzano	6.82E-06	1.26E-05	5.74E-06
<b>R8</b>	Scuola materna / Scuola secondaria Manzano	3.58E-06	7.03E-06	3.45E-06
<b>R9</b>	Scuola primaria Manzano	8.12E-06	1.62E-05	8.08E-06
<b>R10</b>	Scuola materna Percoto	1.25E-05	2.25E-05	9.98E-06
<b>R11</b>	Casa di riposo Percoto	1.76E-05	3.06E-05	1.30E-05

#### 4.8 Benzo-a-Pirene B-a-P

In Figura 16 è riportata la mappa relativa alle curve di isoconcentrazione ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) in ricaduta sul territorio per il Benzo-a-Pirene con mediazione temporale annua per lo scenario post operam.

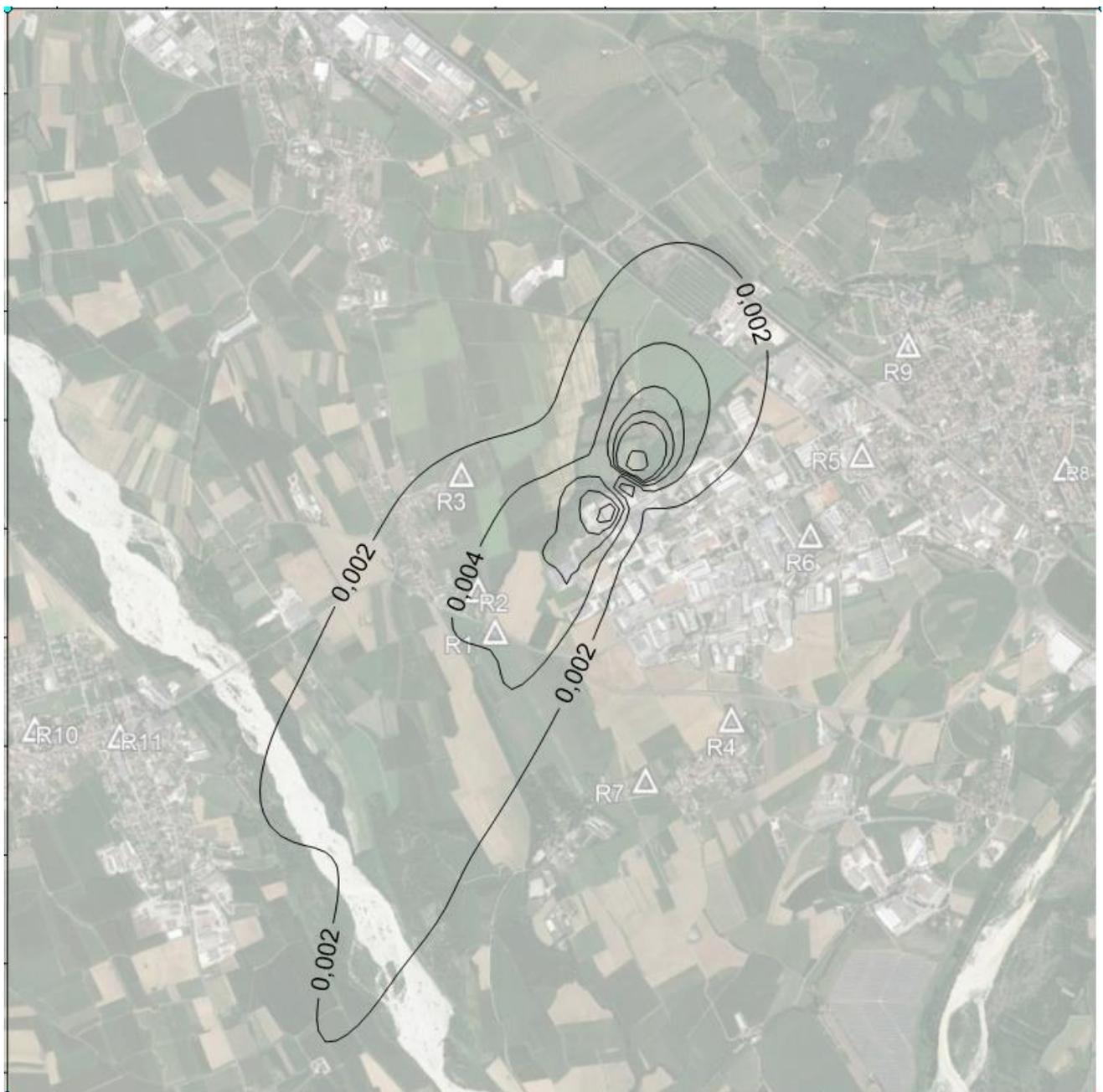


Figura 16: B-a-P in ricaduta su mediazione annua ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

In tabella 16 sono riportate le differenze dei risultati della simulazione di dispersione per le configurazioni simulate.

**Tabella 16:** Concentrazioni di B-a-P rilevate ai recettori sensibili confronto dati per configurazione attuale e futura

	<b>Recettore</b>	<b>B-a-P (ng/m<sup>3</sup>) media annua stato di fatto</b>	<b>B-a-P (ng/m<sup>3</sup>) media annua stato di progetto</b>	<b>ΔB-a-P (ng/m<sup>3</sup>) media annua</b>
<b>R1</b>	Abitazione Manzinello	3.14E-03	4.98E-03	1.83E-03
<b>R2</b>	Abitazione Manzinello	3.41E-03	4.99E-03	1.59E-03
<b>R3</b>	Abitazione Manzinello	1.21E-03	2.17E-03	9.61E-04
<b>R4</b>	Abitazione San Lorenzo	2.33E-04	4.37E-04	2.04E-04
<b>R5</b>	Abitazione Manzano	3.47E-04	6.77E-04	3.30E-04
<b>R6</b>	Abitazione Manzano	3.64E-04	6.98E-04	3.34E-04
<b>R7</b>	Asilo nido Manzano	2.48E-04	4.57E-04	2.09E-04
<b>R8</b>	Scuola materna / Scuola secondaria Manzano	1.30E-04	2.56E-04	1.26E-04
<b>R9</b>	Scuola primaria Manzano	2.95E-04	5.89E-04	2.94E-04
<b>R10</b>	Scuola materna Percoto	4.54E-04	8.17E-04	3.63E-04
<b>R11</b>	Casa di riposo Percoto	6.40E-04	1.11E-03	4.74E-04

## 5 Sintesi dei risultati

Nella seguente tabella vengono riportati i risultati in forma sintetica.

**Tabella 17:** Sintesi dei risultati sui recettori per lo scenario di progetto (medie annuali).

	PM <sub>10</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	As	Pb	NI	Cd	B-a-P
R1	0.055	1.10	0.27	3.04E-04	3.04E-04	3.04E-04	1.37E-04	4.98E-03
R2	0.055	1.10	0.27	3.05E-04	3.05E-04	3.05E-04	1.37E-04	4.99E-03
R3	0.024	0.48	0.12	1.33E-04	1.33E-04	1.33E-04	5.98E-05	2.17E-03
R4	0.005	0.10	0.02	2.67E-05	2.67E-05	2.67E-05	1.20E-05	4.37E-04
R5	0.007	0.15	0.04	4.14E-05	4.14E-05	4.14E-05	1.86E-05	6.77E-04
R6	0.008	0.15	0.04	4.26E-05	4.26E-05	4.26E-05	1.92E-05	6.98E-04
R7	0.005	0.10	0.03	2.79E-05	2.79E-05	2.79E-05	1.26E-05	4.57E-04
R8	0.003	0.06	0.01	1.56E-05	1.56E-05	1.56E-05	7.03E-06	2.56E-04
R9	0.006	0.13	0.03	3.60E-05	3.60E-05	3.60E-05	1.62E-05	5.89E-04
R10	0.009	0.18	0.04	4.99E-05	4.99E-05	4.99E-05	2.25E-05	8.17E-04
R11	0.012	0.25	0.06	6.81E-05	6.81E-05	6.81E-05	3.06E-05	1.11E-03
Limite	40	40	20	0.006	0.5	0.02	0.005	1
U.M.	µg/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>						

**Tabella 18:** Sintesi dei risultati per le differenze delle medie annuali sui recettori tra i due scenari.

	ΔPM <sub>10</sub>	ΔNO <sub>2</sub>	ΔSO <sub>2</sub>	ΔAs	ΔPb	ΔNI	ΔCd	ΔB-a-P
R1	0.020	0.402	0.101	1.12E-04	1.12E-04	1.12E-04	5.04E-05	1.83E-03
R2	0.017	0.348	0.087	9.70E-05	9.70E-05	9.70E-05	4.36E-05	1.59E-03
R3	0.011	0.211	0.053	5.87E-05	5.87E-05	5.87E-05	2.64E-05	9.61E-04
R4	0.002	0.045	0.011	1.24E-05	1.24E-05	1.24E-05	5.60E-06	2.04E-04
R5	0.004	0.073	0.018	2.02E-05	2.02E-05	2.02E-05	9.08E-06	3.30E-04
R6	0.004	0.073	0.018	2.04E-05	2.04E-05	2.04E-05	9.18E-06	3.34E-04
R7	0.002	0.046	0.011	1.28E-05	1.28E-05	1.28E-05	5.74E-06	2.09E-04
R8	0.001	0.028	0.007	7.67E-06	7.67E-06	7.67E-06	3.45E-06	1.26E-04
R9	0.003	0.065	0.016	1.80E-05	1.80E-05	1.80E-05	8.08E-06	2.94E-04
R10	0.004	0.080	0.020	2.22E-05	2.22E-05	2.22E-05	9.98E-06	3.63E-04
R11	0.005	0.104	0.026	2.90E-05	2.90E-05	2.90E-05	1.30E-05	4.74E-04
Limite	40	40	20	0.006	0.5	0.02	0.005	1
U.M.	µg/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>						

**Tabella 19:** Sintesi dei risultati per le differenze delle medie annuali sui recettori tra i due scenari espresse come rapporto percentuale dei limiti SQA.

	$\Delta PM_{10}$	$\Delta NO_2$	$\Delta SO_2$	$\Delta As$	$\Delta Pb$	$\Delta NI$	$\Delta Cd$	$\Delta B-a-P$
<b>R1</b>	0.050%	1.01%	0.50%	1.87%	0.02%	0.56%	1.01%	0.18%
<b>R2</b>	0.044%	0.87%	0.43%	1.62%	0.02%	0.48%	0.87%	0.16%
<b>R3</b>	0.026%	0.53%	0.26%	0.98%	0.01%	0.29%	0.53%	0.10%
<b>R4</b>	0.006%	0.11%	0.06%	0.21%	0.00%	0.06%	0.11%	0.02%
<b>R5</b>	0.009%	0.18%	0.09%	0.34%	0.00%	0.10%	0.18%	0.03%
<b>R6</b>	0.009%	0.18%	0.09%	0.34%	0.00%	0.10%	0.18%	0.03%
<b>R7</b>	0.006%	0.11%	0.06%	0.21%	0.00%	0.06%	0.11%	0.02%
<b>R8</b>	0.003%	0.07%	0.03%	0.13%	0.00%	0.04%	0.07%	0.01%
<b>R9</b>	0.008%	0.16%	0.08%	0.30%	0.00%	0.09%	0.16%	0.03%
<b>R10</b>	0.010%	0.20%	0.10%	0.37%	0.00%	0.11%	0.20%	0.04%
<b>R11</b>	0.013%	0.26%	0.13%	0.48%	0.01%	0.14%	0.26%	0.05%
<b>Limite</b>	40	40	20	0.006	0.5	0.02	0.005	1
<b>U.M.</b>	$\mu g/m^3$	$\mu g/m^3$	$\mu g/m^3$	$\mu g/m^3$	$\mu g/m^3$	$\mu g/m^3$	$\mu g/m^3$	$ng/m^3$

Nella seguente tabella 20 sono sommati i valori medi annuali per ciascun recettore con il fondo ambientale

Il fondo ambientale utilizzato è il medesimo dello “Studio di ricaduta inquinanti atmosferici e valutazione del rischio sanitario” del gennaio 2017 (archivio n. E16013) edito da Enerance s.r.l., a cui si rimanda per ulteriori dettagli. I valori sono estratti dal dataset di riferimento per il *Piano di Miglioramento della Qualità dell’Aria* regionale del 2010 edito da ARPA FVG e si riferiscono all’anno 2005.

**Tabella 20:** analisi valori medi annuali.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	Limite
<b>Valore medio annuale + fondo ambientale (<math>\mu g/m^3</math>)</b>												
<b>PM<sub>10</sub></b>	17.27	17.27	17.24	17.22	17.23	17.23	17.23	17.22	17.23	17.23	17.23	40
<b>NO<sub>2</sub></b>	16.78	16.78	16.16	15.78	15.83	15.83	15.78	15.74	15.81	15.86	15.93	40
<b>SO<sub>2</sub></b>	3.93	3.93	3.78	3.68	3.70	3.70	3.69	3.67	3.69	3.70	3.72	20

## **6 Conclusioni**

Da quanto esposto nei precedenti capitoli si evince che:

- per nessuno degli inquinanti oggetto di studio sono state rilevate concentrazioni in ricaduta tali da raggiungere o superare i valori presenti nella normativa italiana (D.Lgs. n.250/2012), e nelle linee guida prese a riferimento;
- la ricaduta dell'impianto sommata ai valori di fondo risulta inferiore ai valori limite.
- il contributo del nuovo impianto rispetto all'attuale risulta trascurabile.

Si precisa che le condizioni simulate sono peggiorative rispetto alla realtà emissiva dello stabilimento, in quanto le simulazioni sono state condotte con i valori limite autorizzativi.

## 7 Bibliografia

### *Limiti emissivi e qualità dell'aria*

- **Decreto Legislativo 24 dicembre 2012, n. 250** – *Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.*
- **Rapporti ISTISAN 04/15 (2004)** *Trattamento dei dati inferiori al limite di rivelabilità nel calcolo dei risultati analitici* – Istituto Superiore di Sanità.
- **WHO, World Health Organization (2000)** – *Air Quality Guidelines for Europe – second edition*, WHO Regional Publications, European Series, No. 91.
- **ARPA Emilia-Romagna (2015)** – *International Chemical Safety Cards ICSC*, Progetto dell'International Programme on Chemical Safety (IPCS).
- **D.g.r. 15 Febbraio 2012 n. IX/3018** *Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno*, Regione Lombardia.
- **ARPAV, Dipartimento provinciale di Padova, Servizio Osservatorio Aria (2008)** *Simulazione modellistica della dispersione di inquinanti dal cementificio Rossi di Pederobba (Treviso)* – pp.29.

### *Applicazione dei modelli di dispersione*

- **UNI 10796: 2000** – *Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi – Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici.*
- **UNI 10964: 2001** – *Guida alla selezione dei modelli matematici per la previsione di impatto sulla qualità dell'aria.*

### *Utilizzo CALPUFF*

- **J.S. Scire, D.G. Straimaitis, R.J. Yamartino (2000)** *A user's guide for CALMET meteorological model Version 5*, Earth Tech
- **J.S. Scire, D.G. Straimaitis, R.J. Yamartino (2000)** *A user's guide for CALPUFF dispersion model Version 5*, Earth Tech