

# Comune di Pacentro

Provincia di L'Aquila

## OGGETTO

REALIZZAZIONE E GESTIONE DI UN IMPIANTO  
DI RECUPERO RIFIUTI DA COSTRUZIONE E  
DEMOLIZIONE CON OPERAZIONI DI MESSA  
IN RISERVA R13 E RICICLO/RECUPERO R5

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

## PROPONENTE



**MAIA SCAVI s.n.c.**

Via Madonna delle Grazie, 56  
67030 - Pacentro (AQ)

## TITOLO ELABORATO

ANALISI MICROMETEOROLOGICA E VALUTAZIONE  
DELL'IMPATTO SULLA QUALITA' DELL'ARIA

## ID ELABORATO

**B3**

|                  |                 |  |  |
|------------------|-----------------|--|--|
| REVISIONE        | 00              |  |  |
| DATA             | 18-04-2017      |  |  |
| MOTIVO REVISIONE | Prima emissione |  |  |

IL TECNICO  
Ing. Danilo Tersigni Magnone



**ECOPOINT Engineering s.r.l.**

Via Cavour, 435 - 67051 Avezzano (AQ)

Tel. 0863-509492 - Fax 0863-489749

[info@ecopointengineering.it](mailto:info@ecopointengineering.it)

## SOMMARIO

|   |    |
|---|----|
| 1. Scopo e campo di applicazione .....  | 3  |
| 2. Normativa e documenti di riferimento .....   | 3  |
| 3. Inquadramento e caratterizzazione meteorologica dell'area .....                        | 3  |
| 3.1 Inquadramento rispetto al Piano Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria ..... | 5  |
| 3.2 Individuazione dei ricettori potenzialmente esposti.....                              | 7  |
| 3.3 Caratterizzazione meteo climatica .....   | 10 |
| 3.3.1 Distribuzione in frequenza della temperatura .....                                  | 11 |
| 3.3.2 Medie mensili della temperatura e umidità.....                                      | 12 |
| 3.3.3 Regime pluviometrico .....  | 13 |
| 3.3.4 Caratteristiche dinamiche della circolazione al suolo: analisi dei venti.....       | 14 |
| 3.3.5 Altezza di rimescolamento .....   | 17 |
| 4. Caratterizzazione delle sorgenti emissive .....  | 19 |
| 4.1 Stima dei flussi di massa.....  | 23 |
| 5. Valutazione degli impatti: analisi della ricaduta al suolo degli inquinanti.....       | 28 |
| 5.1 Indicatori della qualità dell'aria .....  | 28 |
| 5.2 Metodo di valutazione dell'impatto .....  | 28 |
| 5.3 Dati in input.....  | 29 |
| 5.3.1 Dominio spaziale di riferimento .....   | 29 |
| 5.3.2 Caratteristiche delle sorgenti di emissione .....                                   | 30 |
| 5.3.3 Concentrazione di fondo degli inquinanti .....                                      | 30 |
| 5.4 Risultati della simulazione .....   | 34 |
| 6. Conclusioni .....  | 44 |

## 1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente relazione è parte integrante dello Studio di Impatto Ambientale relativo ad un impianto di recupero rifiuti da costruzione e demolizione con operazioni di messa in riserva R13 e riciclo/recupero R5 ed ha lo scopo di pervenire ad una definizione qualitativa e quantitativa dello stato della qualità dell'aria nell'area circostante il sito oggetto di studio, al fine di verificare che le emissioni non concorrano ad incrementare significativamente i livelli di concentrazione degli inquinanti nel territorio.

In particolar modo verranno valutati gli impatti dovuti alle emissioni dei principali inquinanti che potenzialmente possono originarsi dall'impianto in progetto di proprietà della ditta MAIA SCAVI s.n.c. attraverso simulazioni di ricaduta al suolo.

La valutazione dell'impatto prende in considerazione anche l'effetto cumulo generato dalle attività attualmente svolte ed autorizzate all'intero del sito oggetto di studio ed in particolare:

- attività estrattiva;
- attività di produzione di inerti.

## 2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- D. Lgs. 152/2006 s.m.i. – *Norme in materia ambientale*;
- D. Lgs. 13 agosto 2010, n.155 – *Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*;
- Regione Abruzzo – *Piano Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria*, approvato con D.G.R. n. 861/c del 13/08/2007 e con D..R. n. 79/4 del 25/09/2007;
- T.U.LL.SS. 1265/34 – *Approvazione del testo unico delle leggi sanitarie*.

## 3. INQUADRAMENTO E CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA DELL'AREA

La zona in esame è ubicata nel comune di Pacentro nella provincia di L'Aquila ed interessa il Foglio 369, Sezione II – "Sulmona" dell'IGM (Serie 25); si trova ad una quota di circa 510 m s.l.m.

Il centroide del sito oggetto di studio ha le seguenti coordinate metriche UTM, sistema WGS84:

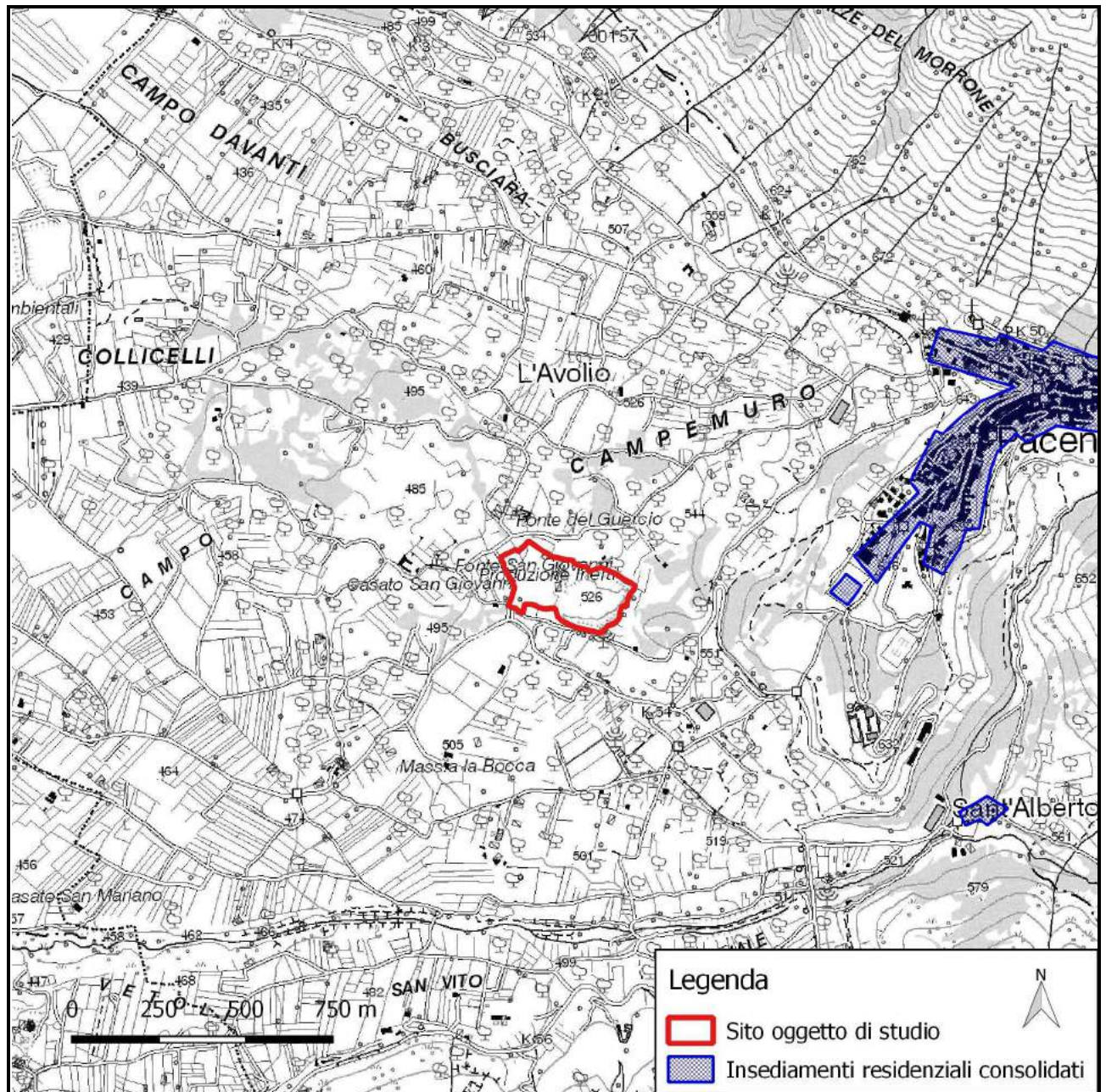
|                                     |
|-------------------------------------|
| E – 415181.44 m    N – 4655470.19 m |
|-------------------------------------|

Dal punto di vista catastale il progetto interessa una porzione della particella indentificata al N.C.T. al foglio n°26, mappale n° 783 e si estende su una superficie di circa 3'965 mq.

L'area limitrofa è prevalentemente rurale con terreni e fabbricati a destinazione agricola, ruderi disabitati ed una limitata presenza di case sparse. Il tessuto residenziale più vicino al sito produttivo è quello di Pacentro, ubicato rispetto all'impianto in direzione nord-est a circa 600 m (cfr. Figura 1).

La viabilità principale dell'area è rappresentata dalle strade comunali adiacenti al sito.

Gli altri centri abitati sono Sulmona e Pacentro che distano dall'impianto rispettivamente 760 m e 2.500 m; tale analisi è stata condotta attraverso le basi territoriali e le variabili censuarie ISTAT riferite all'anno 2011 e attraverso la banca dati fornita dalla Regione Abruzzo.



**Figura 1 - Centri e nuclei abitati prossimi al sito oggetto di studio**

Dal punto di vista degli strumenti urbanistici e di governo del territorio le aree di interesse sono classificate come segue:

- Per il Programma di Fabbricazione vigente, Il sito è ricompreso in Zona Agricola.
- Il sito è distante circa 1 Km da aree naturali protette.

### **3.1 Inquadramento rispetto al Piano Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria**

Il nuovo Piano Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria è stato approvato con Delibera di Giunta Regionale n. 861/c del 13/08/2007 e con Delibera di Consiglio Regionale n. 79/4 del 25/09/2007 e pubblicato sul B.U.R.A. Speciale n. 98 del 05/12/2007.

In accordo con quanto prescritto dalla normativa persegue i seguenti obiettivi:

- Zonizzare il territorio regionale in funzione dei livelli di inquinamento della qualità dell'aria ambiente;
- Elaborare piani di miglioramento della qualità dell'aria nelle zone e negli agglomerati in cui i livelli di uno o più inquinanti superino i limiti di concentrazione;
- Elaborare dei piani di mantenimento della qualità dell'aria in quelle zone dove i livelli degli inquinanti risultano inferiori ai limiti di legge;
- Migliorare la rete di monitoraggio regionale;
- Elaborare strategie condivise mirate al rispetto dei limiti imposti dalla normativa e alla riduzione dei gas climalteranti.

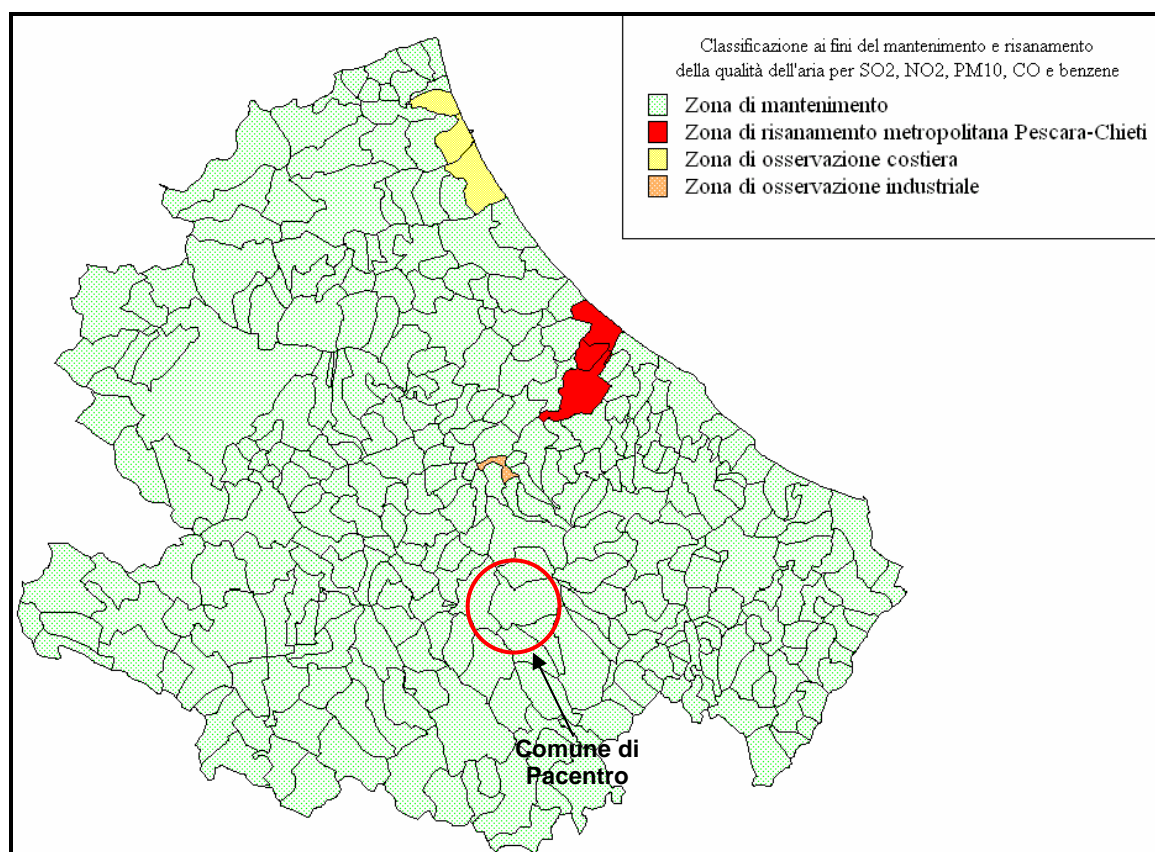
Ai fini dell'attuazione delle misure del piano sono state individuate, nel territorio regionale, tre zone differenziate da diversi livelli di criticità dell'aria ambiente:

- Zone di risanamento, ossia zone in cui almeno un inquinante diverso dall'ozono supera il limite più il margine di tolleranza fissato dalla legislazione o, per l'ozono, il valore bersaglio;
- Zone da mantenere sotto osservazione, in quanto zone in cui le concentrazioni stimate, per uno o più degli inquinanti analizzati, eccetto l'ozono, sono comprese tra il valore limite e il valore limite aumentato del margine di tolleranza;
- Zone di mantenimento, ossia zone in cui la concentrazione stimata è inferiore al valore limite per tutti gli inquinanti analizzati.

L'attività di zonizzazione del territorio regionale, relativamente alle zone individuate ai fini del risanamento definite come aggregazione di comuni con caratteristiche il più possibile omogenee, ha portato alla definizione di:

- IT1301 Zona di risanamento metropolitana Pescara-Chieti;
- IT1302 Zona di osservazione costiera;
- IT1303 Zona di osservazione industriale;
- IT1304 Zona di mantenimento.

Il Comune di Pacentro e gli altri comuni limitrofi al sito oggetto di studio appartengono alla *Zona di mantenimento* – IT1304 (cfr. *Figura 2*).



**Figura 2 - Classificazione del territorio ai fini del mantenimento e risanamento della qualità dell'aria per ossidi di zolfo, ossidi di azoto, particelle sospese con diametro inferiore ai 10 micron, monossido di carbonio e benzene (fonte: Piano Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria – 2007)**

Per tali zone le strategie e gli scenari per il risanamento ed il mantenimento della qualità dell'aria previste dal P.R.T.Q.A. sono:

- **MD1** – Proseguimento iniziative di incentivazione alla sostituzione delle caldaie ad uso domestico esistenti con impianti ad alta efficienza e basse emissioni (CO, COV, NOx, CO2, PM10);
- **MD3** – Divieto di insediamento di nuove attività industriali e artigianali con emissioni in atmosfera in aree esterne alle aree industriali infrastrutturate nell'ambito delle procedure di autorizzazione ai sensi del Decreto legislativo 03/04/2006 n° 152, ad eccezione degli impianti e delle attività (SOx, NOx, CO2, PM10) di cui all'art. 272 comma 1e 2;
- **MD4** – Divieto dell'utilizzo di combustibili liquidi con tenore di zolfo superiore allo 0,3% negli impianti di combustione con potenza termica non superiore a 3 MW delle zone "di risanamento" ai sensi dell'Allegato X, parte I sez.1 comma 7 alla parte V del Decreto legislativo 03/04/2006 n° 152 (SOx, NOx, CO2, PM10);
- **MD7** – Prescrizione di opportuni sistemi di recupero del calore nell'ambito delle procedure di autorizzazione ai sensi del Decreto legislativo 03/04/2006 n° 152 (SOx, NOx, CO2, PM10) ai fini

dell'aumento dell'efficienza energetica ferma restando la salvaguardia di opportune condizioni di dispersione degli inquinanti emessi;

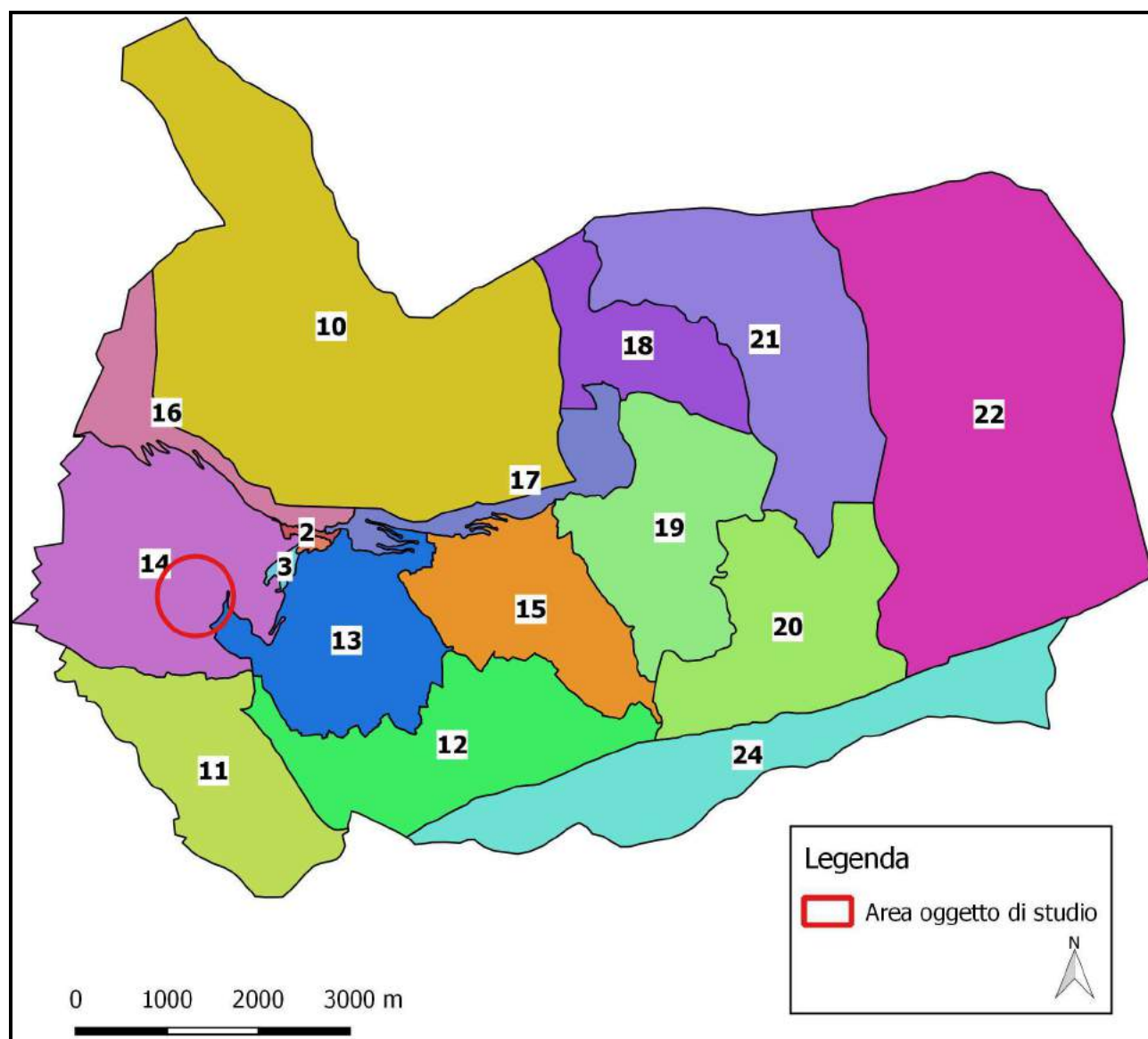
- **MD8** – Prescrizione di opportuni sistemi di abbattimento di ossidi di azoto, ossidi di zolfo e particelle sospese con diametro superiore a 10 micron con efficienza superiore al 90% in tutti gli eventuali impianti di combustione con potenza superiore a 3 MW nuovi o modificati che utilizzano olio combustibile ed altri distillati pesanti di petrolio, emulsioni acqua-olio combustibile ed altri distillati pesanti di petrolio, carbone da vapore, coke metallurgico, coke da gas, antracite che dovessero essere autorizzati nell'ambito delle procedure di autorizzazione ai sensi dell'art. 271 comma 4 e 5 del Decreto legislativo 03/04/2006 n° 152 (SOx, NOx, CO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>);
- **MD9** – Incentivazione delle migliori tecnologie (precipitatore elettrostatico o tecnologia equivalente) di abbattimento delle emissioni di PM<sub>10</sub> agli impianti di cogenerazione e teleriscaldamento alimentati da biomasse vegetali di origine forestale, agricola e agroindustriale;
- **MT6** – Supporto allo sviluppo ed alla estensione del trasporto passeggeri su treno (SOx, NOx, CO, CO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>) in ambito regionale e locale;
- **MT7** – Sviluppo di iniziative verso il livello nazionale ai fini della riduzione della pressione dovuta al traffico merci su gomma sulle Autostrade (SOx, NOx, PM<sub>10</sub>) e incremento del trasporto su treno in maniera di stabilizzare i flussi di autoveicoli merci;
- **MT10** – Adozione del Bollino Blu su tutto il territorio regionale al fine di sottoporre a regolare manutenzione e messa a punto i veicoli a motore (SOx, NOx, CO, COV, CO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>);
- **MT11** – Installazione di nuovi impianti per la distribuzione del metano per i mezzi pubblici (SOx, NOx, CO, COV, CO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>);
- **MT12** – Supporto all'installazione sul territorio regionale di impianti di distribuzione di carburanti multifuel che prevedano la distribuzione anche di miscele metano-idrogeno, e di progetti mirati a diffondere veicoli ed impianti fissi a basse emissioni inquinanti quali quelli alimentati ad idrogeno (SOx, NOx, CO, COV, CO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>);
- **MP1** – Interventi per la riduzione delle emissioni degli impianti di combustione considerati puntuali (desolforatore, denitrificatore e abbattitori polveri) nell'ambito delle procedure di autorizzazione ambientale integrata di cui al Decreto Legislativo 18 febbraio 2005, n. 59 (SOx, NOx, CO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>);
- **MP2** – Incentivazione delle Migliori Pratiche Disponibili per l'allevamento del pollame (PM<sub>10</sub>).

Allo stato attuale le attività svolte all'interno del sito risultano compatibili con gli obiettivi di piano in quanto il sito oggetto di intervento rientra nella "Zona di mantenimento" come da classificazione del territorio prevista dal Piano Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria e si tratta di attività esistente già in possesso di Autorizzazione alle Emissioni in atmosfera per i fini e ai sensi del D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i. con prot. n. 3944 del 01.07.2013.

### 3.2 Individuazione dei ricettori potenzialmente esposti

Analizzando in dettaglio il territorio sono state esaminate le destinazioni d'uso degli edifici esistenti; si è rilevato che l'intorno del perimetro dell'attività è costituito essenzialmente da aree agricole e da alcune case sparse.

Il numero di abitanti potenzialmente esposti sono stati stimati a partire dai dati ufficiali ISTAT disponibili su ogni sezione censuaria (ultimo censimento anno 2011); in particolare il sito oggetto di studio appartiene alla sezione censuaria del comune di Pacentro n° 14 (cfr. *Figura 3*) a cui corrispondono un numero di abitanti potenzialmente esposti pari a 22 (cfr. i dati riportati in *Tabella 1*).

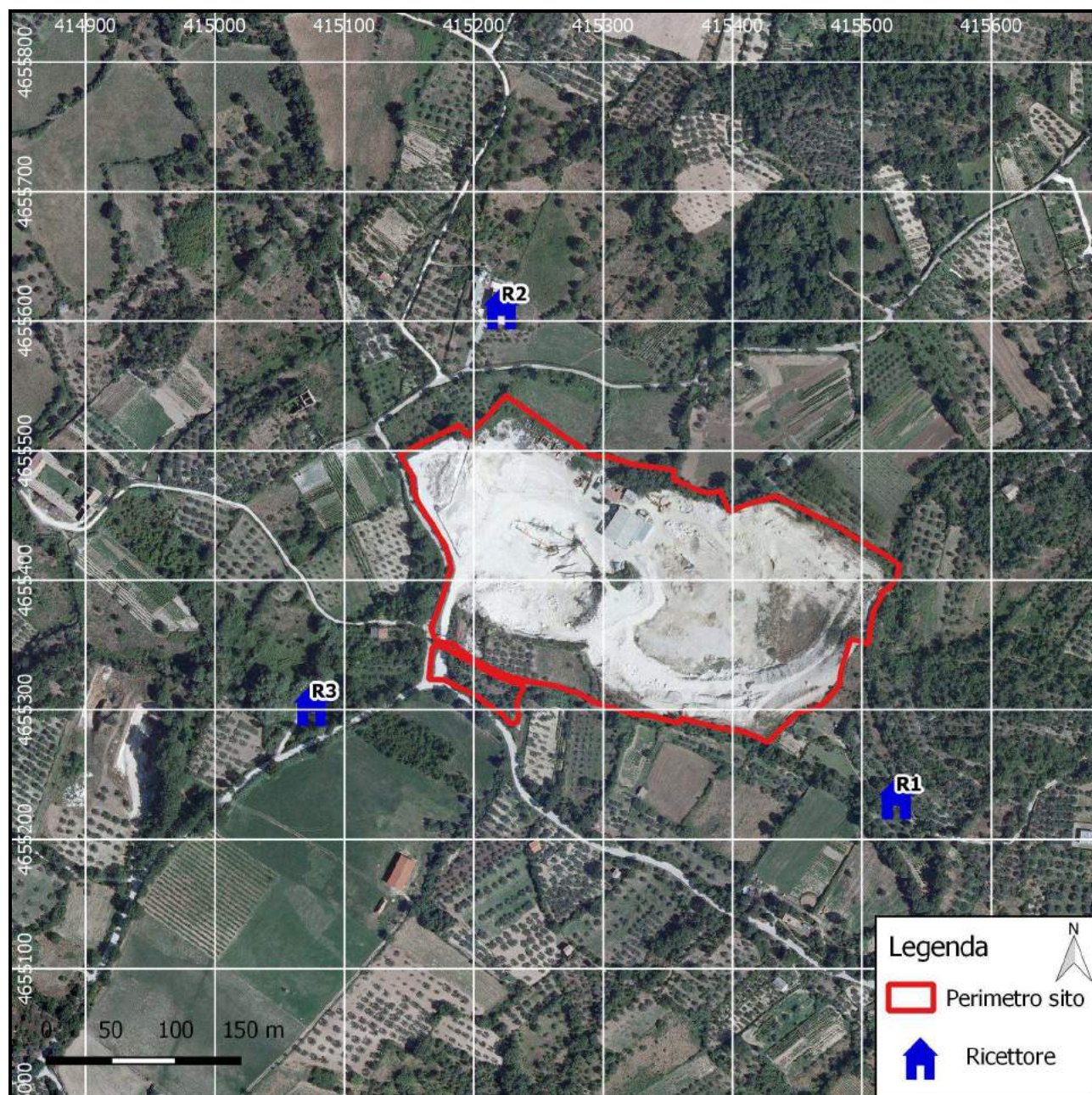


**Figura 3** - Sezioni censuarie Comune di Pacentro

**Tabella 1 - Dati CPA ISTAT per sezione (censimento 2011)**

| NOME CAMPO  | DEFINIZIONE                              | VALORE       |
|-------------|--|--------------|
| COMUNE      | Denominazione del Comune                 | Pacentro     |
| SEZ2011     | Codice sezione di censimento 2011        | 660660000014 |
| <b>NSEZ</b> | <b>Numero sezione di censimento 2011</b> | <b>14</b>    |
| <b>P1</b>   | <b>Popolazione residente - Totale.</b>   | <b>22</b>    |

Come ricettori puntuali sono stati considerati i più prossimi al sito e rappresentati nella mappa di *Figura 4*



**Figura 4 - Mappa dei ricettori più prossimi al sito**

### **3.3 Caratterizzazione meteo climatica**

L'analisi meteo-climatica è stata condotta a partire dalla serie annuale oraria dell'anno 2011 del modello meteorologico WRF e applicando la seguente procedura di "downscaling":

- sono stati considerati i quattro nodi della griglia di calcolo di 15.000x15.000 m del modello meteorologico WRF;
- le serie annuali orarie 2011 estratte nei quattro nodi di griglia sono state utilizzate in input al processore CALMET che ha permesso di ricostruire il campo tridimensionale con risoluzione spaziale orizzontale di 1.000x1.000 m;
- La serie oraria estratta nel "punto di riferimento meteo" (stazione meteo virtuale) rappresentativo del nodo di griglia del modello CALMET, con risoluzione spaziale di 1.000x1.000 m contenente il punto di interesse, è stata infine formattata per AERMOD utilizzando il processore meteo AERMET versione 06341.

La posizione della stazione meteo virtuale dista circa 2.400 m ad ovest del sito oggetto di studio (cfr. *Figura 5*).

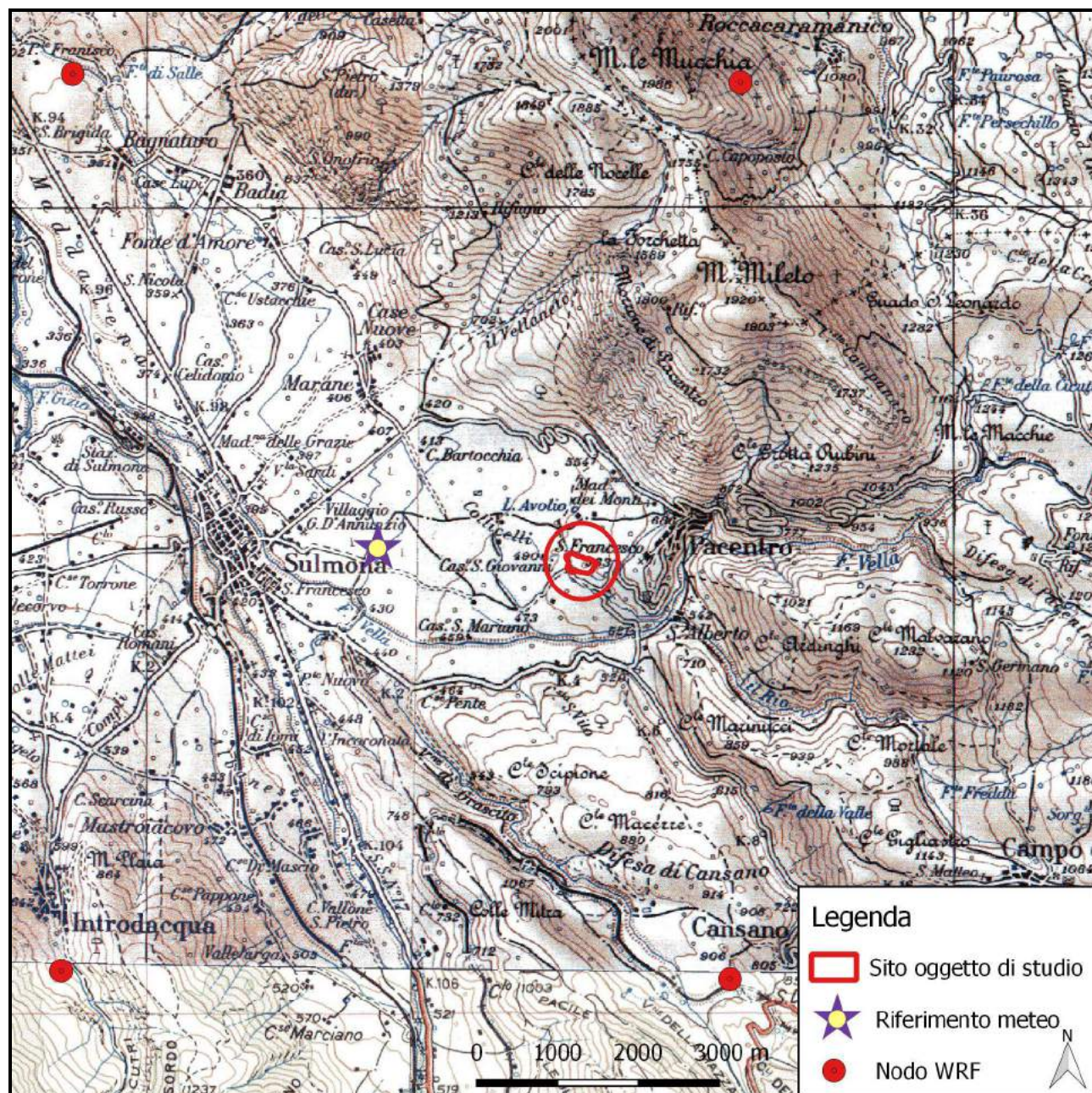


Figura 5 - Ubicazione dei nodi WRF e della stazione meteo virtuale su base IGM 100K.

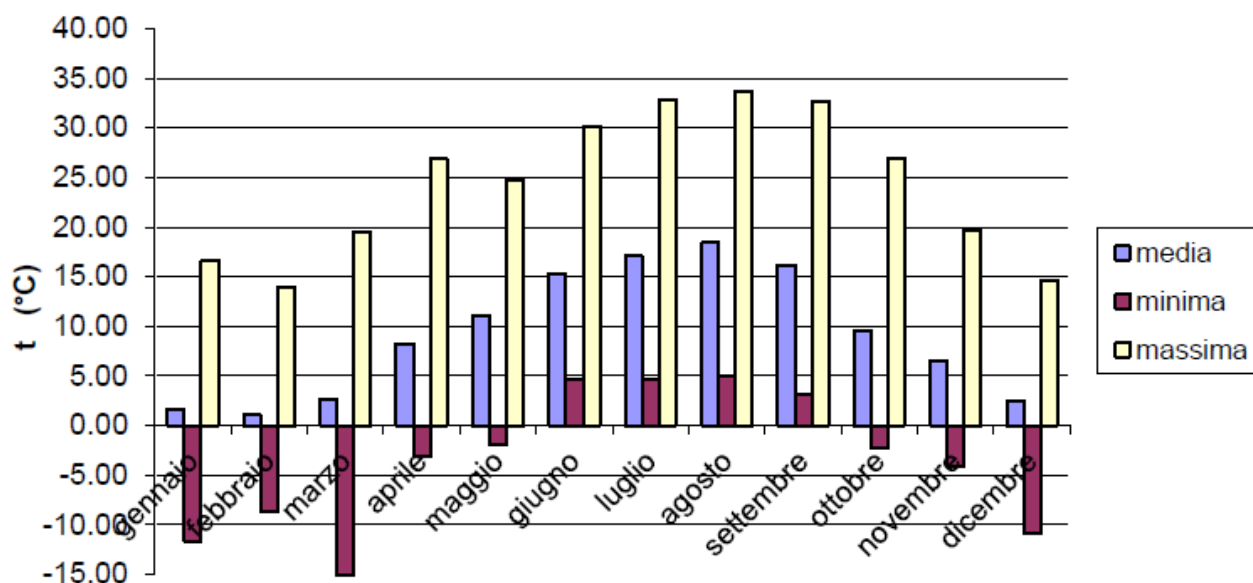
### 3.3.1 Distribuzione in frequenza della temperatura

Nelle figure seguenti viene riportato l'andamento delle temperature rilevate nel 2011; l'analisi statistica stagionale evidenzia l'effetto della diversa intensità della radiazione solare sull'andamento della temperatura rilevata al suolo.

La diversa intensità della forzante termica che si ha nei periodi analizzati riflette sull'andamento della distribuzione normale centrata intorno al valore medio che risulta maggiore durante il periodo estivo rispetto al periodo invernale come evidenziato anche dalla Tabella 2.

**Tabella 2 - Statistiche sul parametro Temperatura**

|                  | Valore minimo<br>[°C] | Valore massimo<br>[°C] | Valore medio<br>[°C] |
|------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|
| <b>Primavera</b> | -15,05                | 26,75                  | 7,32                 |
| <b>Estate</b>    | 4,35                  | 33,85                  | 16,93                |
| <b>Autunno</b>   | -3,95                 | 32,75                  | 10,75                |
| <b>Inverno</b>   | -11,75                | 16,75                  | 1,73                 |



**Figura 6 – Andamento delle temperature mensili**

### 3.3.2 Medie mensili della temperatura e umidità

In *Figura 7* sono riportate le medie, i minimi ed i massimi mensili della temperatura ed il valore medio dell'umidità relativa all'anno 2011 sull'area di studio.

I valori medi mensili della temperatura raggiungono il valore massimo in corrispondenza del minimo di umidità relativa nel mese di agosto, mentre il valore minimo si osserva durante i mesi invernali quando l'umidità subisce un incremento.

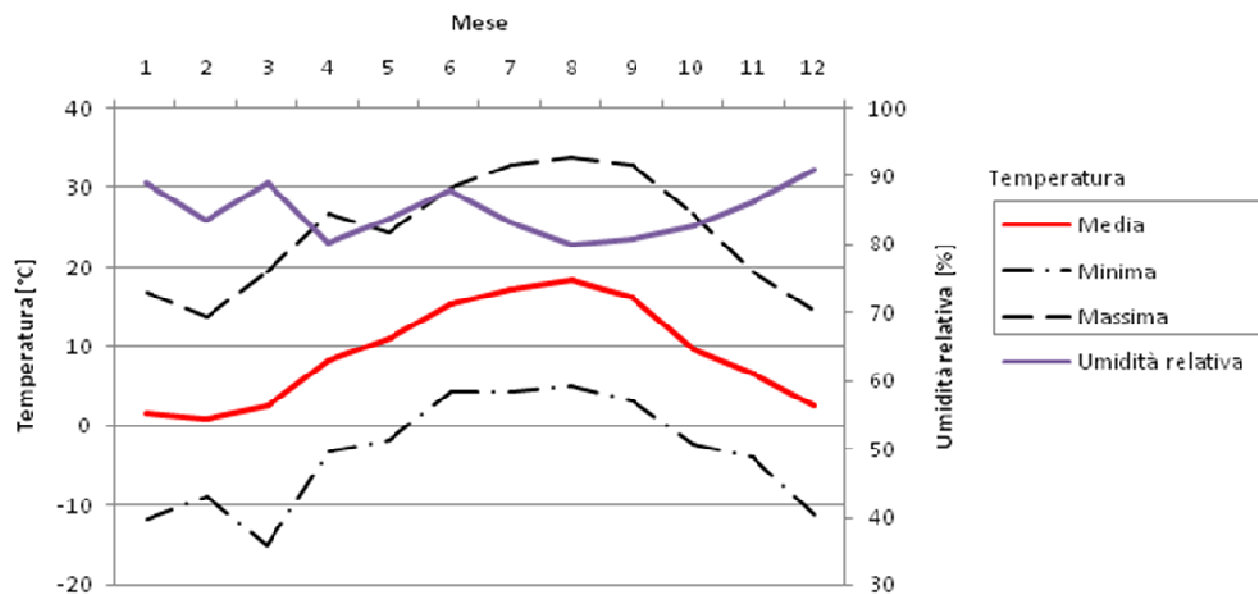


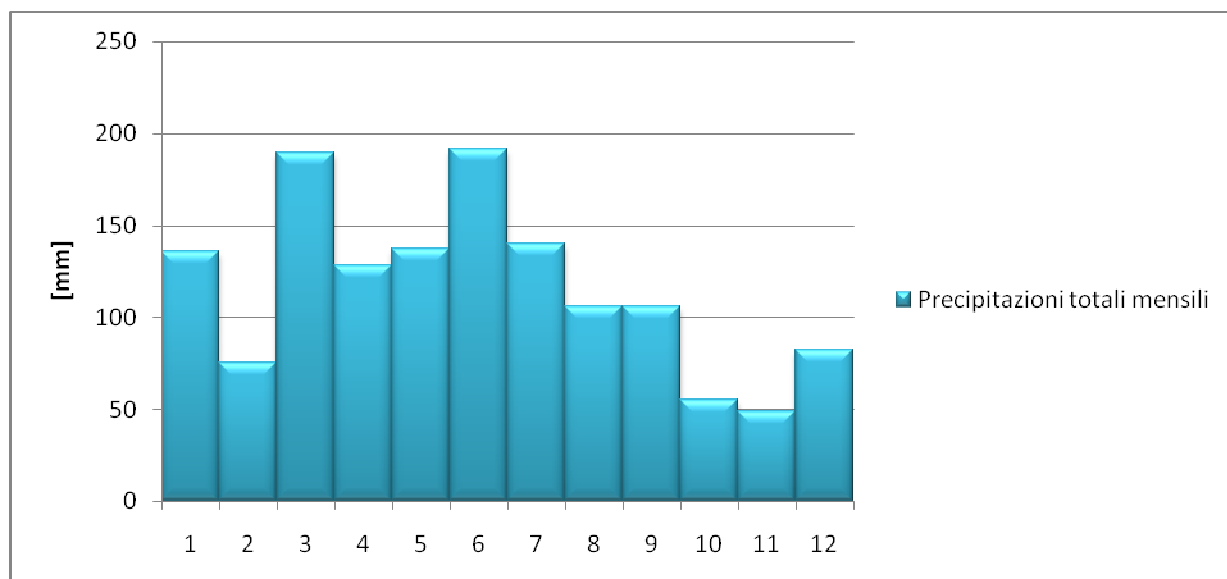
Figura 7 - Valori medi, minimi e massimi mensili della temperatura e valori medi dell'umidità relativa

### 3.3.3 Regime pluviometrico

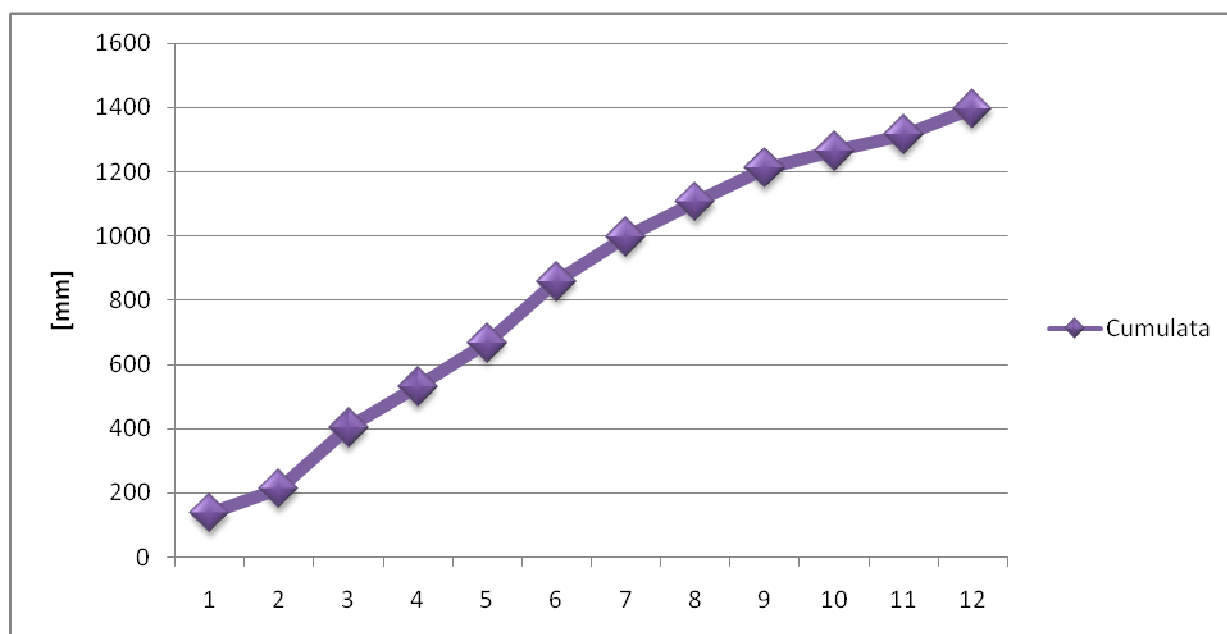
Di seguito sono riportati i valori mensili di pioggia rilevata nell'arco dell'anno 2011.

Tabella 3 – Precipitazioni mensili e cumulate

| Mese           | Pioggie [mm] | Cumulata [mm] |
|----------------|--------------|---------------|
| 01 - Gennaio   | 135,87       | 135,87        |
| 02 - Febbraio  | 75,69        | 211,56        |
| 03 - Marzo     | 189,85       | 401,41        |
| 04 - Aprile    | 128,13       | 529,54        |
| 05 - Maggio    | 137,46       | 667,00        |
| 06 - Giugno    | 191,61       | 858,61        |
| 07 - Luglio    | 139,84       | 998,45        |
| 08 - Agosto    | 105,93       | 1104,38       |
| 09 - Settembre | 105,83       | 1210,21       |
| 10 - Ottobre   | 55,07        | 1265,28       |
| 11 - Novembre  | 49,04        | 1314,32       |
| 12 - Dicembre  | 82,57        | 1396,89       |



**Figura 8 – Precipitazioni mensili (Anno 2011)**



**Figura 9 - Pioggia cumulata (anno 2011)**

### 3.3.4 Caratteristiche dinamiche della circolazione al suolo: analisi dei venti

In questa sezione viene riportato l'andamento della direzione prevalente del vento in funzione della velocità al suolo (quota +10 m s.l.m.).

L'analisi dei dati sulla direzione e velocità del vento è stata condotta confrontando la distribuzione relativa all'intero anno, le distribuzioni osservate durante le ore di maggiore insolazione (dalle 9 alle 16) e le distribuzioni osservate durante le ore notturne (dalle 23 alle 6).

L'analisi dei venti evidenzia una direzione prevalente del vento proveniente da 2 settori angolari distinti, Nord-Est e Sud-Ovest (Figura 10).

Si osserva come alcune delle direzioni siano legate agli effetti del ciclo giornaliero solare: durante le ore di maggiore insolazione la direzione di provenienza dominante del vento è Nord-Est con venti che raggiungono intensità maggiori di 5 m/s in quasi il 60% degli casi (Figura 11.A), mentre durante le ore notturne la provenienza è Sud-Ovest e Nord-Est con intensità del vento che supera i 5 m/s in meno del 50% dei casi (Figura 11.B). Si osserva quindi che la direzione dominante Nord-Est sembra non dipendere dal ciclo giornaliero in quanto è presente sia nella rose dei venti relative alle ore diurne che notturne e quindi rappresenta verosimilmente una situazione sinottica tipica. In Figura 12 si riporta anche l'andamento stagionale dei venti.

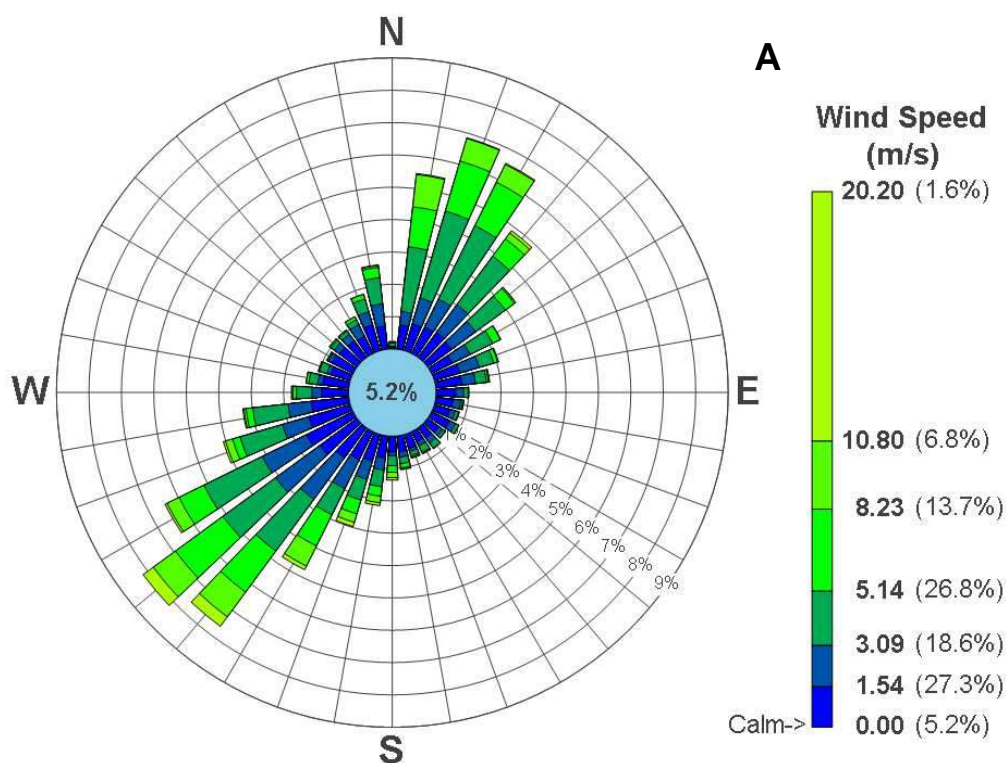


Figura 10 - Andamento annuale dei venti

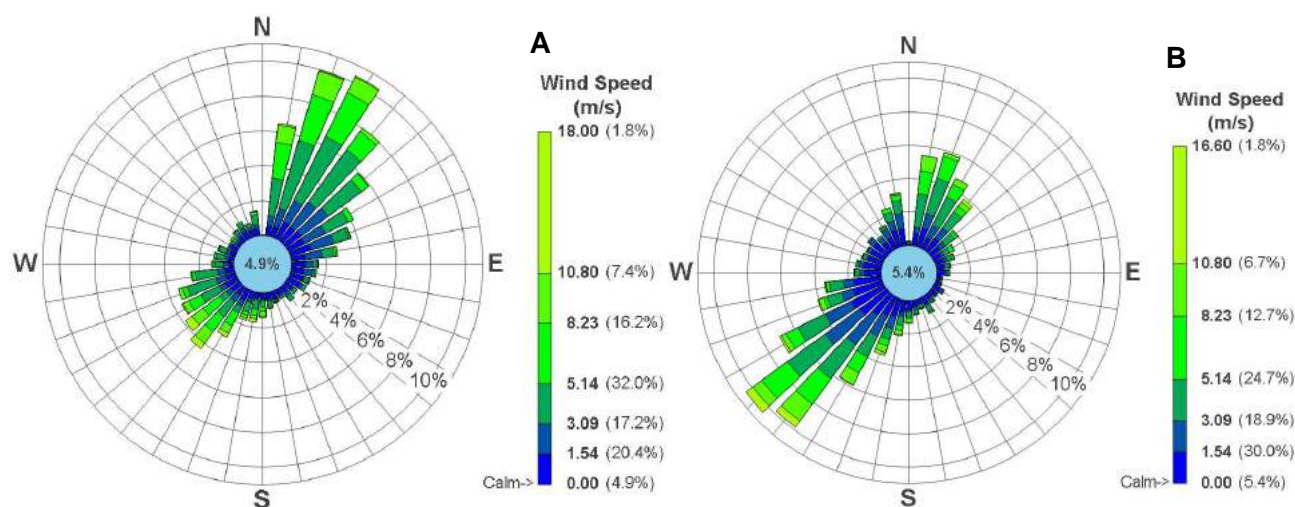


Figura 11 - Rosa dei venti – Anno 2011 - A) Ore diurne - B): Ore notturne

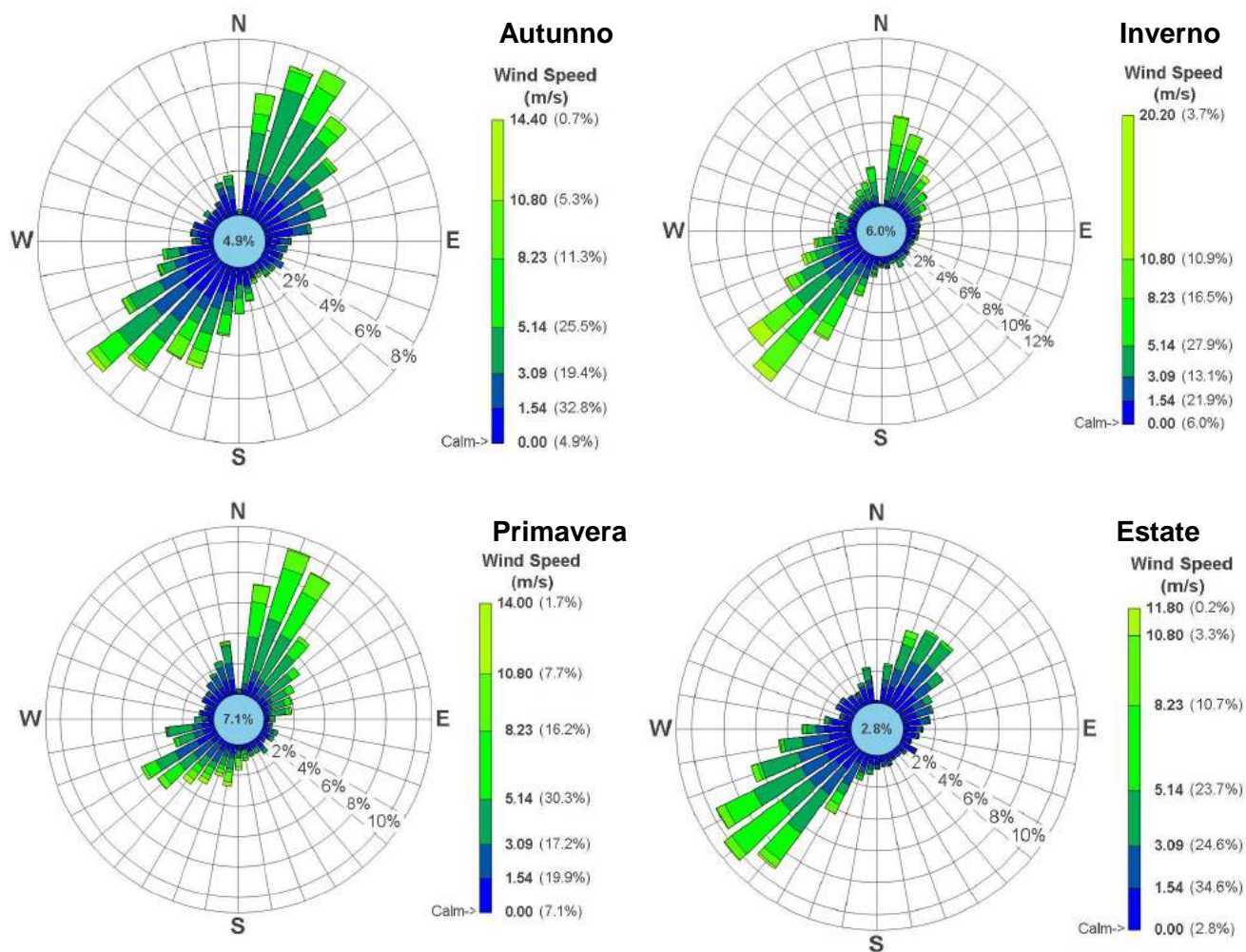
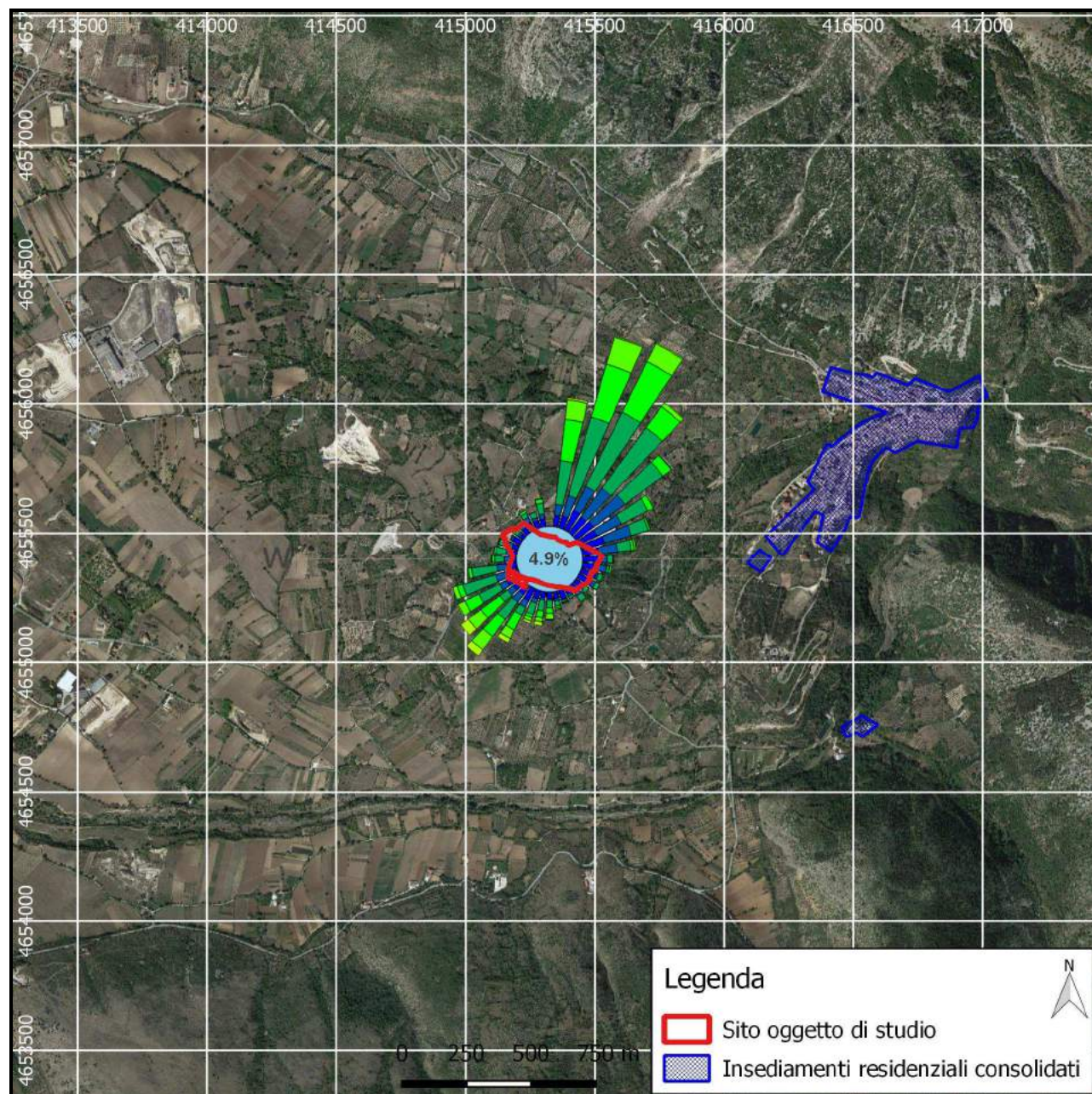


Figura 12 – Andamento stagionale dei venti

Inquadrando la rosa dei venti media negli orari diurni (periodo in cui sono previste le attività dell'azienda) rispetto all'impianto si evince che i venti prevalenti non interessano i centri e i nuclei abitati (cfr. *Figura 13*).

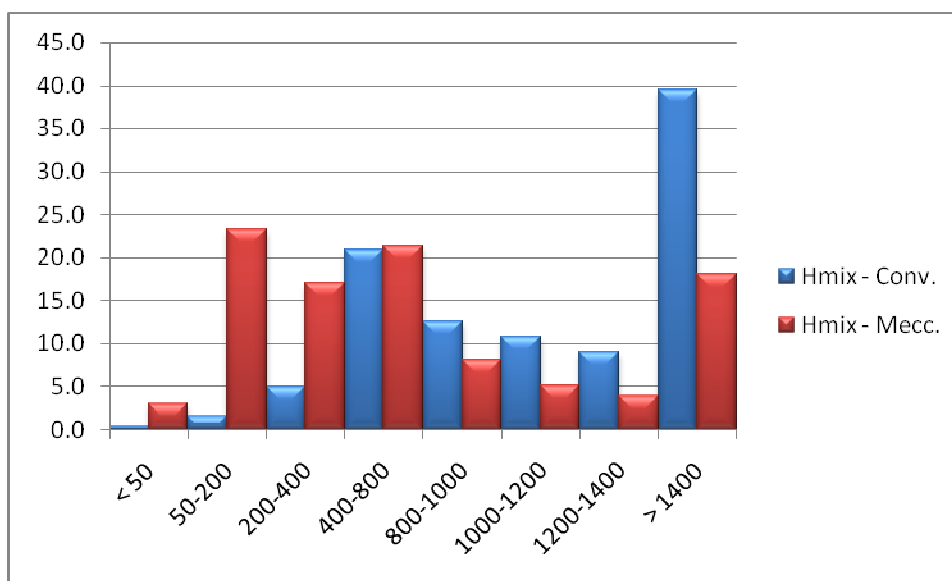


**Figura 13** - Rosa dei venti periodo di riferimento diurno

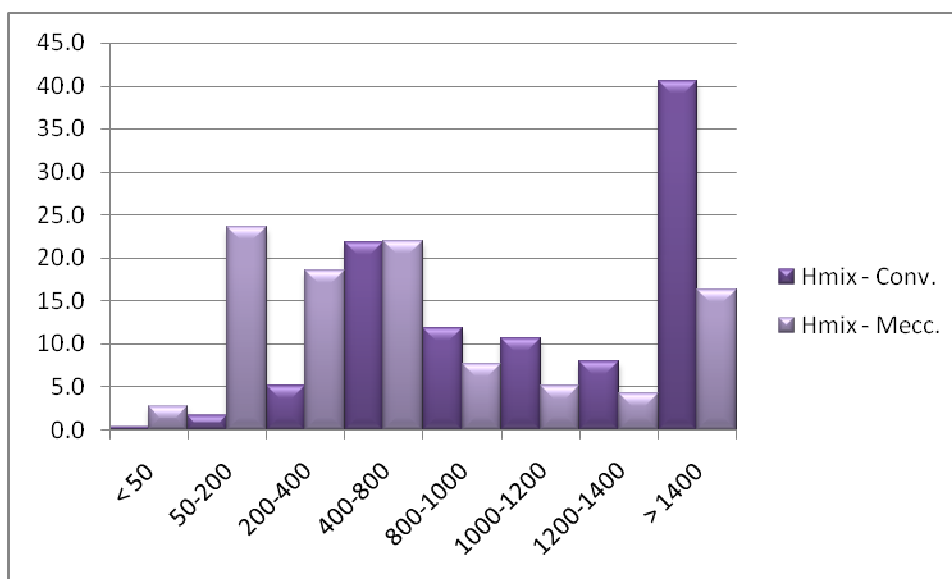
### 3.3.5 Altezza di rimescolamento

L'altezza di rimescolamento ci dà informazioni circa l'entità della turbolenza (di origine termica, dovuta al riscaldamento della superficie e di origine meccanica, dovuta al vento) nello strato di atmosfera più vicino al suolo, esprimendo l'intensità dei meccanismi di dispersione verticale.

Dall'analisi dei dati meteo relativi all'anno 2011 si osserva che l'altezza di rimescolamento di tipo convettivo più frequente è superiore ai 1.400 m mentre l'altezza di mescolamento di origine meccanica è compresa tra 50 e 200 m.



**Figura 14 - Distribuzione dell'altezza di rimescolamento convettiva e meccanica (complessivo - Anno 2011)**



**Figura 15 - Distribuzione altezze di rimescolamento (ore notturne - Anno 2011)**

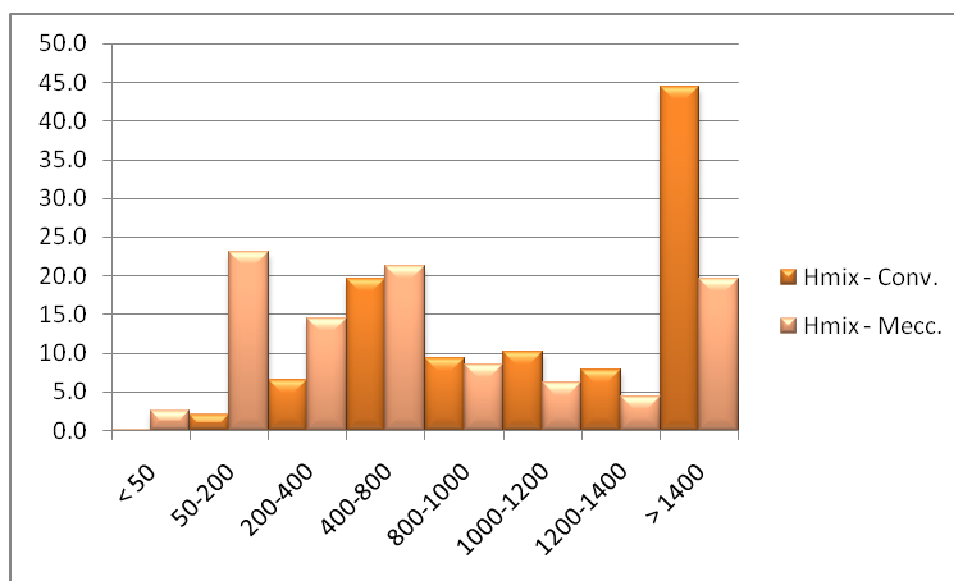


Figura 16 - Distribuzione altezza di rimescolamento (ore diurne - Anno 2011)

#### 4. CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE

Le sorgenti emmissive dell'impianto in progetto sono riconducibili al processo di recupero di rifiuti da costruzione e demolizione ed alla lavorazione di inerti naturali (attività esistente); la stima di tali emissioni è stata eseguita applicando i modelli previsti dall'US-EPA nel documento AP 42 *Compilation of Air Pollutant Emission Factors*, in particolare sono stati applicate le seguenti sezioni del documento:

- Capitolo 11.19.2 – *Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing*;
- Capitolo 13.2.1 – *Paved Roads*;
- Capitolo 13.2.4 – *Aggregate Handling And Storage Piles*;
- Capitolo 3.3 – *Gasoline And Diesel Industrial Engine*.

Per le emissioni originate dal traffico indotto sono state utilizzate le banche dati messe a disposizione dall'ISPRA.

Le principali fonti di emissione individuate sono attribuibili alle seguenti attività:

1. trasporti interni da e verso l'esterno (conferimento rifiuti/materie prime, trasporto, spostamenti mezzi di lavoro, ...);
2. operazioni di movimentazione dei rifiuti e degli aggregati naturali;
3. lavorazioni eseguite nelle fasi di recupero degli inerti e produzione di inerti naturali consistenti in frantumazione e vagliatura;
4. sbancamento del materiale superficiale (attività estrattiva)

Le emissioni sono state stimate tramite opportuni fattori di emissione; il modello alla base del calcolo è dato dalla seguente relazione:

$$E = A \times F$$

dove  $E$  indica le emissioni,  $A$  l'indicatore dell'attività correlato con le quantità emesse (grandezza caratteristica della sorgente che può essere strettamente correlata alla quantità di inquinanti emessi in aria) e  $F$  il fattore di emissione (massa di inquinante emessa per una quantità unitaria dell'indicatore).

Di seguito, per ciascuna attività capace di contribuire in maniera significativa alla generazione di polveri, ovvero per ciascuna sorgente, vengono definiti:

- il fattore di emissione utilizzato  $F$ ;
- i parametri da cui  $F$  dipende;
- l'indicatore dell'attività  $A$ ;
- la fonte impiegata per la stima del fattore di emissione.

Di seguito si riportano i fattori di emissione ricavati dai documenti su richiamati.

**Tabella 4 - Fattori di emissione**

| Sorgente   | Riferimento documento EPA AP-42                           | Sostanza inquinante | Fattore di emissione           | Fattore di emissione con abbattimento |
|--|---|---------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Attività estrattiva  | Sand Handling, Transfer, and Storage (SCC 3-05-027-60)    | PM <sub>10</sub>    | 3,9x10 <sup>-4</sup> Kg/t      | --                                    |
| Carico su camion del materiale estratto  | Bulk Loading (SCC 3-05-025-06)                            | PM <sub>10</sub>    | 1,2x10 <sup>-3</sup> Kg/t      | --                                    |
| Scarico inerti alla tramoggia  | Truck Unloading - Fragmented Stone (SCC 3-05-020-31)      | PM <sub>10</sub>    | 8x10 <sup>-6</sup> Kg/t        | --                                    |
| Scarico rifiuti nell'area di conferimento  | Truck Unloading - Fragmented Stone (SCC 3-05-020-31)      | PM <sub>10</sub>    | 8x10 <sup>-6</sup> Kg/t        | --                                    |
| Scarico rifiuti nella tramoggia  | Truck Unloading - Fragmented Stone (SCC 3-05-020-31)      | PM <sub>10</sub>    | 8x10 <sup>-6</sup> Kg/t        | --                                    |
| Frantumazione primaria (inerti naturali/rifiuti)                                 | Tertiary Crushing (SCC 3-05-020-03)                       | PM <sub>10</sub>    | 0,0012 Kg/t                    | 0,00027 Kg/t                          |
| Vagliatura (inerti naturali/rifiuti)   | Screening (SCC 3-05-020-02, 03)                           | PM <sub>10</sub>    | 0,0043 Kg/t                    | 0,00037 Kg/t                          |
| Carico materiale lavorato (MPS/Inerti naturali)                                  | Truck Loading - Conveyor, crushed stone (SCC 3-05-020-32) | PM <sub>10</sub>    | 5x10 <sup>-5</sup> Kg/t        | --                                    |
| Gruppo Elettrogeno impianto inerti naturali - Gruppo frantumatore rifiuti da c&d | Diesel industrial engine                                  | NOX                 | 0,018 Kg/KWh                   | --                                    |
|  |   | CO                  | 4,06 x 10 <sup>-3</sup> Kg/KWh | --                                    |
|  |   | SO2                 | 1,24 x 10 <sup>-3</sup> Kg/KWh | --                                    |
|  |   | PM10                | 1,33 x 10 <sup>-3</sup> Kg/KWh | --                                    |

Per la fase di estrazione non è presente uno specifico fattore di emissione; si considera cautelativamente il fattore di emissione associato alla sorgente SCC 3-05-027-60 *Sand Handling, Transfer, and Storage* in "Industrial Sand and Gravel", pari a 1.30x10<sup>-3</sup> lb/tons di PTS equivalente a 3.9x10<sup>-4</sup> kg/t di PM10 avendo considerato il 60% del particolato come PM10.

Inoltre il documento EPA AP-42 non mette a disposizione fattori di emissione per la frantumazione primaria, tuttavia indica la possibilità di utilizzare i valori della frantumazione terziaria in quanto ritenuti a favore della sicurezza.

Di seguito si riportano anche fattori di emissione relativi ai mezzi in transito all'interno del sito; i dati sono ripresi dalla banca dati messa a disposizione dall'ISPRA e rappresentano fattori di emissione medi relativi al trasporto stradale per l'anno 2014. Le stime sono state elaborate sulla base dei dati di input nazionali riguardanti il parco e la circolazione dei veicoli (numerosità del parco, percorrenze e consumi medi, velocità per categoria veicolare con riferimento ai cicli di guida urbano, extraurbano ed autostradale, altri specifici parametri nazionali).

**Tabella 5 - Fattori di emissione per i mezzi in transito (fonte: ISPRA, rif. anno 2014)**

| Veicolo           | Combustibile | Tipo sostanza inquinante | Fattore di emissione [g/Km] |
|-------------------|--------------|--------------------------|-----------------------------|
| Heavy Duty Trucks | Gasolio      | NO <sub>x</sub>          | 5,070749183                 |
|                   |              | NO <sub>2</sub>          | 0,613312117                 |
|                   |              | CO                       | 1,361253337                 |
|                   |              | SO <sub>2</sub>          | 0,002947809                 |
|                   |              | PM <sub>10</sub>         | 0,170225324                 |

Per il fattore di emissione delle polveri originate dai mezzi in transito sulla viabilità interna è stato applicato il modello suggerito dal documento EPA AP-42 nel Capitolo 13.2.1 – *Paved Roads* che utilizza la seguente formula empirica:

$$E = k (sL)^{0.91} \times (W)^{1.02}$$

Dove:

- E = fattore di emissione di particolato;
- K = fattore moltiplicativo variabile in funzione delle dimensioni delle particelle (grammi per chilometro percorso da ogni veicolo – g/VKT) assunto pari a 0,62 per il PM<sub>10</sub>;
- sL = carico di limo sul manto stradale (g/m<sup>2</sup>) assunto pari a 8,2 g/m<sup>2</sup> così come suggerito dal documento EPA AP-42 per le attività operanti nel settore “Quarry” (Cava);
- W = peso medio dei veicoli che transitano sulla strada (tonnellate) assunto pari a 16 tonnellate.

Pertanto per il transito dei mezzi sulle aree pavimentate si ottiene il seguente fattore di emissione:

$$E = 0,62 \times (8,2)^{0,91} \times (16)^{1,02} = 71,1 \text{ g/VKT}$$

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

$$E_{ext} = E [1 - P / (4 * N)]$$

Dove:

- E<sub>ext</sub> : fattore di emissione ridotto per mitigazione naturale (g/VKT);

- P: numero di giorni all'anno con precipitazioni superiori a 0,2 mm, (assunto pari a 90 giorni piovosi in un anno);
- N: numero di giorni nel periodo di mediazione (pari a 365 per una media annuale).

A tale mitigazione si dovrebbe aggiungere la bagnatura effettuata dagli irrigatori posti lungo la viabilità interna al sito.

$$E_{ext} = 71,1 \times [1 - 90 / (4 \times 365)] = 66,8 \text{ g/VKT}$$

Per il calcolo dell'abbattimento dovuto alla bagnatura con gli irrigatori si applicano i coefficienti indicati dalla pubblicazione *"Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti"* – Provincia di Firenze, ARPAT (Allegato 1 alla DGP 2013-09).

In particolare per il calcolo dell'efficienza di rimozione è stata applicata la formula proposta da Cowherd et al (1998):

$$C(\%) = 100 - (0.8 \cdot P \cdot trh \cdot \tau) / I$$

Dove:

- C: efficienza di abbattimento del bagnamento (%)
- P: potenziale medio dell'evaporazione giornaliera (mm/h)
- trh: traffico medio orario (h-1)
- I: quantità media del trattamento applicato (l/m<sup>2</sup>)
- t: Intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni (h)

Relativamente al parametro evapotraspirazione (P), si assume come riferimento il valore medio annuale del caso-studio riportato nel rapporto EPA (1998a) P = 0.34 mm× h-1.

Per il calcolo dell'efficienza di abbattimento, supponendo un traffico veicolare interno al sito complessivo di circa 11 veicoli/ora, è stata utilizzata la tabella semplificata proposte dal documento ARPAT su richiamato (cfr. *Tabella 6*).

**Tabella 6 - Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive t(h) per un valore di trh >10**

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

Dalla tabella si evince che irrigando almeno ogni 2 ore con una quantità di acqua pari a circa 0,1 l/m<sup>2</sup> si ottiene un abbattimento del 50%. Nel caso in esame si prevede una quantità di acqua pari ad almeno 0,5 l/m<sup>2</sup> con minimo 2 applicazioni/giorno, pertanto si raggiungerà un coefficiente di abbattimento minimo pari al 75%.

Pertanto il fattore di emissione finale sarà pari a:

$$E_{PR} = E_{ext} \times (1 - 0,75) = 66,8 \times 0,25 = 16,7 \text{ g/VKT}$$

Il sollevamento di particolato dalle strade asfaltate è pari al prodotto del fattore di emissione  $E_{PR}$  per il numero dei veicoli/ora transitanti nei vari percorsi della viabilità interna al sito. Tale parametro, espresso come veicolo chilometri viaggiati, è ricavato dal prodotto del numero di mezzi/ora per i chilometri percorsi.

#### **4.1 Stima dei flussi di massa**

##### Attività estrattiva.

In riferimento ai dati progettuali riferiti all'ampliamento della cava, si prevede di escavare mediamente circa 10'000 m<sup>3</sup>/anno; secondo le informazioni fornite dalla ditta l'attività di escavazione viene concentrata in uno/due giorni a settimana pertanto si può stimare una produzione media giornaliera di materiale escavato pari a circa 150 m<sup>3</sup>/giorno; ipotizzando una densità del materiale pari a 1.7 t/m<sup>3</sup> si stima l'estrazione di circa 250 t/giorno pari a 31 t/ora. Per la sorgente "Attività estrattiva" il flusso di massa si calcola come segue:

- *Attività estrattiva:*  $31 \times 3,9 \times 10^{-4} = 0,012 \text{ Kg/h} = 12 \text{ g/h}$

Per il carico sul mezzo del materiale escavato, ipotizzando sempre una densità del materiale pari a 1.7 t/m<sup>3</sup>, si ha una emissione oraria pari a:

- *Carico su camion materiale estratto:*  $31 \times 1,2 \times 10^{-3} = 0,0372 \text{ Kg/h} = 37,2 \text{ g/h}$

##### Produzione inerti naturali.

Per il processo produttivo degli inerti naturali si stima una produzione concentrata in un uno/due giorni a settimana con un quantitativo massimo stimabile in circa 250 m<sup>3</sup>/giorno pari a circa 425 t/giorno.

Da tale valore si ricavano i flussi di massa per tutto il processo di produzione degli inerti naturali:

- *Scarico inerti naturali in tramoggia:*  $425 \times 8 \times 10^{-6} = 0,0034 \text{ Kg/giorno} = 0,000425 \text{ Kg/h} = 0,425 \text{ g/h}$
- *Frantumazione primaria:*  $425 \times 0,0012 = 0,51 \text{ Kg/giorno} = 0,0637 \text{ Kg/h} = 63,75 \text{ g/h}$
- *Vaglio a 3 piani:*  $425 \times 0,0043 = 1,8275 \text{ Kg/giorno} = 0,22843 \text{ Kg/h} = 228,43 \text{ g/h}$
- *Vaglio a 2 piani:*  $210 \times 0,0043 = 0,903 \text{ Kg/giorno} = 0,112875 \text{ Kg/h} = 112,87 \text{ g/h}$

Considerando il sistema di abbattimento delle polveri:

- *Frantumazione primaria:*  $425 \times 0,00027 = 0,11475 \text{ Kg/giorno} = 0,0143 \text{ Kg/h} = 14,34 \text{ g/h}$
- *Vaglio a 3 piani:*  $425 \times 0,00037 = 0,15725 \text{ Kg/giorno} = 0,01965 \text{ Kg/h} = 19,65 \text{ g/h}$
- *Vaglio a 2 piani:*  $210 \times 0,00037 = 0,077 \text{ Kg/giorno} = 0,0097125 \text{ Kg/h} = 9,71 \text{ g/h}$

La vendita degli inerti prodotti si suppone avvenga durante l'arco della settimana stimando in uscita dall'impianto 100 tonnellate/giorno:

- *Carico inerti naturali prodotti:*  $100 \times 5 \times 10^{-5} = 0,005 \text{ Kg/giorno} = 0,000625 \text{ Kg/h} = 0,625 \text{ g/h}$

La linea di produzione inerti viene azionata tramite l'energia prodotta da un Gruppo Elettrogeno alimentato a gasolio di potenza pari a 148 KW; per tale sorgente si stimano i seguenti flussi di massa:

- $\text{NO}_x$ :  $0,018 \times 148 = 2,7 \text{ Kg} = 0,34 \text{ Kg/h} = 337,5 \text{ g/h}$
- $\text{CO}$ :  $4,6 \times 10^{-3} \times 148 = 0,6808 \text{ Kg} = 0,0851 \text{ Kg/h} = 85,1 \text{ g/h}$
- $\text{SO}_2$ :  $1,24 \times 10^{-3} \times 148 = 0,183 \text{ Kg} = 0,023 \text{ Kg/h} = 23,0 \text{ g/h}$
- $\text{PM}_{10}$ :  $1,33 \times 10^{-3} \times 148 = 0,197 \text{ Kg} = 0,0246 \text{ Kg/h} = 24,6 \text{ g/h}$

#### Recupero rifiuti da costruzione e demolizione

Per l'attività in progetto (recupero rifiuti da costruzione e demolizione) si prevede la gestione di 41'000 t/anno di rifiuti in 260 giorni di attività all'anno, corrispondenti a circa 160 t/giorno di rifiuto in ingresso.

Per tali quantità si stimano i seguenti flussi di massa:

- *Scarico rifiuti nell'area di conferimento:*  $160 \times 8 \times 10^{-6} = 0,00128 \text{ Kg/giorno} = 0,00016 \text{ Kg/h} = 0,16 \text{ g/h}$
- *Scarico rifiuti in tramoggia:*  $160 \times 8 \times 10^{-6} = 0,00128 \text{ Kg/giorno} = 0,00016 \text{ Kg/h} = 0,16 \text{ g/h}$
- *Frantumazione rifiuti:*  $160 \times 0,0012 = 0,192 \text{ Kg/giorno} = 0,024 \text{ Kg/h} = 24 \text{ g/h}$
- *Vaglio:*  $160 \times 0,0043 = 0,688 \text{ Kg/giorno} = 0,086 \text{ Kg/h} = 86 \text{ g/h}$
- *Carico materie prime secondarie*  $160 \times 5 \times 10^{-5} = 0,008 \text{ Kg/giorno} = 0,001 \text{ Kg/h} = 1,0 \text{ g/h}$

Considerando il sistema di abbattimento delle polveri:

- *Frantumazione rifiuti:*  $160 \times 0,00027 = 0,0432 \text{ Kg/giorno} = 0,0054 \text{ Kg/h} = 5,4 \text{ g/h}$
- *Vaglio:*  $160 \times 0,00037 = 0,0592 \text{ Kg/giorno} = 0,074 \text{ Kg/h} = 7,4 \text{ g/h}$

Le emissioni generate dal motore a combustione interna del gruppo frantumatore alimentato a gasolio con potenza massima pari a 150 KW sono calcolate come segue:

- $\text{NO}_x$ :  $0,018 \times 150 = 2,7 \text{ Kg} = 0,34 \text{ Kg/h} = 337,5 \text{ g/h}$
- $\text{CO}$ :  $4,6 \times 10^{-3} \times 150 = 0,689 \text{ Kg} = 0,0862 \text{ Kg/h} = 86,2 \text{ g/h}$
- $\text{SO}_2$ :  $1,24 \times 10^{-3} \times 150 = 0,186 \text{ Kg} = 0,02325 \text{ Kg/h} = 23,3 \text{ g/h}$
- $\text{PM}_{10}$ :  $1,33 \times 10^{-3} \times 150 = 0,199 \text{ Kg} = 0,0249 \text{ Kg/h} = 24,9 \text{ g/h}$

#### Traffico indotto

All'interno del sito transiteranno mezzi destinati al trasporto di inerti naturali, rifiuti e Materie Prime Seconde prodotte dall'impianto di recupero. Complessivamente si avrà un flusso in ingresso/uscita pari a circa 11 mezzi/ora per 8 ore/giorno, corrispondenti ad un numero di mezzi pesanti in transito pari a circa 88 mezzi/giorno (44 in ingresso + 44 in uscita). La viabilità interna al sito ha una lunghezza complessiva di 250 m.

Il flusso di massa degli inquinanti provenienti dai veicoli in transito è stato stimato tramite i calcoli riportati di seguito

- $\text{NO}_x$ :  $5,070749183 \times 11 \times 0,250 = 13,9 \text{ g/h}$
- $\text{NO}_2$ :  $0,613312117 \times 11 \times 0,250 = 1,7 \text{ g/h}$
- $\text{CO}$ :  $1,361253337 \times 11 \times 0,250 = 3,7 \text{ g/h}$
- $\text{SO}_2$ :  $0,002947809 \times 11 \times 0,250 = 0,008 \text{ g/h}$
- $\text{PM}_{10}$ :  $0,170225324 \times 11 \times 0,250 = 0,47 \text{ g/h}$

Suddividendo i flussi per i diversi tratti di viabilità interna si ha:

#### $\text{NO}_x$

- *Tratto 1*:  $5,070749183 \times 11 \times 0,06 = 3,34 \text{ g/h} = 9,3 \times 10^{-4} \text{ g/s}$
- *Tratto 2*:  $5,070749183 \times 9 \times 0,11 = 5,02 \text{ g/h} = 0,0014 \text{ g/s}$
- *Tratto 3*:  $5,070749183 \times 2 \times 0,08 = 0,811 \text{ g/h} = 2,25 \times 10^{-4} \text{ g/s}$

#### $\text{NO}_2$

- *Tratto 1*:  $0,613312117 \times 11 \times 0,06 = 0,404 \text{ g/h} = 1,12 \times 10^{-4} \text{ g/s}$
- *Tratto 2*:  $0,613312117 \times 9 \times 0,11 = 0,607 \text{ g/h} = 0,00017 \text{ g/s}$
- *Tratto 3*:  $0,613312117 \times 2 \times 0,08 = 0,0981 \text{ g/h} = 2,72 \times 10^{-5}$

#### $\text{CO}$

- *Tratto 1*:  $1,361253337 \times 11 \times 0,06 = 0,898 \text{ g/h} = 2,49 \times 10^{-4} \text{ g/s}$
- *Tratto 2*:  $1,361253337 \times 9 \times 0,11 = 1,347 \text{ g/h} = 0,00037 \text{ g/s}$
- *Tratto 3*:  $1,361253337 \times 2 \times 0,08 = 0,217 \text{ g/h} = 6,05 \times 10^{-5} \text{ g/s}$

#### $\text{SO}_2$

- *Tratto 1*:  $0,002947809 \times 11 \times 0,06 = 0,0019 \text{ g/h} = 5,4 \times 10^{-7} \text{ g/s}$
- *Tratto 2*:  $0,002947809 \times 9 \times 0,11 = 0,0029 \text{ g/h} = 8,1 \times 10^{-7} \text{ g/s}$
- *Tratto 3*:  $0,002947809 \times 2 \times 0,08 = 0,00047 \text{ g/h} = 1,3 \times 10^{-7} \text{ g/s}$

#### $\text{PM}_{10}$

- *Tratto 1*:  $0,170225324 \times 11 \times 0,06 = 0,112 \text{ g/h} = 3,11 \times 10^{-5} \text{ g/s}$
- *Tratto 2*:  $0,170225324 \times 9 \times 0,11 = 0,168 \text{ g/h} = 4,66 \times 10^{-5} \text{ g/s}$
- *Tratto 3*:  $0,170225324 \times 2 \times 0,08 = 0,027 \text{ g/h} = 7,5 \times 10^{-6} \text{ g/s}$

Il transito origina polveri diffuse provenienti dalla viabilità interna pavimentata e dagli inquinanti tipici dei motori a combustione interna alimentati a gasolio.

Per il transito sulle aree pavimentate si stima il seguente flusso di massa di polveri:

- $PM_{10}$  paved road (senza controllo) =  $66,8 \times 11 \times 0,250 = 183,7$  g/h
- $PM_{10}$  paved road (con abbattimento) =  $16,7 \times 11 \times 0,250 = 46$  g/h

Suddividendo i flussi per i diversi tratti di viabilità interna si ha:

- Tratto 1:  $16,7 \times 11 \times 0,06 = 11$  g/h = 0,0031 g/s
- Tratto 2:  $16,7 \times 9 \times 0,11 = 16,53$  g/h = 0,0046 g/s
- Tratto 3:  $16,7 \times 2 \times 0,08 = 2,67$  g/h =  $7 \times 10^{-4}$  g/s

**Tabella 7 - Riepilogo flussi di massa delle sorgenti emissive (Se= sorgenti esistenti; Sn= sorgenti di progetto)**

| ID sorgente | Descrizione sorgente   | Sostanza inquinante | Flusso di massa [g/h] | Flusso di massa con abbattimento [g/h] |
|-------------|--|---------------------|-----------------------|--|
| Se1         | Attività estrattiva  | $PM_{10}$           | 12                    | --                                     |
| Se2         | Carico su camion del materiale estratto  | $PM_{10}$           | 37,2                  | --                                     |
| Se3         | Scarico inerti naturali in tramoggia   | $PM_{10}$           | 0,425                 | --                                     |
| Se4         | Frantoio primario ad urto  | $PM_{10}$           | 63,75                 | 14,34                                  |
| Se5         | Vaglio a 3 piani   | $PM_{10}$           | 228,43                | 19,65                                  |
| Se6         | Vaglio a 2 piani   | $PM_{10}$           | 112,87                | 9,71                                   |
| Se7         | Carico inerti naturali prodotti  | $PM_{10}$           | 0,625                 | --                                     |
| Se8         | Gruppo elettrogeno linea produzione inerti   | $NO_x$ (*)          | 337,5                 | --                                     |
|             |  | CO                  | 85,1                  | --                                     |
|             |  | SO <sub>2</sub>     | 23,0                  | --                                     |
|             |  | $PM_{10}$           | 24,6                  | --                                     |
| Se9         | Veicoli in transito<br>(flussi di massa complessivi sull'intera viabilità interna)           | $NO_x$              | 13,9                  | --                                     |
|             |  | NO <sub>2</sub>     | 1,7                   | --                                     |
|             |  | CO                  | 3,7                   | --                                     |
|             |  | SO <sub>2</sub>     | 0,008                 | --                                     |
|             |  | $PM_{10}$           | 0,47                  | --                                     |
| Se10        | Transito su strada pavimentata<br>(flusso di masa complessivo sull'intera viabilità interna) | $PM_{10}$           | 183,7                 | 46                                     |
| Sn1         | Scarico rifiuti nell'area di conferimento  | $PM_{10}$           | 0,16                  | --                                     |
| Sn2         | Scarico rifiuti in tramoggia   | $PM_{10}$           | 0,16                  | --                                     |
| Sn3         | Frantumazione rifiuti  | $PM_{10}$           | 24,0                  | 5,4                                    |
| Sn4         | Vagliatura rifiuti   | $PM_{10}$           | 86,0                  | 7,4                                    |
| Sn5         | Carico materie prime secondarie  | $PM_{10}$           | 1,0                   | --                                     |
| Sn6         | Motore a combustione interna gruppo frantumatore   | $NO_x$              | 337,5                 | --                                     |
|             |  | CO                  | 86,2                  | --                                     |
|             |  | SO <sub>2</sub>     | 23,3                  | --                                     |
|             |  | $PM_{10}$           | 24,9                  | --                                     |

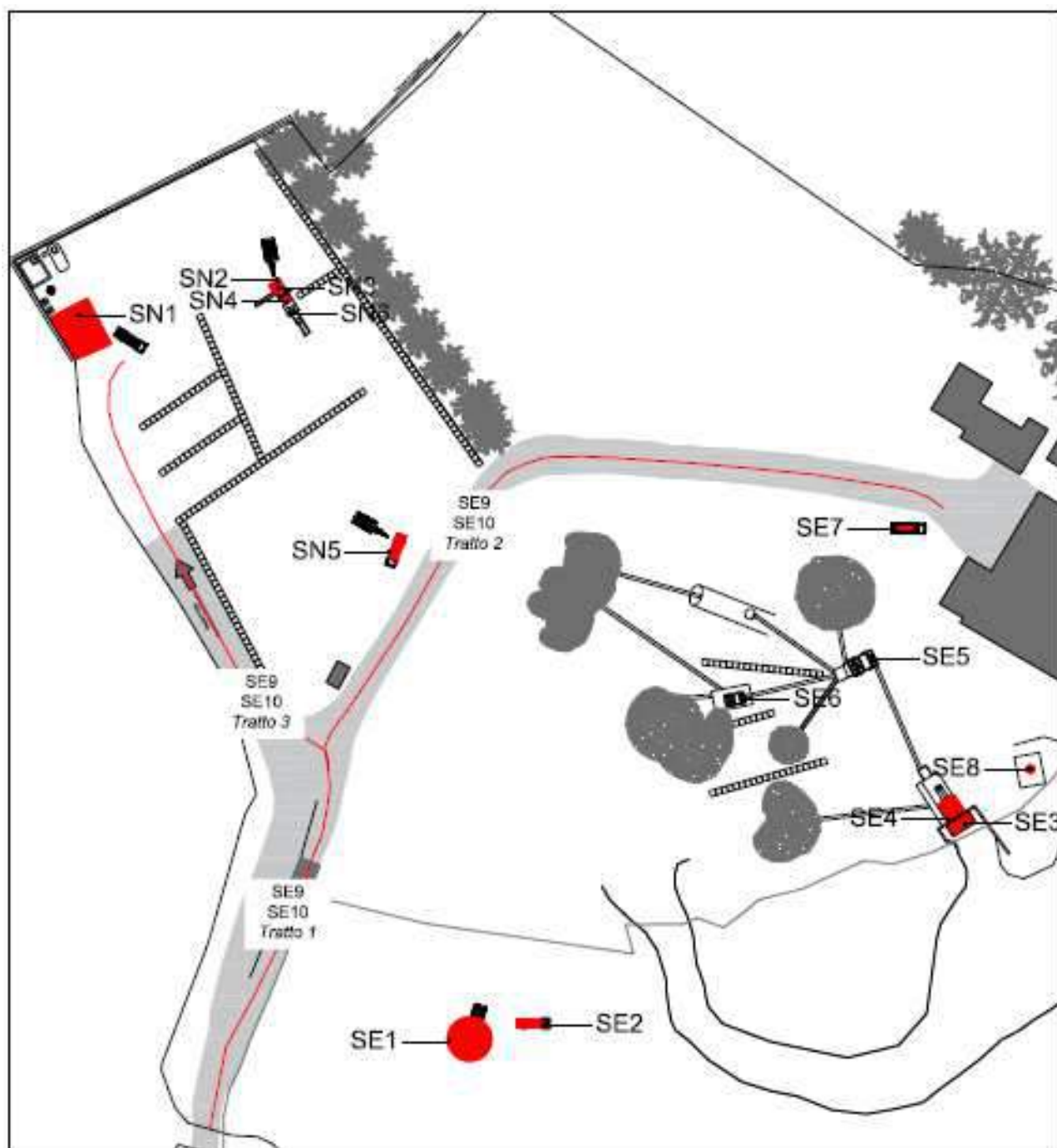


Figura 17 - Ubicazione delle sorgenti di emissione

## 5 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI: ANALISI DELLA RICADUTA AL SUOLO DEGLI INQUINANTI

### 5.1 Indicatori della qualità dell'aria

Di seguito vengono riportati gli indicatori dello stato di qualità dell'aria applicabili al caso di studio e ritenuti significativi, tenendo in considerazione la normativa vigente in materia (D. Lgs 155/2010) e la tipologia di inquinanti emessi dal processo produttivo dell'impianto in progetto.

**Tabella 8 - Valori limite di riferimento**

| Inquinante             | Limite                       | Tempo di mediazione dei dati                             | Note  |
|------------------------|------------------------------|--|---|
| Materiale particolato  | 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  | Media di 24 ore (da non superare più di 35 volte l'anno) |   |
| <b>PM<sub>10</sub></b> | 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  | Media annuale  |   |
| Biossido di Zolfo      | 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Media oraria (da non superare più di 24 volte l'anno)    |   |
| <b>SO<sub>2</sub></b>  | 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Media di 24 ore (da non superare più di 3 volte l'anno)  |   |
|                        | 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  | Media annuale nel periodo 1 ottobre - 31 marzo           | Valore limite per la protezione degli ecosistemi  |
| Biossido di Azoto      | 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Media oraria (da non superare più di 18 volte l'anno)    |   |
| <b>NO<sub>2</sub></b>  | 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  | Media annuale  |   |
| Ossidi di Azoto        | 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  | Media annuale  | Valore limite per la protezione della vegetazione |
| <b>NO<sub>x</sub></b>  |                              |  |   |

### 5.2 Metodo di valutazione dell'impatto

La valutazione dell'impatto sull'ambiente atmosferico delle emissioni è stata eseguita impiegando modelli matematici convalidati.

Nello specifico i calcoli per la previsione della ricaduta al suolo dei contaminanti sono stati implementati con il modello gaussiano AERMOD (versione 12060) sviluppato dall'US-EPA.

Il modello si avvale dell'utilizzo di due altri codici per elaborare i dati di input:

- il preprocessore meteorologico AERMET, che consente di raccogliere ed elaborare i dati meteorologici rappresentativi della zona studiata, per calcolare i parametri dispersivi dello strato limite atmosferico; esso permette pertanto ad AERMOD di ricavare i profili verticali delle variabili meteorologiche più influenti sul trasporto e dispersione degli inquinanti;
- il preprocessore orografico AERMAP, che permette di raccogliere ed elaborare le caratteristiche e l'altimetria del territorio, consentendo l'applicazione di AERMOD a zone sia pianeggianti che a morfologia complessa.

Il modello prevede anche l'analisi del *building downwash*; tale metodologia consente di valutare l'interazione degli edifici prossimi ai punti di emissione che hanno influenza sulla dispersione degli inquinanti.

### 5.3 Dati in input

I dati di input utilizzati consistono in:

- Dati meteo climatici riferiti all'anno 2011 ottenuti secondo i criteri indicati al *Paragrafo 3.2*;
- Orografia del terreno (dati reperiti sul portale <http://opendata.regione.abruzzo.it/> – risoluzione 10 m);
- Altezza degli edifici limitrofi (dati reperiti sul portale <http://opendata.regione.abruzzo.it/>);
- Caratteristiche chimiche e fisiche delle sorgenti emissive (desunti dai dati di progetto e applicando i modelli di calcolo descritti nel *Paragrafo 4*).

L'analisi è stata condotta quindi prendendo come riferimento l'intero anno 2011, applicando fattori di emissione specifici dell'attività in esame.

L'output del modello è stato configurato in maniera da ottenere massimi e medie dei valori di concentrazione confrontabili con i limiti di legge previsti per l'inquinante considerato.

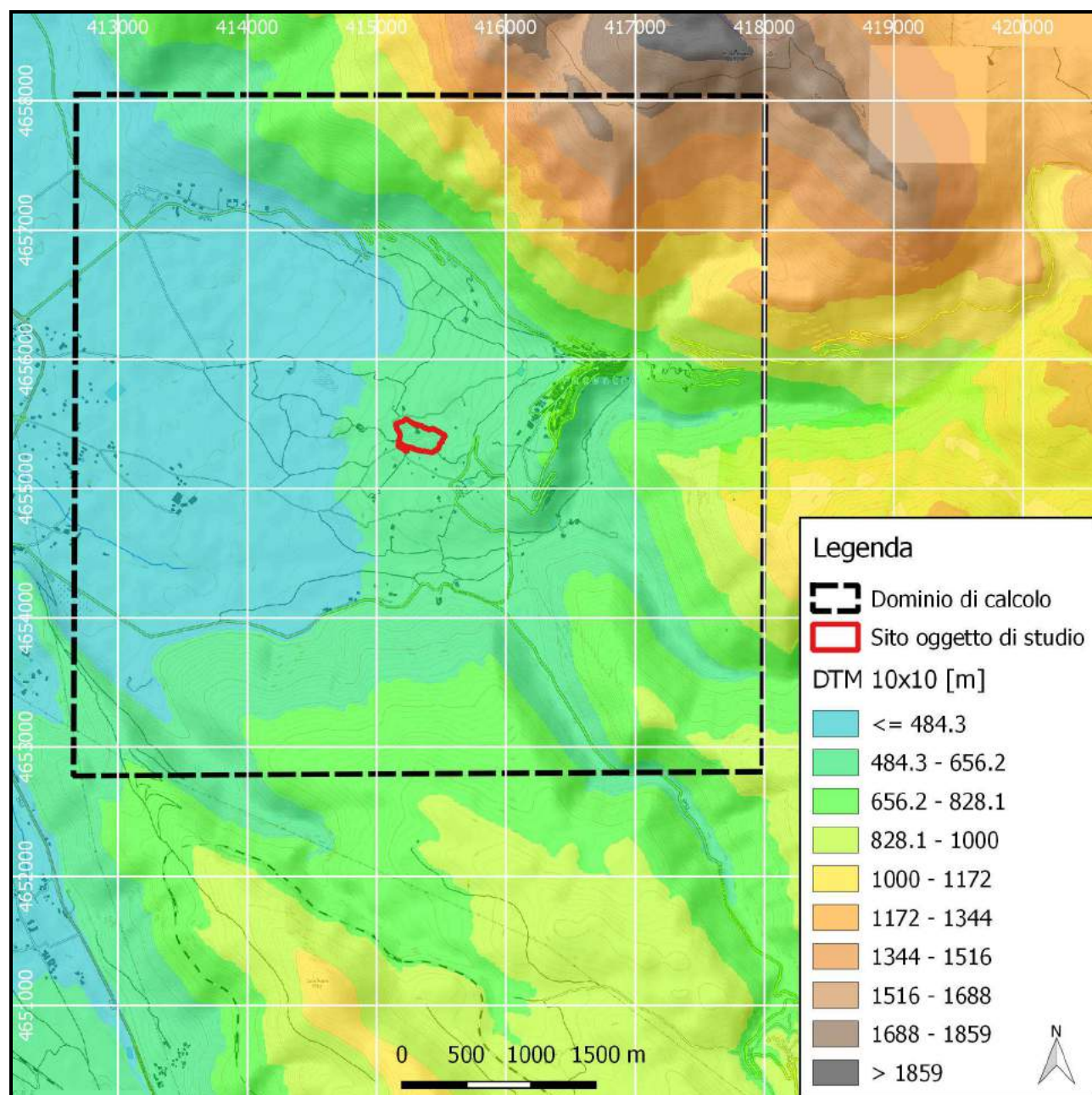
#### 5.3.1 Dominio spaziale di riferimento

In *Figura 18* vengono rappresentate graficamente le caratteristiche del dominio spaziale su cui sono state eseguite le simulazioni di ricaduta al suolo degli inquinanti, evidenziando anche l'orografia del territorio, mentre in *Tabella 9* si riportano i dati principali del reticolo di calcolo.

**Tabella 9 - Caratteristiche del reticolo di calcolo**

| PARAMETRO                                       | VALORE                    |
|---|---------------------------|
| Coordinate UTM (WGS84) estremo di SUD-OVEST     | 412'654,96 – 4'652'777,65 |
| Ampiezza reticolo                               | 5 Km x 5 Km               |
| Numero di ricettori                             | 101 X 101 = <b>10'201</b> |
| Dimensione della singola cella del reticolo [m] | 50 x 50                   |

L'orografia dell'area di studio è stata ricostruita tramite i dati reperiti sul sito <http://opendata.regione.abruzzo.it>. A partire dai dati in formato ASCII sono state eseguite operazioni di formattazione e proiezione dei valori nel sistema di riferimento NAD, in modo da poterli rendere fruibili per il modello AERMOD.



**Figura 18 - Dominio spaziale di riferimento**

### 5.3.2 Caratteristiche delle sorgenti di emissione

Si fa riferimento a quanto già valutato al *Paragrafo 4*.

### 5.3.3 Concentrazione di fondo degli inquinanti

Per poter valutare la compatibilità dell'impianto da autorizzare, oltre ai valori emessi dall'impianto stesso bisogna tenere in considerazione i valori della concentrazione di fondo.

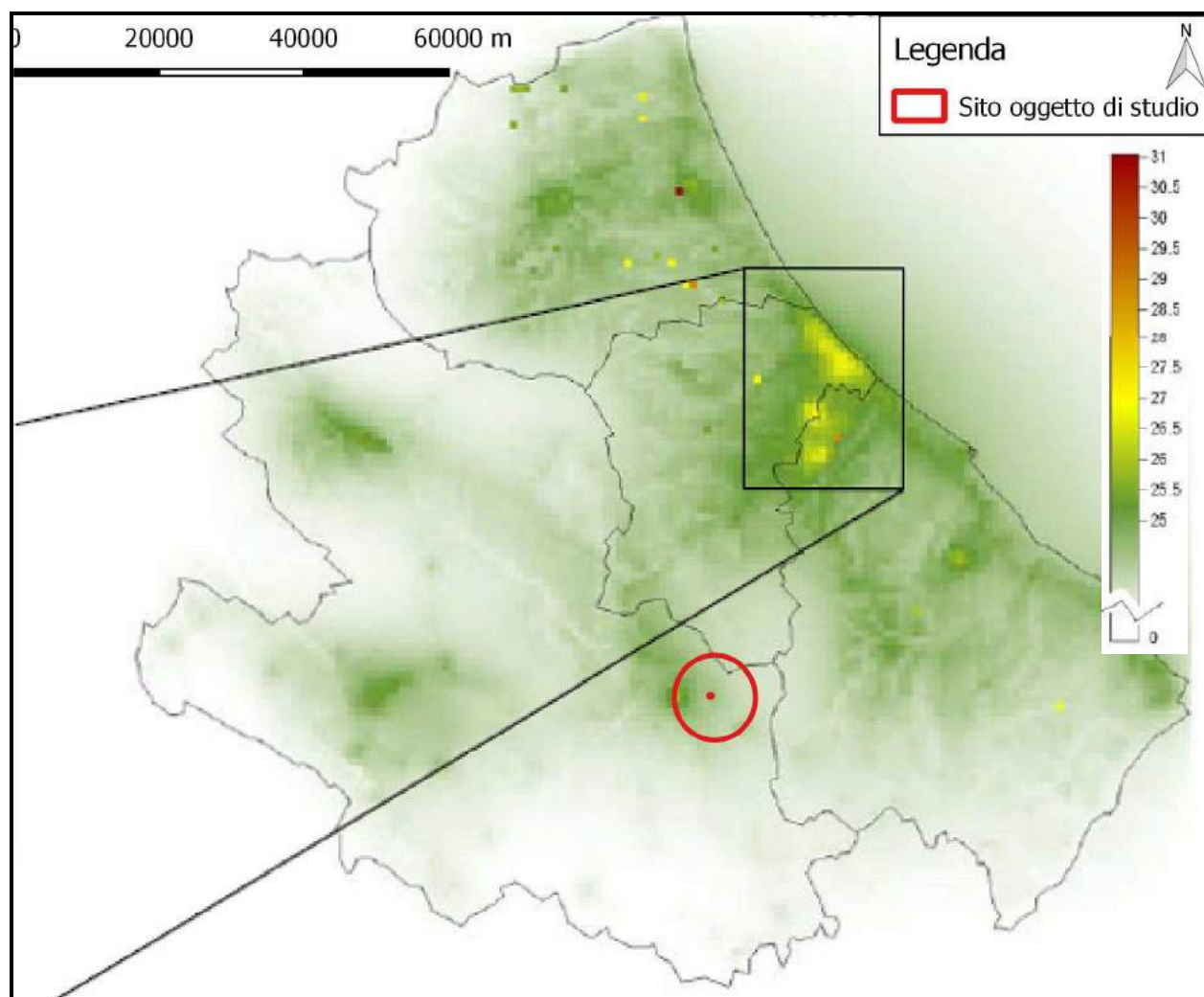
Vista l'assenza di centraline di monitoraggio in prossimità del sito, per l'analisi dello stato sulla qualità dell'aria si è fatto riferimento al *Piano Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria* in cui sono riportati i

risultati della simulazione effettuata a scala regionale con i modelli CALPUFF e CALGRID sui principali inquinanti ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$ ).

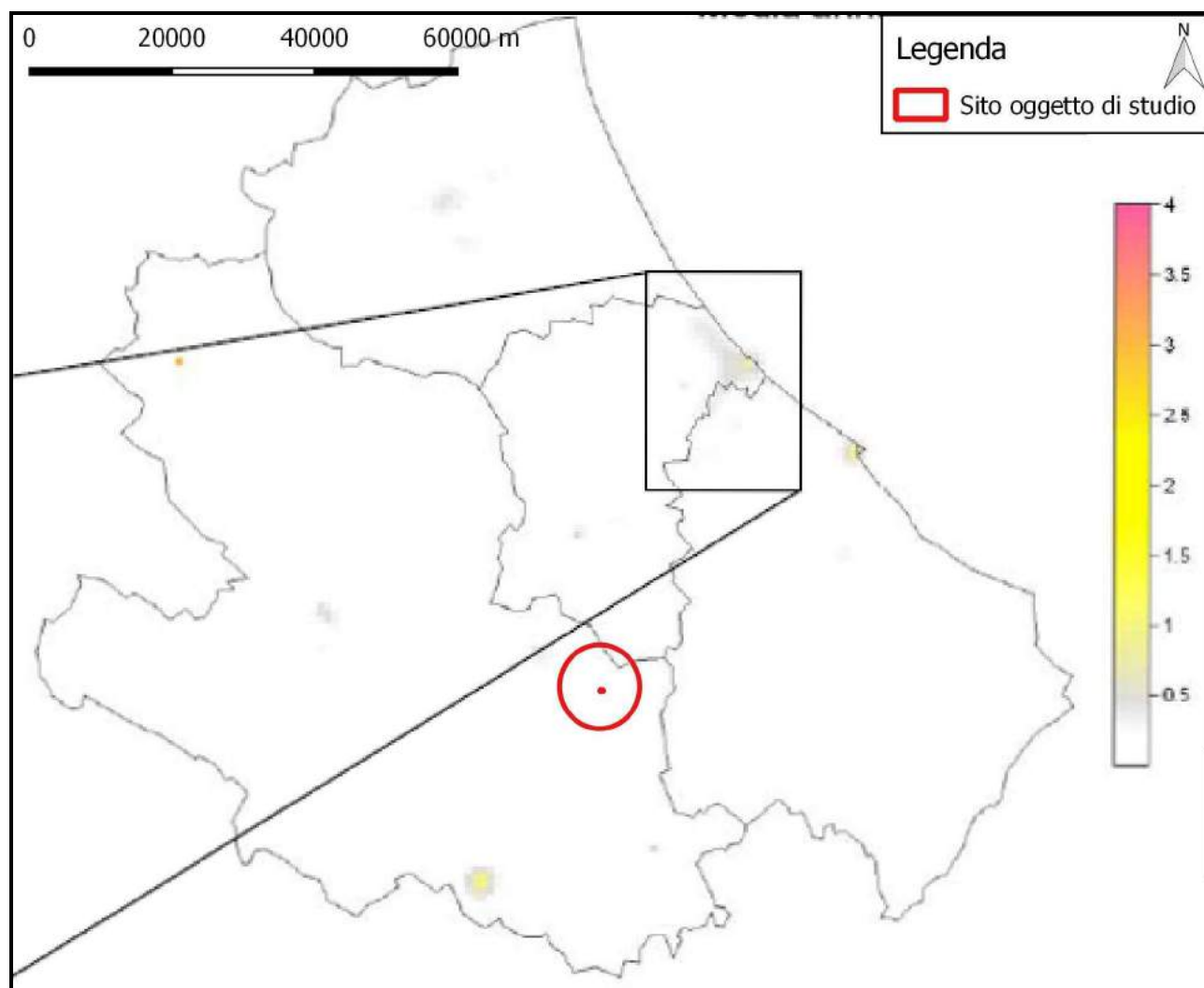
Inquadrando le mappe della distribuzione spaziale delle concentrazioni sull'area oggetto di studio, si osserva che i livelli maggiori di  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{NO}_2$  si rilevano nel centro abitato di Sulmona (cfr. *Figura 19* e *Figura 20*); questo è dovuto principalmente alle emissioni di veicoli e alle combustioni degli impianti di riscaldamento domestico presenti nelle aree urbane. Non si rilevano invece concentrazioni significative di  $\text{SO}_2$ .

Rispetto agli indicatori della qualità dell'aria scelti (*Paragrafo 5.1*) per la zona oggetto di studio si stimano dalle mappe del *Piano Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria* alcuni valori di fondo riportati nella tabella seguente.

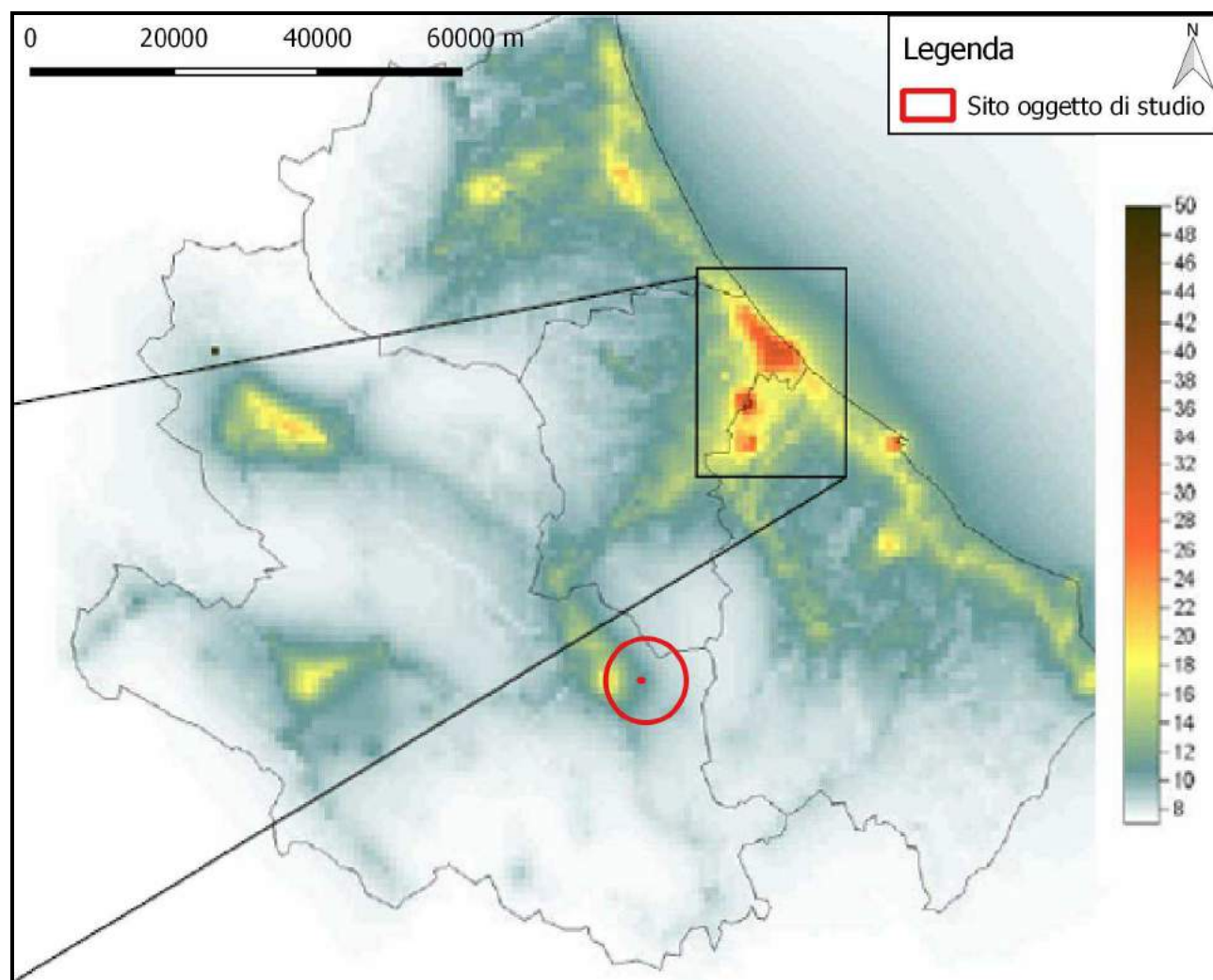
| Inquinante                         | Concentrazione stimata       | Tempo di mediazione dei dati                             |
|------------------------------------|------------------------------|--|
| Materiale particolato              | N.D.                         | Media di 24 ore (da non superare più di 35 volte l'anno) |
| <b><math>\text{PM}_{10}</math></b> | $<25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | Media annuale  |
| Biossido di Zolfo                  | N.D.                         | Media oraria (da non superare più di 24 volte l'anno)    |
| <b><math>\text{SO}_2</math></b>    | N.D.                         | Media di 24 ore (da non superare più di 3 volte l'anno)  |
|                                    | N.D.                         | Media annuale nel periodo 1 ottobre - 31 marzo (         |
| Biossido di Azoto                  | N.D.                         | Media oraria (da non superare più di 18 volte l'anno)    |
| <b><math>\text{NO}_2</math></b>    | $<12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | Media annuale  |
| Ossidi di Azoto                    | N.D.                         | Media annuale  |
| <b><math>\text{NO}_x</math></b>    |                              |  |



**Figura 19** - Media annuale della concentrazione di PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) ottenuta dall'applicazione del modello CALPUFF.  
(fonte: Piano Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria)



**Figura 20** - Media annuale della concentrazione di SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) ottenuta dall'applicazione del modello CALPUFF.  
(fonte: Piano Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria)



**Figura 21 - Media annuale della concentrazione di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) ottenuta dall'applicazione del modello CALPUFF.**  
(fonte: Piano Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria)

#### **5.4 Risultati della simulazione**

Nel presente studio i dati di output del modello sono stati elaborati con codice AERMOD, sviluppato da EPA, che permette di calcolare gli indici statistici (quali medie e percentili) sugli intervalli temporali specificati, utili per il confronto con i limiti imposti dalla normativa.

Nell'area del dominio di riferimento, e per ciascuno dei recettori disposti sul territorio circostante al sito in esame e per ogni ora del dominio di tempo della simulazione, AERMOD ha calcolato la concentrazione media oraria degli inquinanti espressa in µg/m<sup>3</sup>.

I dati ottenuti con la simulazione modellistica sono stati interpolati con tecniche di geoprocessing e riportati su cartografia utilizzando software GIS open source. Nella rappresentazione grafica sono riportate le isoplete relative ai periodo di mediazione richiesti dalla normativa per ogni inquinante sia nello scenario 0 (stato di fatto) che nello scenario 1 (stato di fatto + progetto = effetto cumulo).

Dall'osservazione delle mappe di diffusione e dalle tabelle di seguito riportate è stato possibile trarre alcune considerazioni relative alla dispersione degli inquinanti emessi dalle sorgenti previste dall'intervento oggetto di studio considerando anche l'effetto cumulo.

In generale le linee di isoconcentrazione sono distribuite seguendo in buona parte l'andamento dei venti dominanti e l'orografia locale; l'effetto downwash degli edifici limitrofi è poco rilevante a causa della bassa quota di rilascio delle sorgenti.

Le concentrazioni calcolate evidenziano che non risultano potenzialmente coinvolti i centri e i nuclei abitati presenti nell'intorno dell'impianto; la massima concentrazione degli inquinanti infatti è ubicata sempre all'interno del sito produttivo gestito dalla ditta.

All'esterno del perimetro produttivo e sui ricettori più prossimi al sito non si prevede il superamento delle concentrazioni limite previste dal D. Lgs 155/2010.

Si può affermare infatti che a distanza di oltre 100 m dal perimetro dell'impianto ogni effetto dovuto alla diffusione delle polveri è da ritenersi trascurabile.

Da evidenziare inoltre che per gli NO<sub>x</sub> al momento dell'emissione gran parte degli ossidi di azoto è in forma di NO, con un rapporto NO/NO<sub>2</sub> decisamente a favore del primo (il contenuto di NO<sub>2</sub> nelle emissioni è circa tra il 5 e il 10% del totale degli ossidi di azoto) che viene poi ossidato in atmosfera dall'ossigeno e più rapidamente dall'ozono, dando luogo al biossido di azoto. Nel presente studio la simulazione degli ossidi di azoto è stata effettuata considerando la concentrazione dell'NO<sub>2</sub> come NO<sub>x</sub> pertanto i risultati per questo tipo di inquinante risultano notevolmente superiori a quelli che si otterrebbero considerando il reale rapporto NO/NO<sub>2</sub>.

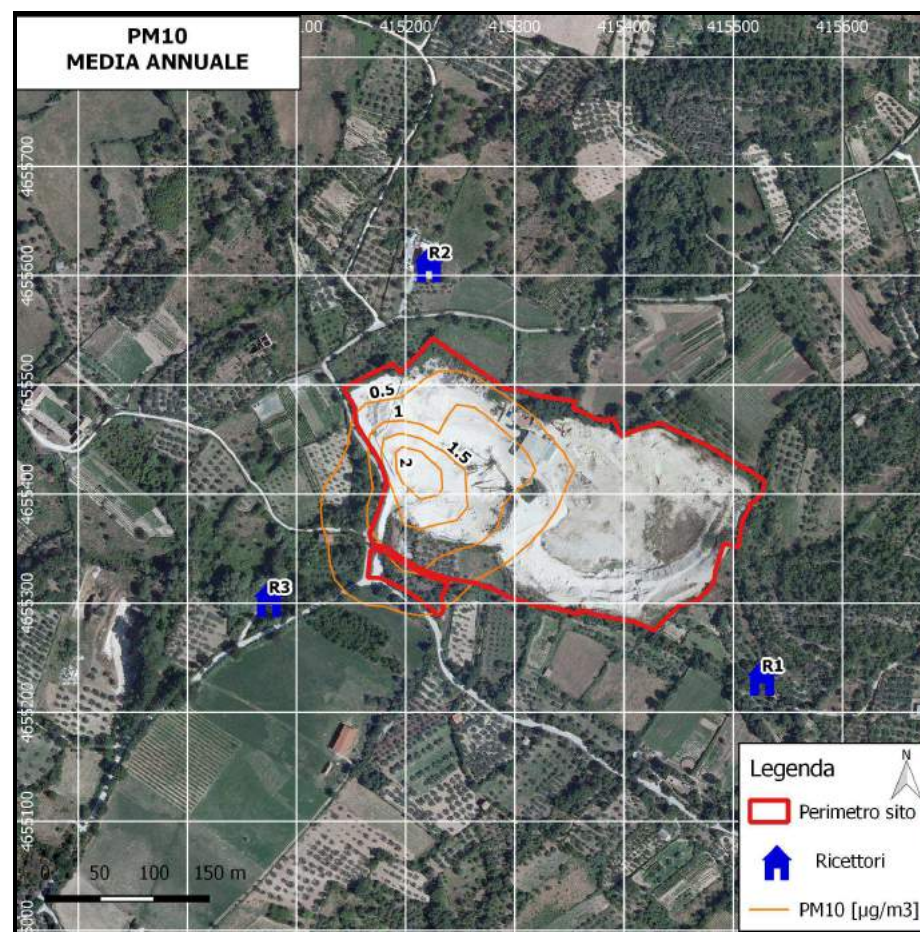
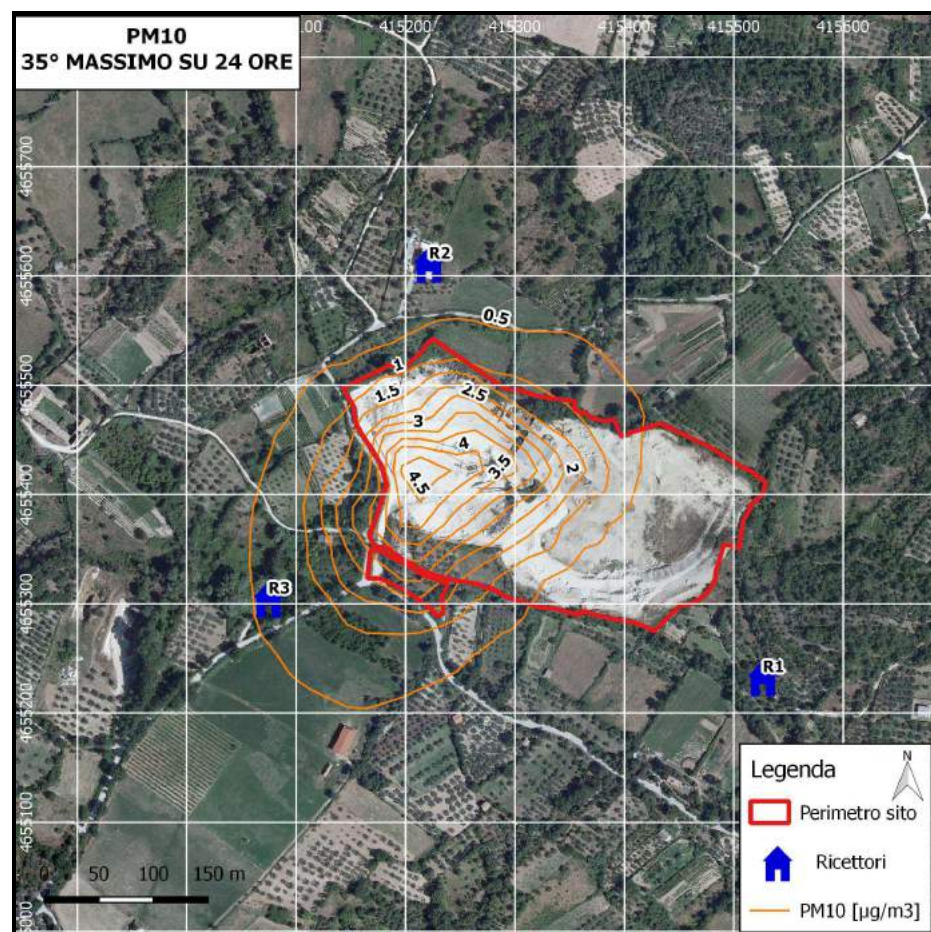
**Tabella 10 - Valori delle concentrazioni calcolati sui ricettori nello stato di fatto (Scenario 0)**

| Inquinante       | Punto di massimo<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | Ricettore R1<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | Ricettore R2<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | Ricettore R3<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | Tempo di mediazione<br>dei dati                |
|------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| PM <sub>10</sub> | 5,21                                     | 0,04                                 | 0,26                                 | 0,61                                 | Media di 24 ore (35° massimo)                  |
|                  | 2,68                                     | 0,013                                | 0,092                                | 0,22                                 | Media annuale                                  |
| SO <sub>2</sub>  | 20,01                                    | 0,15                                 | 0,72                                 | 0,85                                 | Media oraria (24° massimo)                     |
|                  | 4,27                                     | 0,035                                | 0,18                                 | 0,23                                 | Media di 24 ore (3° massimo)                   |
|                  | 0,56                                     | 0,003                                | 0,02                                 | 0,023                                | Media annuale nel periodo 1 ottobre - 31 marzo |
| NO <sub>2</sub>  | 32,6                                     | 0,31                                 | 1,86                                 | 2,39                                 | Media oraria (18° massimo)                     |
|                  | 0,76                                     | 0,0042                               | 0,022                                | 0,040                                | Media annuale                                  |
| NO <sub>x</sub>  | 0,76                                     | 0,0042                               | 0,022                                | 0,040                                | Media annuale                                  |

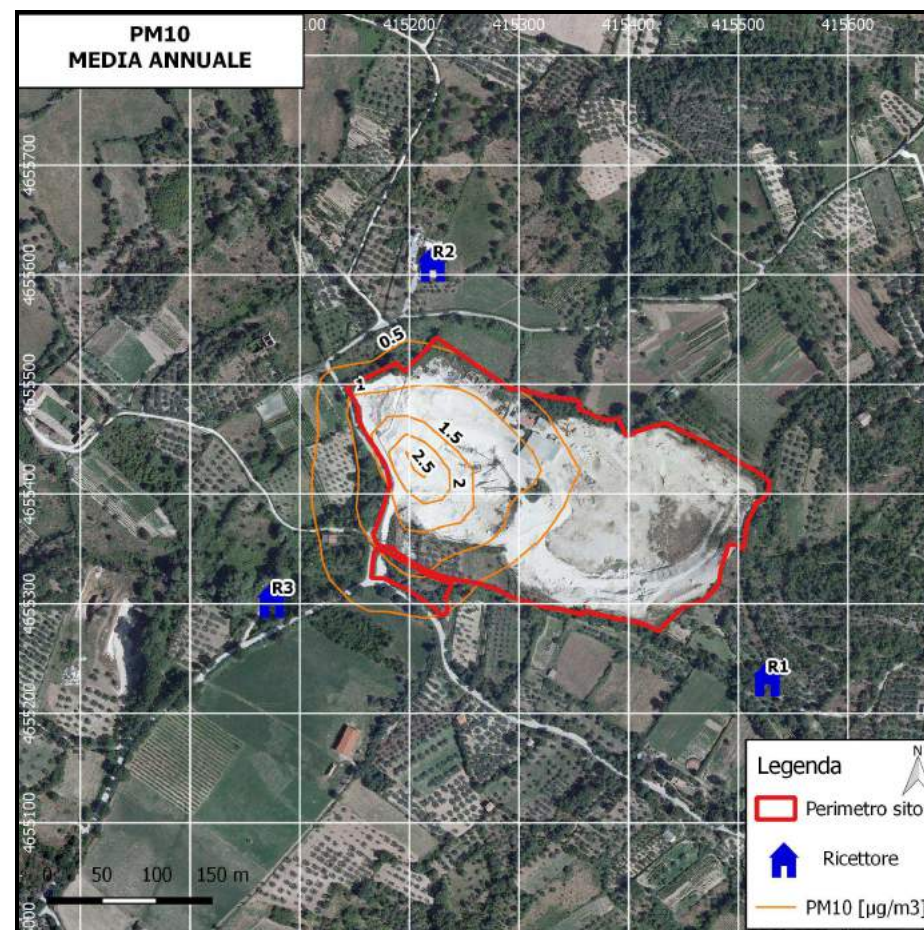
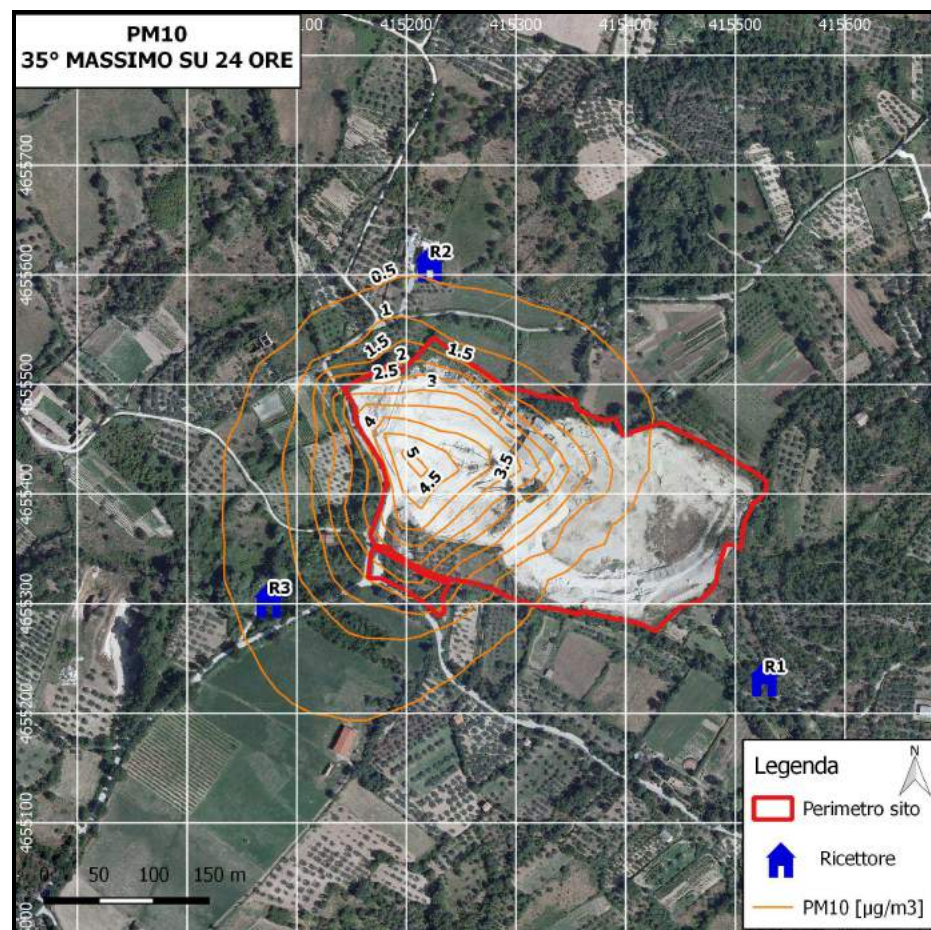
**Tabella 11 - Valori delle concentrazioni calcolati sui ricettori come effetto cumulo dello stato di fatto + progetto (Scenario 1)**

| Inquinante       | Punto di massimo<br>[µg/m³] | Ricettore R1<br>[µg/m³] | Ricettore R2<br>[µg/m³] | Ricettore R3<br>[µg/m³] | Tempo di mediazione<br>dei dati                |
|------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--|
| PM <sub>10</sub> | 5,40                        | 0,042                   | 0,42                    | 0,70                    | Media di 24 ore (35° massimo)                  |
|                  | 2,84                        | 0,015                   | 0,16                    | 0,26                    | Media annuale                                  |
| SO <sub>2</sub>  | 20,36                       | 0,22                    | 2,82                    | 1,80                    | Media oraria (24° massimo)                     |
|                  | 4,85                        | 0,052                   | 0,64                    | 0,36                    | Media di 24 ore (3° massimo)                   |
|                  | 0,58                        | 0,004                   | 0,077                   | 0,056                   | Media annuale nel periodo 1 ottobre - 31 marzo |
| NO <sub>2</sub>  | 34,14                       | 0,41                    | 6,03                    | 4,06                    | Media oraria (18° massimo)                     |
|                  | 0,81                        | 0,006                   | 0,078                   | 0,080                   | Media annuale                                  |
| NO <sub>x</sub>  | 0,81                        | 0,006                   | 0,078                   | 0,080                   | Media annuale                                  |

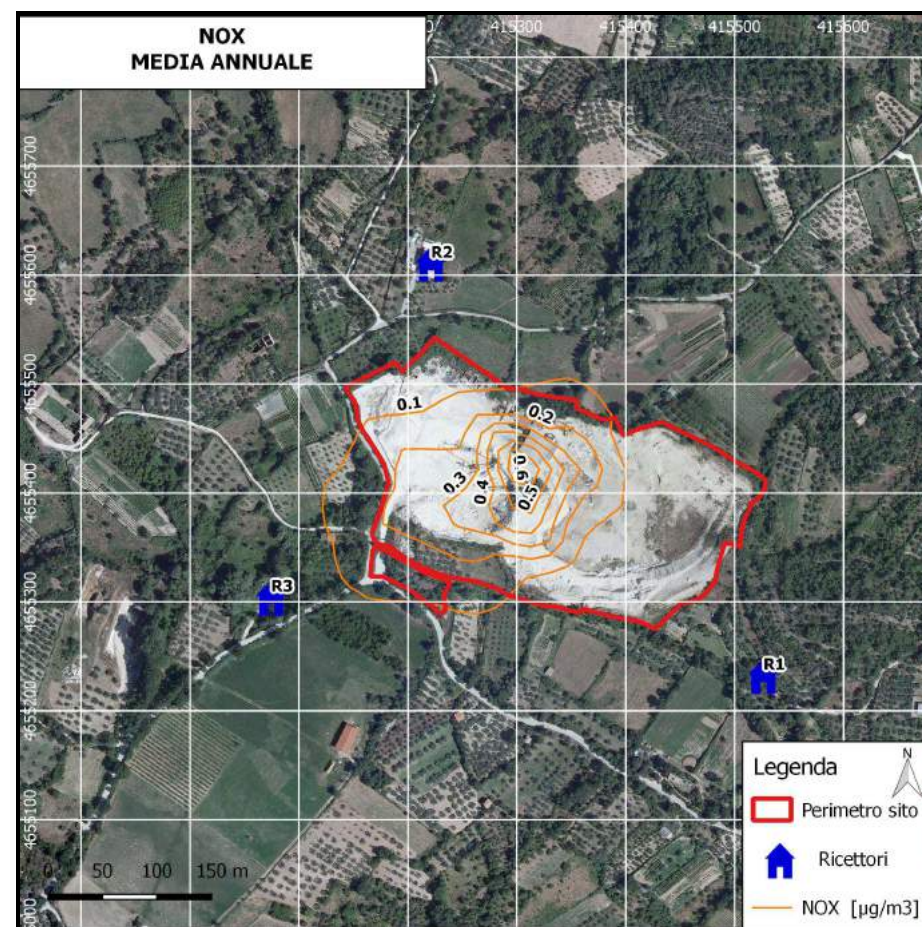
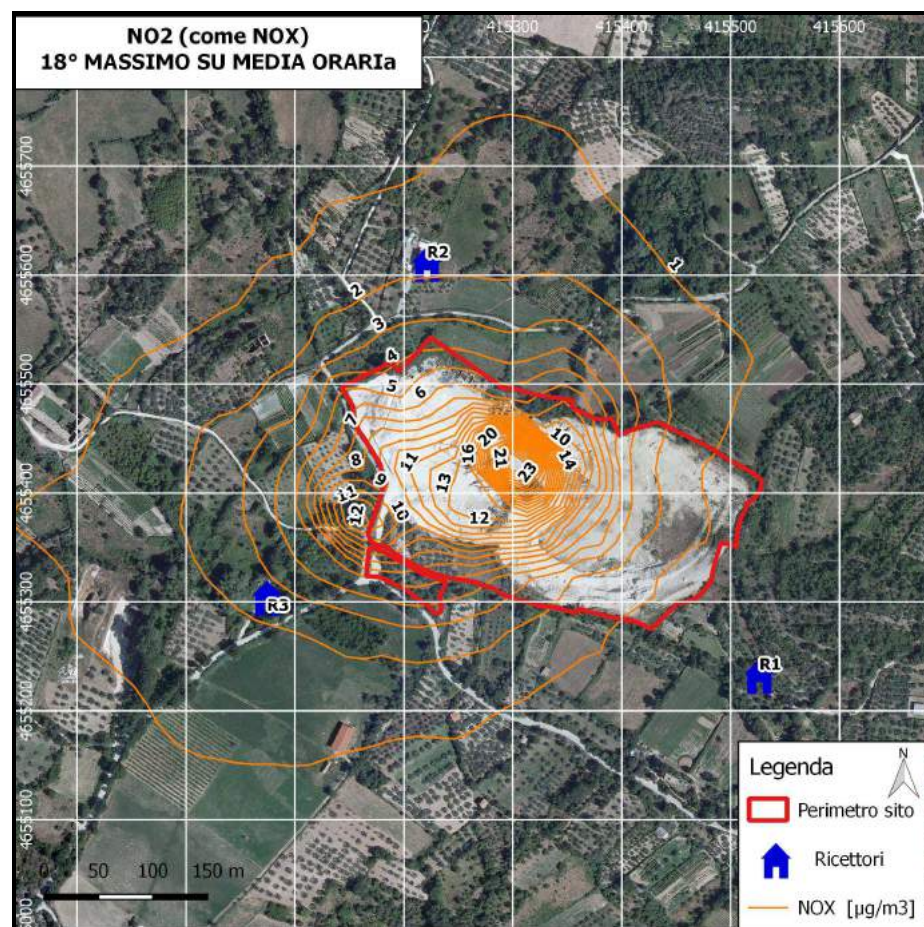
PM<sub>10</sub> – Scenario 0 (stato di fatto)



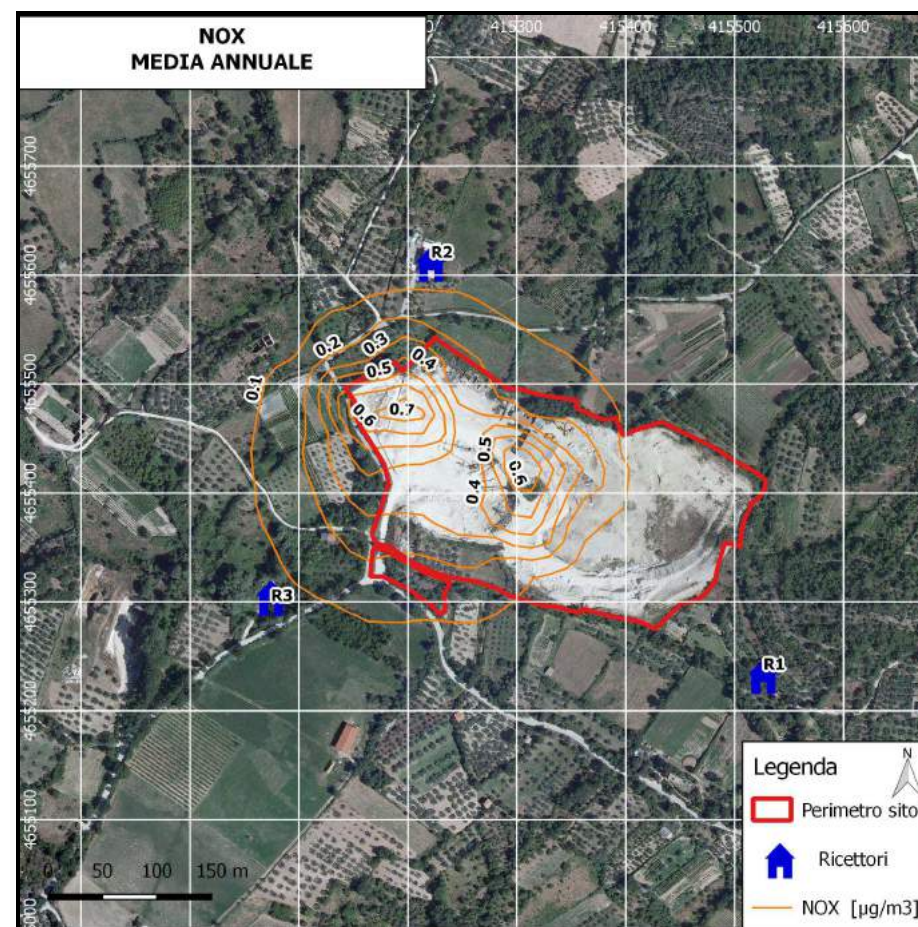
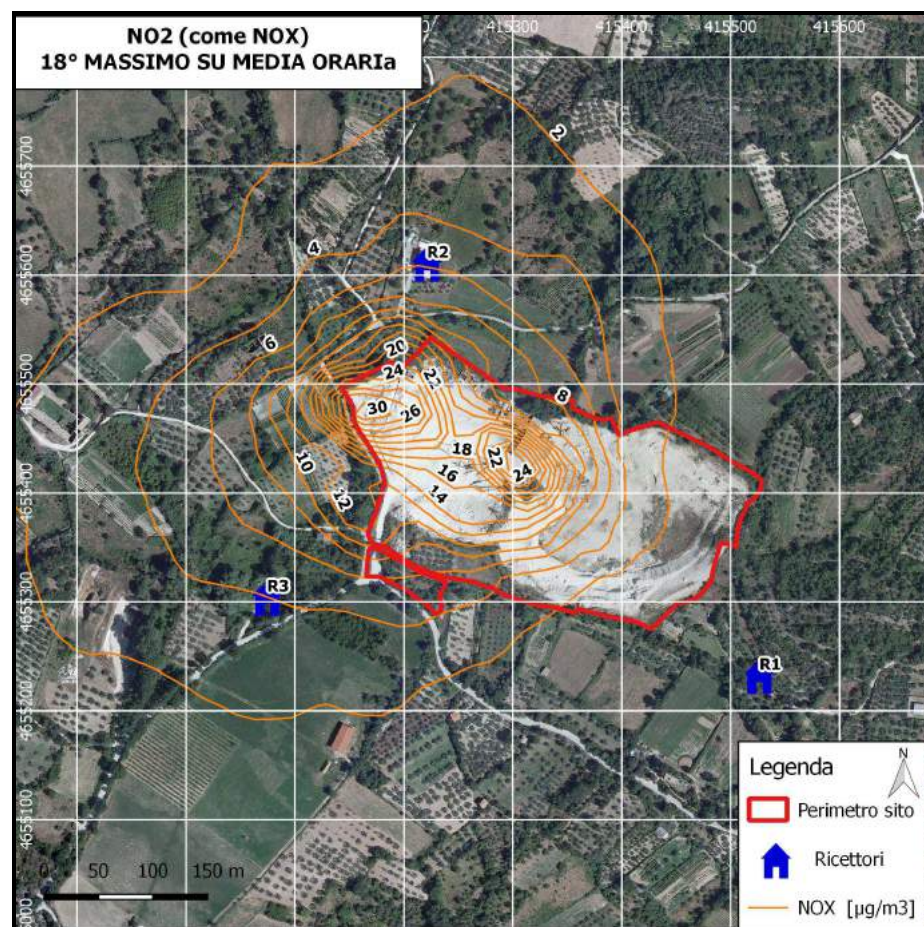
**PM<sub>10</sub> – Scenario 1 (effetto cumulo: stato di fatto + progetto)**



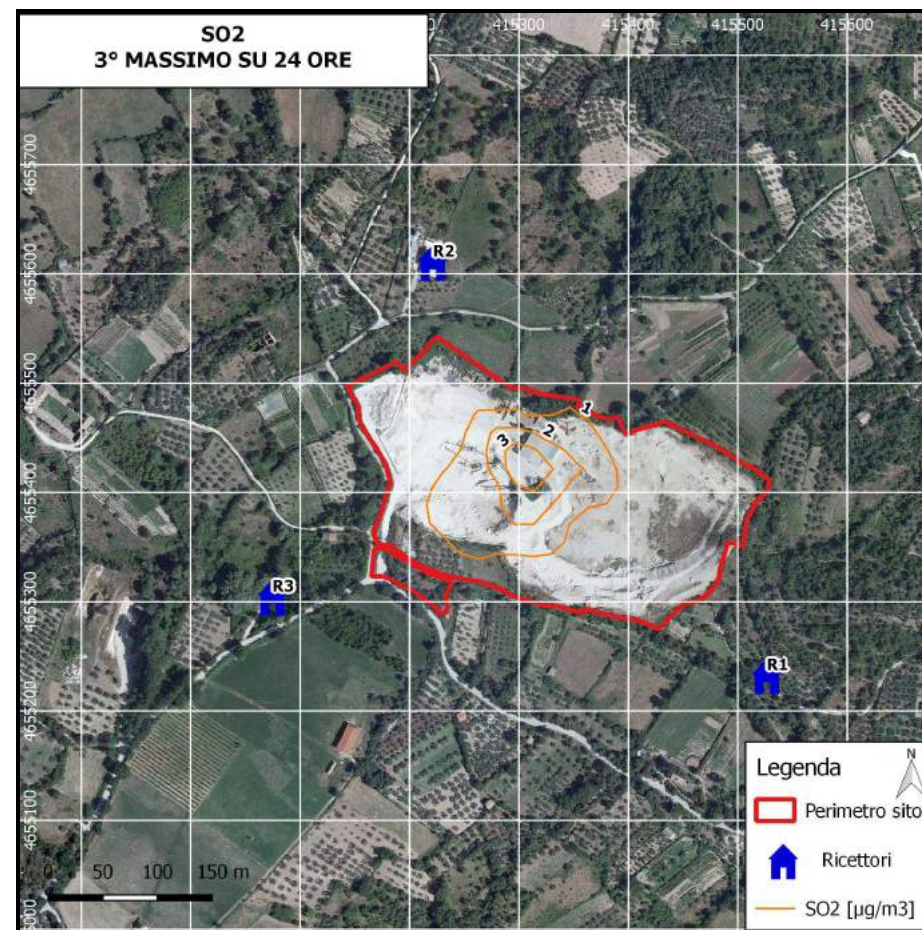
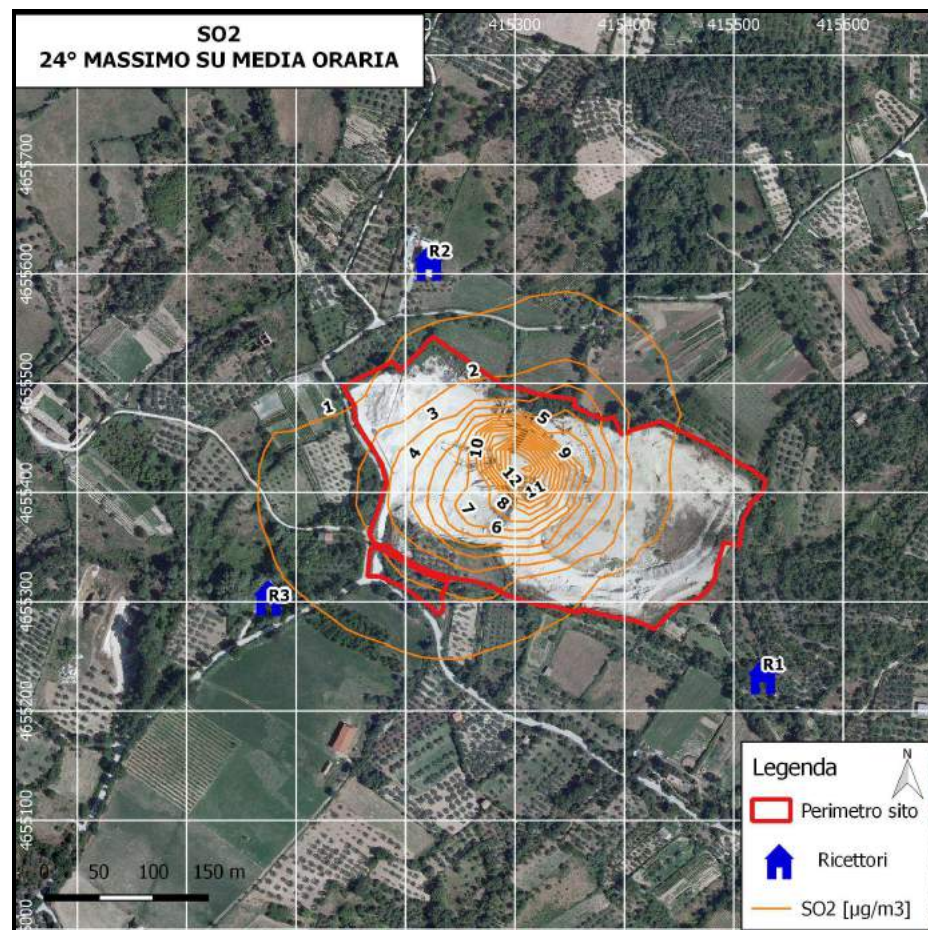
**NO<sub>2</sub> / NO<sub>x</sub> – Scenario 0 (stato di fatto)**



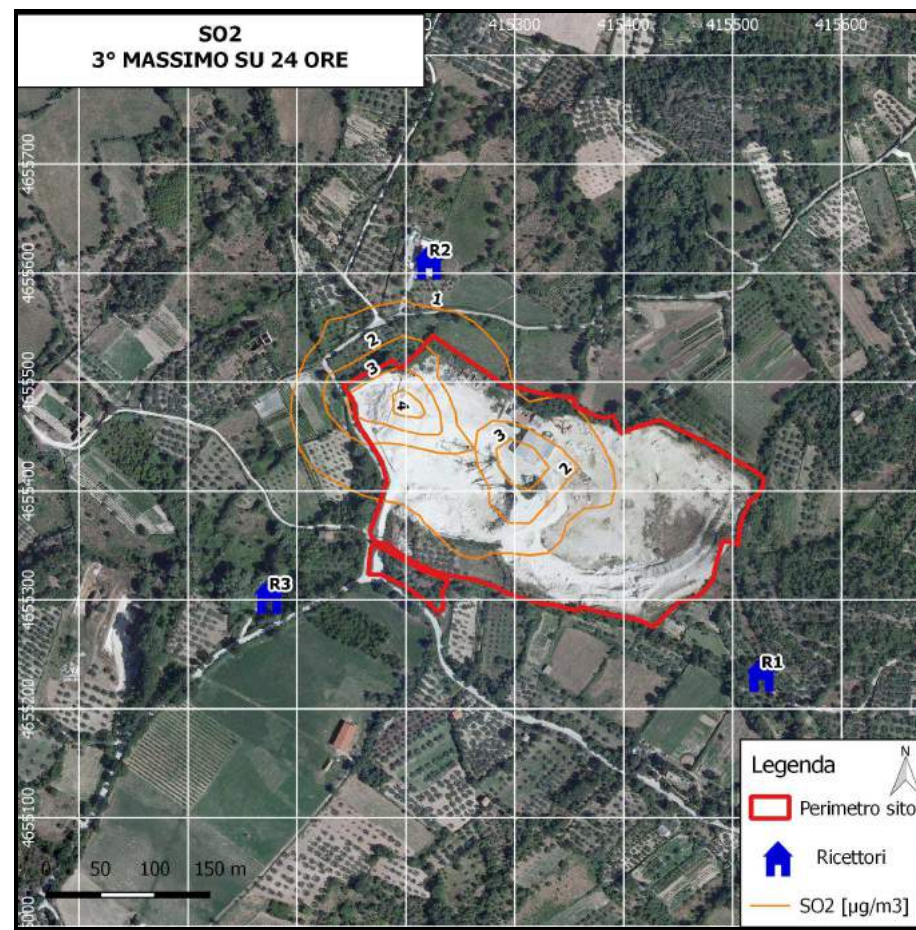
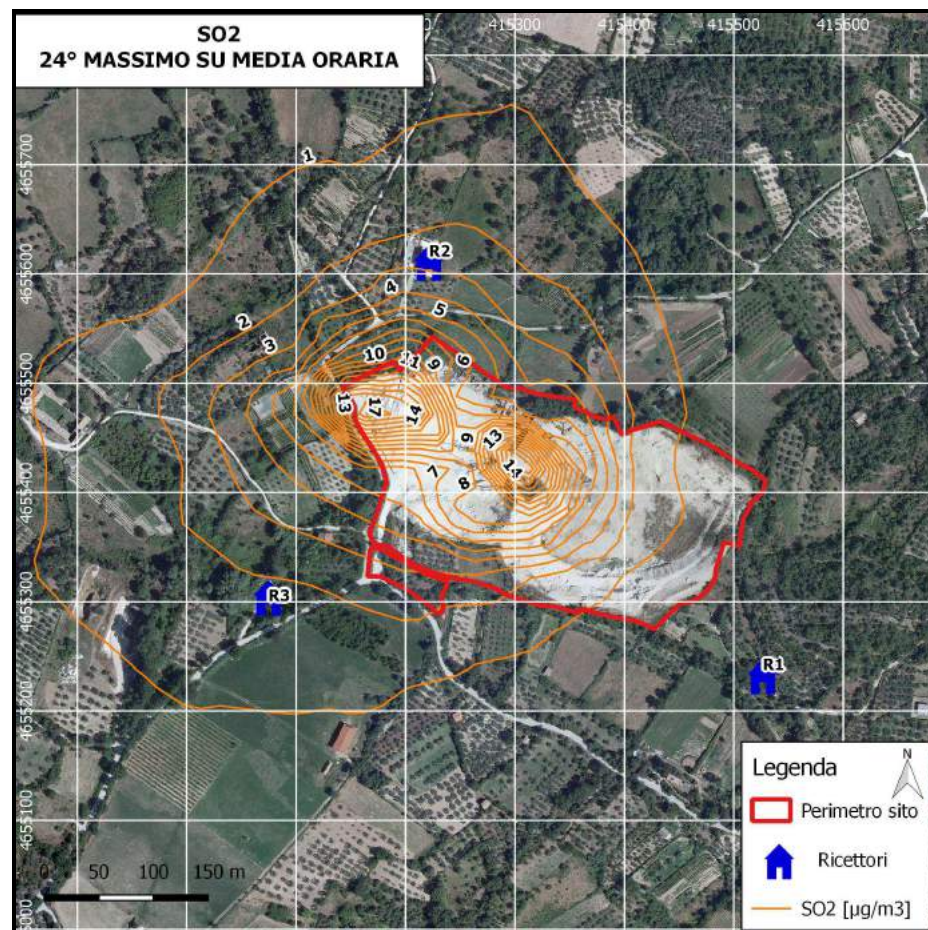
**NO<sub>2</sub> / NO<sub>x</sub> – Scenario 1 (effetto cumulo: stato di fatto + progetto)**



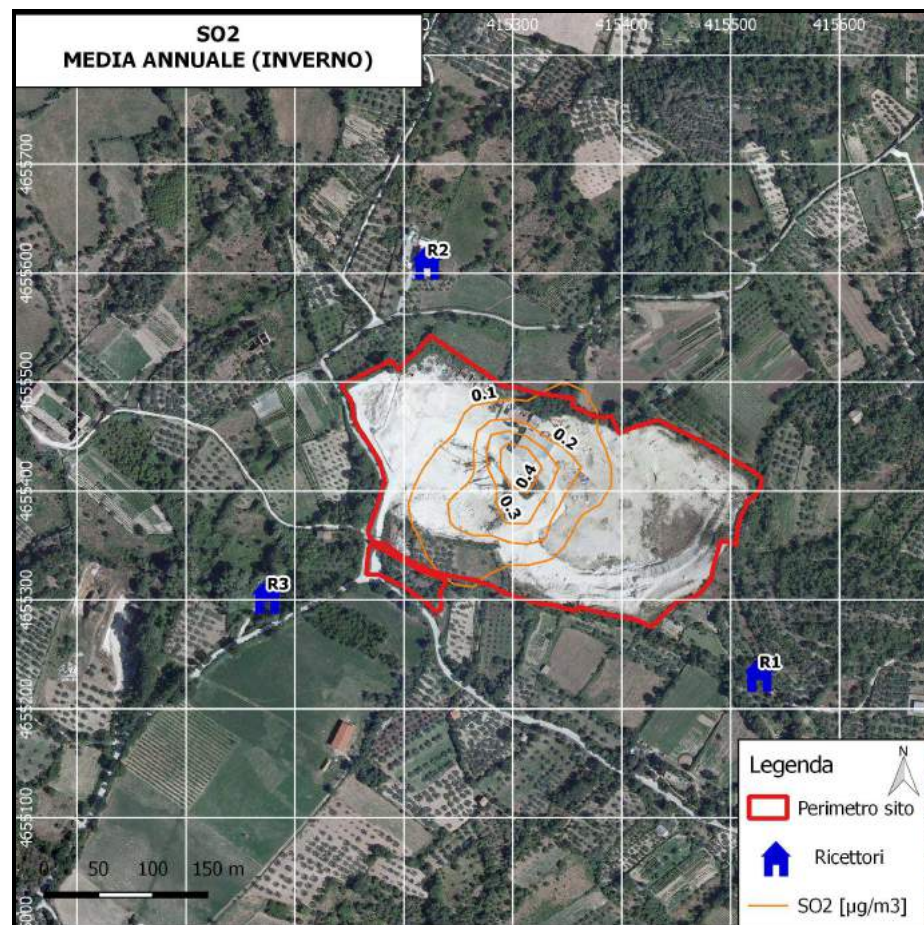
**SO<sub>2</sub> – Scenario 0 (stato di fatto)**



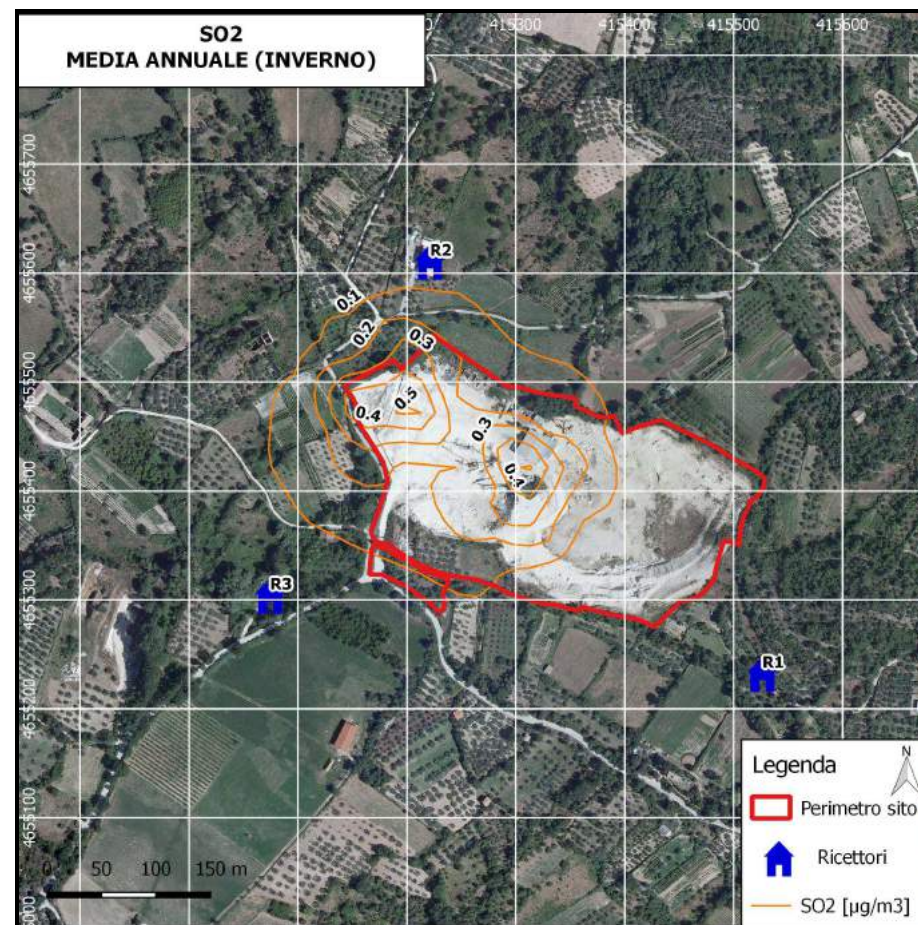
**SO<sub>2</sub> – Scenario 1 (effetto cumulo: stato di fatto + progetto)**



SO<sub>2</sub> – Scenario 0 (stato di fatto)



SO<sub>2</sub> – Scenario 1 (effetto cumulo)



## **6. CONCLUSIONI**

Sulla base dello studio eseguito nel dominio di calcolo di riferimento e rispetto agli inquinanti scelti come indicatori della qualità dell'aria si attesta che le condizioni attese assicurano il rispetto dei limiti imposti dalla normativa vigente, anche in relazione alla destinazione d'uso delle aree coinvolte dalla ricaduta al suolo dei contaminanti.

Si può affermare quindi che le misure di mitigazione in progetto assicurano l'incolumità della popolazione limitrofa ai sensi degli artt. 216-217 del T.U.LL.SS. n. 1265/34.

Si precisa che simulazione effettuata con il modello di calcolo ha tenuto in considerazione l'effetto cumulo nelle più gravose condizioni di esercizio ovvero considerando il funzionamento contemporaneo di tutte le sorgenti emissive. Nella realtà alcune fasi critiche verranno svolte in tempi diversi pertanto il risultato atteso delle concentrazioni presso i ricettori saranno inferiori rispetto a quelle ottenute dalla simulazione.