

## Safimet

Stabilimento di S.Zeno (AR)

### **Aggiornamento della Valutazione delle ricadute al suolo derivanti dalle emissioni in atmosfera di stabilimento**

**Progetto n.** 24507I  
**Revisione:** 01  
**Data:** Giugno 2024  
**Nome File:** 24529I -Safimet\_Agg. Ricadute 2024\_rev.00.docx



## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
<b>2. IL MODELLO CALPUFF .....</b>	<b>6</b>
2.1 Preprocessore meteorologico CALMET .....	6
2.2 Il modello CALPUFF .....	8
2.3 Il postprocessore CALPOST .....	10
<b>3. SCENARIO METEO-DIFFUSIVO .....</b>	<b>11</b>
3.1 Dati meteo .....	11
3.2 Dati Anemometrici e confronto con le valutazioni precedenti .....	12
3.3 Dati geofisici .....	14
<b>4. APPLICAZIONE DEL MODELLO DI DISPERSIONE.....</b>	<b>15</b>
4.1 Recettori e reticolo di calcolo .....	15
4.2 Scenario emissivo di valutazione .....	17
4.3 Calcolo Biossido di Azoto .....	21
4.5 Risultati delle simulazioni.....	23
<b>5. CONFRONTO CON GLI STANDARD DI QUALITÀ DELL'ARIA .....</b>	<b>24</b>
5.1 Valori di riferimento per la qualità dell'aria .....	25
5.3 Qualità dell'aria nella zona di inserimento dell'impianto .....	26
5.4 Confronto risultati simulazioni con SQA .....	33
5.5 Valutazione e confronto risultati simulazioni con SQA sui singoli recettori discreti.....	34
5.6 Valutazione del livello finale locale LF e confronto con SQA .....	36
<b>6. CONCLUSIONI .....</b>	<b>38</b>
<b>Appendice I .....</b>	<b>39</b>

## Aggiornamento della Valutazione delle ricadute al suolo derivanti dalle emissioni in atmosfera di stabilimento

DATA	PROGETTO	PAGINA
Giugno 2024	24507I	3 di 59

### ALLEGATI

**Allegato 1**      File di controllo calpuff.inp

**Allegato 2**      File di controllo calmet.inp

# **Aggiornamento della Valutazione delle ricadute al suolo derivanti dalle emissioni in atmosfera di stabilimento**

DATA	PROGETTO	PAGINA
Giugno 2024	24507I	4 di 59

## **Elenco tabelle**

<i>Tabella 1 – Recettori discreti .....</i>	<i>16</i>
<i>Tabella 2 – Sorgenti emissive.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabella 3 – Durata emissiva nuovo quadro emissivo .....</i>	<i>19</i>
<i>Tabella 4 – Assetto emissivo simulato .....</i>	<i>20</i>
<i>Tabella 5 - Discretizzazione formula ARM2 .....</i>	<i>22</i>
<i>Tabella 6 – Sintesi delle simulazioni effettuate e relativi elaborati grafici.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabella 7 – Valori limite di qualità dell’aria per gli inquinanti esaminati .....</i>	<i>25</i>
<i>Tabella 8 - Ubicazione e parametri delle Stazioni di monitoraggio .....</i>	<i>26</i>
<i>Tabella 9 – Anno 2022: medie annuali congeneri IPA nella stazione di AR-Acropoli .....</i>	<i>32</i>
<i>Tabella 10 – Inquinanti misurati nel monitoraggio 2014-2015 .....</i>	<i>32</i>
<i>Tabella 11 – Confronto simulazioni effettuate con SQA .....</i>	<i>33</i>
<i>Tabella 12 –Confronto simulazioni effettuate con SQA (Recettori discreti) .....</i>	<i>35</i>
<i>Tabella 13 - Confronto del Livello finale con il valore limite .....</i>	<i>37</i>

## **Elenco figure**

<i>Figura 1 – distribuzione tipica di ricaduta.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2 – Rosa venti annuale (modello WRF - anno 2023) distribuzione annuale direzione del vento [%] .....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3 – Distribuzione intensità venti annuale (modello WRF - anno 2023).....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 4 – DTM SRTM 3 dell’aria di studio.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 5 – Reticolo di calcolo .....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 6 – Recettori discreti.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 7 – Sorgenti ed edifici di stabilimento.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 8 – Grafico delle equazioni polinomiali relative al rapporto NO2/NOX e alla concentrazione oraria NOX (ARM2 method to estimate NO2 air concentrations by using NOX air concentrations obtained by air pollution models: verification and adaptation by using air quality network of tuscany data” .....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 9 - Stazioni di monitoraggio (ARPAT).....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 10 - Valori della Media Massima Giornaliera per il parametro CO (ARPAT).....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 11 - Valori medi annui per il Biossido di Azoto (ARPAT).....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 12 – superamenti valore limite media oraria per il Biossido di Azoto (ARPAT).....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 13 - Valori medi annui PM10 (ARPAT).....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 14 - Andamento superamenti annui media giornaliera di PM10 (ARPAT).....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 15 - Valori medi annui PM2,5 (ARPAT) .....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 16 – Stazioni rete regionale Toscana – andamento metalli 2015-2021.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 17 – Stazioni rete regionale Toscana – andamento metalli 2022.....</i>	<i>31</i>

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce l'aggiornamento dello studio delle ricadute al suolo delle emissioni in atmosfera avente l'obiettivo di valutare i potenziali impatti, in termini di effetti sulla componente atmosfera, dello stabilimento Safimet considerando, come durata emissiva, l'effettivo funzionamento previsto dal nuovo quadro emissivo di stabilimento.

Lo studio è stato effettuato con il modello matematico di simulazione CALMET/CALPUFF, attraverso il software CALPUFF View Version 3 (Lakes Environmental), ed i dati meteorologici, ricostruiti attraverso modello meteorologico, sono riferiti all'anno 2023.

Gli inquinanti considerati nelle simulazioni sono:

- ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>);
- biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>);
- polveri totali;
- monossido di carbonio (CO);
- composti organici volatili (VOC);
- acido cloridrico (HCl);
- NH<sub>3</sub>;
- acido fluoridrico;
- IPA;
- PCDD+ PCDF;
- HCN;
- cadmio, tallio e relativi composti (Cd+Tl);
- mercurio e relativi composti (Hg);
- altri metalli (As, Pb, Ni).

In **Appendice I** vengono riportate le mappe delle curve di isoconcentrazione al suolo degli inquinanti modellati, ricavate per interpolazione grafica tra i valori calcolati ai nodi del reticolo di calcolo e contrassegnate dal proprio valore di concentrazione.

Al presente studio sono allegati i file di controllo impiegati nelle simulazioni (calmet.inp e calpuff.inp).

## 2. IL MODELLO CALPUFF

Il modello CALPUFF è un modello di dispersione Lagrangiano non stazionario “a puff”, elaborato da “Sigma Research Corporation” (Earth Tech, Inc.) nel 1990.

Un modello a puff schematizza il comportamento del pennacchio inquinante come la diffusione di nuvole di dimensione finita (PUFF) in cui il pennacchio viene suddiviso e che si muovono individualmente, soggette ad una legge di diffusione gaussiana in un determinato campo di vento.

Le linee generali che hanno guidato lo sviluppo di tale modello sono riassunte di seguito:

- capacità di trattare sorgenti puntuali ed areali variabili nel tempo;
- applicabilità a domini d’indagine sia a grande scala che su piccola scala;
- applicabilità a condizioni meteorologiche non stazionarie ed orografiche complesse;
- possibilità di trattare fenomeni atmosferici di deposizione umida e secca, decadimento, reazione chimica e trasformazione degli inquinanti.

Il sistema di modellizzazione sviluppato è costituito da 3 componenti:

- un processore meteorologico (CALMET) in grado di ricostruire, con cadenza oraria, campi tridimensionali di vento e temperatura, bidimensionali di altre variabili come turbolenza, altezza dello strato di mescolamento ecc.;
- un modello di dispersione non stazionario (CALPUFF) che simula il rilascio di inquinanti dalla sorgente come una serie di pacchetti discreti di materiale (“puff”) emessi ad intervalli di tempo prestabiliti; CALPUFF può avvalersi dei campi tridimensionali generati da CALMET oppure utilizzare altri formati di dati meteorologici;
- un programma di postprocesso degli output di CALPUFF (CALPOST), che consente di ottenere i formati richiesti dall’utente ed è in grado di interfacciarsi con apposito software per l’elaborazione grafica dei risultati.

Le principali caratteristiche delle tre componenti sopra individuate vengono fornite di seguito.

### 2.1 Preprocessore meteorologico CALMET

CALMET è un preprocessore meteorologico in grado di riprodurre campi tridimensionali di vento e temperatura, e campi bidimensionali di parametri descrittivi della turbolenza.

CALMET può operare su qualsiasi tipo di dominio, in quanto è in grado di gestire le problematiche inerenti alla presenza di orografia complessa o di interfaccia terra-mare; inoltre, questo modello opera anche in presenza di calma di vento.

CALMET consente di tener conto di diverse caratteristiche, quali la pendenza del terreno, la presenza di ostacoli, la presenza di zone marine o corpi d’acqua.

Esso è dotato inoltre di un processore micrometeorologico in grado di calcolare i parametri dispersivi all'interno dello strato limite (CBL) come altezza di miscelamento e coefficienti di dispersione; inoltre, calcola internamente la classe di stabilità atmosferica tramite la localizzazione del dominio di calcolo (espressa in coordinate UTM), l'ora del giorno e la copertura nuvolosa.

Per inizializzare CALMET sono necessari i dati delle variabili atmosferiche acquisite da stazioni a terra e dei radiosondaggi, contenenti i profili verticali di temperatura, pressione, ecc.

I files in ingresso richiesti da CALMET sono:

- GEO.DAT: che contiene i dati geofisici relativi alla zona di simulazione, come l'altimetria e l'uso del suolo, nonché alcuni parametri facoltativi quali rugosità, albedo, flusso di calore, ecc. L'altimetria e l'uso del suolo vanno specificati per ogni punto della griglia di calcolo definita sull'area di simulazione;
- SURF.DAT: che contiene i dati meteorologici monitorati dalle stazioni di misura di superficie. Esso contiene informazioni su velocità e direzione del vento, grado di copertura nuvolosa, altezza delle nubi, temperatura dell'aria, umidità relativa, pressione atmosferica;
- UP.DAT: che contiene i dati rilevati dalle stazioni meteorologiche poste in quota. Esso contiene i dati di velocità e direzione del vento, temperatura dell'aria, pressione, umidità relativa e la quota a cui è posta la stazione;
- SEA.DAT: che contiene la stessa tipologia di dati contenuti nel file SURF.DAT ma relativi a stazioni meteorologiche poste in prossimità di zone coperte d'acqua. In particolare, devono essere rilevate informazioni come la differenza di temperatura aria-acqua, la temperatura dell'aria, l'umidità relativa e lo strato di rimescolamento al di sopra dell'acqua;
- PRECIPIT.DAT: che contiene i valori di intensità di precipitazione rilevati ogni ora nelle diverse stazioni di misura.

I file così ottenuti vengono gestiti dal file di controllo di CALMET, "CALMET.INP", che viene utilizzato per la simulazione.

In alternativa ai dati meteo completi, superficiali e in quota, possono essere utilizzate serie di dati fornite dall'applicazione del modello climatologico globale WRF.

I dati meteorologici del dominio di calcolo vengono poi forniti a CALPUFF mediante il file di output del preprocessore CALMET, il file "CALMET.DAT", composto da 14 gruppi di informazioni riassuntive dei dati di input seguiti dai valori orari che ricostruiscono i campi tridimensionali di vento e di temperatura e quelli bidimensionali di stabilità atmosferica, velocità di attrito al suolo, intensità di precipitazione, umidità relativa.

## 2.2 Il modello CALPUFF

CALPUFF è un modello Lagrangiano Gaussiano a puff, non stazionario, le cui caratteristiche principali sono:

- capacità di trattare sorgenti puntuali, areali, di volume, con caratteristiche variabili nel tempo (flusso di massa dell'inquinante, velocità di uscita dei fumi, temperatura, ecc.);
- notevole flessibilità relativamente all'estensione del dominio della simulazione, da poche decine di metri (scala locale) a centinaia di chilometri dalla sorgente (mesoscala);
- possibilità di trattare emissioni odorigene;
- capacità di trattare situazioni meteorologiche variabili e complesse, come calme di vento, parametri dispersivi non omogenei, effetti vicino alla sorgente quali transitional plume rise (innalzamento del plume dalla sorgente), building downwash (effetti locali di turbolenza dovuti alla presenza di ostacoli lungo la direzione del flusso) ecc.;
- capacità di trattare situazioni di orografia complessa e caratterizzate da una significativa rugosità, nelle quali gli effetti della fisionomia del terreno influenzano la dispersione degli inquinanti;
- capacità di trattare effetti a lungo raggio quali le trasformazioni chimiche, trasporto sopra l'acqua ed interazione tra zone marine e zone costiere;
- possibilità di applicazione ad inquinanti inerti e polveri, soggetti a rimozione a secco o ad umido e ad inquinanti reagenti: si possono considerare la formazione di inquinanti secondari, in fenomeno di smog fotochimica ecc..

Per poter tener conto della non stazionarietà dei fenomeni, l'emissione di inquinante (plume) viene suddivisa in pacchetti discreti di materiale (puff) la cui forma e dinamica dipendono sia dalle condizioni di rilascio che dalle condizioni meteorologiche locali.

In CALPUFF sono presenti due opzioni per la rappresentazione dei "pacchetti" (Figura 1):

- Puff: elementi gaussiani radiali-simmetrici;
- Slug: elementi non circolari allungati nella direzione del vento.

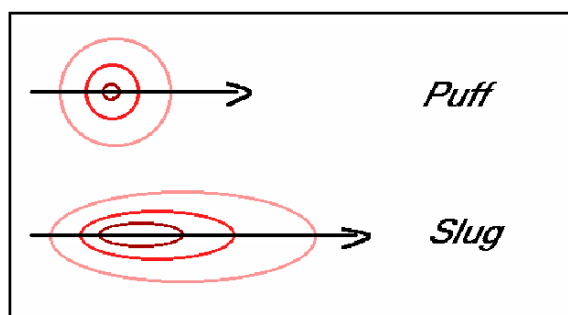


Figura 1 – distribuzione tipica di ricaduta



La concentrazione complessiva in un recettore è quindi calcolata come sommatoria del contributo di tutti gli elementi vicini, considerando la media di tutti gli intervalli temporali (sampling step) contenuti nel periodo di base (basic time step), in genere equivalente ad un'ora.

L'equazione di base per il calcolo del contributo del singolo puff al generico recettore è:

$$C(0, y, z) = \frac{Q}{(2\pi)^{1.5} \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} \cdot \exp\left(-\frac{d_a^2}{2 \cdot \sigma_x^2}\right) \cdot \exp\left(-\frac{d_c^2}{2 \cdot \sigma_y^2}\right) \cdot \sum_{-\infty}^{+\infty} \exp\left(-\frac{(H_e + 2 \cdot n \cdot h)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right)$$

dove:

$C$  = concentrazione al suolo;

$Q$  = massa di inquinante del puff;

$d_a$  = distanza fra il centro del puff e il recettore lungo la direzione del vento;

$d_c$  = distanza fra il centro del puff e il recettore in direzione ortogonale al vento;

$\sigma_x$  = deviazione standard della distribuzione gaussiana lungo la direzione del vento;

$\sigma_y$  = deviazione standard della distribuzione gaussiana in senso perpendicolare alla direzione del vento;

$\sigma_z$  = deviazione standard della distribuzione gaussiana in senso verticale;

$H_e$  = altezza effettiva del centro del puff sopra il terreno;

$h$  = altezza dello strato di miscelamento.

Gli input di CALPUFF sono costituiti da:

- Dati meteorologici e territoriali, che vengono ricavati dal file di output del preprocessore CALMET ("CALMET.DAT"), comprendente i dati orari dei parametri meteorologici, i campi tridimensionali di vento e temperatura, nonché dati geofisici quali altimetria, rugosità del terreno, uso del suolo;
- Dati emissivi, comprendenti le fonti di emissione (schematizzate in sorgenti puntuali, lineari e areali) e i relativi quantitativi di inquinanti emessi.
- Le informazioni principali richieste dal modello sono:
  - Numero e localizzazione delle sorgenti emissive;
  - Caratteristiche geometriche delle sorgenti (ad esempio altezza e diametro nel caso di camini, larghezza e lunghezza delle strade per sorgenti lineari ed estensione delle aree nel caso di sorgenti areali);
  - Temperatura e velocità di uscita dell'effluente;
  - Tipologia e quantità degli inquinanti emessi.

## 2.3 Il postprocessore CALPOST

CALPOST elabora l'output del modello di simulazione CALPUFF costituito da una serie di matrici contenenti i valori orari delle concentrazioni degli inquinanti esaminati in corrispondenza della griglia di calcolo.

La funzione di questo post processore è quella di gestire l'output di CALPUFF in funzione delle proprie esigenze per ricavare i parametri di interesse: ad esempio, i valori di concentrazione massima oraria o di media annua, calcolo dei percentili, ecc.

Inoltre, CALPOST è in grado di produrre file direttamente interfacciabili con programmi di visualizzazione grafica dei risultati delle simulazioni.

### 3. SCENARIO METEO-DIFFUSIVO

Il preprocessore CALMET, come già specificato nei paragrafi precedenti, richiede due tipologie di informazioni:

- Dati meteorologici, sia al suolo che in quota.
- Dati geofisici (altimetria e uso del suolo) dell'area in esame;

Per lo svolgimento dell'analisi è stato individuato in un reticolo quadrato di lato 20 km, centrato nell'area occupata dallo stabilimento e avente maglia di 250 m.

#### 3.1 Dati meteo

I dati meteoroclimatici necessari per alimentare il modello di simulazione sono costituiti da dati rilevati al suolo e da dati rilevati a diverse quote, costituiti nello specifico da:

- dati meteorologici misurati in superficie (velocità e direzione del vento, temperatura, umidità relativa, pressione e precipitazioni);
- dati meteorologici in quota (pressione, altezza, temperatura, velocità e direzione del vento).

I dati meteoroclimatici necessari per alimentare il modello di simulazione sono costituiti da dati rilevati al suolo e da dati rilevati a diverse quote, costituiti nello specifico da dati meteorologici in quota (pressione, altezza, temperatura, velocità e direzione del vento).

Le informazioni in input al modello di simulazione sono costituite dalle serie di dati fornite dall'applicazione del modello climatologico globale WRF (Weather Research and Forecasting - Nonhydrostatic Mesoscale Model) messo a punto dal NOAA per l'area del sito in riferimento all'anno 2023.

WRF è un modello di previsione numerica del tempo mesoscala di nuova generazione progettato per le esigenze di ricerca e di previsione operativa atmosferici. È dotato di due nuclei dinamici, un sistema di assimilazione dei dati e un'architettura che facilita il calcolo parallelo e l'estensibilità del sistema.

Il modello propone una vasta gamma di applicazioni meteorologiche con scale diverse da decine di metri a migliaia di chilometri. Lo sviluppo del modello WRF è iniziato negli Stati Uniti d'America nella seconda parte del 1990 a cura di una partnership tra il Centro nazionale di ricerca atmosferica (NCAR), l'Amministrazione nazionale per l'Oceano e l'Atmosfera (rappresentato dai Centri nazionali per la previsione ambientale (NCEP) e dai laboratori di previsione (FSL)), l'Agenzia meteo dell'Aeronautica Militare (AFWA), il Laboratorio di ricerca navale, l'Università di Oklahoma, e la l'Amministrazione di Aviazione Federale (FAA).

Il modello è in grado di generare simulazioni atmosferiche utilizzando dati reali (osservazioni, analisi) ed è attualmente in uso operativo da NCEP, AFWA, e altri centri.

Il sistema WRF contiene due risolutori dinamici: il nucleo ARW (Advanced Research WRF) e il nucleo NMM (Modello mesoscala non idrostatico). Il ARW è stato ampiamente sviluppato e mantenuto dal Laboratorio MMM, mentre il nucleo NMM è stato sviluppato dai Centri nazionali per la previsione ambientale.

Partendo da un dominio di calcolo di 20x20 km con baricentro in corrispondenza del sito, il sistema di modellazione ha fornito per l'area in esame i dati riferiti a delle stazioni virtuali disposte lungo una maglia 12x12 km.

Tali dati sono stati quindi inseriti all'interno del preprocessore meteorologico CALMET, che ha consentito di estrapolare un campo di variabilità per le grandezze meteo su di una maglia più densa (250 x 250 m).

### 3.2 Dati Anemometrici e confronto con le valutazioni precedenti

Per il punto della griglia scelto come riferimento, il modello WRF indica, per il 2023, il seguente regime anemologico con venti al suolo caratterizzati da una netta prevalenza di quelli provenienti da ENE (circa 18%) e secondariamente di quelli da NE (circa 15%). Ulteriori contributi apprezzabili si rilevano in direzione NNW (circa 9%) ed E (circa 8%).

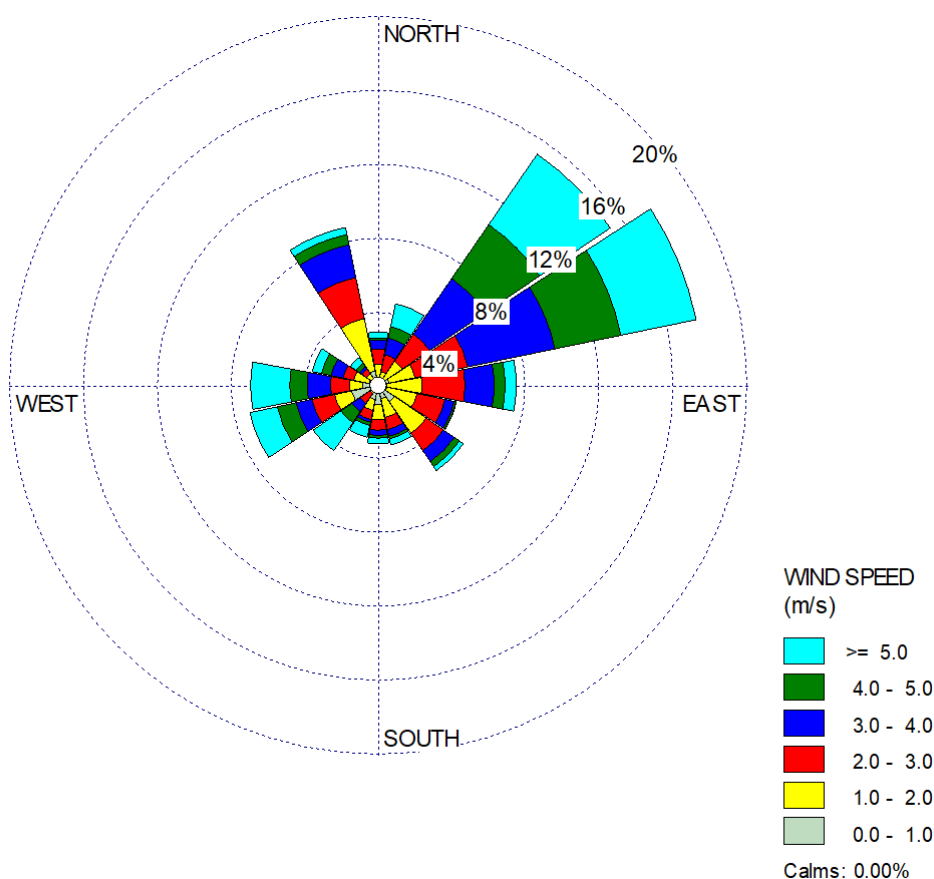


Figura 2 – Rosa venti annuale (modello WRF - anno 2023)  
distribuzione annuale direzione del vento [%]

Nella successiva immagine si riporta la distribuzione grafica delle velocità del vento registrate per il 2023. Il grafico mostra come ci sia la preponderanza di venti medio deboli (1-4 m/s) che assommano a circa il 56% del totale.

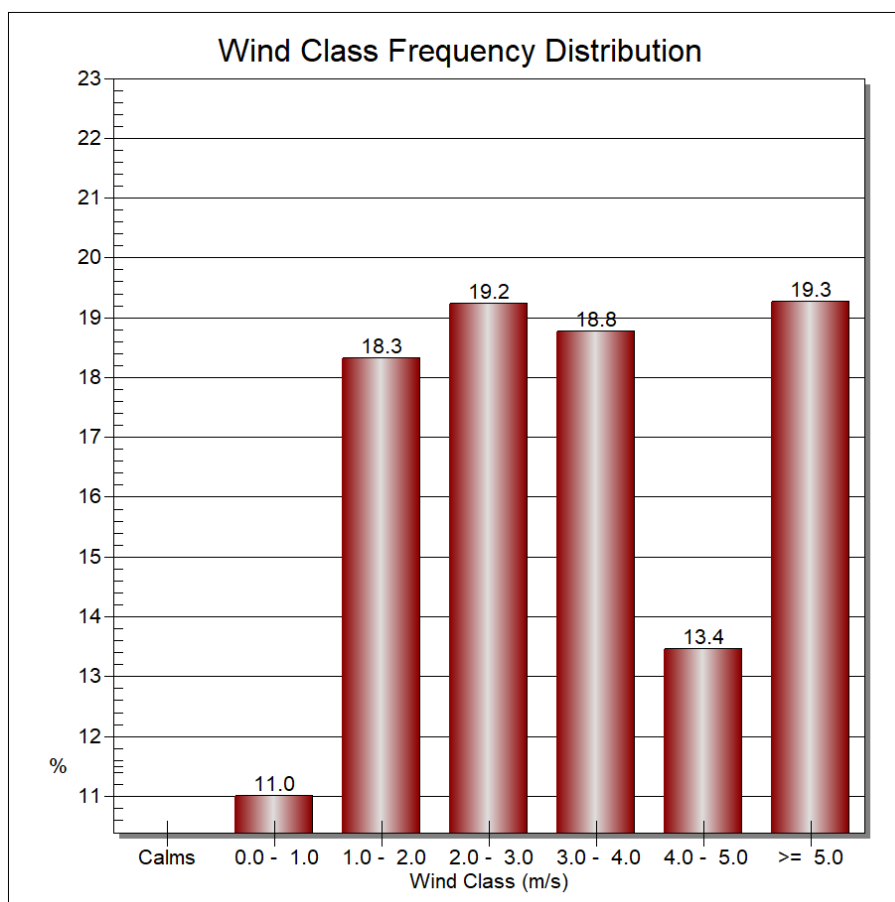


Figura 3 – Distribuzione intensità venti annuale (modello WRF - anno 2023)

### 3.3 Dati geofisici

Per la definizione delle caratteristiche altimetriche dell'area oggetto di studio è stato preso a riferimento il modello digitale del terreno SRTM3 (Shuttle Radar Topography Mission Global Coverage Version 2).

Questo DTM ha una risoluzione di circa 90 m sufficiente a rappresentare l'area in esame che risulta essere molto vasta (20 km di lato). L'area di studio presenta infatti quote non molto variabili e comprese fra i 200 e i 300 m s.l.m..

Nella figura seguente si riportano le curve di livello estrapolate dal DTM per il dominio meteo diffusivo considerato (quadrato 20X20 km e maglia pari a 1km).

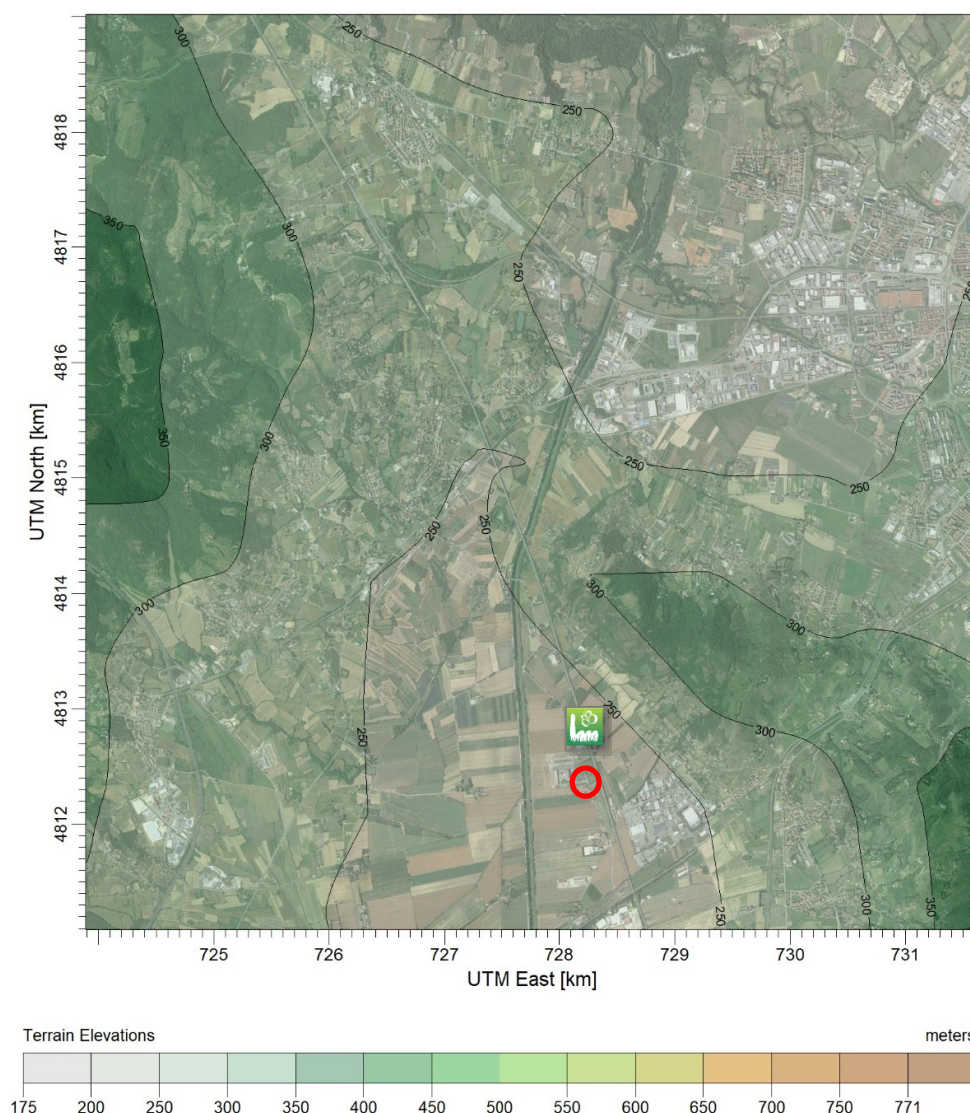


Figura 4 – DTM SRTM 3 dell'aria di studio

Per quanto concerne l'uso del suolo, è stata utilizzata la classificazione GLCC (Global Land Cover Characterization Version 2) che suddivide il territorio in aree a cui vengono assegnati specifici codici numerici in funzione del diverso utilizzo del suolo; l'area in questione viene classificata come "area rurale".



## 4. APPLICAZIONE DEL MODELLO DI DISPERSIONE

### 4.1 Recettori e reticolo di calcolo

I dati di input necessari all'applicazione del modello CALPUFF sono relativi a:

- caratteristiche del reticolo di calcolo;
- caratteristiche meteorologiche dell'area;
- caratteristiche delle sorgenti di emissione degli inquinanti.

La griglia di calcolo impiegata nella simulazione è stata ottenuta come sottodominio del dominio meteorologico, selezionato in maniera tale da essere ragionevolmente sicuri che esso contenga i massimi di concentrazione.

L'area complessiva del reticolo di calcolo è di 18x18 km con nodi di calcolo distanziati di 100 m sino ad una distanza di 2 km dall'impianto (quindi su un quadrato di lato pari a 4 km), e nodi di calcolo distanziati di 250 m uno dall'altro a partire da 2 km dall'impianto e sino ai bordi del dominio. La posizione dei punti di calcolo sulle due griglie regolari è mostrata nella seguente figura.

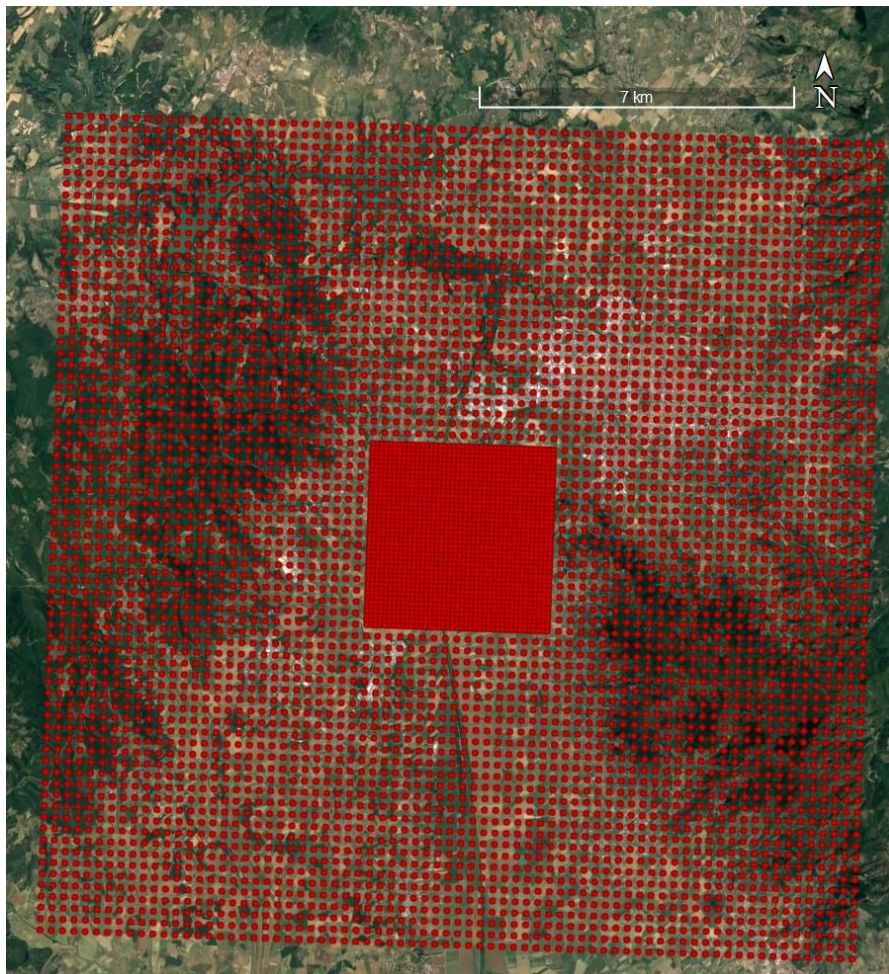


Figura 5 – Reticolo di calcolo

Oltre ai punti di calcolo su griglia regolare sono stati considerati alcuni recettori discreti posizionati in corrispondenza alle abitazioni più vicine allo stabilimento e ai principali centri abitati.

Di seguito si riporta posizione e coordinate metriche UTM 32 dei recettori discreti considerati.

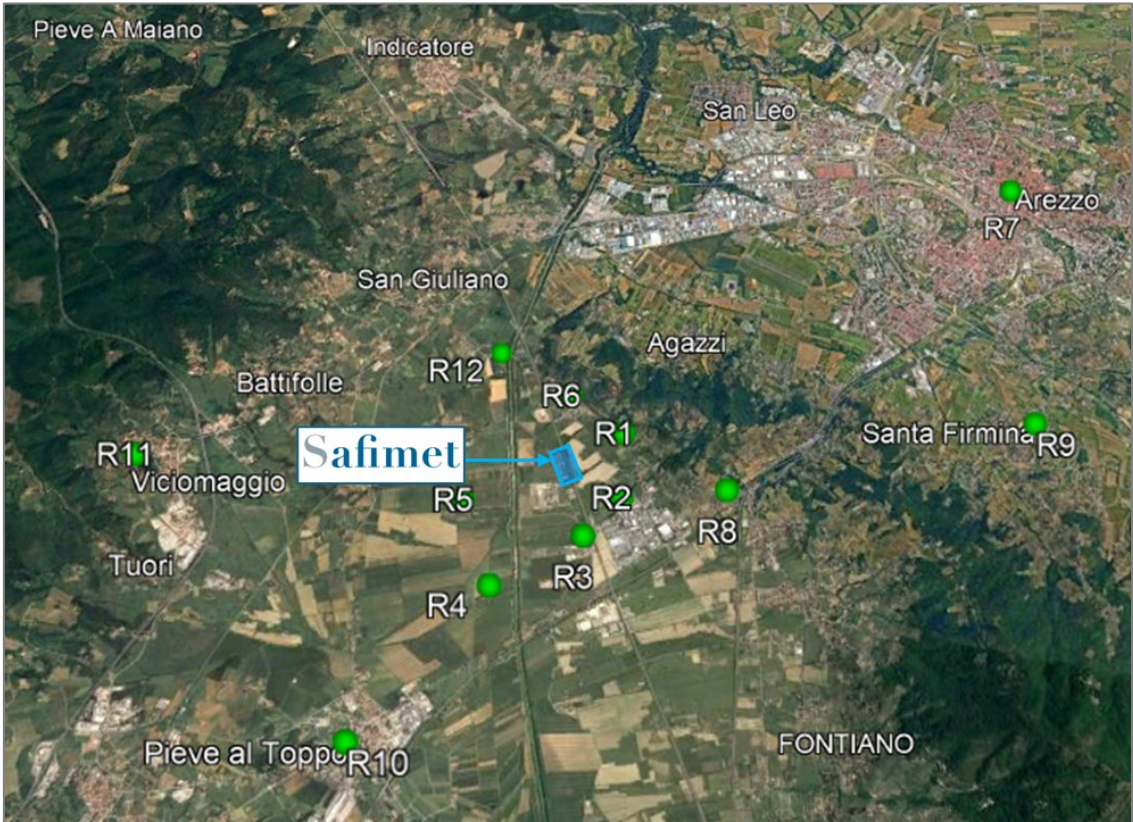


Figura 6 – Recettori discreti

Recettore	Descrizione	UTM N (m)	UTM E (m)
R1	Residenza	728859	4813179
R2	Residenza	728860	4812460
R3	Residenza	728505	4812038
R4	Residenza	727639	4811484
R5	Residenza	727316	4812385
R6	Residenza	728309	4813592
R7	Arezzo	732913	4816294
R8	Olmo	729892	4812576
R9	Santa Firmina	732963	4813426
R10	Pieve al Toppo	726443	4809891
R11	Viciomaggio	724032	4812778
R12	Ponte alla Nave	727577	4814082

Tabella 1 – Recettori discreti



## 4.2 Scenario emissivo di valutazione

Gli inquinanti considerati nelle presenti simulazioni sono:

- ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>);
- biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>);
- polveri totali;
- monossido di carbonio (CO);
- composti organici volatili (VOC);
- acido cloridrico (HCl);
- NH<sub>3</sub>;
- acido fluoridrico;
- IPA;
- PCDD+ PCDF;
- HCN;
- cadmio, tallio e relativi composti (Cd+Tl);
- mercurio e relativi composti (Hg);
- altri metalli (As, Pb, Ni).

Le sorgenti dello stabilimento Safimet considerate nello scenario di simulazione, assieme alla schematizzazione dei principali edifici, sono mostrate nella seguente figura.

Al fine di tenere conto dell'effetto di trascinamento al suolo del pennacchio indotto dalla presenza di edifici ubicati in prossimità delle sorgenti emissive, sono stati inseriti gli edifici più prossimi allo stabilimento e più alti, compresi entro un raggio di 50 m dalle sorgenti emissive.

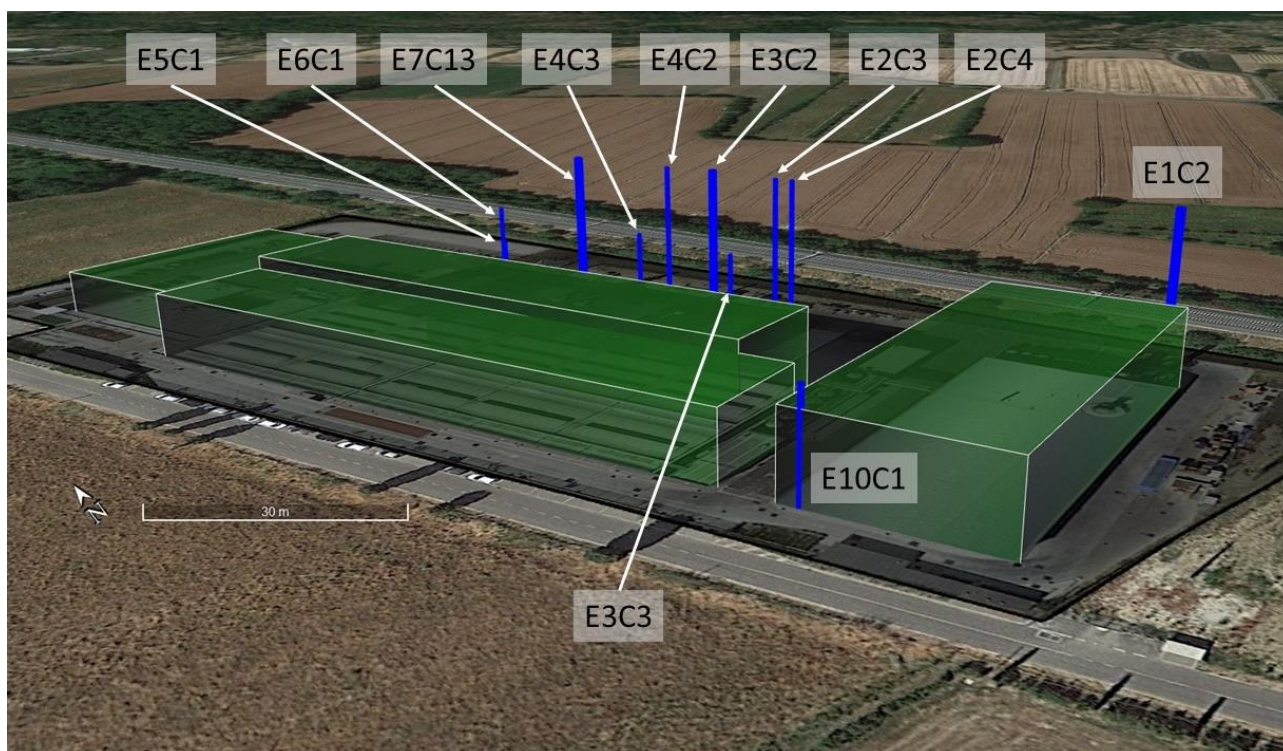


Figura 7 – Sorgenti ed edifici di stabilimento

Le caratteristiche geometriche delle sorgenti sono di seguito riepilogate.

Sorgente	H (m)	D (m)
E1C2	25	1,2
E2C3	25	0,6
E2C4	25	0,88
E4C2	25	0,6
E3C2	25	1,2
E3C3	15	0,5
E4C3	15	0,5
E6C1	15	0,6
E7C13	25	1,3
E5C1	14	0,3
E10C1	15	0,63

Tabella 2 – Sorgenti emissive

I camini sono stati descritti nel modello di simulazione per mezzo di sorgenti puntuali con delle durate emissive rapportate all'effettivo funzionamento previsto dal nuovo quadro emissivo dello stabilimento Safimet, così come indicato nella tabella successiva.

## Aggiornamento della Valutazione delle ricadute al suolo derivanti dalle emissioni in atmosfera di stabilimento

DATA  
Giugno 2024PROGETTO  
24507IPAGINA  
19 di 59

Sorgente	Durata emissioni	
	h/g	gg/anno
E1C2	24	300
E2C3		
E2C4		
E4C2		
E3C2		
E3C3		
E4C3		
E6C1	8	220
E7C13	24	250
E5C1		
E10C1	16	250

Tabella 3 – Durata emissiva nuovo quadro emissivo

Lo scenario emissivo ha lo scopo di determinare le medie long term (medie annuali) e le medie short term utilizzando in input i valori limite emissivi (VLE) autorizzati per le emissioni Safimet in linea con i range BAT-AEL di settore. Per il parametro PCDD/F come valore limite è stato utilizzato il VLE pari a 0,1 ng WHO-TEQ/Nm<sup>3</sup> in linea con quanto attualmente autorizzato.

Per i parametri che presentano un VLE sia medio giornaliero sia medio semiorario è stato utilizzato il VLE medio giornaliero.

La tabella successiva riepiloga i valori di portata volumetrica, temperatura e velocità dei fumi di ciascuna sorgente ed i ratei emissivi considerati.

Le polveri totali PTS vengono cautelativamente simulate come PM10. I valori indicati per PCDD/F si riferiscono al totale di PCDD/F più PCB-DL.

Per quanto riguarda i metalli, quando i VLE vengono dati per la somma di più composti, facendo seguito alle già citate indicazioni di ARPA Toscana si assume cautelativamente il valore della somma per il composto di interesse all'interno del gruppo di metalli. Ad esempio, quando il VLE viene fornito per Cd+Tl, si assume tale valore per il solo Cd (si sono simulate le ricadute dei soli metalli aventi uno standard di qualità dell'aria o delle deposizioni di riferimento).

Aggiornamento della Valutazione delle ricadute al suolo derivanti dalle emissioni in atmosfera di stabilimento

DATA	PROGETTO	PAGINA
Giugno 2024	24507I	20 di 59

Sorgente	Portata	Temp.	Velocità	NOx	CO	SOx	PTS	IPA	COT	PCDD/F	HCl	HF	NH <sub>3</sub>	HCN	Hg	Cd	Ni	As	Pb
	Nmc/h	°C	m/s	mg/Nm <sup>3</sup>															
E1C2	10000	110	8,6	120	30	40	5	0,01	10	1E-07	8	1	30		0,05	0,02	0,3	0,3	0,3
E2C3	10000	110	13,8	120	30	40	5	0,01	10	1E-07	8	1	30		0,05	0,02	0,3	0,3	0,3
E2C4	17000	110	10,9	120	30	40	5	0,01	10	1E-07	8	1	30		0,05	0,02	0,3	0,3	0,3
E4C2	10000	110	13,8	120	30	40	5	0,01	10	1E-07	8	1	30		0,05	0,02	0,3	0,3	0,3
E3C2	40000	110	13,8			100	5		50		10		0		0,10	0,10	1,0		5
E3C3	10000	26	15,5			100	5		50		10		0		0,10	0,10	1,0		5
E4C3	10000	26	15,5			50	5		50				0		0,10	0,10	1,0		5
E6C1	10000	25	10,7			0	5						30						
E7C13	60000	55	15,1	100		100	5				5		0	5	0,00	0,10			
E5C1	2500	25	10,7			0	10						0		0,10	0,10	1,0		5
E10C1	10000	30	9,9			0	5						0		5,00	5,00	5,0	5	5

Tabella 4 – Assetto emissivo simulato

### 4.3 Calcolo Biossido di Azoto

Al fine di stimare al meglio l'impatto sulla qualità dell'aria delle emissioni inquinanti derivanti dallo stabilimento in relazione al fatto che il sistema modellistico applicato studia l'impatto degli inquinanti primari, dunque gli ossidi di azoto nel loro complesso, nel presente documento è stato oggetto di valutazione il calcolo delle concentrazioni in aria di NO<sub>2</sub>, tenendo conto delle reazioni chimiche atmosferiche, in modo da ottenere un dato confrontabile con i valori limite riportati nel D.Lgs. 155/2010 e s.m.i..

La relazione tra NO<sub>2</sub> ed NO<sub>x</sub> è oggetto di numerosi studi ed è stata formalizzata in una procedura che impiega il metodo ARM2 (Ambient Ratio Method Version 2) adottato da US-EPA che permette di sviluppare questo calcolo per applicazioni di modellistica ambientale diffusionale.

Nella metodologia ARM2 la concentrazione di biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) è calcolata, partendo dalle stime di quella di ossidi di azoto totali (NO<sub>x</sub>), applicando la seguente relazione:

$$\text{NO}_2/\text{NO}_x = f(x)$$

dove x è la concentrazione di NO<sub>x</sub> e f(x) è una curva di regressione polinomiale.

Questa relazione è stata determinata dall'agenzia EPA utilizzando una base di dati misurati dalle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, ottenendo una formula valida per tutto il territorio degli Stati Uniti d'America.

Tale formula "98th Percentile Ambient Ratios and ARM2 Equation for All AQS Sites Data" presente a pag. 11 del documento ARM2 Development and Evaluation Report di US-EPA risulta essere così formulata.

$$\text{NO}_2/\text{NO}_x = -0,0000000000000005176 \cdot \text{NO}_x^6 + 0,000000000001005 \cdot \text{NO}_x^5 - 0,0000000007288 \cdot \text{NO}_x^4 + 0,0000002296 \cdot \text{NO}_x^3 - 0,00001981 \cdot \text{NO}_x^2 - 0,005148 \cdot \text{NO}_x + 1,244$$

Al fine di ottenere un valore tarato sulla realtà del territorio regionale toscano, è stata utilizzata la formula ARM2, proposta da ARPAT nella pubblicazione scientifica: *"ARM2 method to estimate NO2 air concentrations by using NOX air concentrations obtained by air pollution models: verification and adaptation by using air quality network of tuscan data"*<sup>1</sup>.

In particolare, nella valutazione è stata utilizzata la seguente formula (Median Ratio):

$$\text{NO}_2/\text{NO}_x = 6.0635\text{E-}15 \cdot \text{NO}_x^5 - 5.8028\text{E-}12 \cdot \text{NO}_x^4 - 5.1576\text{E-}9 \cdot \text{NO}_x^3 + 9.2741\text{E-}6 \cdot \text{NO}_x^2 - 4.7886\text{E-}3 \cdot \text{NO}_x + 1.2647$$

Il valore di concentrazione di NO<sub>2</sub> è quindi calcolato applicando la formula di cui sopra, al valore di NO<sub>x</sub> stimato dal modello di dispersione CALPUFF per il valore del rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> calcolato con la formula precedente.

<sup>1</sup> Andrea Lupi, Franco Giovannini, Antongiulio Barbaro – ARPAT – Ottobre 2017

## Aggiornamento della Valutazione delle ricadute al suolo derivanti dalle emissioni in atmosfera di stabilimento

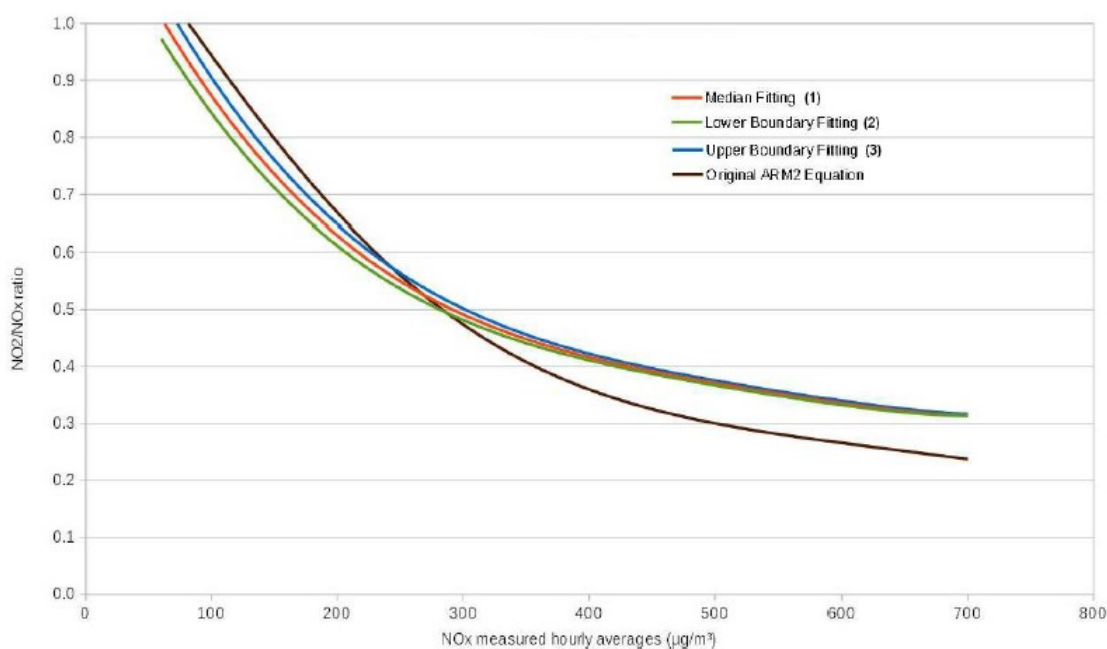
DATA  
Giugno 2024PROGETTO  
24507IPAGINA  
22 di 59

Nella successiva tabella si riportano gli intervalli discreti ottenuti dalla risoluzione della formula (Median Ratio) per il calcolo del 99,8° percentile delle medie orarie.

Concentrazione NOx	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
NO <sub>2</sub> /NOx Ratio	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Tabella 5 - Discretizzazione formula ARM2

In relazione alla valutazione delle concentrazioni NO<sub>2</sub> medie annue l'utilizzo di tale metodo non risulta appropriato in quanto estremamente cautelativo. In particolare, infatti per concentrazioni inferiori a 60 µg/m<sup>3</sup> il metodo assimila completamente i valori di NOx a NO<sub>2</sub> (NO<sub>2</sub>/NOx = 1); tale caratteristica è descritta anche dal grafico estratto dalla citata pubblicazione:



**Figura 8 – Grafico delle equazioni polinomiali relative al rapporto NO<sub>2</sub>/NOx e alla concentrazione oraria NOx (ARM2 method to estimate NO<sub>2</sub> air concentrations by using NOx air concentrations obtained by air pollution models: verification and adaptation by using air quality network of tuscany data)**

Dato che il valore massimo della concentrazione annuale di NO<sub>x</sub> è risultato inferiore a 60 µg/m<sup>3</sup>, per valutare tale parametro è stato quindi scelto l'utilizzo di un rapporto NO<sub>2</sub>/NOx fisso pari a 0,75<sup>2</sup> per l'applicazione sulla media annuale (valore suggerito dall'agenzia US EPA).

<sup>2</sup> Annual default ratio (Chu and Meyer, 1991)

## 4.5 Risultati delle simulazioni

I risultati delle simulazioni sono riassunti mediante apposite mappe che riportano le curve di isoconcentrazione al suolo degli inquinanti esaminati, sovrapposte ad una immagine satellitare dell'area di interesse.

Le curve di isoconcentrazione sono state ricavate per interpolazione grafica dei valori calcolati dal modello in corrispondenza dei nodi del reticolo di calcolo e sono state contrassegnate nelle mappe dal proprio valore di concentrazione.

Le mappe sono riportate in Appendice I alla presente relazione, mentre in tabella seguente si riporta una sintesi dei risultati ottenuti per ciascun inquinante considerato, con l'indicazione del valore rappresentato e il riferimento alla corrispondente tavola grafica di appendice.

Inquinante	Valore rappresentato	Concentrazione massima calcolata ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Rif. mappa Appendice
NO <sub>2</sub>	Medie annuali	9,52	Mappa 1a
	99,8° percentile delle medie orarie	116,00	Mappa 1b
Polveri	Medie annuali	1,26	Mappa 2a
	90° percentile delle medie giornaliere	4,24	Mappa 2b
SO <sub>x</sub> (come SO <sub>2</sub> )	Medie annuali	15,03	Mappa 3a
	99,7° percentile dei massimi orari	163,25	Mappa 3b
	99,2° percentile delle medie giornaliere	79,89	Mappa 3c
CO	Media sulle 8 ore	14,62	Mappa 4
SOV (COT)	Medie annuali	5,53	Mappa 5
HCl	Medie annuali	1,40	Mappa 6
IPA	Medie annuali	5,88E-4	Mappa 7
PCDD+PCDF	Medie annuali	5,88E-9	Mappa 8
Cd	Medie annuali	0,15	Mappa 9
Hg	Medie annuali	0,15	Mappa 10
As	Medie annuali	0,15	Mappa 11
Ni	Medie annuali	0,22	Mappa 12
Pb	Medie annuali	0,65	Mappa 13
HF	Medie annuali	0,06	Mappa 14
NH <sub>3</sub>	Medie annuali	1,95	Mappa 15
HCN	Medie annuali	0,32	Mappa 16

Tabella 6 – Sintesi delle simulazioni effettuate e relativi elaborati grafici

## 5. CONFRONTO CON GLI STANDARD DI QUALITÀ DELL'ARIA

La presente analisi è finalizzata all'identificazione e quantificazione degli effetti delle emissioni in aria dello stabilimento nell'ambiente circostante.

Tale finalità può essere ricondotta alla verifica basata sul confronto tra:

- il contributo aggiuntivo che l'impianto determina al livello di inquinamento nell'area geografica interessata ( $CA_{Sito}$ );
- il livello finale d'inquinamento nell'area (LF),
- il corrispondente standard di qualità dell'aria (SQA).

In particolare, i criteri sono i seguenti:

$$CA_{Sito} < SQA$$

$$LF < SQA$$

dove

$$CA_{Sito} + CA_{ALTRE-FONTI} = LF$$

con  $CA_{ALTRE-FONTI}$  il contributo aggiuntivo al livello finale d'inquinamento dell'area dovuto alle fonti emissive esistenti quali altre attività industriali, traffico, riscaldamento domestico, etc.



5.1 Valori di riferimento per la qualità dell’aria

In tabella seguente sono riassunti per gli inquinanti atmosferici esaminati, i valori limite di qualità dell’aria (o Standard di Qualità dell’Aria – SQA), stabiliti dalla normativa vigente in materia (D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.).

I valori di riferimento utilizzati risultano uniformi a quelli delle precedenti valutazioni effettuate.

Inquinante	Descrizione	Periodo di mediazione	Parametro statistico	Valore limite (µg/m³)	Normativa di riferimento
NO <sub>2</sub>	Valore limite orario (All. XI D.Lgs. 155/10)	1 ora	99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di un anno	200	D.Lgs.155/10 e s.m.i.
	Valore limite annuale (All. XI D.Lgs. 155/10)	1 anno	concentrazione media annua	40	
PM10	Valore limite giornaliero (All. XI D.Lgs. 155/10)	24 ore	90° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di un anno	50	
	Valore limite annuale (All. XI D.Lgs. 155/10)	1 anno	Concentrazione media annua	40	
PM2,5	Valore limite annuale (All. XI D.Lgs. 155/10)	1 anno	Concentrazione media annua	25	
SO <sub>2</sub>	Livello critico per la protezione della vegetazione (All. XI D.Lgs. 155/10)	1 anno	concentrazione media annua	20	
	Valore limite orario (All. XI D.Lgs. 155/10)	1 ora	99,7° percentile delle concentrazioni medie orarie di un anno	350	
	Valore limite giornaliero (All. XI D.Lgs. 155/10)	24 ore	99,2° percentile delle concentrazioni giornaliere	125	
CO	Valore limite (All. XI D.Lgs. 155/10)	8 ore	Media massima giornaliera sulle 8 ore	10 <sup>4</sup>	
As	Valore obiettivo annuale	1 anno	Concentrazione media annuale	0.006	
Cd	Valore obiettivo annuale	1 anno	Concentrazione media annuale	0.005	
Pb	Valore limite annuale (All. XI D.Lgs. 155/10)	1 anno	Concentrazione media annuale	0.5	
Ni	Valore obiettivo annuale	1 anno	Concentrazione media annuale	0.02	
IPA	Valore obiettivo per il benzo(a)pirene (valore limite per il tenore totale della frazione PM10 calcolata media su un anno)	1 anno	Concentrazione media annuale	1*10 <sup>-3</sup>	Parere Commissione Toss. Nazionale (ISS 1989)
PCDD/F	Valore limite annuale	1 anno	Concentrazione media annuale	40*10 <sup>-9</sup>	

Tabella 7 – Valori limite di qualità dell’aria per gli inquinanti esaminati

5.3 Qualità dell’aria nella zona di inserimento dell’impianto

Le centraline di interesse per lo Stabilimento sono ubicate rispettivamente a circa 4-5km, presso la Stazione Ferroviaria (AR-Repubblica) e nel centro urbano di Arezzo (AR-Acropoli). La tabella seguente sintetizza le caratteristiche di ciascuna centralina.

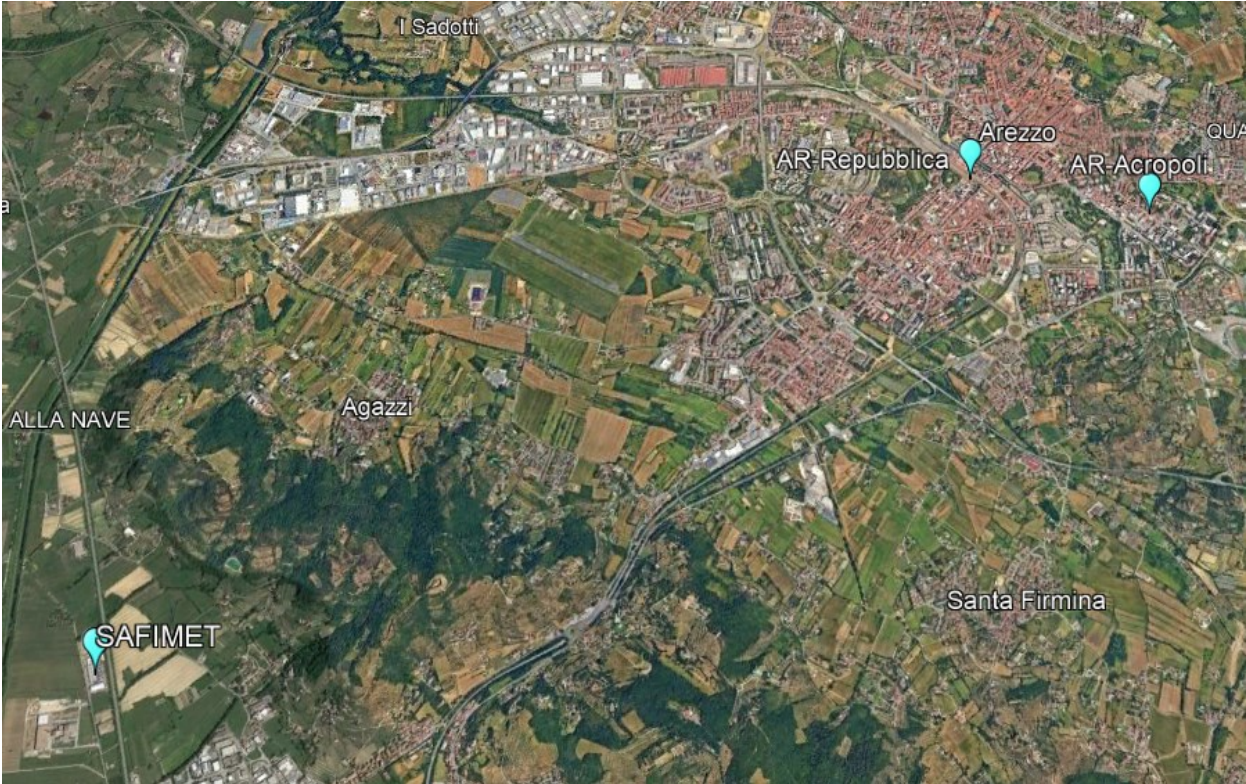


Figura 9 - Stazioni di monitoraggio (ARPAT)

Codice Stazione	Ubicazione Stazione	Tipologia	Inquinanti monitorati	Distanza dallo Stabilimento
AR-ACROPOLI	Arezzo, Via Beato Angelico	Urbana - Fondo	Ozono, PM10, PM 2,5 e NO2	4,8 km ca.
AR - REPUBBLICA	Arezzo, Piazza della Repubblica	Urbana - Traffico	PM10, NO2 e CO	3,8 km ca.

Tabella 8 - Ubicazione e parametri delle Stazioni di monitoraggio

Di seguito si riportano, per le tipologie di inquinante monitorato presso le stazioni di interesse (AR-Acropoli e AR-Repubblica) i valori rilevati rispetto ai limiti imposti dalla normativa vigente in materia.

### Monossido di carbonio

Il monossido di carbonio (CO), rilevato solo in corrispondenza della stazione AR-Repubblica non ha mostrato criticità. La massima media oraria, per il periodo di riferimento, oscilla tra un valore minimo di 1,54 mg/m<sup>3</sup>, rilevato nel 2021, ad un valore massimo di 3,2 mg/m<sup>3</sup> nel 2013.

Tali valori risultano molto inferiori al valore limite, imposto (D.Lgs. 155/2010) pari a 10 mg/m<sup>3</sup> per la massima media giornaliera calcolata su otto ore.

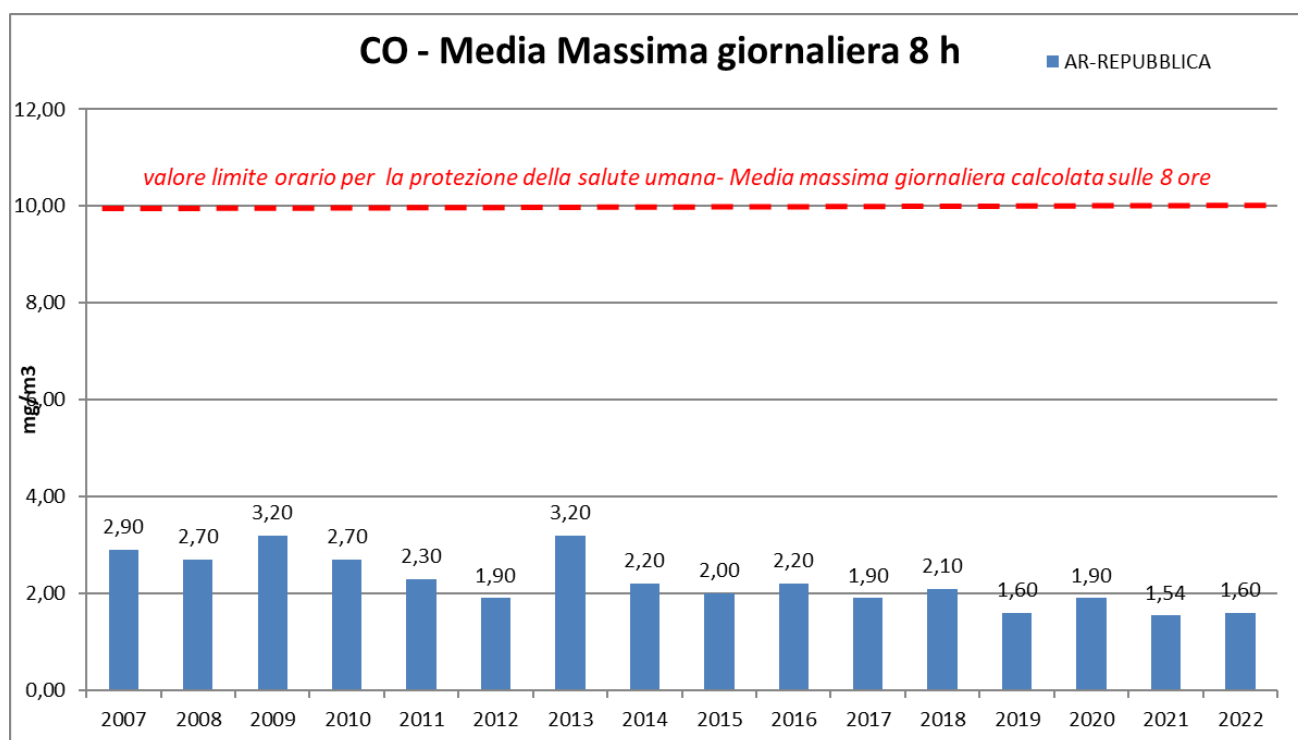


Figura 10 - Valori della Media Massima Giornaliera per il parametro CO (ARPAT)

### Biossido di azoto

Il biossido di azoto ha evidenziato, come mostrato nella figura seguente, valori medi annui con evidenti scostamenti tra le due stazioni di monitoraggio del Comune di Arezzo. La Stazione AR-Acropoli ha mostrato valori ben al di sotto del valore limite annuale fissato dal D.Lgs. 155/2010 pari a 40 µg/m<sup>3</sup>, mentre per la Stazione AR-Repubblica i valori, in particolare nei primi 3 anni del periodo considerato, hanno superato il valore limite previsto. Si osserva come dal 2017, pur mantenendosi mediamente alti, non si siano verificati superamenti per tale parametro.

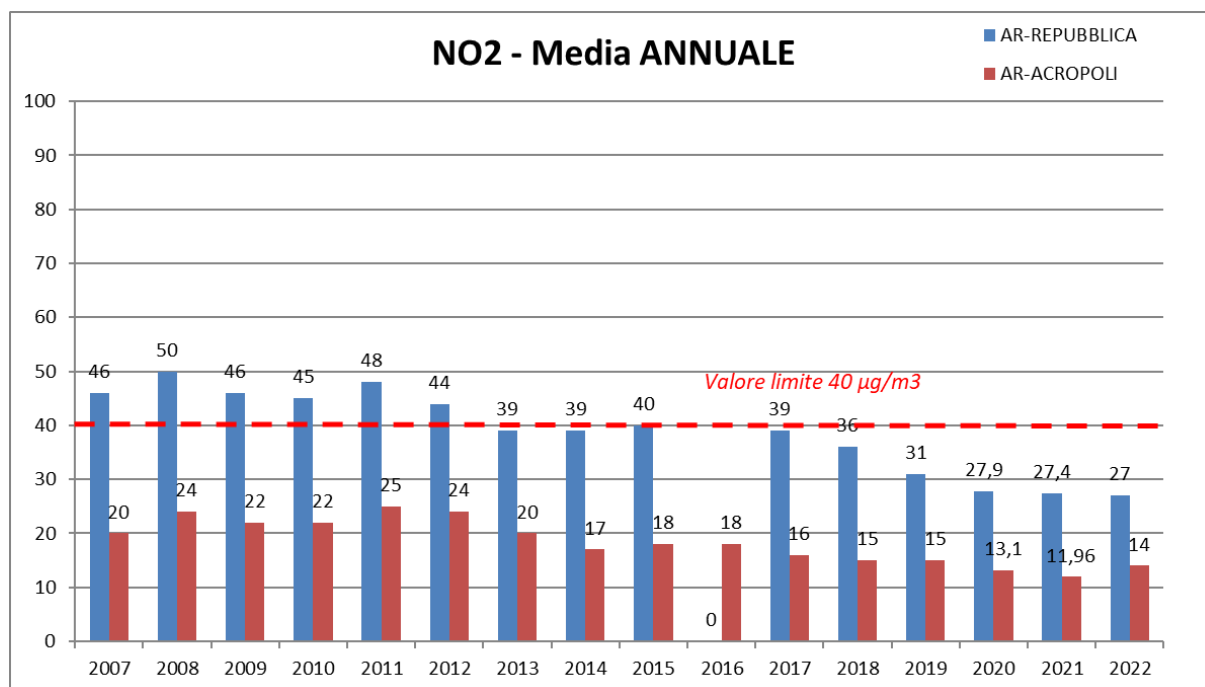


Figura 11 - Valori medi annui per il Biossido di Azoto (ARPAT)

Per quanto concerne il valore limite orario previsto dal D.Lgs. 155/2010, pari a 200 µg/m³, per il quale sono ammessi massimo 18 superamenti /anno, si è evidenziato nel periodo considerato un solo superamento, nel 2011 presso la Stazione AR-Repubblica.

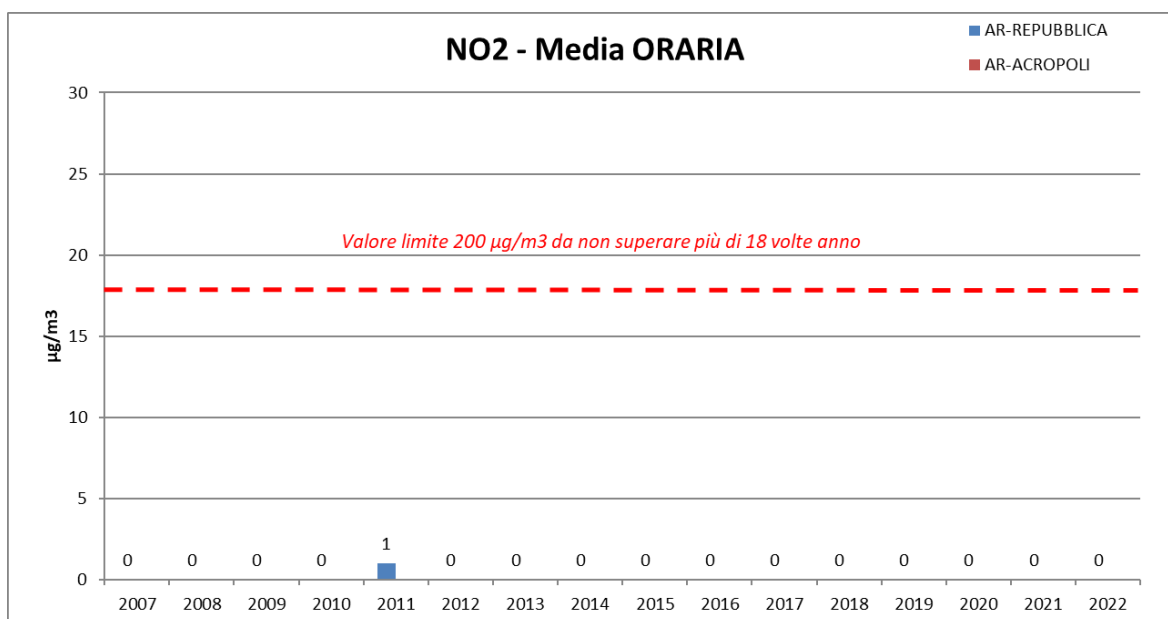


Figura 12 – superamenti valore limite media oraria per il Biossido di Azoto (ARPAT)

**PM10**

Le polveri PM10 sono misurate in corrispondenza di entrambe le stazioni del territorio comunale (AR-Acropoli dal 2014). I valori rilevati in termini di media annua nel periodo considerato sono risultati significativamente più bassi del valore limite annuale fissato dal D.Lgs. 155/2010 pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , con un andamento uniforme nel corso degli anni.

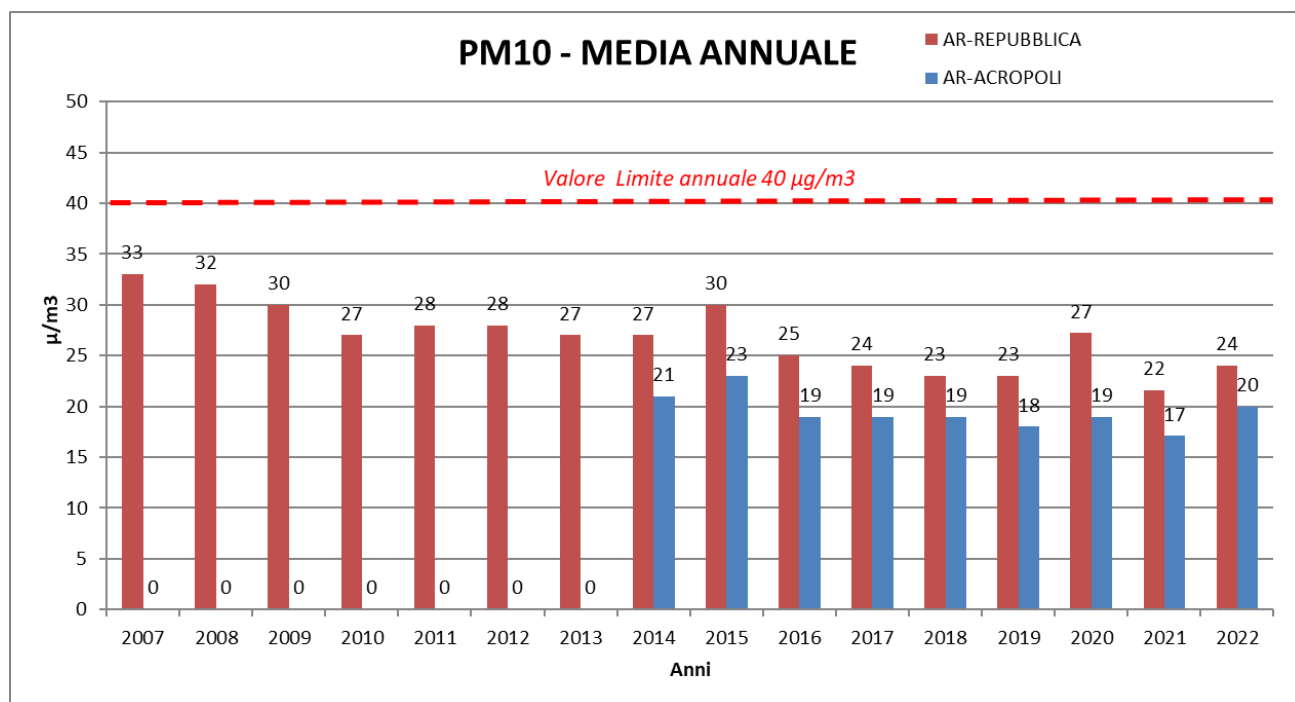


Figura 13 - Valori medi annui PM10 (ARPAT)

Il valore limite delle medie giornaliere fissato dal D.Lgs. 155/2010 da non superare più di 35 volte per anno civile (corrispondente al 98.1° percentile delle medie giornaliere), pari a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nell'ultimo triennio è stato superato:

- nell'anno 2020 n. 33 volte nella stazione AR-Repubblica, mentre n. 10 volte nella Stazione AR-Acropoli;
- nell'anno 2021 n. 10 volte nella stazione AR-Repubblica, mentre n. 1 volta nella Stazione AR-Acropoli.
- nell'anno 2022 n.11 volte nella stazione AR-Repubblica, mentre non c'è stato alcun superamento nella Stazione AR-Acropoli.

Nella seguente figura si riporta il grafico di tali risultati, che evidenziano come i valori di entrambe le stazioni si mantengano costantemente entro il limite previsto dei 35 superamenti, ma con un'attenzione particolare verso la stazione AR-Repubblica che in alcuni casi (2015, 2016 e 2020) ha mostrato valori molto prossimi a tale soglia.

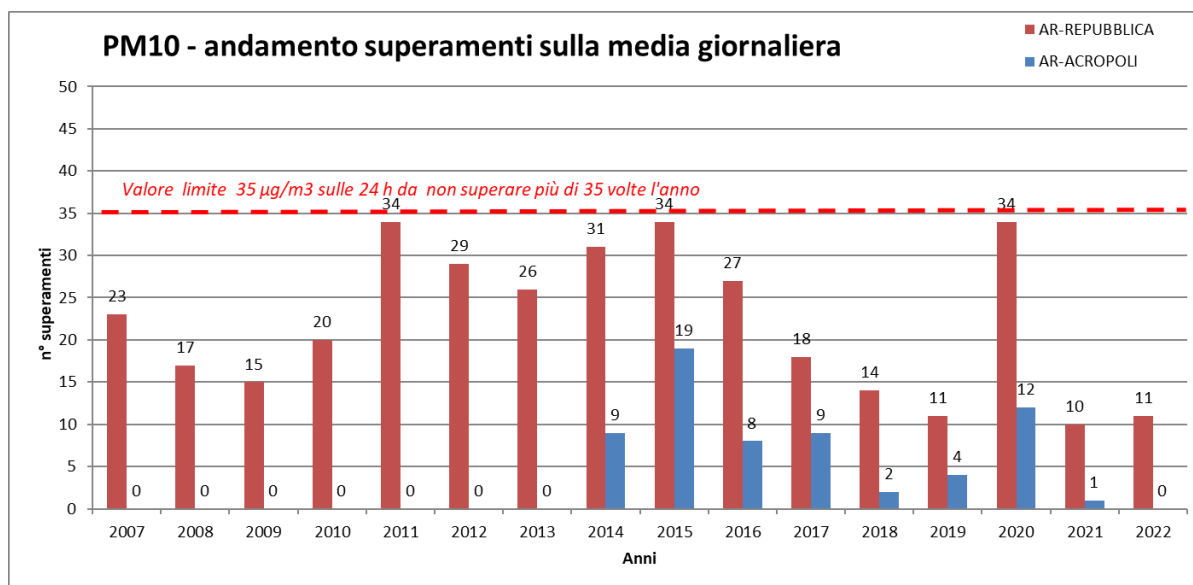


Figura 14 - Andamento superamenti annui media giornaliera di PM10 (ARPAT)

## PM2.5

Le polveri PM2.5 sono misurate solamente in corrispondenza della stazione AR-Acropoli, negli ultimi 3 anni. I valori rilevati per la media annua rispettano abbondantemente il valore limite definito dal D.Lgs. 155/2010 pari a 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

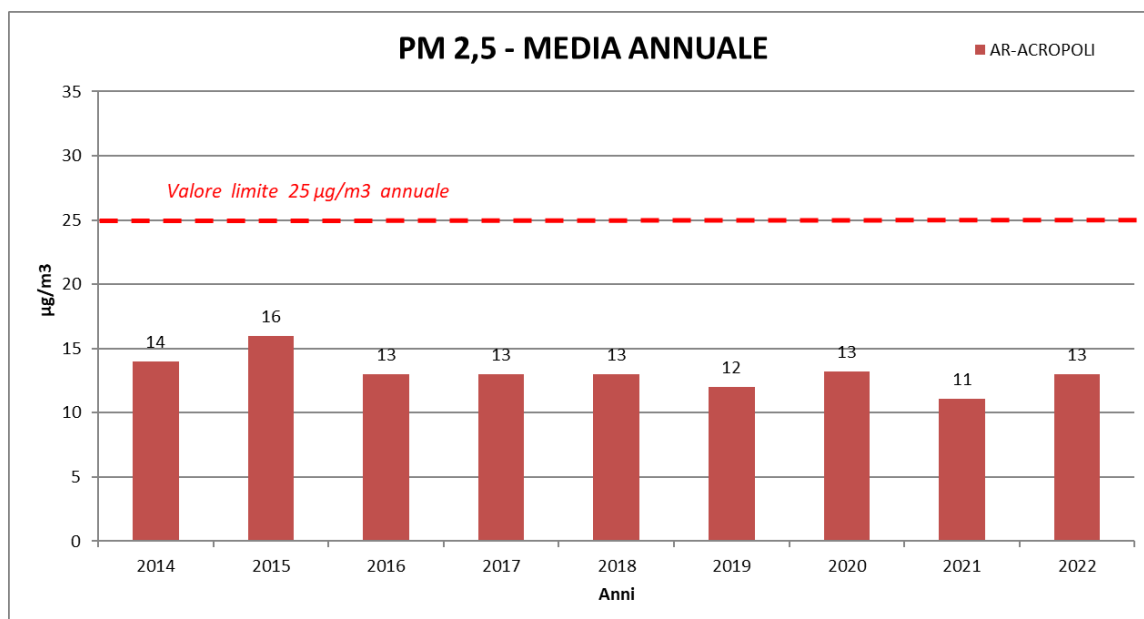


Figura 15 - Valori medi annui PM2,5 (ARPAT)



**Aggiornamento della Valutazione delle ricadute al suolo derivanti dalle emissioni in atmosfera di stabilimento**

DATA	PROGETTO	PAGINA
Giugno 2024	245071	31 di 59

**Metalli**

Per quanto riguarda i metalli, essi risultano rilevati solo in corrispondenza della stazione AR-Acropoli; di seguito si riportano i dati relativi dal 2015 al 2022 dai quali non emergono criticità.

Classificazione Zona e stazione	Nome stazione	Piombo Valore limite: 500 ng/m <sup>3</sup>							
		Concentrazioni medie annue (ng/m <sup>3</sup> )							
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Zona Valdarno aretino e Valdichiana	UF	AR-Acropoli	-	-	-	-	-	-	1,9
Classificazione Zona e stazione	Nome stazione	Arsenico Valore obiettivo: 6 ng/m <sup>3</sup>							
		Concentrazioni medie annue (ng/m <sup>3</sup> )							
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Zona Valdarno aretino e Valdichiana	UF	AR-Acropoli	-	-	-	-	-	-	0,2
Classificazione Zona e stazione	Nome stazione	Cadmio Valore obiettivo: 5 ng/m <sup>3</sup>							
		Concentrazioni medie annue (ng/m <sup>3</sup> )							
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Zona Valdarno aretino e Valdichiana	UF	AR-Acropoli	-	-	-	-	-	-	0,1
Classificazione Zona e stazione	Nome stazione	Nichel Valore obiettivo: 20 ng/m <sup>3</sup>							
		Concentrazioni medie annue (ng/m <sup>3</sup> )							
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Zona Valdarno aretino e Valdichiana	UF	AR-Acropoli	-	-	-	-	-	-	1,4

**Figura 16 – Stazioni rete regionale Toscana – andamento metalli 2015-2021**

				Arsenico 2022		Cadmio 2022		Nichel 2022		Piombo 2022	
Classificazione Zona e stazione	Provincia e Comune	Nome stazione	%	Media annuale (ng/m <sup>3</sup> )	Valore obiettivo (ng/m <sup>3</sup> )	Media annuale (ng/m <sup>3</sup> )	Valore obiettivo (ng/m <sup>3</sup> )	Media annuale (ng/m <sup>3</sup> )	Valore obiettivo (ng/m <sup>3</sup> )	Media annuale (ng/m <sup>3</sup> )	Valore limite (ng/m <sup>3</sup> )
Agglomerato Firenze	UT	FI Firenze	Fi-Gramsci	90%	0,4	6,0	5,0	2,6	20,0	3,2	500,0
Zona Prato Pistoia	UF	PO Prato	PO-Roma	73%	0,4			1,6		3,5	
Zona Valdarno aretino e Valdichiana	UF	AR Arezzo	AR-Acropoli	48%	0,3			2,1		2,3	
Zona costiera	UF	LI Livorno	LI-La Pira	53%	0,3			2,6		3,0	
Zona Valdarno pisano e Piana lucchese	UF	LU Lucca	LU- San Concordio	71%	0,3			1,4		3,8	
Zona collinare e montana	PF	PI Pomarance	PI-Montecerboli	54%	0,2			1,0		1,2	

**Figura 17 – Stazioni rete regionale Toscana – andamento metalli 2022**

**Aggiornamento della Valutazione delle ricadute al suolo derivanti dalle emissioni in atmosfera di stabilimento**

DATA	PROGETTO	PAGINA
Giugno 2024	245071	32 di 59

**IPA**

Per l'anno 2022 sono state effettuate le analisi dei 7 congeneri di interesse in tutti i siti di monitoraggio del B(a)P di Rete Regionale, e sono quindi stati elaborati i parametri relativi alle medie annuali per ciascuna stazione; per la Stazione AR-Acropoli i valori sono i seguenti:

Inquinante	Media annuale (ng/mc)	Limite SQA - D.Lgs. 155/2010 (ng/mc)
Benzo[a] antracene	0,3	-
Benzo[b] fluorantene	0,4	-
Benzo[k] fluorantene	0,2	-
Benzo[j] fluorantene	0,3	-
Benzo(a)pirene	0,4	1
Indeno[1,2,3-cd]pirene	0,3	-
Dibenzo[a,h]antracene	0,1	-

**Tabella 9 – Anno 2022: medie annuali congeneri IPA nella stazione di AR-Acropoli**

**SO<sub>2</sub>**

Per tale inquinante non sono attive centraline in un intorno rappresentativo dell'area oggetto di intervento; pertanto, ci si è ricondotti a dati relativi a campagne di misurazione svolte con mezzo mobile. La campagna più recente a cui si è fatto riferimento è quella svolta sempre nel Comune di Arezzo in località San Zeno (periodo di osservazione maggio 2014 – 26 gennaio 2015), area peraltro caratterizzata da un'area industriale con diverse attività che operano nel settore orafo e/o di recupero di metalli preziosi.

SO <sub>2</sub>	Ubicazione postazione	µg/m <sup>3</sup>	Limite SQA - D.Lgs. 155/2010 µg/m <sup>3</sup>
Media giornaliera	San Zeno – Strada A	5	125
Massimo orario		12	350

**Tabella 10 – Inquinanti misurati nel monitoraggio 2014-2015**

I valori rilevati non mostrano criticità in riferimento agli SQA.

Per quanto riguarda gli altri inquinanti oggetto di valutazione non sono stati reperiti riferimenti rappresentativi, per l'area in esame.



## 5.4 Confronto risultati simulazioni con SQA

Facendo riferimento alla metodologia adottata per il confronto con gli SQA, di cui al precedente paragrafo 5, il soddisfacimento del criterio

$$CA_{\text{sito}} \ll SQA$$

può essere valutato direttamente esaminando i risultati delle simulazioni.

Le tabelle seguenti mostrano il confronto tra le concentrazioni calcolate dal modello di simulazione applicato e gli Standard di Qualità dell'Aria (SQA) corrispondenti.

Laddove presenti più valori limite di SQA, si è fatto riferimento al valore più restrittivo. Ad esempio, per le polveri il D.Lgs. 155/2010 fissa dei valori limite annuali per PM10 e PM2.5: il valore massimo di concentrazione media annua ottenuto per le polveri totali è stato quindi confrontato, cautelativamente, con il limite per il PM2,5 (pari a 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) che risulta più basso rispetto al limite previsto per PM10 (pari a 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Inquinante	Valore rappresentato	Concentrazione massima calcolata ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valore limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
NO <sub>2</sub>	Medie annuali	9,52	40
	99,8° percentile delle medie orarie	116,00	200
Polveri	Medie annuali	1,26	25 (come PM2,5)
	90° percentile delle medie giornaliere	4,24	50
SO <sub>x</sub> (come SO <sub>2</sub> )	Medie annuali	15,03	20
	99,7° percentile dei massimi orari	163,25	350
	99,2° percentile delle medie giornaliere	79,89	125
CO	Media sulle 8 ore	14,62	10.000
SOV (COT)	Medie annuali	5,53	-
HCl	Medie annuali	1,40	-
IPA	Medie annuali	5,88E-4	1*10 <sup>-3</sup>
PCDD+PCDF	Medie annuali	5,88E-9	40* 10 <sup>-9</sup>
Cd	Medie annuali	0,15	0,005
Hg	Medie annuali	0,15	-
As	Medie annuali	0,15	0,006
Ni	Medie annuali	0,22	0,02
Pb	Medie annuali	0,65	0,5
HF	Medie annuali	0,06	-
NH <sub>3</sub>	Medie annuali	1,95	-
HCN	Medie annuali	0,32	-

Tabella 11 – Confronto simulazioni effettuate con SQA

Analizzando i risultati delle simulazioni risulta che viene soddisfatto il criterio di valutazione per la maggior parte dei parametri oggetto di valutazione: **CA<sub>Sito</sub> << SQA**.

Utilizzando un approccio conservativo, è stato ipotizzato di assumere che tutte le polveri emesse dai camini di stabilimento siano assimilabili a PM10 per il confronto dei valori di picco e PM2.5 per il confronto delle medie annue. I confronti che evidenziano un superamento degli SQA sono tutti relativi ad alcuni metalli (Cd, As, Ni, Pb); tali valori risultano essere ampiamente cautelativi alla luce dei risultati di monitoraggio ottenuti per tali parametri alle emissioni (composti presenti in concentrazione molto distanti dai limiti autorizzativi considerati).

## 5.5 Valutazione e confronto risultati simulazioni con SQA sui singoli recettori discreti

Nelle successive tabelle si riportano i risultati ottenuti sui singoli ricettori discreti, a confronto con i relativi SQA applicabili.

Dai confronti effettuati sui singoli recettori si evidenziano criticità esclusivamente riferibili ai metalli Cd, As e Ni, sui recettori più prossimi al sito.

## Aggiornamento della Valutazione delle ricadute al suolo derivanti dalle emissioni in atmosfera di stabilimento

DATA Giugno 2024	PROGETTO 24507I	PAGINA 35 di 59
---------------------	--------------------	--------------------

Inquinante	Valore rappresentato	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	Valore limite (µg/m³)
NO <sub>2</sub>	Medie annuali	1,95	1,16	0,48	0,88	1,38	0,65	0,08	0,61	0,16	0,40	0,08	0,57	40
	99,8° percentile delle medie orarie	106,37	69,52	45,32	42,76	65,97	57,20	4,29	52,98	10,76	26,02	5,97	49,72	200
Polveri	Medie annuali	2,02E-01	1,29E-01	7,29E-02	1,03E-01	1,55E-01	7,35E-02	8,01E-03	6,23E-02	1,58E-02	4,22E-02	8,10E-03	6,60E-02	25 (come PM <sub>2,5</sub> )
	90° percentile delle medie giornaliere	7,03E-01	4,31E-01	2,29E-01	3,28E-01	5,09E-01	2,36E-01	2,87E-02	2,07E-01	5,62E-02	1,35E-01	3,09E-02	1,89E-01	50
SO <sub>x</sub> (come SO <sub>2</sub> )	Medie annuali	2,67	1,59	0,75	1,24	2,01	0,90	0,11	0,82	0,21	0,58	0,11	0,79	20
	99,7° percentile dei massimi orari	91,58	65,28	44,10	40,55	58,79	53,64	4,53	40,15	10,10	23,54	6,66	39,07	350
	99,2° percentile delle medie giornaliere	20,74	14,99	10,93	10,53	13,14	7,61	0,80	6,53	1,84	4,89	1,10	8,37	125
CO	Media sulle 8 ore	7,92	5,17	2,69	3,39	3,63	2,59	0,56	3,49	0,87	1,90	0,36	4,98	10.000
SOV (COT)	Medie annuali	6,73E-01	4,19E-01	2,63E-01	3,79E-01	5,70E-01	2,65E-01	3,06E-02	2,24E-01	5,83E-02	1,59E-01	3,05E-02	2,41E-01	-
HCl	Medie annuali	2,40E-01	1,43E-01	6,70E-02	1,16E-01	1,82E-01	8,33E-02	1,03E-02	7,84E-02	2,03E-02	5,35E-02	1,05E-02	7,30E-02	-
IPA	Medie annuali	1,02E-04	6,24E-05	2,80E-05	5,27E-05	7,45E-05	3,86E-05	4,41E-06	3,64E-05	9,21E-06	2,13E-05	4,17E-06	3,40E-05	1*10 <sup>-3</sup>
PCDD+PCDF	Medie annuali	1,02E-09	6,24E-10	2,80E-10	5,27E-10	7,45E-10	3,86E-10	4,41E-11	3,64E-10	9,21E-11	2,13E-10	4,17E-11	3,40E-10	40* 10 <sup>-9</sup>
Cd	Medie annuali	1,27E-02	1,53E-02	1,42E-02	1,28E-02	1,35E-02	5,70E-03	6,36E-04	4,59E-03	1,05E-03	3,50E-03	5,88E-04	7,53E-03	0,005
Hg	Medie annuali	1,16E-02	1,46E-02	1,40E-02	1,24E-02	1,28E-02	5,40E-03	5,98E-04	4,32E-03	9,75E-04	3,29E-03	5,46E-04	7,28E-03	-
As	Medie annuali	1,29E-02	1,54E-02	1,41E-02	1,30E-02	1,36E-02	5,89E-03	6,53E-04	4,84E-03	1,10E-03	3,53E-03	5,95E-04	7,69E-03	0,006
Ni	Medie annuali	2,52E-02	2,31E-02	1,95E-02	2,00E-02	2,42E-02	1,07E-02	1,21E-03	8,78E-03	2,13E-03	6,43E-03	1,14E-03	1,22E-02	0,02
Pb	Medie annuali	7,43E-02	5,37E-02	4,07E-02	4,83E-02	6,66E-02	2,99E-02	3,42E-03	2,45E-02	6,27E-03	1,80E-02	3,35E-03	3,01E-02	0,5
HF	Medie annuali	1,02E-02	6,24E-03	2,80E-03	5,27E-03	7,45E-03	3,86E-03	4,41E-04	3,64E-03	9,21E-04	2,13E-03	4,17E-04	3,40E-03	-
NH <sub>3</sub>	Medie annuali	3,52E-01	2,13E-01	9,05E-02	1,64E-01	2,42E-01	1,38E-01	1,39E-02	1,16E-01	2,91E-02	6,56E-02	1,31E-02	1,10E-01	-
HCN	Medie annuali	6,86E-02	3,99E-02	1,51E-02	2,69E-02	4,74E-02	2,05E-02	2,55E-03	1,90E-02	4,96E-03	1,37E-02	2,74E-03	1,76E-02	-

Tabella 12 –Confronto simulazioni effettuate con SQA (Recettori discreti)

## 5.6 Valutazione del livello finale locale LF e confronto con SQA

Al fine di comprendere il reale contributo delle emissioni dello stabilimento ( $CA_{Sito}$ ) rispetto al livello di inquinamento finale locale (LF) sono stati considerati i risultati delle campagne di monitoraggio di qualità dell'aria ARPAT.

L'analisi di tali dati ha evidenziato, nell'ultimo quadriennio, criticità in relazione agli inquinanti PM10 e O<sub>3</sub>. In particolare, per l'inquinante PM10, oggetto delle simulazioni, seppur le centraline di monitoraggio non siano nell'area di influenza dell'impianto, si evidenzia come il contributo dell'impianto, nell'assetto di progetto risulti molto ridotto rispetto agli SQA applicabili.

In relazione al soddisfacimento del criterio  $LF < SQA$  si può pertanto concludere quanto segue:

Polveri sottili e B(a)P:

$$LF_{PM10} > SQA_{PM10} \quad \text{ma} \quad CA_{Sito-PTS} \ll LF_{PM10}$$

Altri inquinanti:

$$LF < SQA \quad \text{e} \quad CA_{Sito} \ll LF$$

Tenendo conto dei livelli di fondo della qualità dell'aria gli inquinanti rilevati dalle stazioni considerate, in accordo con la metodologia illustrata al precedente paragrafo, si ottengono i seguenti valori finali di qualità dell'aria per gli inquinanti emessi dallo stabilimento nell'assetto simulato:

Inquinante	Parametro statistico	Conc. massima calcolata in corrispondenza dell'abitato di Arezzo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Livello di fondo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Stazione di riferimento	Livello finale LF ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valore limite SQA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
NO <sub>2</sub>	Media annuale	7,8E-02 <sup>(1)</sup>	14	AR-Acropoli (2022)	14,1	40
	99,8° percentile dei massimi orari	4,3 <sup>(1)</sup>	57	AR-Acropoli (2021)	61,3	200
Polveri (PM2.5)	Media annuale	8,0E-03	13	AR-Acropoli (2022)	13,0	40
	90,4° percentile delle medie giornaliere	2,9E-02	30	AR-Acropoli (2021)	30,0	50
As	Media annuale	6,5E-04	0,0003	AR-Acropoli (2022)	0,001	0,006 come As
Cd	Media annuale	6,4E-04	0,0001		0,001	0,005 come Cd
Ni	Media annuale	1,2E-03	0,0021		0,003	0,02
Pb	Media annuale	3,4E-03	0,0023		0,006	0,5

Aggiornamento della Valutazione delle ricadute al suolo derivanti dalle emissioni in atmosfera di stabilimento

DATA	PROGETTO	PAGINA
Giugno 2024	24507I	37 di 59

Inquinante	Parametro statistico	Conc. massima calcolata in corrispondenza dell'abitato di Arezzo (µg/m³)	Livello di fondo (µg/m³)	Stazione di riferimento	Livello finale LF (µg/m³)	Valore limite SQA (µg/m³)
IPA	Media annuale	4,4E-06	0,0004 (come Benzo(a)pirene)		4,0E-04	0,001 come Benzo(a)pirene
SO <sub>2</sub>	Media giornaliera	0,8	5	2018 Civitella Valdichiana	5,8	125
	Massimo orario	4,5	12		16,5	350
	Media annuale	0,1	4		4,1	20
CO	Media massima giornaliera sulle 8 ore	0,6	1,6	AR- Repubblica (2022)	2,2	10 <sup>4</sup>

(1) utilizzato un rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> fisso pari a 0,75<sup>3</sup> per l'applicazione sulla media annuale e utilizzando il polinomio ARM2 per quella oraria.

Tabella 13 - Confronto del Livello finale con il valore limite

Come visibile dalla precedente tabella, sommando il contributo delle emissioni di stabilimento con il livello di qualità dell'aria di fondo rilevato dalle stazioni di monitoraggio considerate risulta sempre ampiamente garantito il rispetto dello Standard di Qualità dell'Aria in riferimento a tutti gli inquinanti considerati.

<sup>3</sup> Annual default ratio (Chu and Meyer, 1991)

## 6. CONCLUSIONI

Lo scopo del presente studio è stato quello di valutare i potenziali impatti, in termini di effetti sulla componente atmosfera, correlati alle emissioni dello stabilimento Safimet considerando, come durata emissiva, l'effettivo funzionamento previsto dal nuovo quadro emissivo di stabilimento.

Lo studio è stato effettuato con il modello matematico di simulazione CALMET/CALPUFF attraverso il software CALPUFF View Version 3 (Lakes Environmental) ed i dati meteorologici sono riferiti all'anno 2023.

I camini sono stati descritti nel modello di simulazione per mezzo di sorgenti puntuali con delle durate emissive così come previsto da nuovo quadro emissivo. Lo scenario simulato ha avuto quindi lo scopo di determinare le medie long term (medie annuali) e le medie short term utilizzando in input i valori limite emissivi (VLE) autorizzati per le emissioni Safimet in linea con i range BAT-AEL di settore (per i parametri che presentano un VLE sia medio giornaliero sia medio semiorario è stato utilizzato il VLE medio giornaliero). È stato infine considerato l'effetto del building downwash degli edifici più prossimi.

Dalla valutazione effettuate è possibile trarre le seguenti considerazioni:

### 1. Confronto tra concentrazioni calcolate al suolo dovute allo stabilimento ( $C_{\text{Site}}$ ) e SQA

Lo scenario simulato mostra delle criticità ristrette ai parametri As, Cd, Ni e Pb poiché i valori di riferimento per le concentrazioni medie annuali di tali inquinanti vengono superati. Il risultato è frutto dell'assunzione estremamente cautelativa di considerare come valore di concentrazione nei fumi in emissione per il singolo metallo quello pari al valore autorizzato come sommatoria di metalli. Come spiegato in precedenza, si tratta di un'assunzione suggerita da ARPAT a titolo indicativo al fine di valutare l'eventuale necessità di porre delle soglie di attenzione sui valori di alcuni singoli metalli laddove per alcune sorgenti emissive essi siano autorizzati nell'ambito di una sommatoria. Si specifica infine che tali valori risultano essere ampiamente cautelativi alla luce dei risultati di monitoraggio ottenuti per tali parametri alle emissioni (composti presenti in concentrazione molto distanti dai limiti autorizzativi considerati).

### 2. Valutazione ai singoli ricevitori

L'analisi è stata completata dalla valutazione sui singoli recettori discreti individuati. Tale valutazione evidenzia come le potenziali criticità presenti, risultano molto limitate ai recettori discreti. In particolare, infatti dalle mappe di ricaduta si evidenzia come i valori massimi di ricaduta risultino molto prossimi allo stabilimento, e si riducano fortemente già a distanze limitate.

### 3. Confronto tra concentrazioni rilevate (LF) e SQA

L'analisi dei dati di monitoraggio della qualità dell'aria più recenti disponibili nelle stazioni più prossime all'area in esame, seppur esterne all'area di studio (2022), non mostrano criticità per nessun inquinante oggetto di monitoraggio.

Analizzando i risultati delle simulazioni si evince che tali inquinanti il contributo emissivo di stabilimento è estremamente limitato.

## APPENDICE I

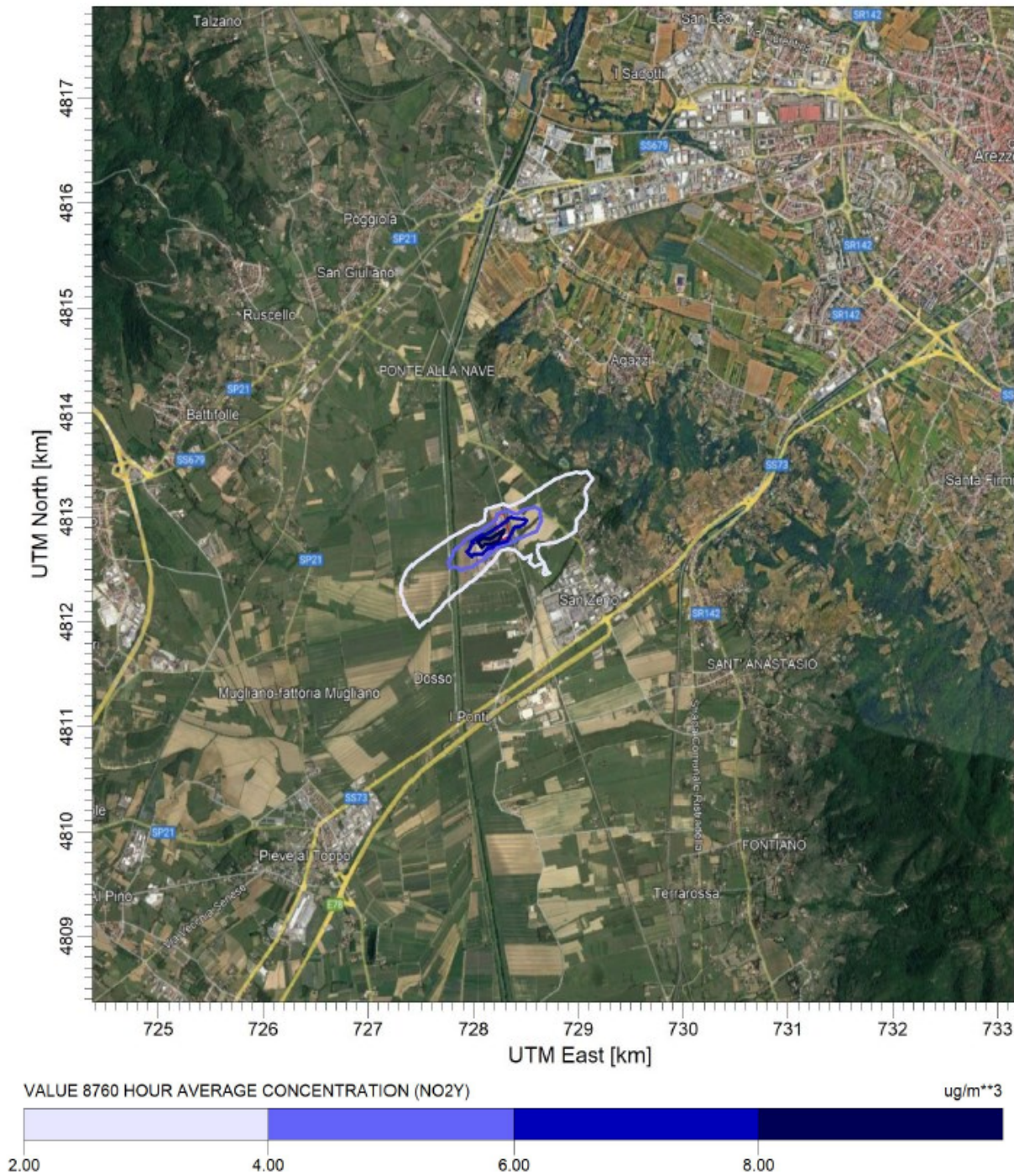
### Mappe delle simulazioni

Nelle seguenti figure sono mostrate su mappa le curve di isoconcentrazione degli inquinanti esaminati ricavate per interpolazione grafica tra i valori calcolati ai nodi del reticolo di calcolo e contrassegnate dal proprio valore di concentrazione.



MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

Mappa 1a - Curve di isoconcentrazione al suolo – NO2  
Periodo di mediazione 1 anno

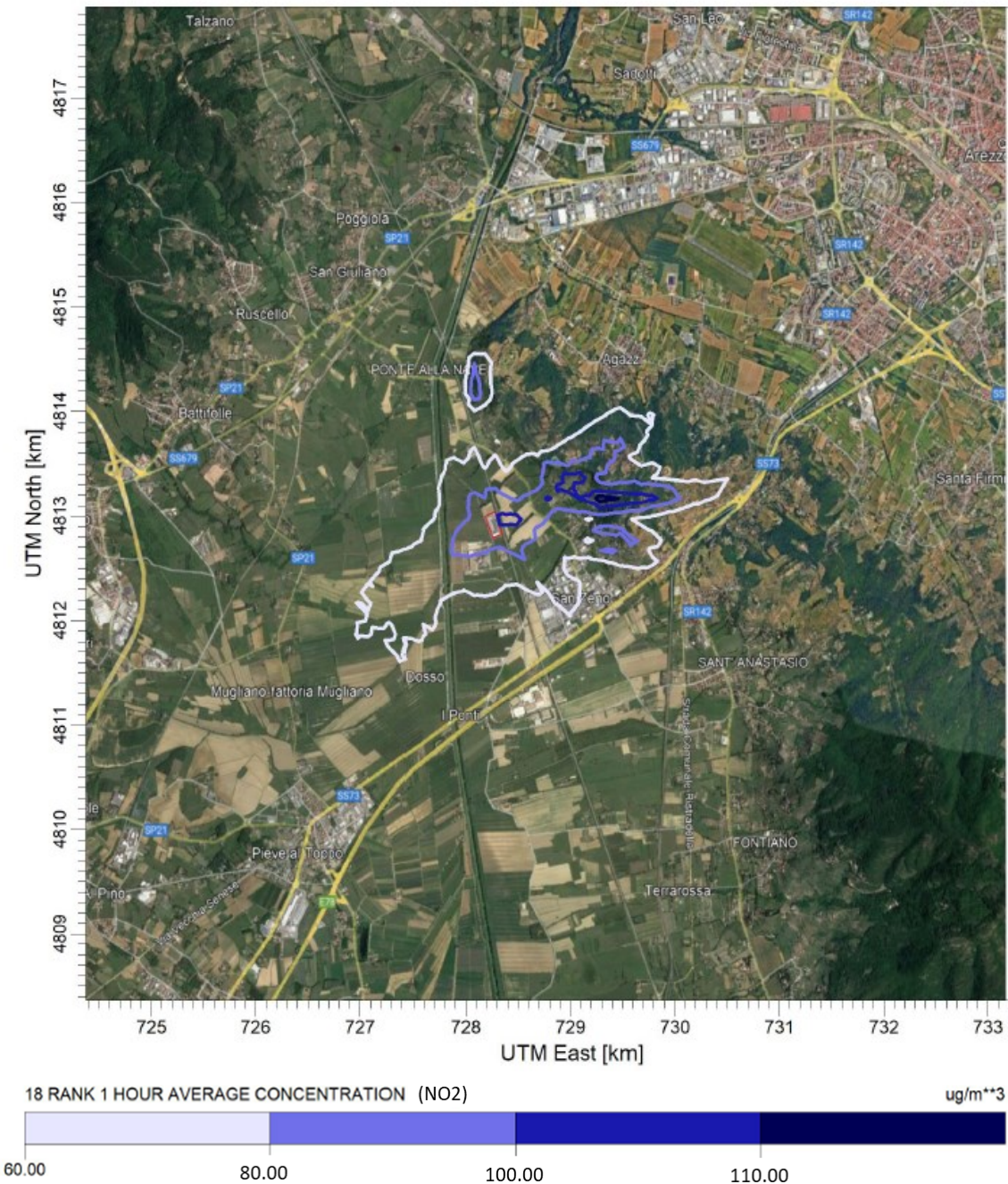


Valore rappresentato: media annuale delle concentrazioni medie orarie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Valori di riferimento per gli standard di qualità dell'aria:  
NO2 valore limite annuale: 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (D.Lgs. 155/10)



MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

Mappa 1b- Curve di isoconcentrazione al suolo – NO2  
Periodo di mediazione 1 ora



Valore rappresentato: 99.8° percentile delle concentrazioni medie orarie di un anno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

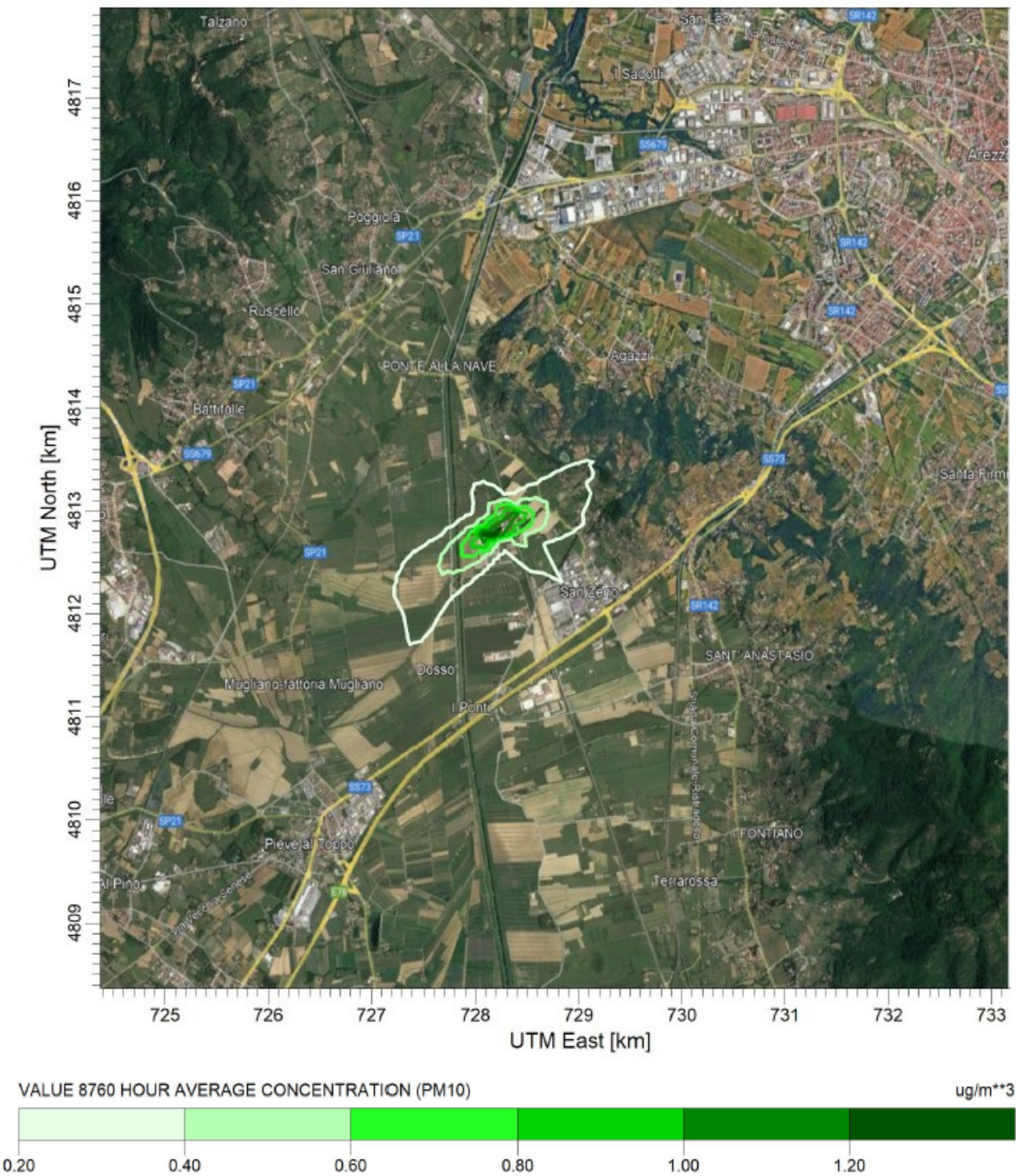
Valori di riferimento per gli standard di qualità dell'aria:

NO2 Valore limite orario: 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (D.Lgs. 155/10)



MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

Mappa 2a - Curve di isoconcentrazione al suolo – PTS  
Periodo di mediazione 1 anno

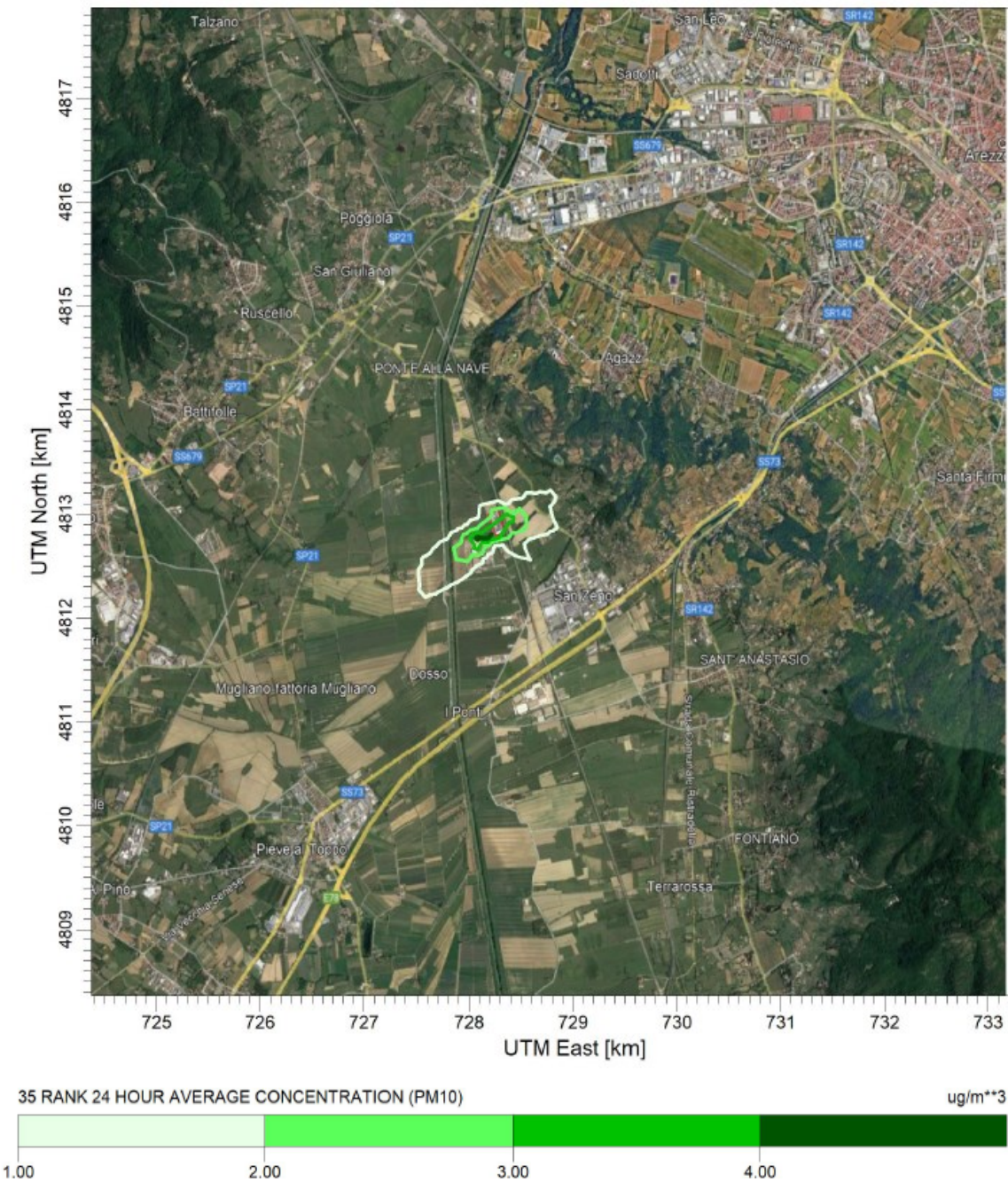


Valore rappresentato: media annuale delle concentrazioni medie orarie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Valori di riferimento per gli standard di qualità dell'aria:  
PM10 Valore limite annuale:  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (D.Lgs. 155/10)  
PM2,5 Valore limite annuale:  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (D.Lgs. 155/10)



MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

Mappa 2b - Curve di isoconcentrazione al suolo – PTS  
Periodo di mediazione 24 ore



Valore rappresentato: 90° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di un anno (  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  )

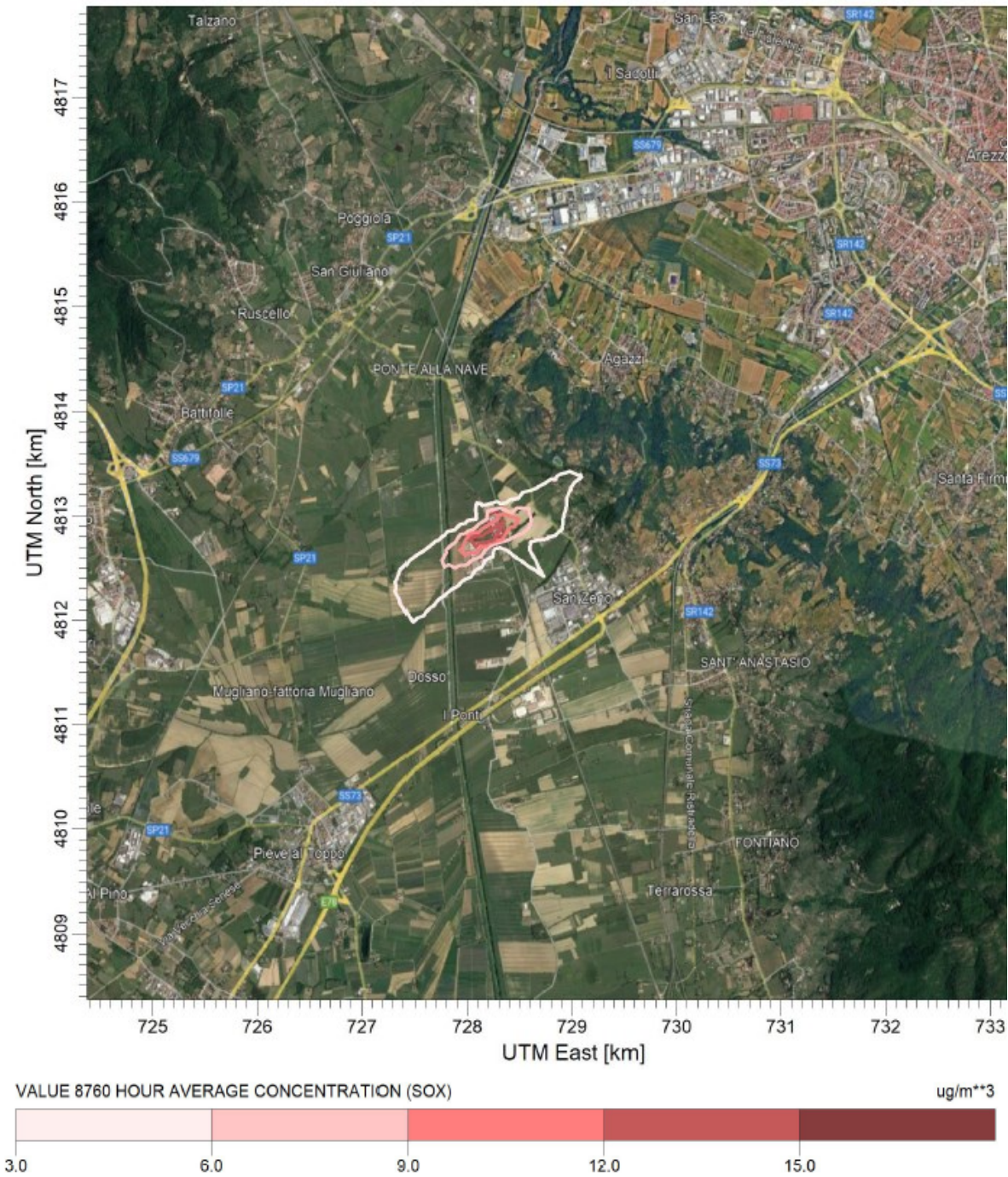
Valori di riferimento per gli standard di qualità dell'aria:

Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana:  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come 90° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di un anno (D.Lgs. 155/10)



MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

Mappa 3a - Curve di isoconcentrazione al suolo – SO2  
Periodo di mediazione 1 anno



Valore rappresentato: media annuale delle concentrazioni medie orarie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

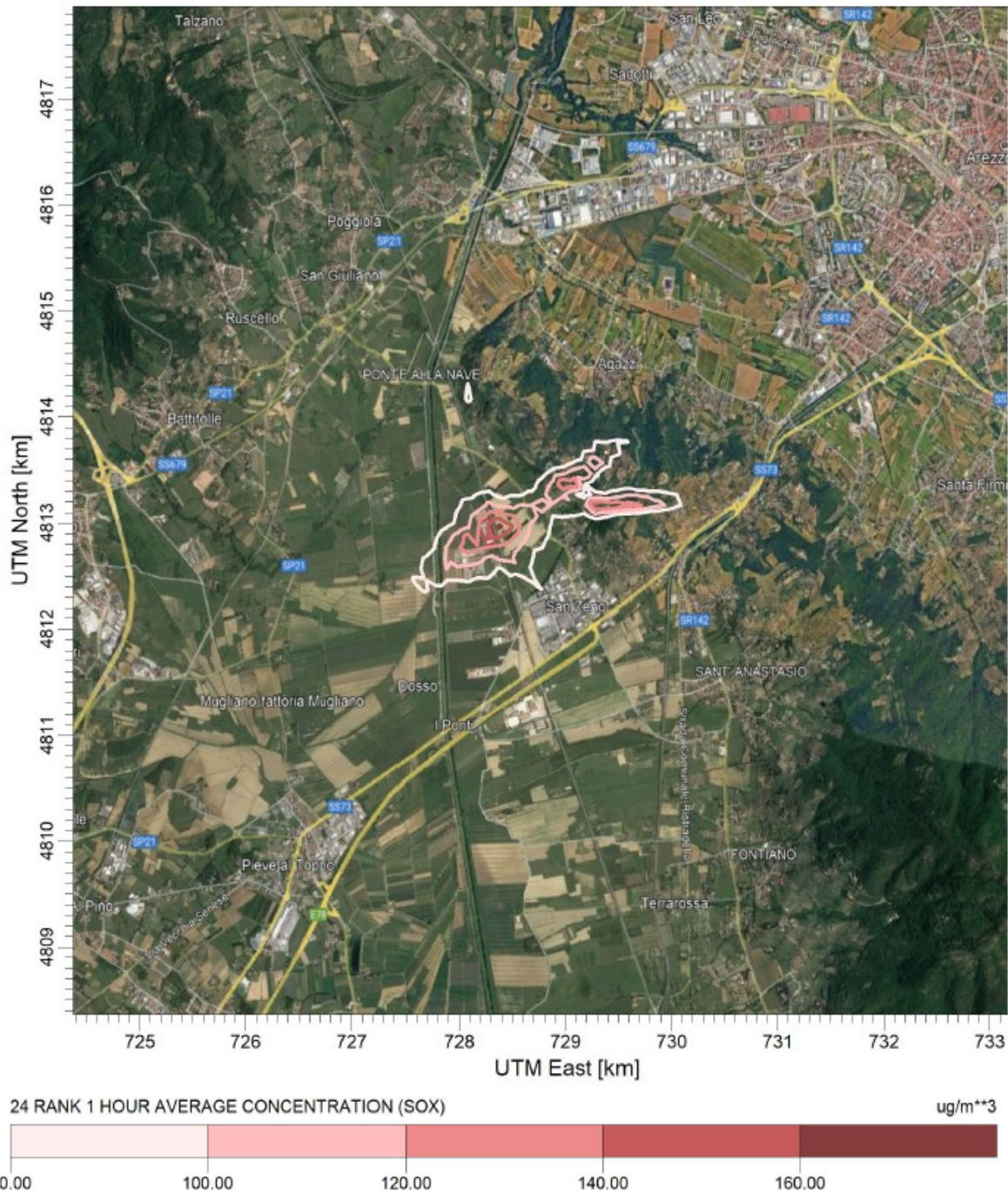
Valori di riferimento per gli standard di qualità dell'aria:

SO2 Livello critico per la protezione della vegetazione:  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (D.Lgs. 155/10)



MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

Mappa 3b - Curve di isoconcentrazione al suolo – SO2  
Periodo di mediazione 1 ora

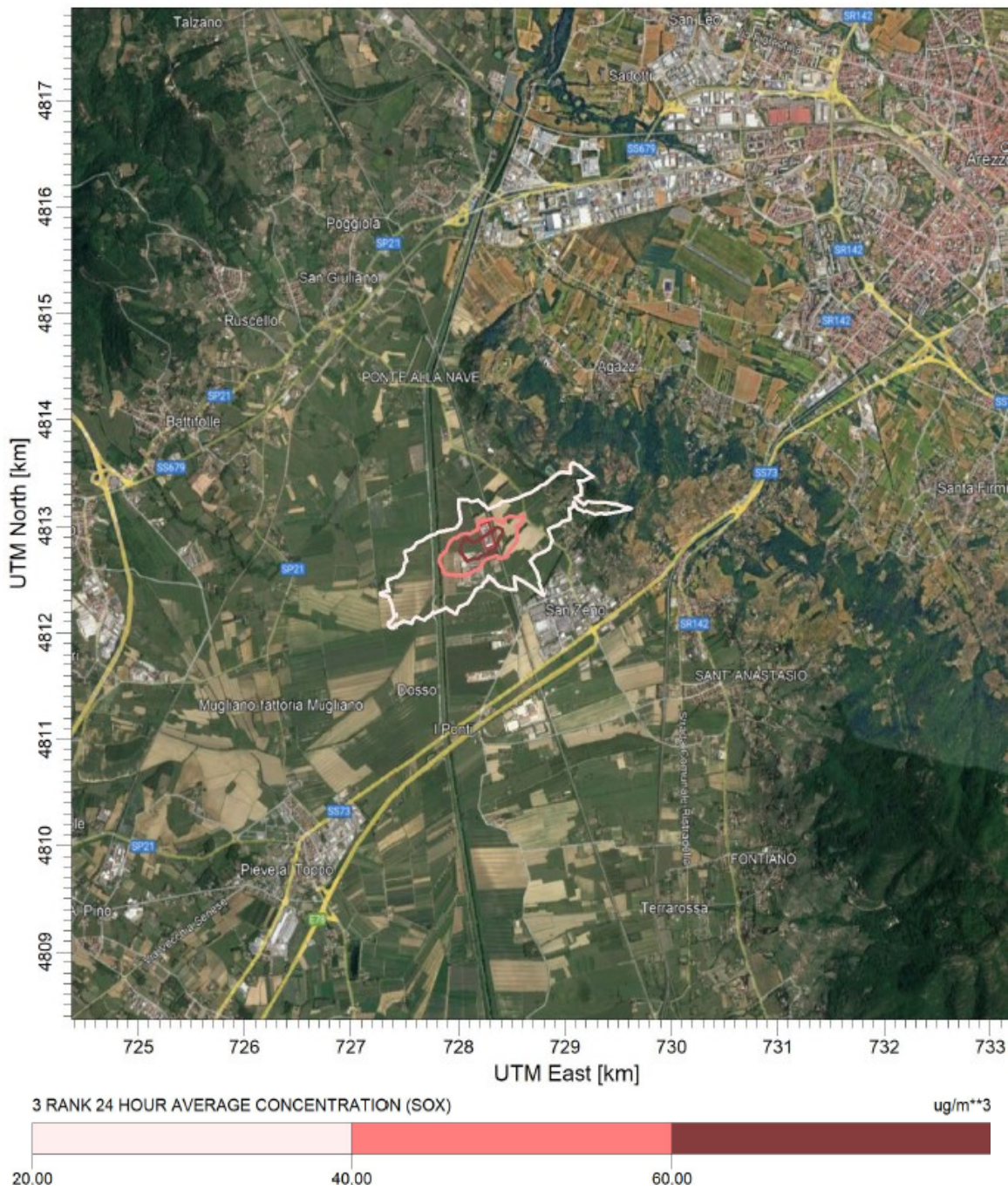


Valore rappresentato: 99.7° percentile delle concentrazioni medie orarie di un anno (µg/m<sup>3</sup>)  
Valori di riferimento per gli standard di qualità dell'aria:  
Valore limite orario: 350 µg/m<sup>3</sup> come 99,7° percentile delle concentrazioni medie orarie di un anno (D.Lgs. 155/10)



MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

Mappa 3c - Curve di isoconcentrazione al suolo – SO2  
Periodo di mediazione 24 ore



Valore rappresentato: 99,2° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di un anno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

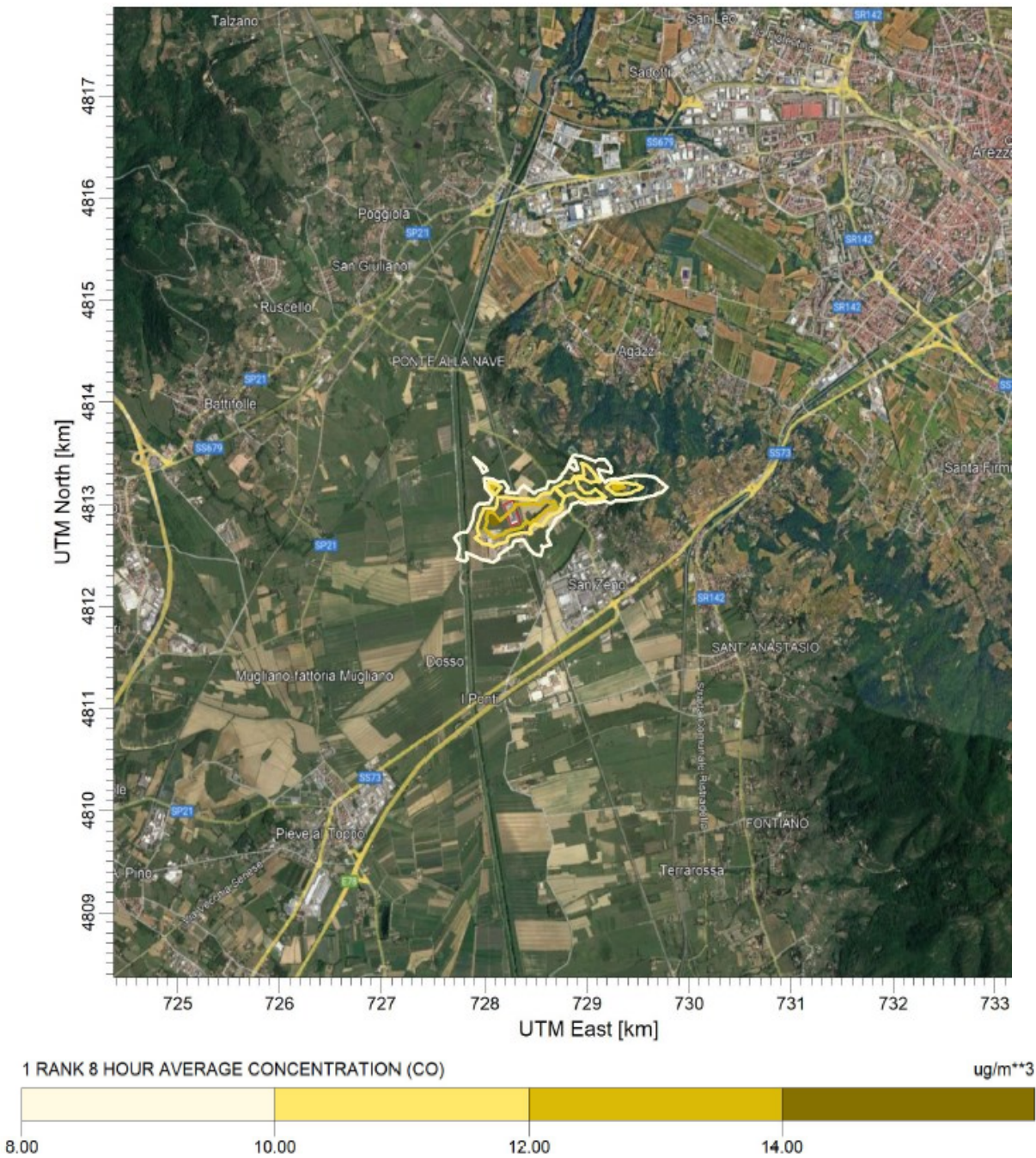
Valori di riferimento per gli standard di qualità dell'aria:

Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana:  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come 99,2° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di un anno (D.Lgs. 155/10)



MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

Mappa 4 - Curve di isoconcentrazione al suolo – CO  
Periodo di mediazione 8 ore



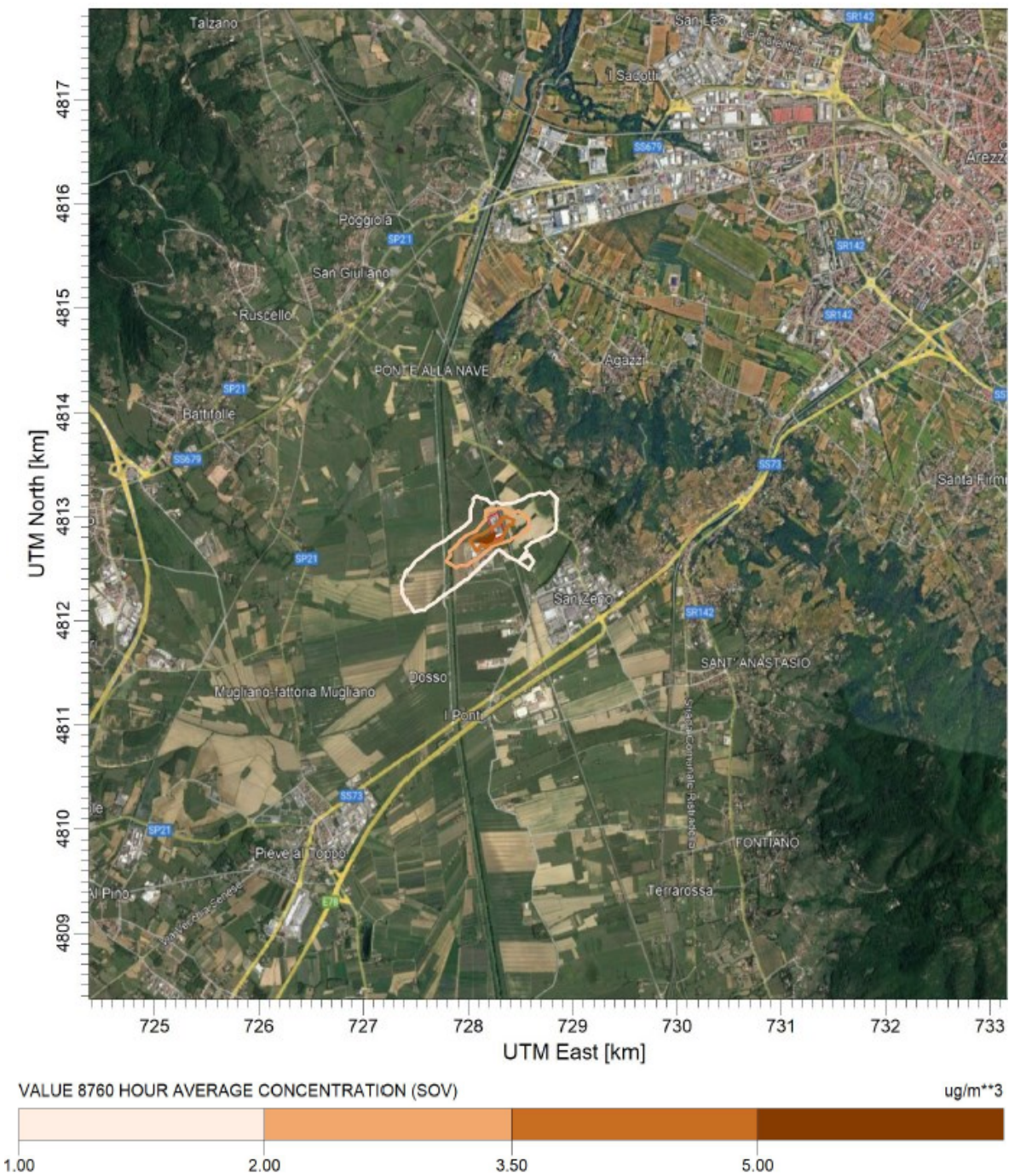
Valore rappresentato: media massima giornaliera su 8 ore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Valori di riferimento per gli standard di qualità dell'aria: Valore limite di 8 ore per la protezione della salute umana:  
10.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  come media massima giornaliera su 8 ore di 1 anno (D.Lgs. 155/10)



MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

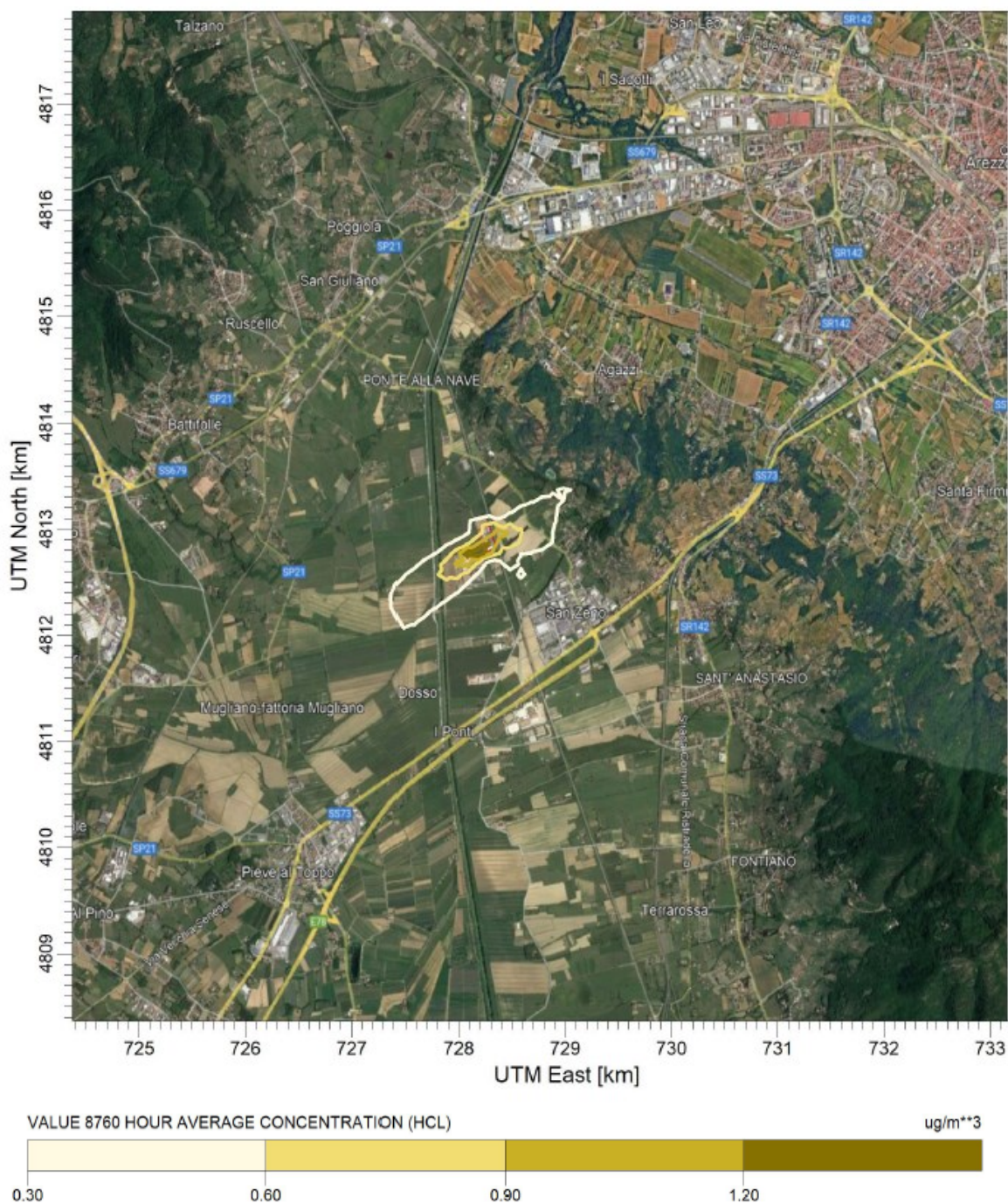
Mappa 5 - Curve di isoconcentrazione al suolo – SOV (cot)  
Periodo di mediazione 1 anno





## MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

**Mappa 6 - Curve di isoconcentrazione al suolo – HCl**  
**Periodo di mediazione 1 anno**



Valore rappresentato: valore massimo delle concentrazioni medie orarie di un anno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

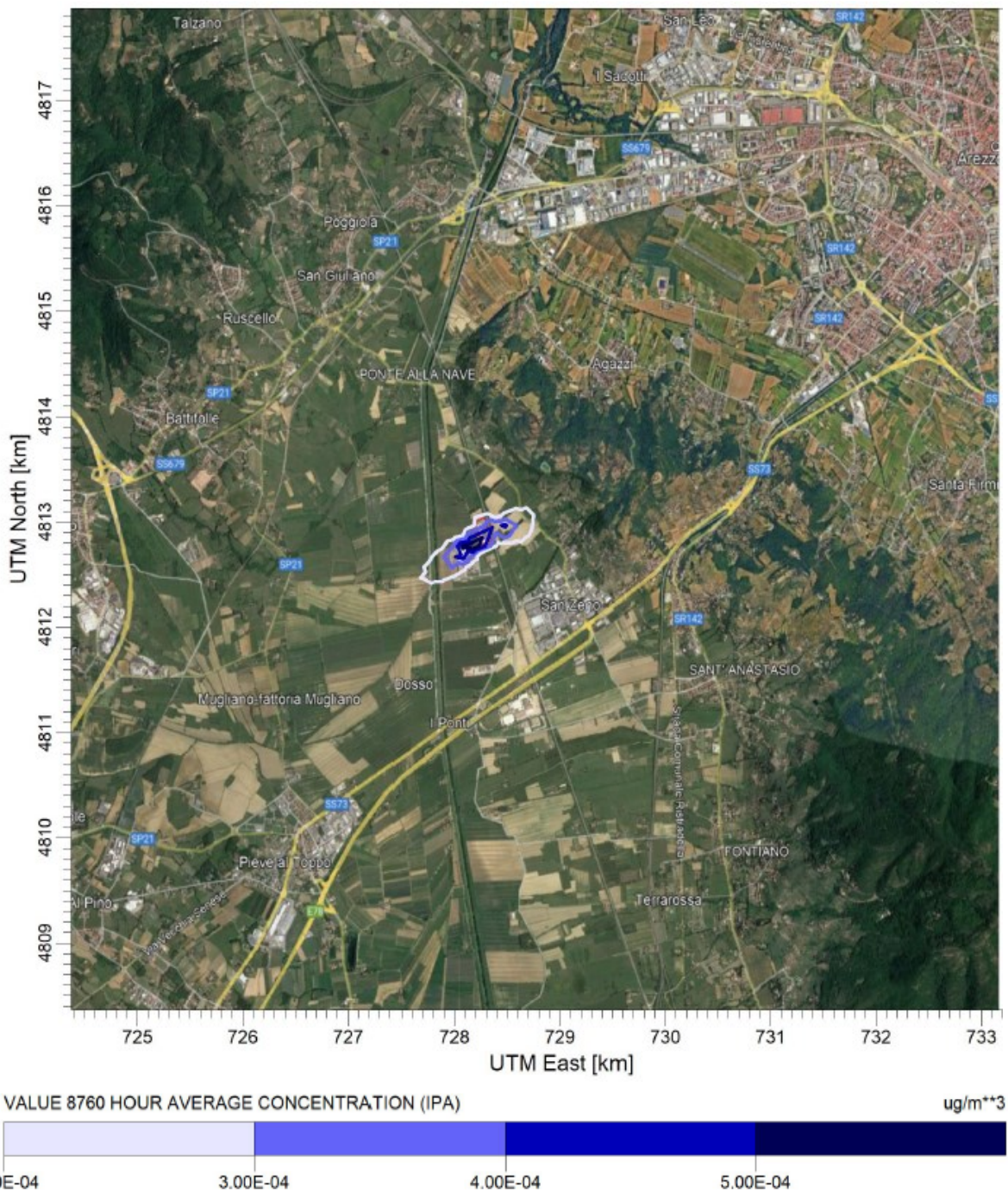
Valori di riferimento per gli standard di qualità dell'aria:

Valore limite orario: 750  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (fonte: Environment Agency Marzo 2016)



MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

Mappa 7 - Curve di isoconcentrazione al suolo – IPA  
Periodo di mediazione 1 anno



Valore rappresentato: media annuale delle concentrazioni medie orarie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

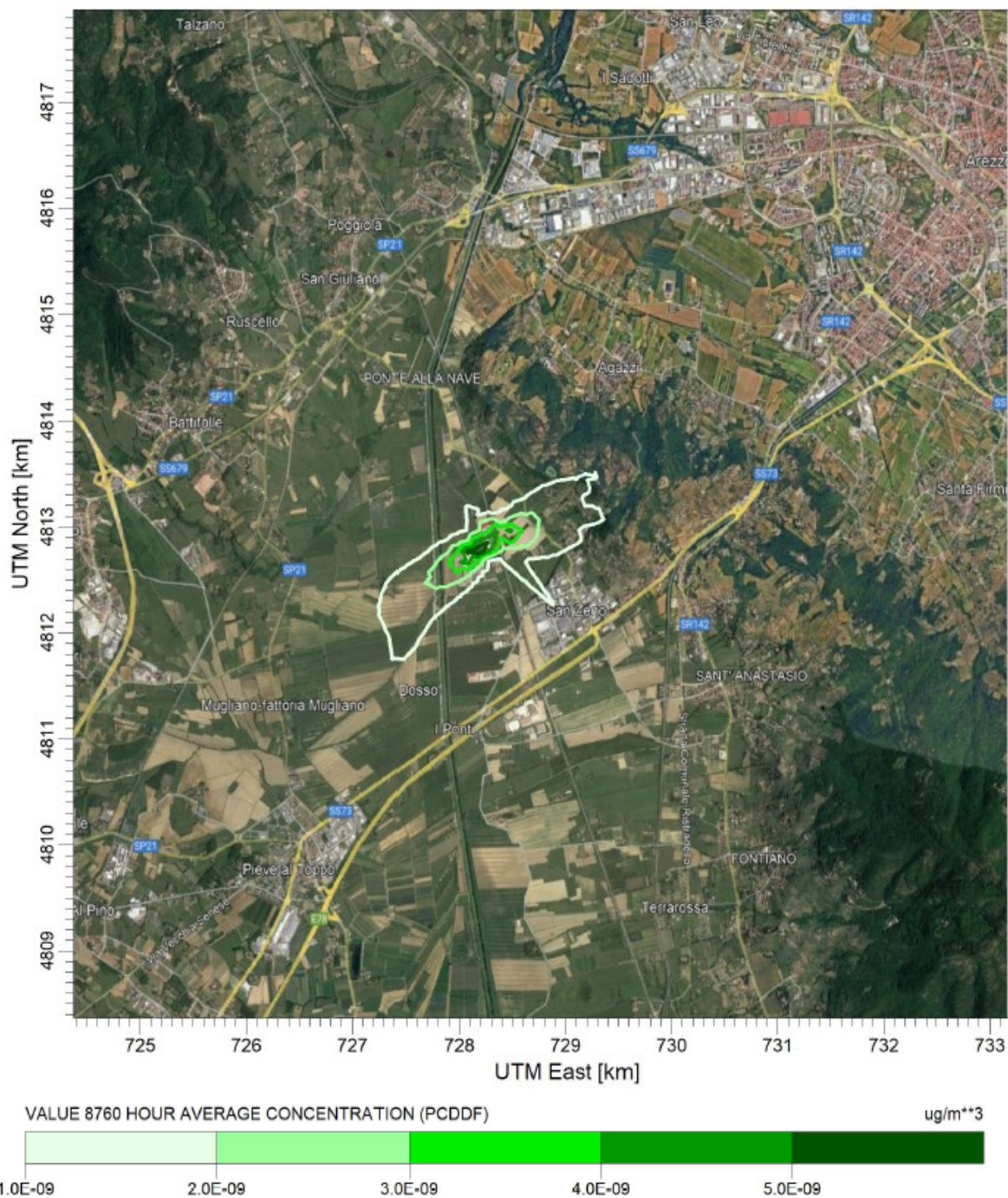
Valori di riferimento per gli standard di qualità dell'aria:

Valore obiettivo da raggiungere per il Benzo (a) pirene:  $1 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media in un anno (D.Lgs. 155/10)



## MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

**Mappa 8 - Curve di isoconcentrazione al suolo – PCDD e PCDF**  
Periodo di mediazione 1 anno



Valore rappresentato: media annuale delle concentrazioni medie orarie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

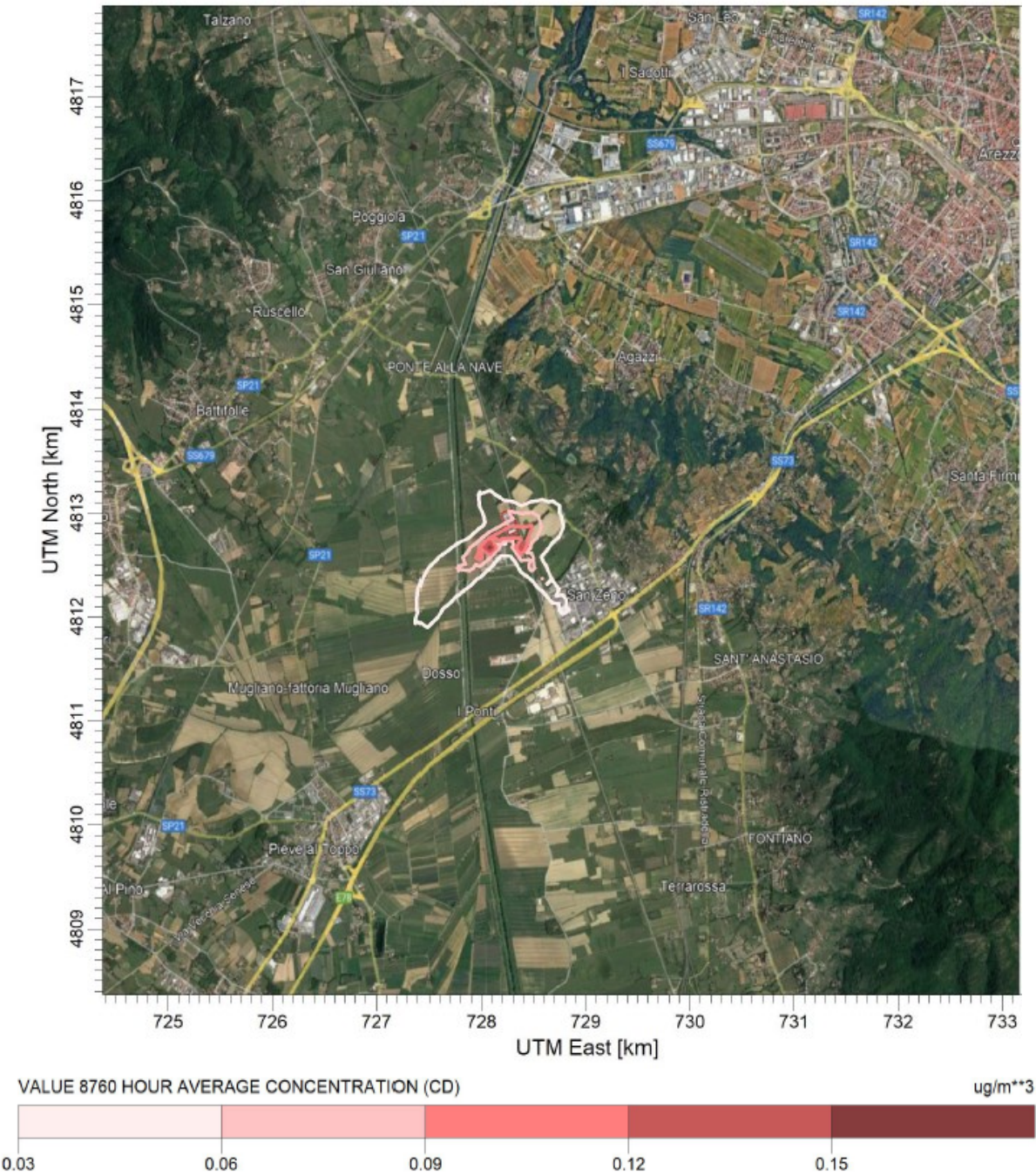
Valori di riferimento per gli standard di qualità dell'aria:

Valore limite annuale:  $40 \times 10^{-9} \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media in un anno (fonte: parere della Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale - ISS 1989)



MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

Mappa 9 - Curve di isoconcentrazione al suolo – Cd  
Periodo di mediazione 1 anno



Valore rappresentato: media annuale delle concentrazioni medie orarie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

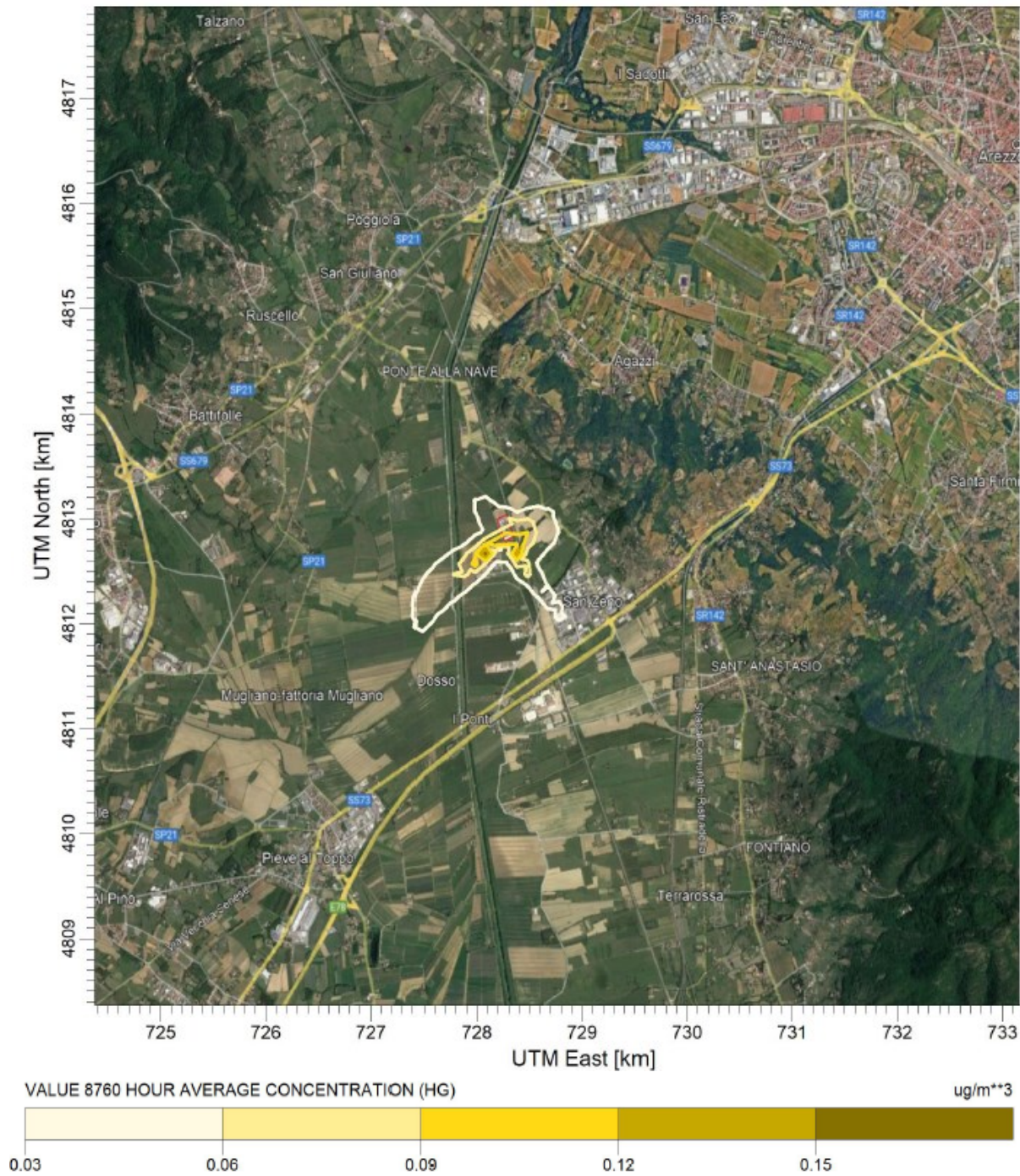
Valori di riferimento per gli standard di qualità dell'aria:

Valore obiettivo per il Cadmio:  $5 \text{ ng}/\text{m}^3$  come media in 1 anno (D.Lgs. 155/10)



MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

Mappa 10 - Curve di isoconcentrazione al suolo – Hg  
Periodo di mediazione 1 anno

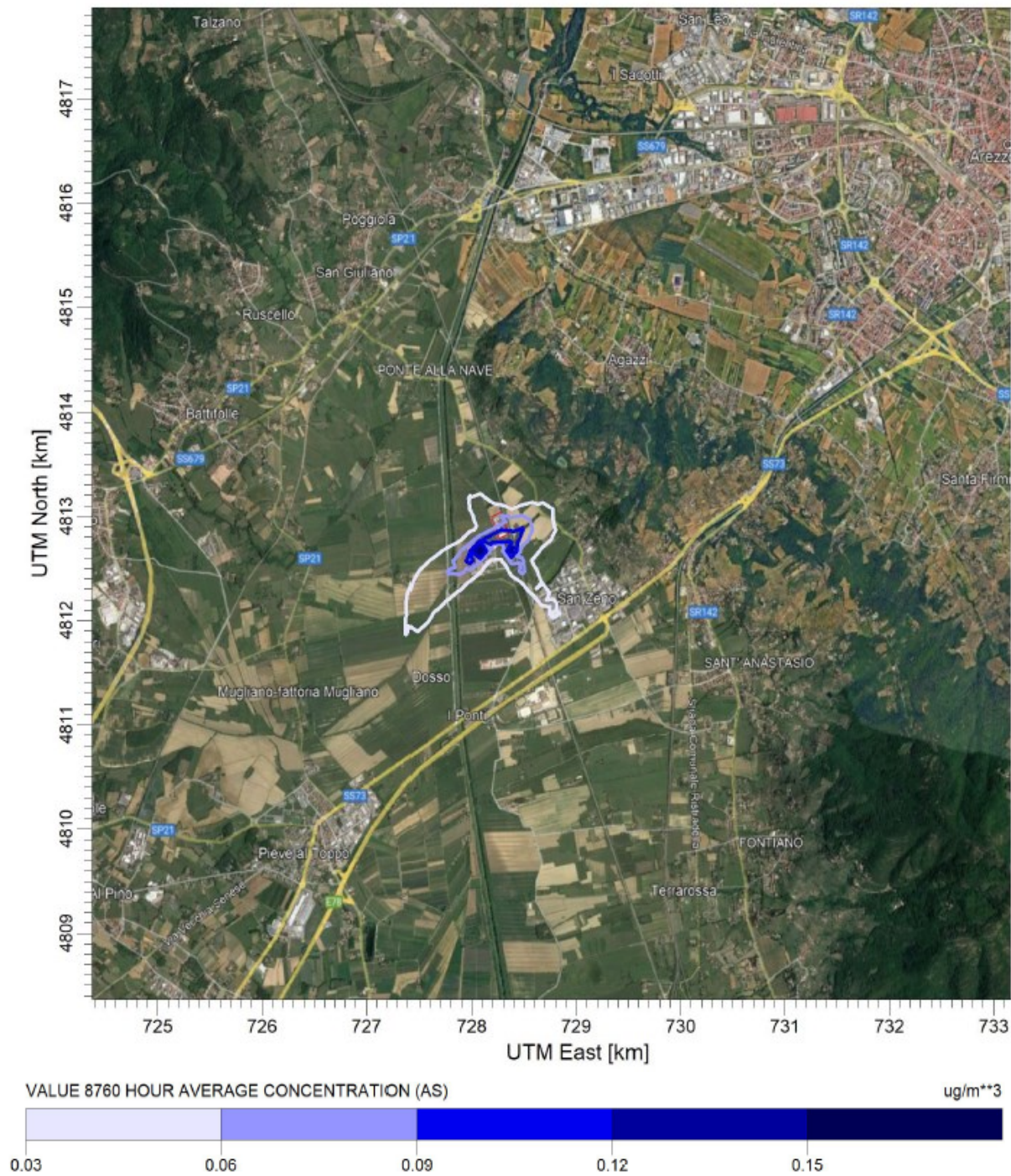


Valore rappresentato: media annuale delle concentrazioni medie orarie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

**Mappa 11 - Curve di isoconcentrazione al suolo – As**  
 Periodo di mediazione 1 anno

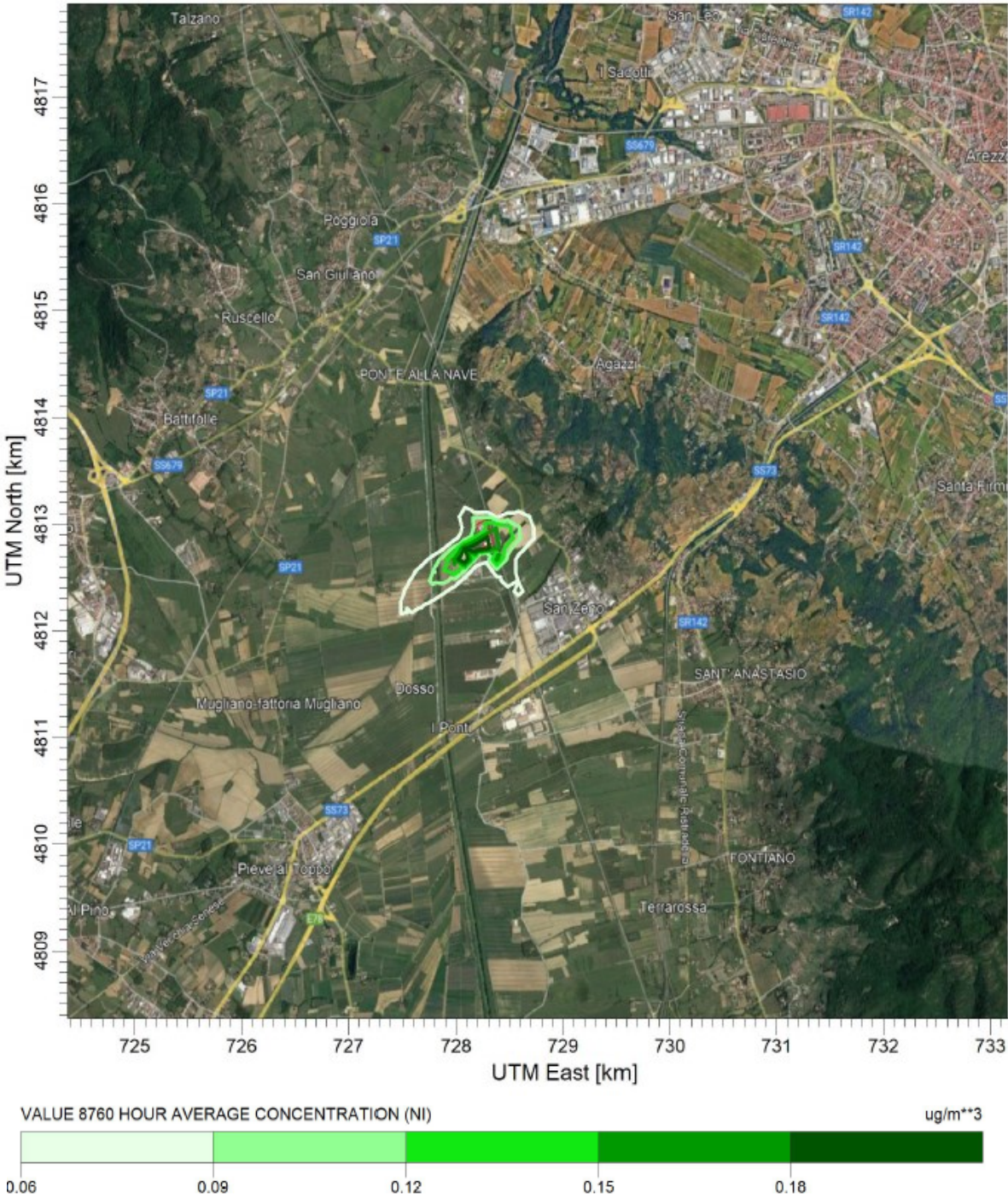


Valore rappresentato: media annuale delle concentrazioni medie orarie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
 Valori di riferimento per gli standard di qualità dell'aria:  
 Valore limite annuale: 0,006  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (D.Lgs. 155/10)



MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

**Mappa 12 - Curve di isoconcentrazione al suolo – Ni**  
 Periodo di mediazione 1 anno

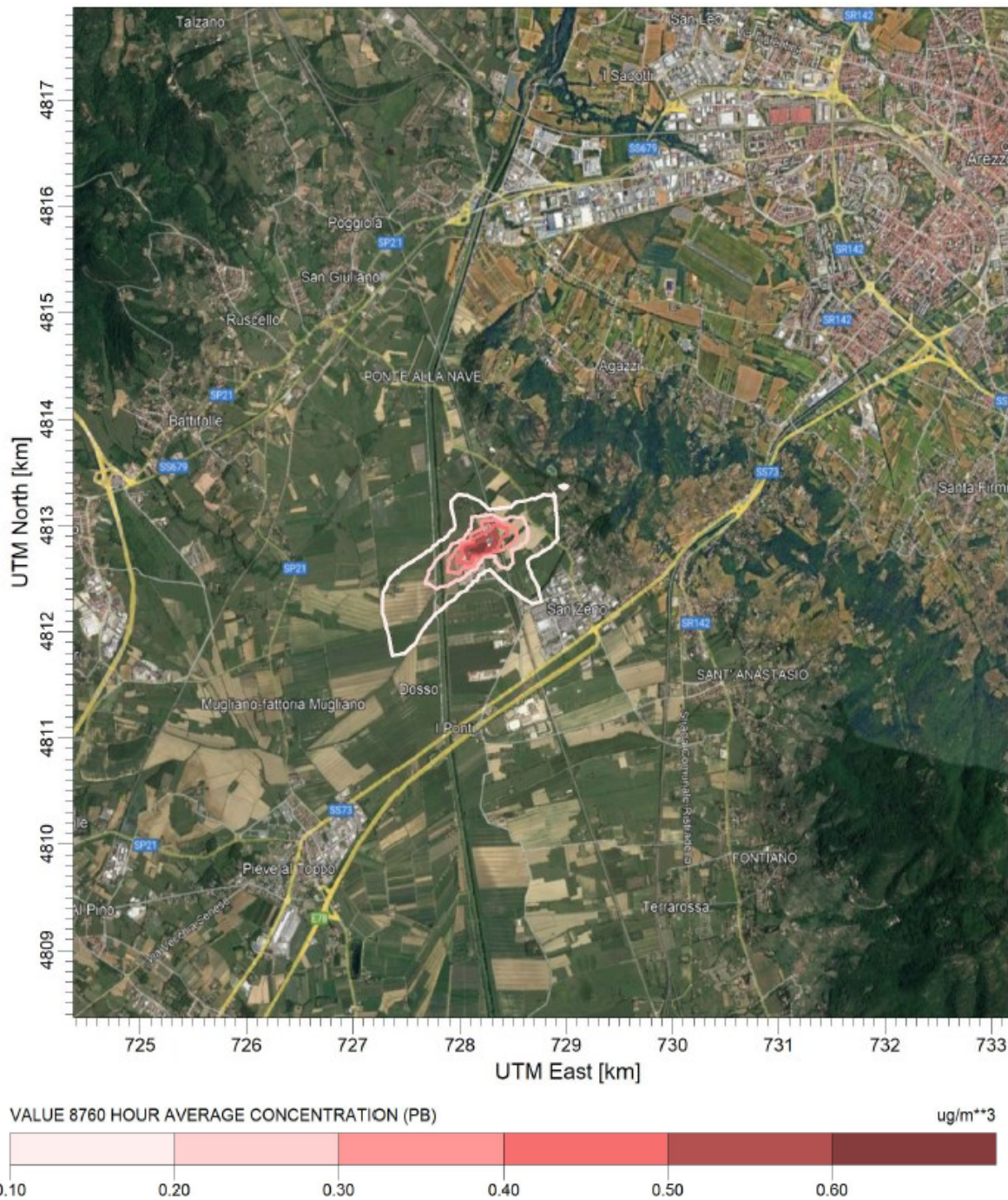


Valore rappresentato: media annuale delle concentrazioni medie orarie (µg/m<sup>3</sup>)  
 Valori di riferimento per gli standard di qualità dell'aria:  
 Valore limite annuale: 0,02 µg/m<sup>3</sup> (D.Lgs. 155/10)



MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

Mappa 13 - Curve di isoconcentrazione al suolo – Pb  
Periodo di mediazione 1 anno

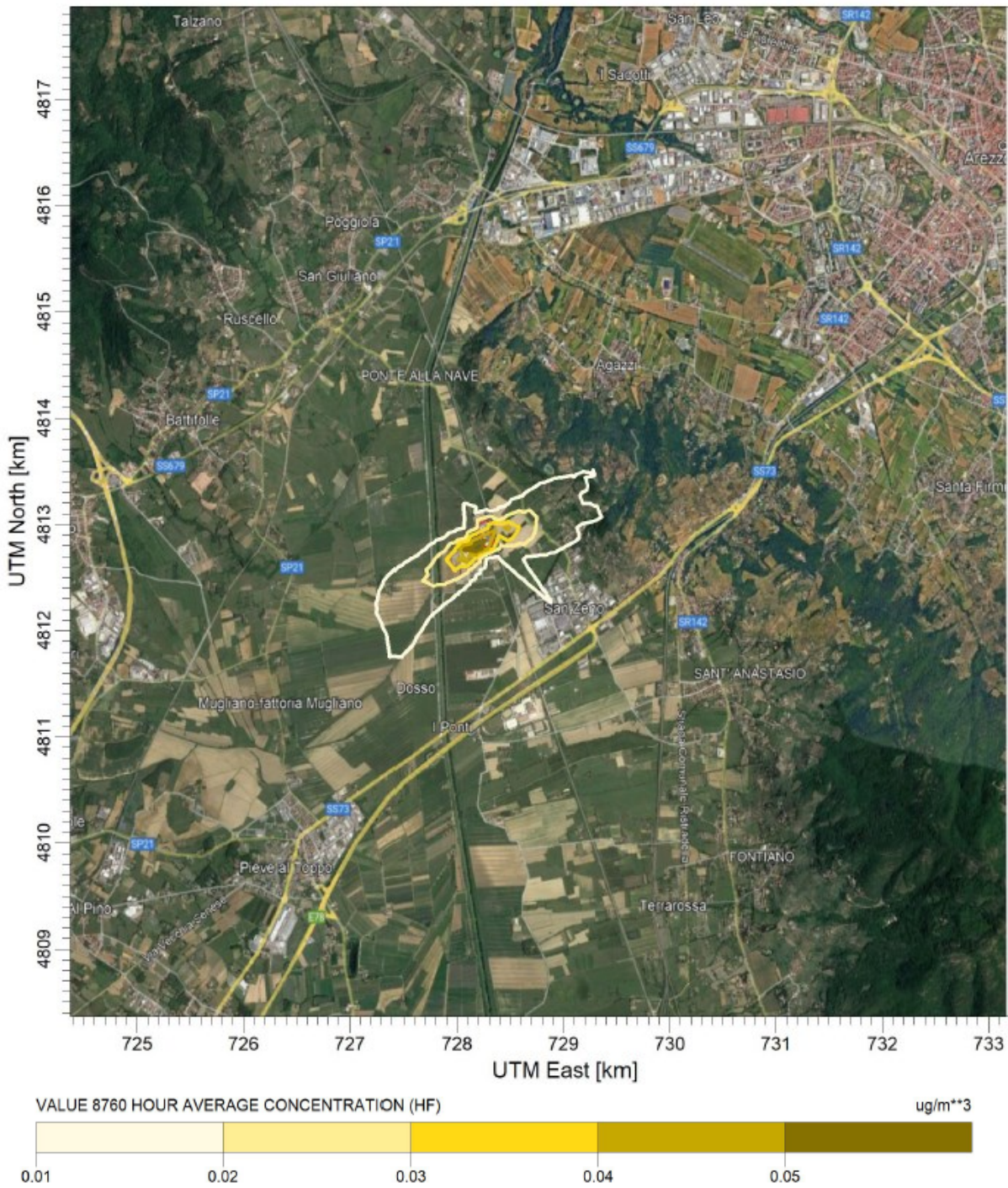


Valore rappresentato: media annuale delle concentrazioni medie orarie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Valori di riferimento per gli standard di qualità dell'aria:  
Valore limite annuale:  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (D.Lgs. 155/10)



MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

Mappa 14 - Curve di isoconcentrazione al suolo – HF  
Periodo di mediazione 1 anno

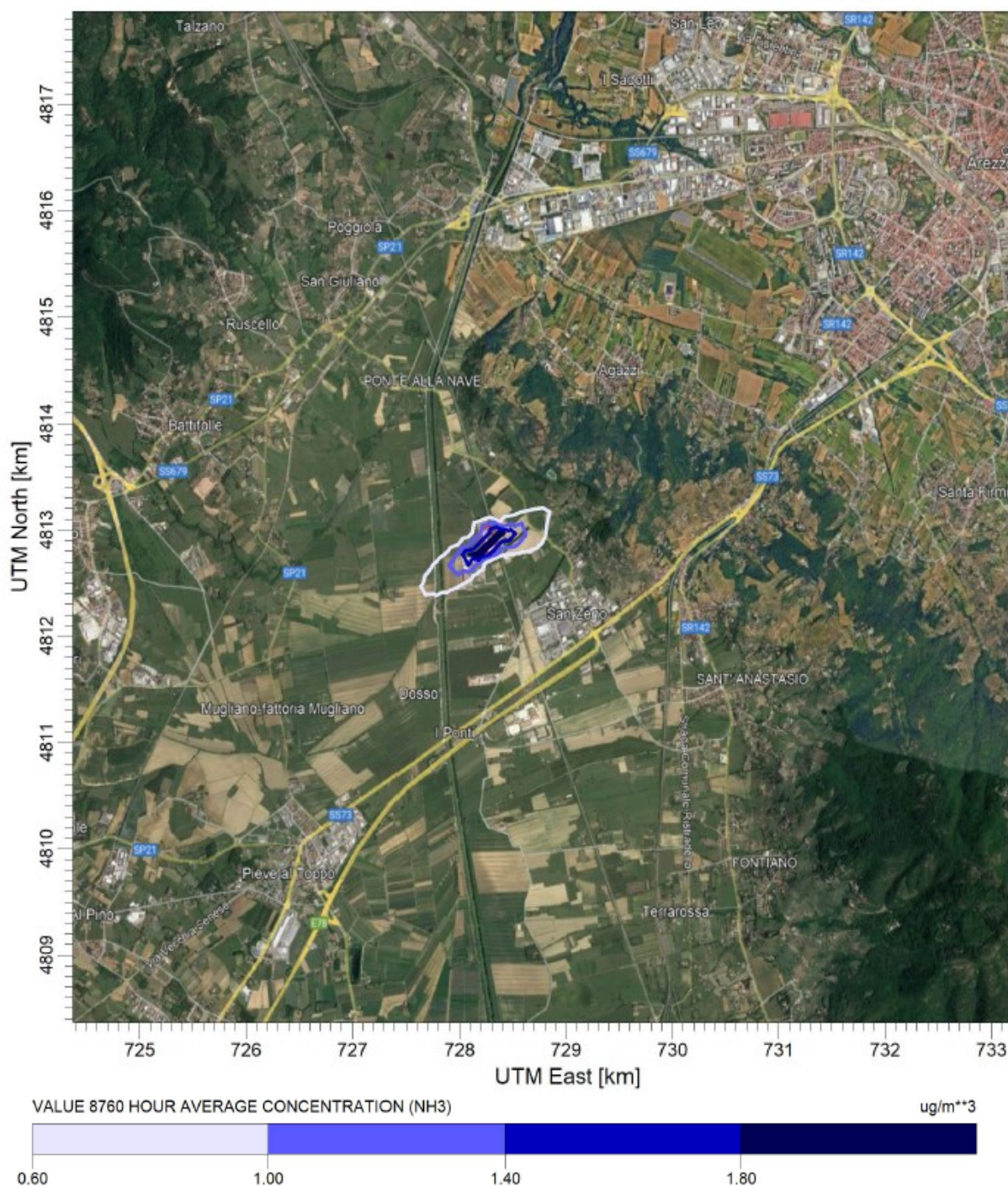


Valore rappresentato: media annuale delle concentrazioni medie orarie (µg/m<sup>3</sup>)



## MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

**Mappa 15 - Curve di isoconcentrazione al suolo – NH3**  
**Periodo di mediazione 1 anno**

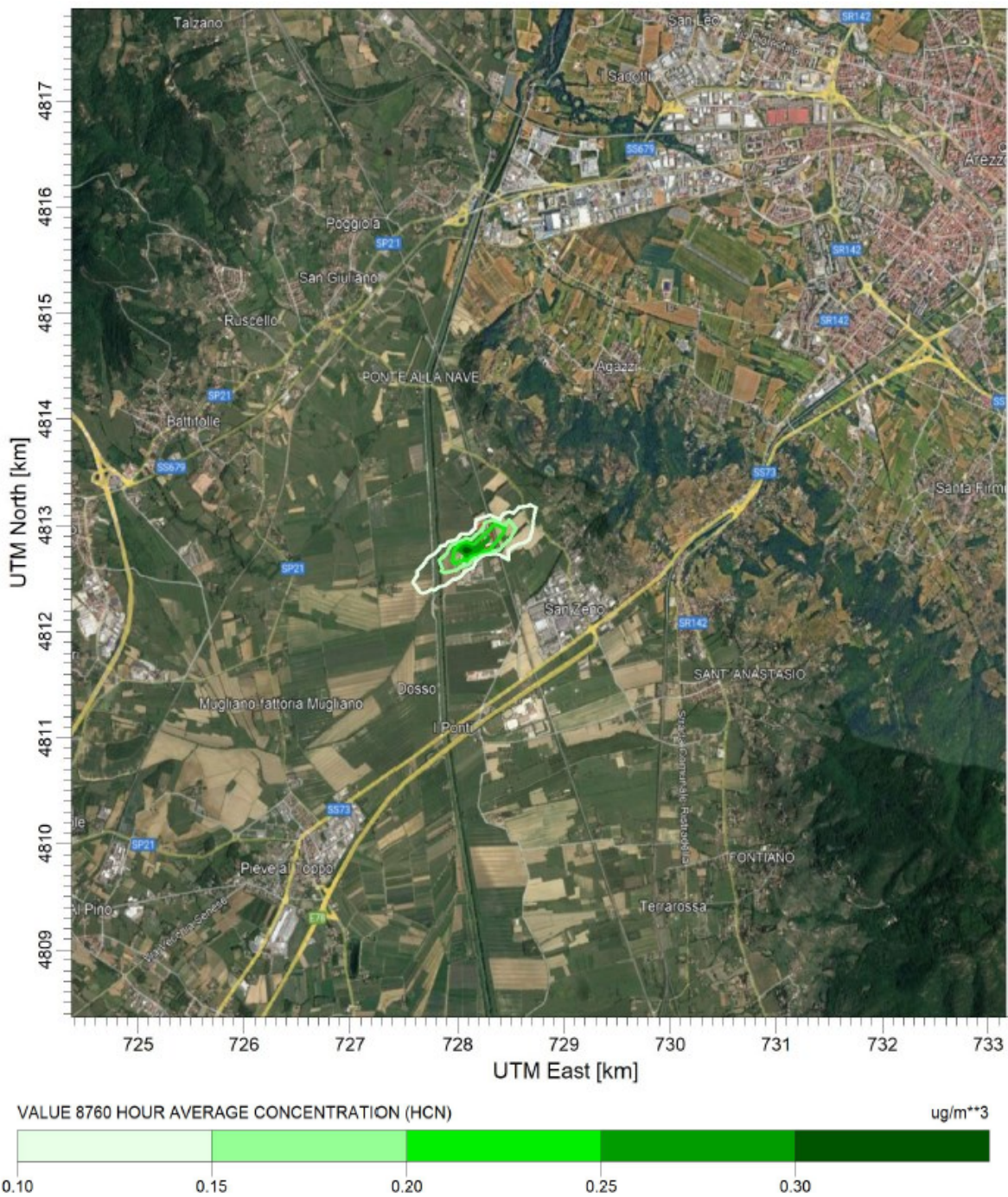


Valore rappresentato: media annuale delle concentrazioni medie orarie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE AL SUOLO

Mappa 16 - Curve di isoconcentrazione al suolo – HCN  
Periodo di mediazione 1 anno



Valore rappresentato: media annuale delle concentrazioni medie orarie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )