

# **Studio diffusionale**

## **Impianto HydroChem Italia S.r.l.**

### **sito nel comune di Pieve Vergonte (VB)**



**[ Studio diffusionale Novembre 2022 – Tot. Pag. 42 ]**

Studio e stesura	Revisione	Controllo finale
Ing. Maurizio C...	Dr. Mattia Crivelli	Dr. Fernando Crivelli
Dr. Alessandro Donzel		

PCA TECHNOLOGIES S.r.l.  
Via San Giovanni Bosco, 24  
20010 POGLIANO MILANESE (MI)  
Tel. 02.83530792  
e-mail: info@pcatechnologies.com

Pagina : 1

## Sommario

1. Introduzione .....	3
2. Riferimenti normativi.....	3
3. Inquadramento geografico - Area di studio.....	4
4. Il modello di calcolo utilizzato.....	6
4.1. I dati di input richiesti dal sistema.....	8
4.2. I dati geofisici.....	8
4.3. I recettori particolari/sensibili .....	11
4.4. I dati meteorologici .....	13
5. Caratterizzazione delle emissioni.....	17
5.1. I dati emissivi.....	18
5.2. La valutazione dell'effetto Building Downwash.....	18
6. I risultati delle simulazioni.....	19
6.1. Valori massimi e distribuzioni spaziali degli indicatori qualità dell'aria.....	20
6.1.1. Indicatori di qualità dell'aria nei recettori particolari.....	20
6.1.2. Distribuzioni spaziali del 98% di picco orario di odore .....	22
7. Considerazioni conclusive .....	24
Riferimenti .....	25
Indice delle figure .....	26
Indice delle tabelle .....	26
Appendice 1 - Analisi dati meteorologici .....	27
Appendice 2 - Valutazione dei coefficienti di Building Downwash .....	36
Appendice 3 – Report misure olfattometriche eseguite sul territorio e alle sorgenti emissive .....	39



## 1. Introduzione

L'oggetto dello studio è l'analisi previsione della diffusione in atmosfera e della ricaduta al suolo dei seguenti inquinanti

- **Odori**

emessi dall'impianto HydroChem Italia S.r.l. sito in via Mario Massari nel comune di Pieve Vergonte (VB) in relazione allo scenario di funzionamento a regime attuale.

Lo studio diffusionale verrà effettuato utilizzando opportuni modelli matematici in grado di valutare la meteorologia tridimensionale dell'area e la diffusione degli inquinanti tenendo conto delle caratteristiche orografiche della zona e delle caratteristiche costruttive ed emissive dell'impianto secondo le specifiche fornite dal gestore del medesimo.

## 2. Riferimenti normativi

La valutazione delle emissioni verrà effettuata secondo le richieste definite dall'attuale normativa regionale in termini di qualità dell'aria e di diffusione degli odori (Regione Piemonte L.R. 43/2000 9 gennaio 2017, n. 13-4554)

Gli indicatori di riferimento utilizzati per gli inquinanti analizzati sono riportati nella seguente Tabella 1.

**Tabella 1: Indicatori di riferimento per la valutazione delle emissioni adottati nello studio**

Inquinante	Aggregazione temporale (1)	Indicatore valutato (1)	Valori limite
Odore	Oraria	98° percentile del valore di picco orario valutato su base annuale	1 (UO/m <sup>3</sup> ) (1) 3 (UO/m <sup>3</sup> ) (1) 5 (UO/m <sup>3</sup> ) (1)

(1) L.R. 43/2000 9 gennaio 2017, n. 13-4554

1 UO/m<sup>3</sup> = odore percepito dal 50% della popolazione esposta

3 UO/m<sup>3</sup> = odore percepito dal 85% della popolazione esposta

5 UO/m<sup>3</sup> = odore percepito dal 90-95% della popolazione esposta

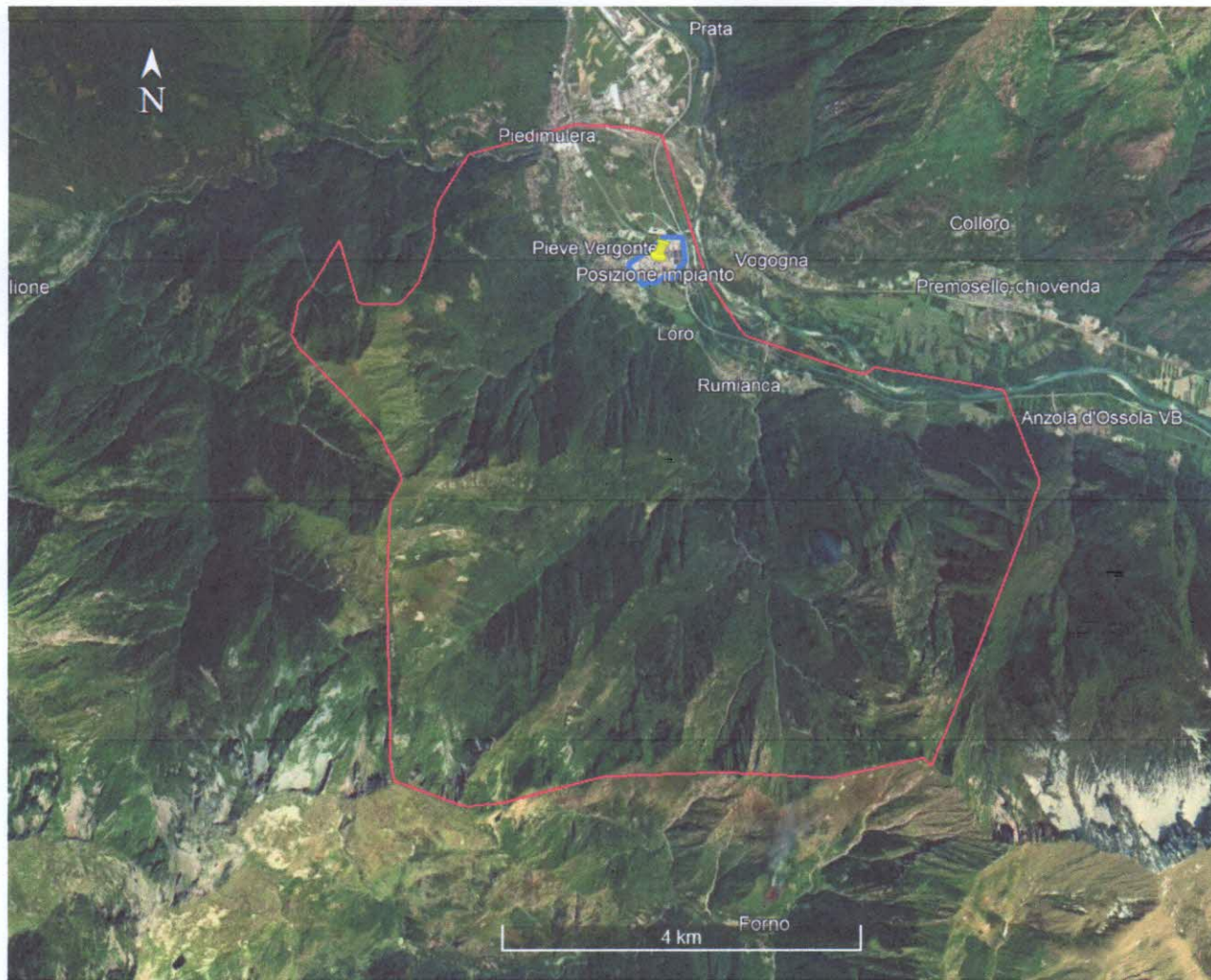
NOTA: Gli indicatori di riferimento elencati in tabella per la valutazione delle soglie odorigene si riferiscono al solo valore di concentrazione dell'odore e non tengono in considerazione altre caratteristiche della percezione dell'odore quali:

- Intensità (debole/forte)
- Tono edonico (gradevole/sgradevole)

### 3. Inquadramento geografico - Area di studio

L'impianto HydroChem Italia S.r.l. si estende su un'area di circa 20 ha, contiguo all'abitato di Pieve Vergonte, al confine Nord del territorio dell'omonimo comune.

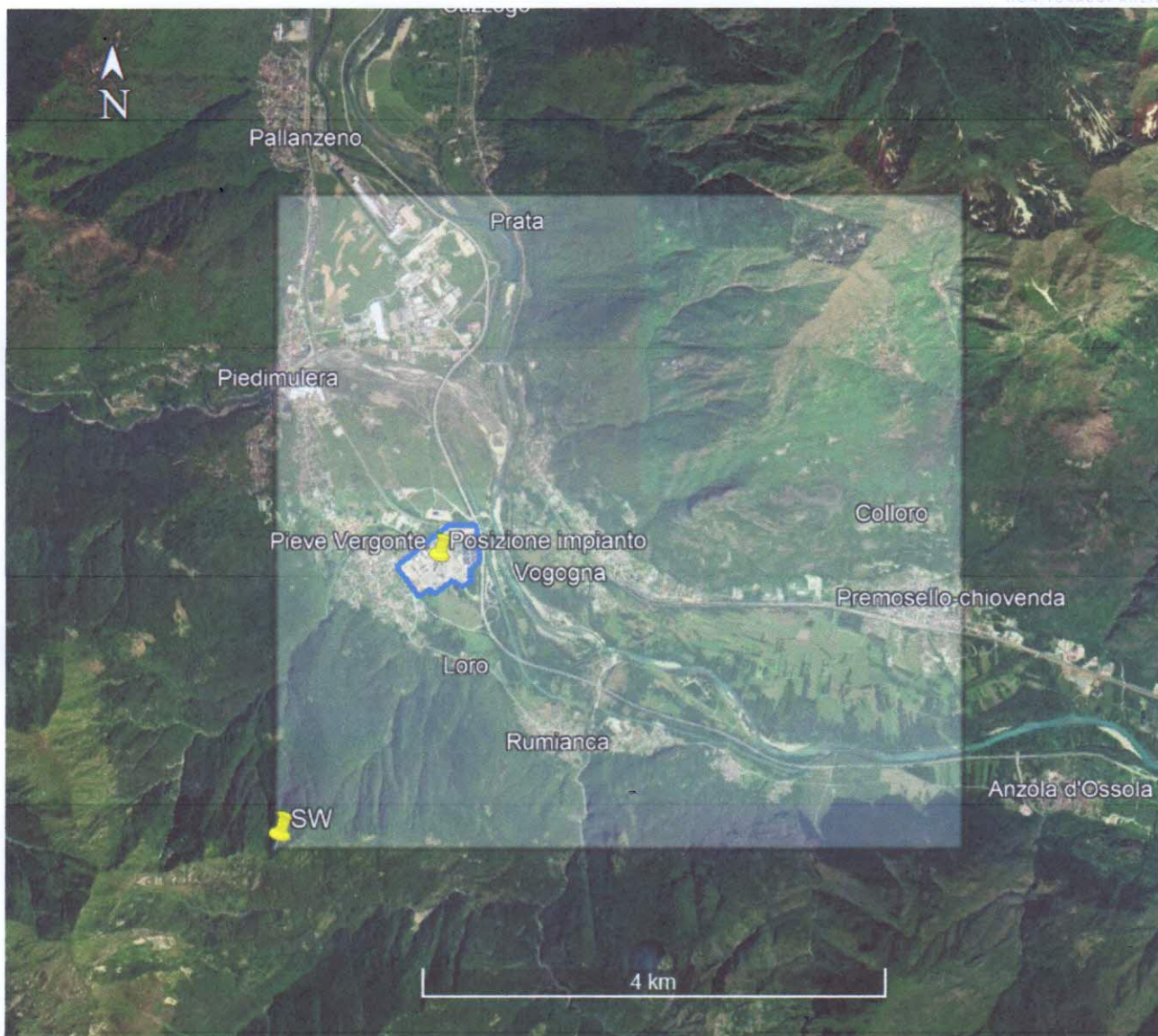
Il territorio comunale di Pieve Vergonte si estende interamente in territorio montuoso con il suo lato orientale che costeggia il corso del fiume Toce e l'ampia valle che lo contiene. La prevalenza delle attività commerciali, industriali e abitative del comune è concentrata proprio in questo lembo di territorio racchiuso tra il corso del fiume e il ripido versante sud occidentale della valle del Toce.



**Figura 1: Inquadramento geografico del sito**

Il dominio geografico considerato nello studio diffusionale è rappresentato da un'area di  $6.0 \times 5.6 \text{ km}^2$  contenente l'impianto (Figura 2) definito in modo tale da includere completamente le aree limitrofe all'impianto potenzialmente interessate dall'impatto emissivo in base alle particolari condizioni geomorfologiche e climatologiche dell'area secondo le indicazioni di inclusione dei recettori particolari contenute nella normativa di riferimento adottata nello studio di diffusione odorigena.





**Figura 2: Dominio considerato nel calcolo diffusionale**

Le caratteristiche definite per il dominio di calcolo diffusivo sono le seguenti:

**Coordinate origine del dominio (angolo Sud - Ovest)**

$X_{UTM}$ [fuso 32 WGS84] = 442456.00 m E	[8.257054°E]
$Y_{UTM}$ [fuso 32 WGS84] = 5092599.00 m N	[45.984548°N]

$n_x$ (numero di recettori di griglia in direzione Ovest - Est)	= 120
$n_y$ (numero di recettori di griglia in direzione Sud - Nord)	= 112
$dx$ (distanza tra i recettori in direzione Ovest - Est)	= 50 m
$dy$ (distanza tra i recettori in direzione Sud - Nord)	= 50 m

**Coordinate posizione di riferimento del centro dell'impianto:**

$X_{UTM}$ [fuso 32 WGS84] = 443856.00 m E	[8.274846°E]
$Y_{UTM}$ [fuso 32 WGS84] = 5094999.00 m N	[46.006263°N]



## 4. Il modello di calcolo utilizzato

Il modello utilizzato per lo svolgimento dei calcoli di diffusione è il sistema diffusivo CALPUFF (/1/, /2/) sviluppato da Earth Tech Inc. su richiesta del California Air Resources Board (CARB) e del U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). Il sistema è costituito dai seguenti modelli:

- CALMET:** Preprocessore meteorologico per la preparazione dei campi di vento dinamici, tridimensionali e a divergenza nulla per il modello CALPUFF. I campi meteorologici vengono ricostruiti a partire da dati di superficie e da dati di profilo verticale in presenza di orografia complessa;
- CALPUFF:** Modello diffusivo lagrangiano a puff gaussiani. Il modello permette di studiare la diffusione tridimensionale dinamica degli inquinanti emessi da diverse tipologie di sorgenti (puntuali, areali, volumetriche e lineari); il modello può essere utilizzato in presenza di situazioni di calma di vento;
- CALPOST:** Programma di post processamento dei risultati di concentrazione e deposizione ottenuti da CALPUFF

Il sistema CALPUFF è complessivamente definibile come un sistema modellistico diffusivo lagrangiano tridimensionale non stazionario multi sorgente.

**CALMET** è il processore meteorologico del sistema che permette la ricostruzione del campo meteo tridimensionale dinamico all'interno del dominio di studio partendo da dati misurati da più stazioni meteorologiche che rilevano sia dati di superficie che di profilo verticale del vento considerando le caratteristiche geomorfologiche dell'area (orografia complessa, caratteristiche di uso del suolo, presenza di calme di vento ed effetti termici particolari) consentendo la valutazione delle traiettorie fluidodinamiche lungo le quali verranno trasportati i "puff" di inquinante emessi dalle varie sorgenti emissive. CALMET inoltre fornisce la valutazione di tutte le variabili "micro meteorologiche" necessarie per definire la distribuzione spaziale oraria dello stato di stabilità atmosferica permettendo la valutazione della diffusione degli inquinanti all'interno dei puff emessi considerando gli effetti della turbolenza atmosferica.

**CALPUFF** è un modello di dispersione atmosferica non stazionario a puff. È adatto alla simulazione della dispersione di emissioni da sorgenti industriali, anche multiple. Permette di calcolare la deposizione secca e umida, gli effetti di scia dovuti agli edifici, la dispersione da sorgenti puntiformi, areali o volumetriche, l'innalzamento graduale del pennacchio in funzione della distanza dalla sorgente, l'influenza dell'orografia del suolo sulla dispersione, la dispersione in casi di venti deboli o assenti. I coefficienti di dispersione sono calcolati utilizzando i parametri di turbolenza ( $u^*$ ,  $w^*$ ,  $LMO$ ) calcolati da CALMET, anziché dalle classi di stabilità Pasquill-Gifford-Turner. In CALPUFF la turbolenza è quindi descritta da funzioni continue anziché discrete ed in termini di flussi convettivi e/o stabilità del PBL (Planetary Boundary Layer). Durante i periodi in cui lo strato limite ha struttura convettiva, la distribuzione delle concentrazioni all'interno di ogni singolo puff è gaussiana sui piani orizzontali, ma asimmetrica sui piani verticali, cioè tiene conto della asimmetria della funzione di distribuzione di probabilità delle velocità verticali. In altre parole, il modello simula gli effetti sulla dispersione dovuti ai moti ascendenti e discendenti dell'aria tipici delle ore più calde della giornata e dovuti ai vortici di grande scala.

**CALPOST** è il programma normalmente utilizzato dal sistema per il post-processamento delle serie orarie di concentrazioni calcolate da CALPUFF; per questo studio CALPOST è stato sostituito dal post-processore "RunAnalyzer" sviluppato da MAIND S.r.l. /3/ che, contrariamente a CALPOST, permette la valutazione dei vari percentili delle concentrazioni di picco orarie come richiesto dalla normativa di riferimento adottata nello studio.

Per una descrizione tecnica degli algoritmi utilizzati in CALPUFF si rimanda al [manuale d'uso del modello CALPUFF /1/ - /2/](#)

Il sistema CALPUFF appartiene alla tipologia di modelli descritti al paragrafo 3.1.2 della linea guida RTI CTN ACE 4/2001 "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria", Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Centro Tematico Nazionale - Aria Clima Emissioni, 2001; è inoltre uno dei "preferred models" adottati ufficialmente da US EPA per la valutazione della qualità dell'aria come da "Appendix W part 51 - Guideline on Air Quality Models. Federal Register, Vol. 68, NO. 72, Tuesday, April 15, 2003/ Rules and Regulation).

Le caratteristiche complessive del sistema CALPUFF lo rendono compatibile con le specifiche UNI 10796:2000 scheda 4 tipologia 3.



Il modello CALPUFF è il modello indicato per l'esecuzione di studi di diffusione odorigena nella (DGR 15 febbraio 2012 – n. IX/3018) della Regione Lombardia recanti le Linee Guida relativa alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno; questa indicazione viene condivisa anche nelle delibere assunte dalle regioni italiane che hanno in seguito deliberato in termini di diffusione odorigena.

#### **NOTE: sul trattamento delle calme di vento in CALPUFF**

Per il sistema modellistico CALPUFF che utilizza una descrizione Lagrangiana del sistema fluidodinamico, le calme di vento NON rappresentano una situazione meteorologica anomala in quanto i puff emessi dalle sorgenti sono soggetti a due fenomeni

- espansione dovuta al tempo di permanenza in atmosfera con conseguente diluizione interna dell'inquinante dovuto all'evoluzione temporale delle funzioni sigma diffusive
- al trasporto dovuto al movimento atmosferico

questi due aspetti sono trattati separatamente nel modello a puff quindi nelle ore di calma/assenza di vento il puff non viene trasportato ma continua ad essere sottoposto alla variazione diffusionale della concentrazione esattamente come se si trovasse in movimento con la differenza che sui puff rilasciati/presenti in atmosfera durante le ore di calma di vento, CALPUFF attiva degli accorgimenti tali da enfatizzare lo "stazionamento" locale dei puff stessi, i principali accorgimenti sono i seguenti:

- la posizione del centro del puff rimane immutata
- l'intera massa di inquinante da rilasciare nel corso dell'ora è posta in un unico puff;
- il puff è posto istantaneamente alla quota finale di innalzamento (non è calcolato l'innalzamento graduale);
- non sono calcolati gli effetti scia degli edifici;
- la crescita dei parametri  $\sigma_y$  e  $\sigma_z$  (che rendono conto della dimensione dei puff) è calcolata esclusivamente in funzione del tempo;
- i parametri  $\sigma_v$  e  $\sigma_z$  (velocità turbolente) sono eventualmente modificati affinché non siano inferiori ad un minimo prefissato.

Il modello CALPUFF permette di definire un valore di soglia della velocità del vento al di sotto della quale vengono attivati i meccanismi di gestione della calma di vento appena descritti.

Il valore soglia di default del modello è impostato a 0.5 m/s. Questo valore ha storicamente un'origine "strumentale" legato cioè alle caratteristiche degli strumenti di misura (anemometri) per i quali è tipicamente accettato per le calme di vento un valore soglia di 0.5 m/s della velocità del vento misurata accompagnato da una varianza sulla direzione del vento superiore al 50°-60°; questo limite è legato alla "sensibilità" dello strumento quindi alle sue caratteristiche costruttive.

Dal punto di vista modellistico però tale valore perde il suo significato originale nel senso che per il sistema CALMET/CALPUFF, per quanto specificato in precedenza, la calma di vento è rappresentata da una "velocità identicamente nulla"; in questo contesto la definizione di un valore di soglia per le calme di vento è funzionale per consentire al modello di riprodurre i fenomeni di stagnazione e di accumulo.

La descrizione completa del trattamento delle calme di vento in CALPUFF è riportata al § 2.14 pag. 2-144 del [manuale d'uso del modello CALPUFF /1/ - /2/](#)



#### **4.1. I dati di input richiesti dal sistema**

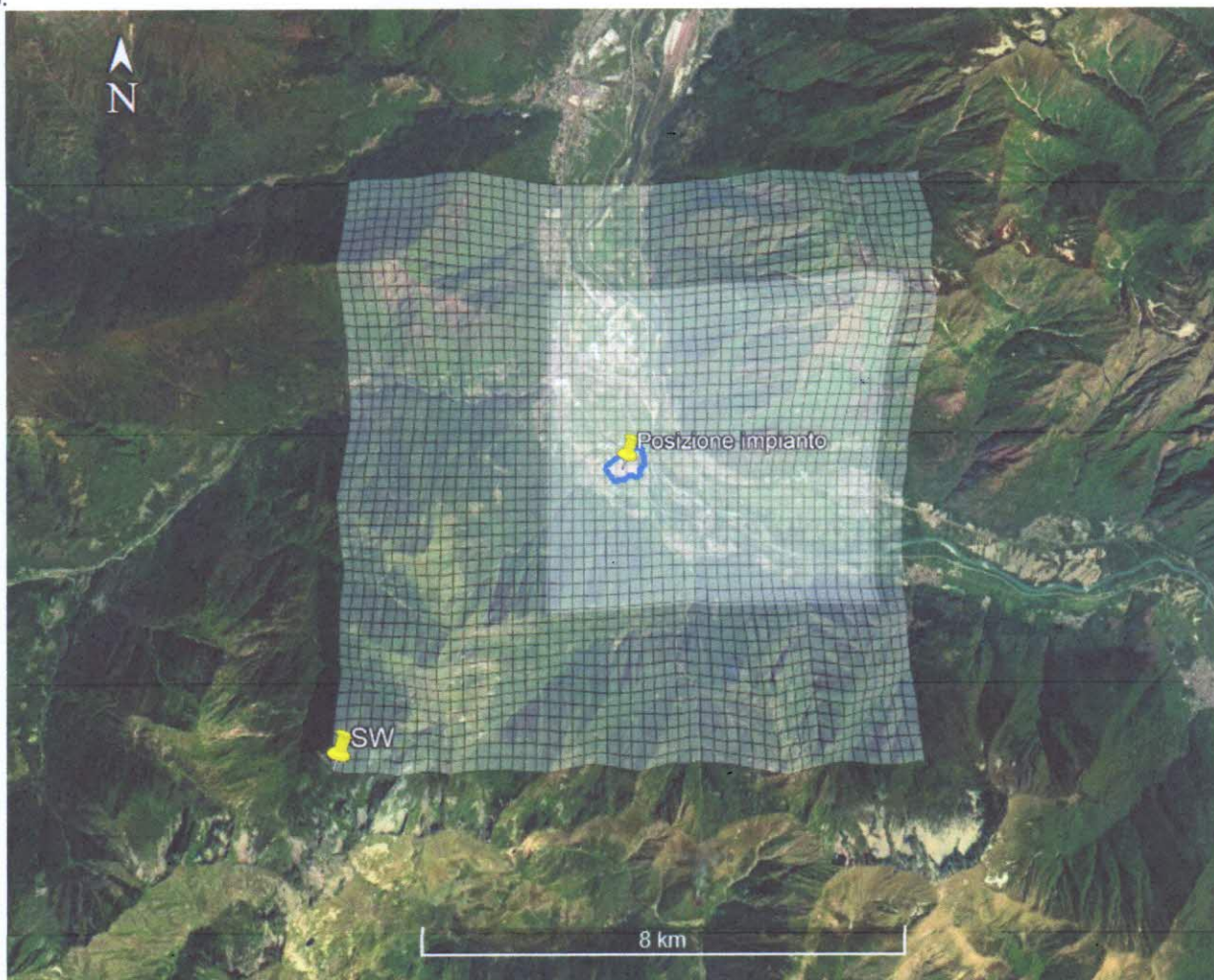
L'esecuzione del sistema CALPUFF richiede la predisposizione dei seguenti dati di input:

- dati geofisici: dati orografici e di uso del suolo del dominio di calcolo
- dati meteorologici: serie orarie di dati di superficie e di profili verticali
- dati emissivi: dati strutturali delle sorgenti e fattori di emissione

#### **4.2. I dati geofisici**

L'input geofisico è costituito dalla descrizione delle caratteristiche orografiche e di uso del suolo del dominio spaziale utilizzato per la ricostruzione del campo meteorologico orario tridimensionale che verrà utilizzato per il calcolo diffusivo.

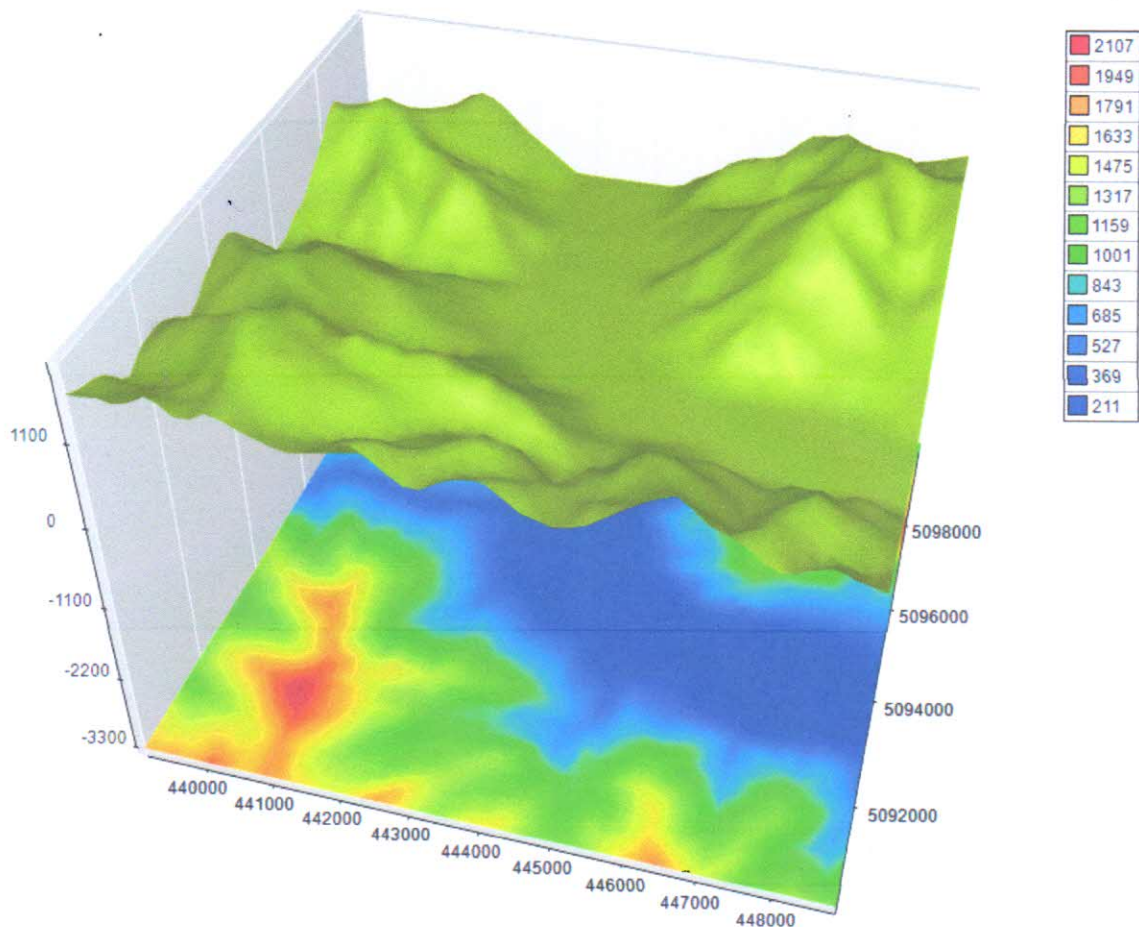
Tale campo meteorologico viene ricostruito dal processore meteorologico CALMET che congloba tali caratteristiche geofisiche ai valori delle variabili meteorologiche disponibili nell'area attraverso opportune tecniche di interpolazione. Per poter ricostruire al meglio la caratterizzazione meteoclimatica dell'area in funzione della sua geomorfologia è in genere conveniente definire la dimensione del dominio meteorologico più grande di quello che sarà poi il dominio di calcolo diffusivo; la dimensione del dominio meteorologico dovrà essere tale da includere le caratteristiche orografiche predominanti dell'area con una risoluzione spaziale compatibile con la scala geomorfologica locale. In questo caso è stato considerato un dominio meteorologico costituito da un'area di 10x10 km<sup>2</sup> centrata sull'impianto in esame (Figura 3).



**Figura 3: Dominio di calcolo meteorologico con evidenza del sottodominio diffusivo**

Pagin.





**Figura 4: Orografia dell'area considerata**

Le caratteristiche del dominio meteorologico utilizzato sono le seguenti:

**Coordinate origine del dominio (angolo Sud - Ovest)**

$X_{UTM}$  [fuso 32 WGS84] = 460664.03 m E [8.212189°E]  
 $Y_{UTM}$  [fuso 32 WGS84] = 4973715.04 m N [45.961747°N]

$n_x$  (numero di recettori di griglia in direzione Ovest - Est) = 50  
 $n_y$  (numero di recettori di griglia in direzione Sud - Nord) = 50  
 $dx$  (distanza tra i recettori in direzione Ovest - Est) = 200 m  
 $dy$  (distanza tra i recettori in direzione Sud - Nord) = 200 m

**Coordinate posizione di riferimento del centro dell'impianto:**

$X_{UTM}$  [fuso 32 WGS84] = 443856.00 m E [8.274846°E]  
 $Y_{UTM}$  [fuso 32 WGS84] = 5094999.00 m N [46.006263°N]

L'area considerata nello studio presenta caratteristiche orografiche decisamente rilevanti; mentre il fondovalle del fiume Toce si trova ad una quota media di 220 m s.l.m su una larghezza media di 2 km, i due versanti orientale e occidentale sono costituiti da montagne che raggiungono quote dell'ordine di 1500-1700 m generando forti dislivelli su brevi distanze e creando intersezioni vallive secondarie perpendicolari al corso principale della valle come mostrato nella precedente Figura 4.

L'orografia del dominio meteorologico è stata estratta dal DTM NASA SRTM (dati orografici interpolati a 100 m del territorio italiano /4/). Per la gestione delle particolari caratteristiche orografiche del dominio è stato utilizzato nello studio il metodo di trattamento dell'orografia "Tipo CALPUFF" che prevede l'adattamento dinamico alle caratteristiche

orografiche del dominio dei puff emessi, metodo che permette di evidenziare le caratteristiche di aggiramento/superamento in funzione alla loro energia dinamica.

I parametri di uso del suolo utilizzati nella preparazione del file geofisico del sistema CALPUFF sono stati definiti attraverso l'abbinamento dei parametri di uso suolo USGS /5/ con la classificazione europea di copertura e uso del suolo CORINE Land Cover (/6/). Ogni cella del dominio di calcolo è stata classificata nei termini precedentemente descritti e ad ognuna di esse sono stati assegnati i parametri riportati nella tabella seguente:

ID	Descrizione CORINE Land Cover	Parametri USGS					
		Rugosità sup. (m)	Albedo	Rapporto di Bowen	F. calore al suolo	F. calore antrop.	Indice del fogliame
11	Zone urbanizzate	1.00	0.18	1.5	0.25	0	0.2
12	Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	0.02	0.26	1	0.15	0	0.5
13	Zone estrattive, cantieri, discariche etc.	0.02	0.26	1	0.15	0	0.5
14	Zone verdi artificiali non agricole	0.25	0.15	1	0.15	0	3
21	Seminativi	0.25	0.15	0.5	0.15	0	3
22	Colture permanenti	0.25	0.15	0.5	0.15	0	3
23	Prati stabili	0.25	0.15	1	0.15	0	3
24	Zone agricole eterogenee	0.06	0.2	1	0.15	0	0.5
31	Zone boscate	2.00	0.15	1	0.15	0	7
32	Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva	0.02	0.1	0.1	0.25	0	1
33	Zone aperte con vegetazione rada o assente	0.10	0.25	1	0.15	0	0.05
41	Zone umide interne	0.20	0.1	0.1	0.25	0	1
51	Acque continentali	0.00	0.1	0	0.15	0	0
52	Acque marine	0.00	0.1	0	0.15	0	0



Figura 5: Distribuzione spaziale dei parametri di uso del suolo nel dominio meteo (nella figura viene evidenziato il dominio diffusivo)



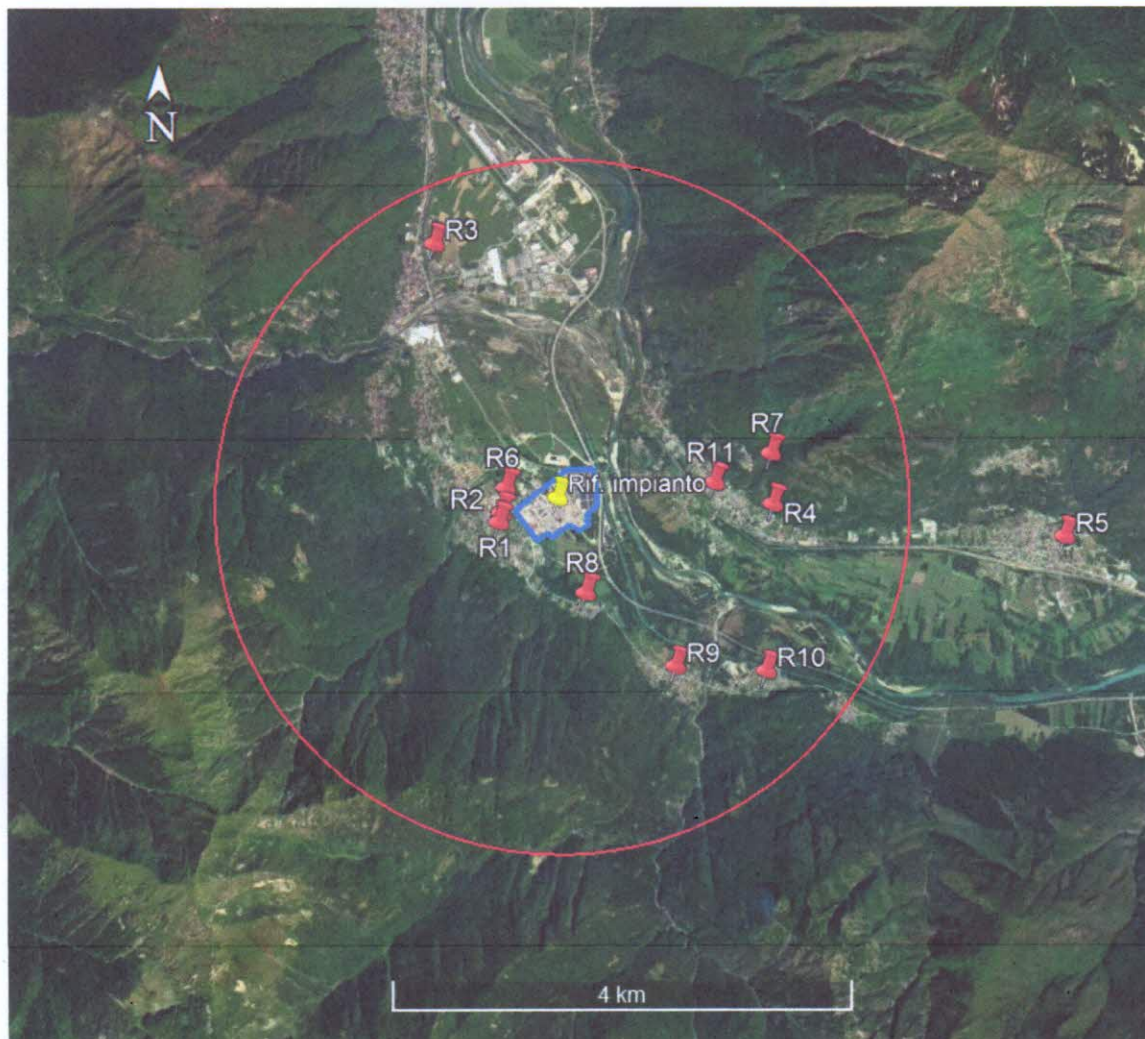
### 4.3. I recettori particolari/sensibili

I recettori sensibili presso i quali è stato simulato l'impatto "puntuale" delle emissioni sono stati definiti considerando i criteri di seguito esposti:

1. I recettori dovrebbero essere disposti in modo che in ogni arco di circonferenza (centrata nell'impianto) di 120° ne sia collocato almeno uno (se individuabili);
2. Fra i recettori sensibili dovrebbe essere compresa l'abitazione o il locale ad uso collettivo (scuola, ospedale, ecc.) più prossimo all'impianto anche se isolato (se individuabili);
3. Almeno un recettore sensibile dovrebbe essere posto presso ciascuno dei centri abitati ubicati entro 3 km dall'impianto.
4. Se sul territorio circostante all'impianto vi sono aree ove il Piano di governo del territorio o analoghe disposizioni di governo applicabili prevedono future edificazioni e, quindi, nuovi potenziali recettori sensibili, deve essere ipotizzato un recettore sensibile virtuale nel punto dell'area oggetto di futura edificazione più vicino al confine dell'impianto.

**Nell'area entro i 3 km circostante l'impianto risultano presenti alcuni recettori sensibili la cui posizione è riportata nella figura seguente mentre la**

Tabella 2 ne descrive le caratteristiche numeriche; nella figura viene evidenziata l'area di raggio 3 km intorno all'impianto.





**Figura 6: Posizione dei recettori discreti nell'intorno dell'impianto**

**Tabella 2: Recettori particolari presenti nel dominio di calcolo**

	Descrizione	X (m) UTM 33	Y (m) UTM 33	Fascia di distanza da Impianto (m)
R1	Scuola Elementare statale Pieve Vergonte	443346	5094792	500 - WSW
R2	Scuola Materna Pieve Vergonte	443368	5094875	500 - WSW
R3	Istituto Comprensivo Piedimulera	442806	5097209	2400 - NNW
R4	I. C. Valtoce	445727	5094927	1800 - E
R5	Casa di riposo Premosello Chiovenda	448251	5094617	4300 - E
R6	Parco Don Giacomo Bignoli	443409	5095090	500 - WNW
R7	Area pic-nic Genestredo	445715	5095365	1800 - ENE
R8	Loro – Abitato	444096	5094173	800 - S
R9	Rumianca – Abitato	444870	5093530	1700 – SE
R10	Megolo di Cima – Abitato	445655	5093483	2300 – SE
R11	Vogogna - Abitato	445222	5095118	1300 - E



#### **4.4. I dati meteorologici**

Per l'applicazione del modello CALPUFF sull'area si è fatta la scelta di utilizzare un campo meteorologico tridimensionale, relativamente all'ultimo anno meteorologico completo (anno 2021) in grado di ricostruire una meteorologia dinamica corrispondente alle caratteristiche geomorfologiche locali; in particolare per le simulazioni effettuate il campo è stato ricostruito con una definizione spaziale di 200 m.

Per la ricostruzione del campo meteorologico tridimensionale all'interno del dominio di calcolo il modello CALMET richiede per l'intero periodo temporale ricostruito, la presenza di dei seguenti dati meteorologici orari

**almeno una serie oraria completa dei seguenti dati meteorologici di superficie:**

- velocità del vento (m/s)
- direzione di provenienza del vento (° da nord)
- temperatura aria (° C)
- pressione atmosferica (mbar)
- copertura del cielo (decimi)
- altezza della base delle nubi (centinaia di piedi)
- precipitazione (mm/h) (opzionale – non richiesta nel caso degli odori)

**almeno una serie completa (\*) di profili verticali delle seguenti variabili meteorologiche:**

- velocità del vento (m/s)
- direzione di provenienza del vento (° da nord)
- temperatura aria (° C)
- pressione atmosferica (mbar)

**(\*) con frequenza di rilevazione almeno ogni 12 ore**

In presenza di questi dati il modello CALMET è in grado di ricostruire il campo meteorologico tridimensionale orario sull'area richiesta e di calcolarsi internamente, secondo schemi US-EPA approved) per i quali si rimanda alla documentazione del modello CALMET /1/ per ulteriori dettagli tecnici) tutti i parametri micrometeorologici, quali horizontal friction velocity ( $u^*$ ), vertical friction velocity ( $w^*$ ), altezza di rimescolamento (mixing height), il grado di stabilità atmosferica, richiesti per definire in termini "sito specifici" il trasporto dell'inquinante non solo sul piano orizzontale ma anche su quello verticale.

Per la valutazione dello stato di stabilità del Planetary Boundary Layer vengono utilizzati i criteri basati sulla micrometeorologia.

Per la ricostruzione del campo meteorologico 3D sull'area di interesse dello studio diffusivo sono state utilizzate le stazioni meteo del circuito internazionale SYNOP-ICAO (International Civil Aviation Organization) di superficie e di profilo verticale disponibili più prossime al sito richiesto, i dati di profilo verticale e di superficie ricavati dal modello climatologico del centro meteo europeo ECMWF (progetto ERA5) e le stazioni locali sito specifiche appartenenti alle reti ARPA regionali competenti.

Attraverso le stazioni SYNOP-ICAO e ai dati ERA5 è stato possibile ricostruire le caratteristiche sinottiche del campo meteo all'interno del quale sono poi state inserite le caratteristiche sito specifiche delle stazioni locali e gli effetti geomorfologici propri dell'area in esame.

Il modello CALMET ricostruisce per interpolazione 3D "mass consistent", pesata sull'inverso del quadrato della distanza, un campo iniziale tridimensionale (FIRST GUESS) che viene modificato per incorporare gli effetti geomorfologici ed orografici del sito in esame alla risoluzione spaziale specificata; su questo campo meteo (STEP 1) vengono infine reinserite le osservabili misurate per ottenere il campo finale (STEP 2) all'interno del quale vengono recuperate le informazioni sito-specifiche delle misure meteo locali.

Per informazioni più dettagliate sul funzionamento del preprocessore CALMET si faccia riferimento alla documentazione originale del modello al seguente link

[http://www.src.com/calpuff/download/MMS\\_Files/MMS2006\\_Volume2\\_CALMET\\_Preprocessors.pdf](http://www.src.com/calpuff/download/MMS_Files/MMS2006_Volume2_CALMET_Preprocessors.pdf)

Nella tabella e nell'immagine seguente vengono riportate le caratteristiche e le posizioni delle stazioni utilizzate per la ricostruzione meteorologica.

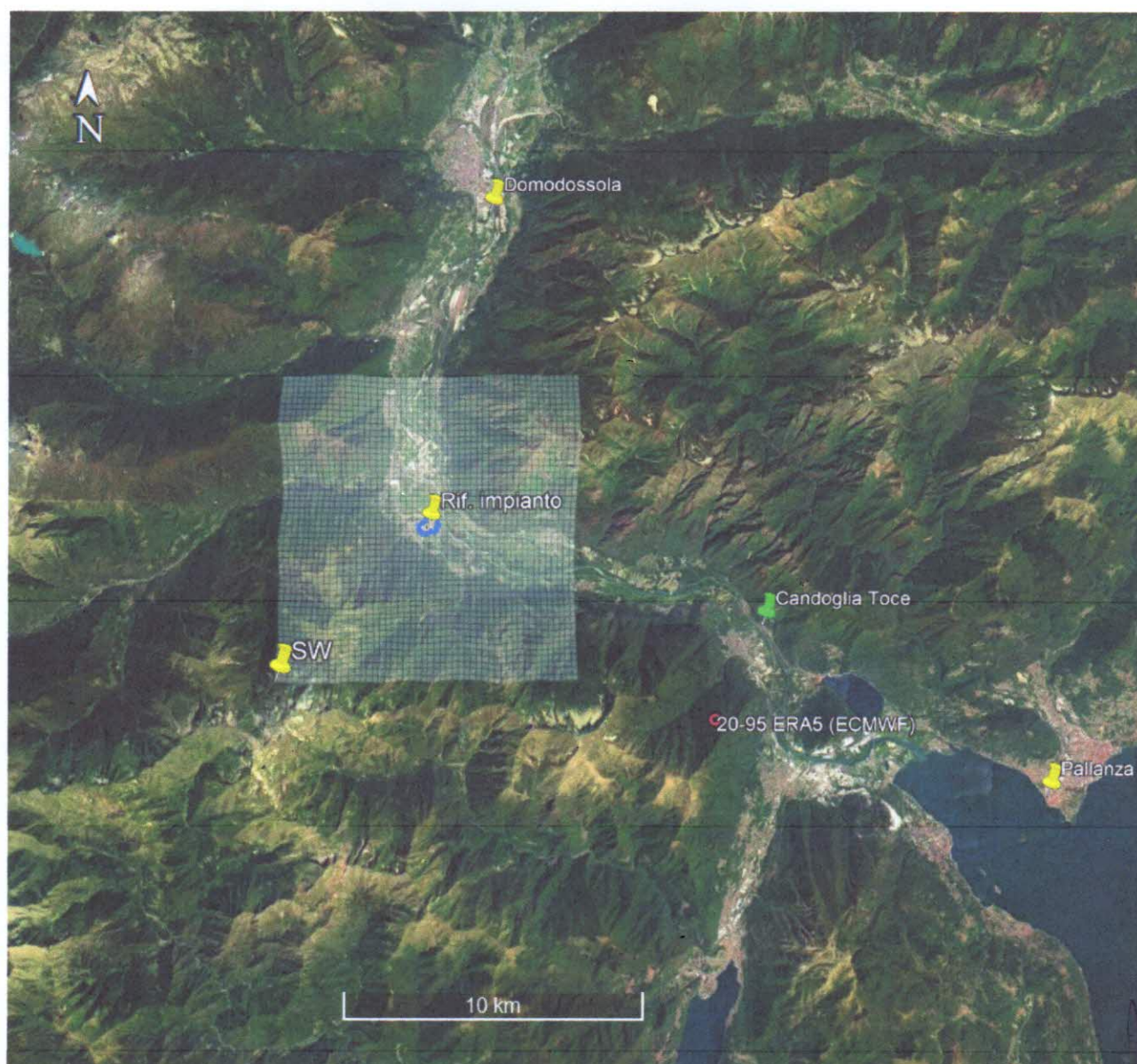
Pagina :



**Tabella 3: Stazioni meteo significative per l'area di studio**

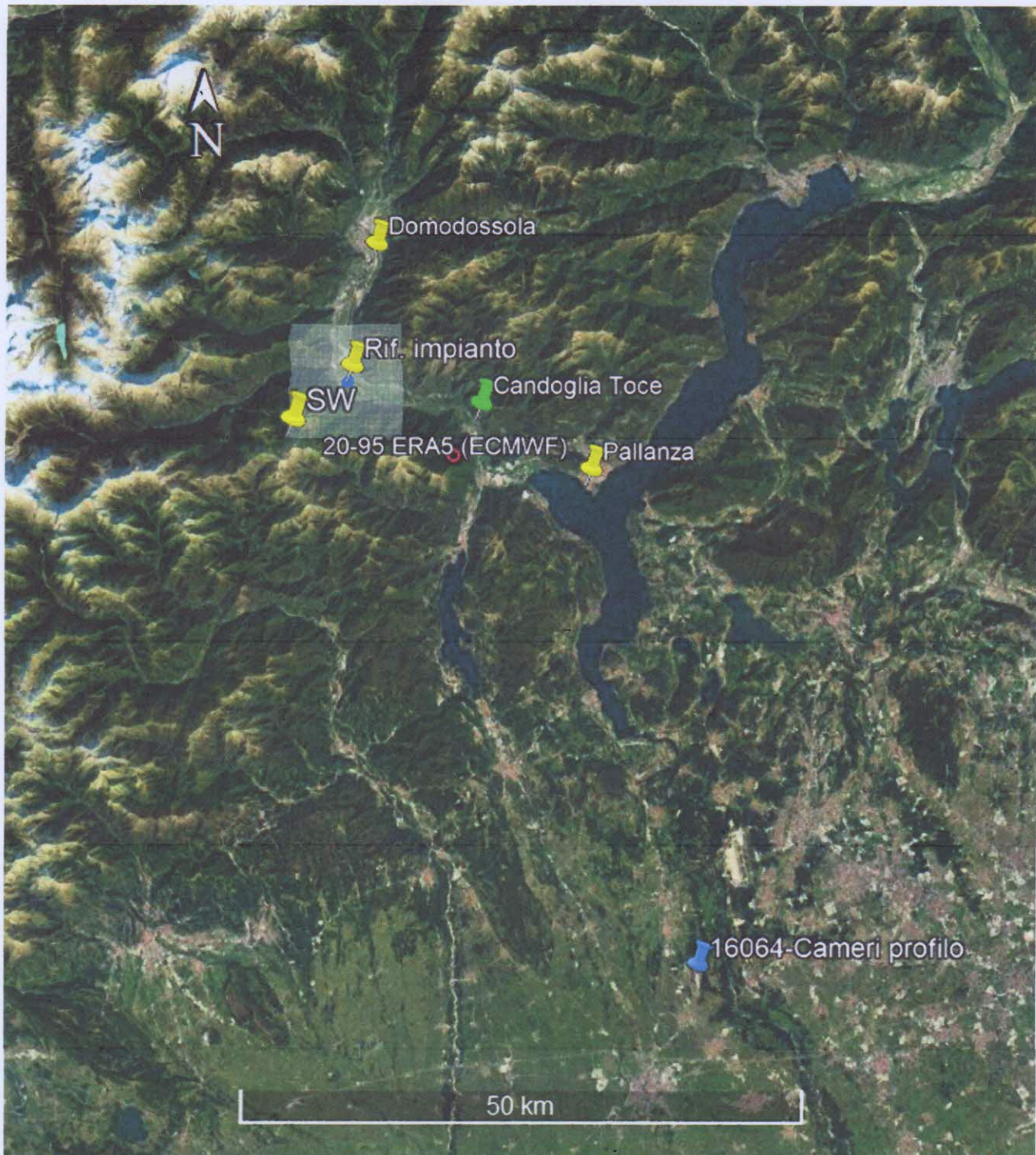
Stazioni ICAO – ECMWF	X UTM 32 (m)	Y UTM 32 (m)	Quota (m) s.l.m.	Dati disponibili
20-95 ERA5 (ECMWF)	453498	5088667	900	copertura del cielo, altezza delle nubi
16064 - Cameri profilo	474231	5041882	178	vel, dir, temp., press - dal suolo a 500 mb

Stazioni sito specifiche da rete ARPA Piemonte	X UTM 33 (m)	Y UTM 33 (m)	Quota (m) s.l.m.	Dati disponibili
Domodossola	446073	5105728	202	vel, dir, temp., press, pioggia, um. relativa
Pallanza	465010	5085717	202	vel, dir, temp., press, pioggia, um. relativa
Candoglia Toce	455291	5091604	201	Temp., pioggia



**Figura 7: Posizione stazioni meteo sito specifiche per l'area dell'impianto**

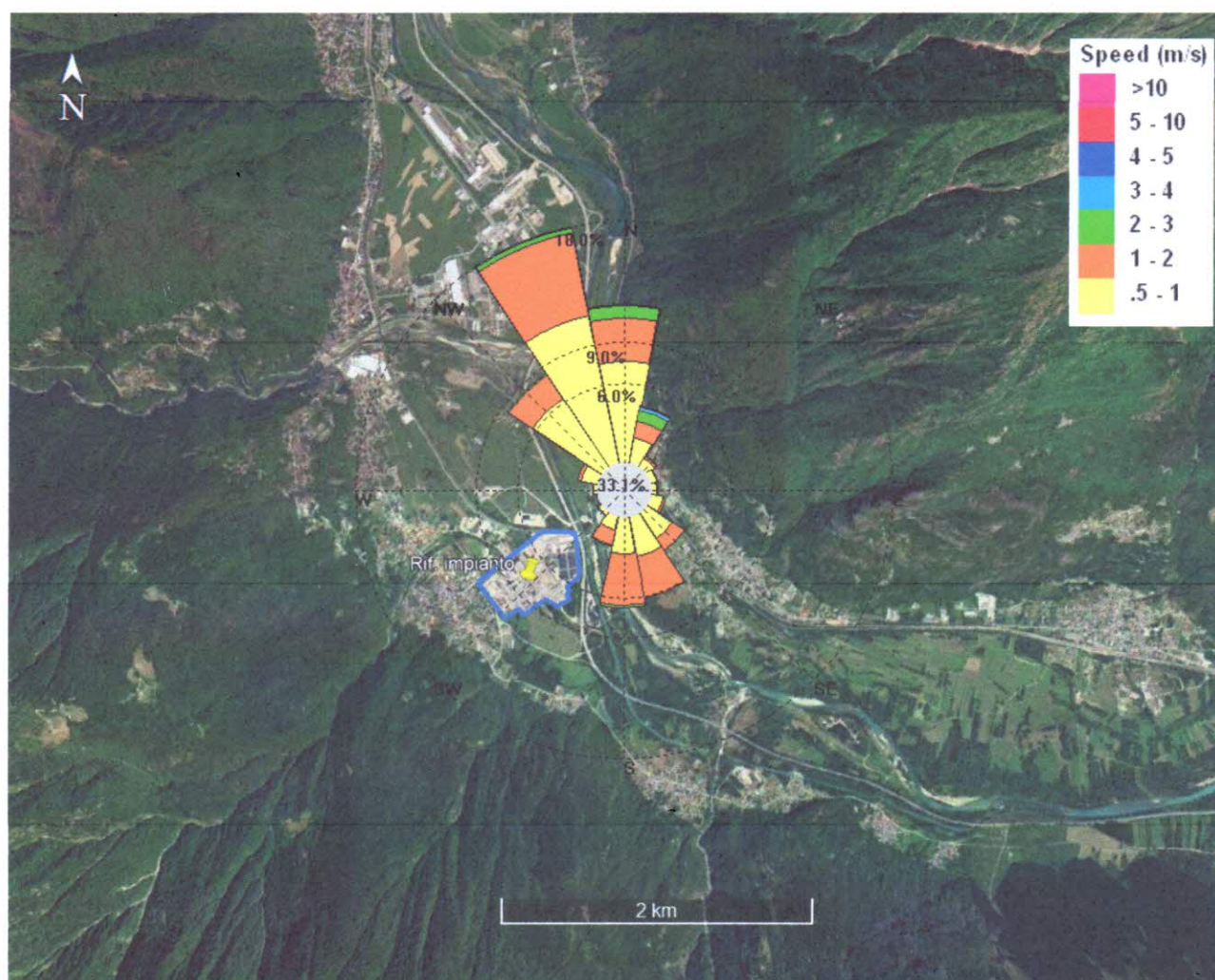




**Figura 8: Posizione stazioni meteo complessive utilizzate per la ricostruzione meteo nell'area**

La figura seguente mostra la rosa dei venti ricavata per l'anno 2021 per la cella di calcolo di 200 x 200 m contenente l'impianto dopo l'operazione di ricostruzione spaziale sul dominio meteorologico precedentemente descritta.





**Figura 9: Rosa dei venti ricostruita per il sito dell'impianto per l'anno 2021**

La circolazione delle masse d'aria nell'area dell'impianto è caratterizzata, come evidenziato dalla Rosa dei venti annuale e dalle rose stagionali (Appendice 1), da una complessiva direzionalità NNW - S in accordo con la struttura geomorfologica di questo punto della valle del fiume Toce.

L'area è interessata complessivamente da venti di bassa intensità e con una consistente frequenza di accadimento di ore di calma di vento che risultano essere nell'ordine del 33% delle ore/anno.

L'atmosfera si presenta sempre in media con caratteristiche di forte stabilità (classe F+G di Pasquill) predominanti soprattutto in autunno e inverno mentre in primavera e soprattutto in estate, come conseguenza dall'aumento di intensità dell'insolazione locale, anche le situazioni complessive di instabilità atmosferica (cioè l'insieme delle classi A, B e C di Pasquill) risultano rilevanti.

Per un'analisi più dettagliata si rimanda all'Appendice 1 di questa relazione.



## 5. Caratterizzazione delle emissioni

Nell'impianto sono presenti quattro punti di emissione di odore rappresentate da quattro camini considerati nello studio come emissioni convogliate puntiformi.

Le posizioni delle sorgenti emmissive sono riportate in rosso nella figura seguente

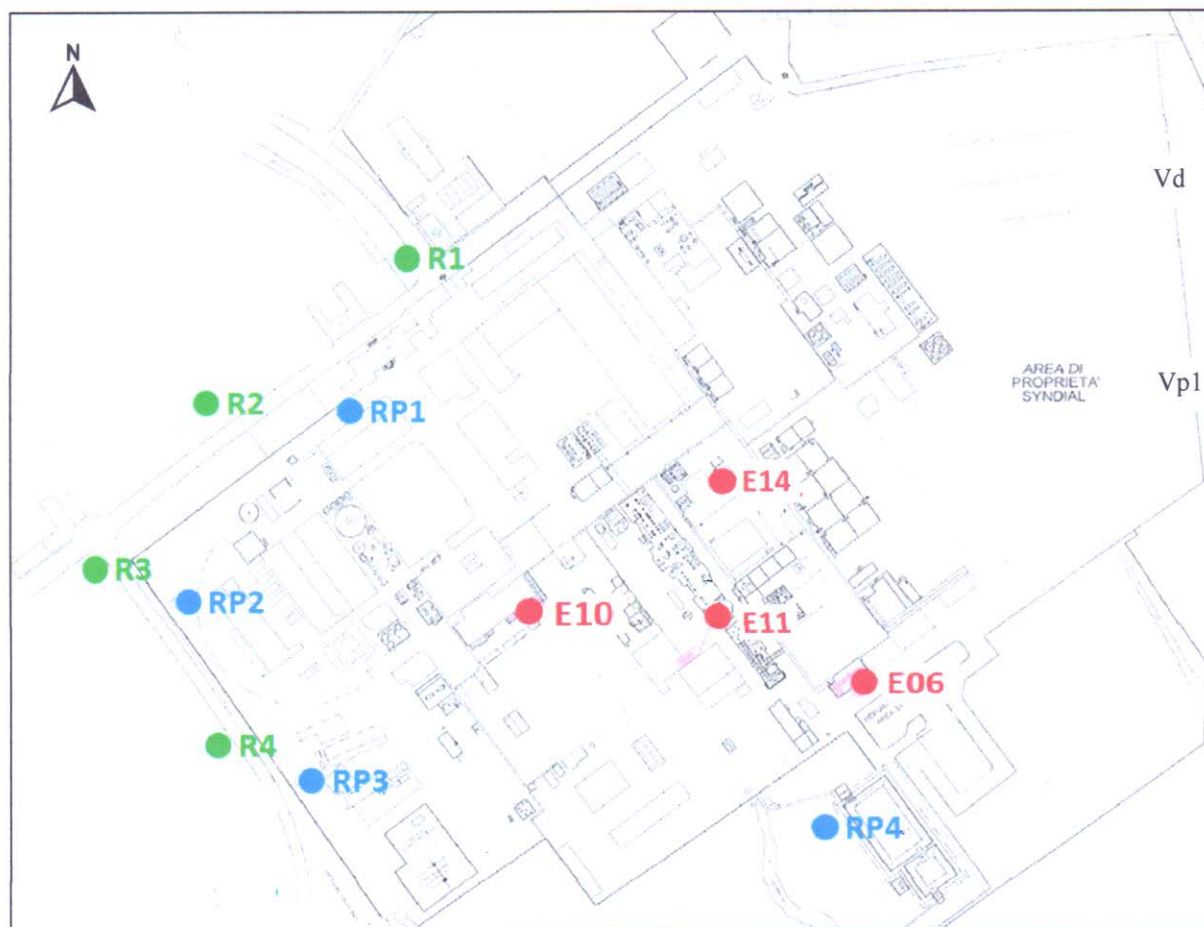


Figura 10: Disposizione delle sorgenti emmissive dell'impianto

Tabella 4: Tipologia delle sorgenti considerate

Sigla	Tipologia di sorgente / emissione		Scheduling emissivo
E14 (ex E1Q)	Emissione caldaia	Puntiforme convogliata	h24 – 365 gg/anno
E11 (ex E3N)	Produzione acido cloridrico	Puntiforme convogliata	h24 – 365 gg/anno
E06 (ex E55N)	Termocombustore	Puntiforme convogliata	h24 – 365 gg/anno
E10 (ex E33A)	Produzione ipoclorito	Puntiforme convogliata	h24 – 365 gg/anno

Nelle tabelle del paragrafo seguente vengono riportate le caratteristiche dimensionali ed emmissive delle sorgenti indicate; i valori di concentrazione odore utilizzati per definire le emissioni dei camini sono stati ricavati da specifici misure effettuate durante apposita campagna di rilevazione svoltasi nell'ottobre 2022<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> RAPPORTO DI PROVA fb/ol/04\_22 – (ottobre 2022) Università degli Studi di Milano - Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali - Via Celoria, 10 – 20133 Milano - Laboratorio di Olfattometria Dinamica e Analisi Sensoriale



All'interno dell'impianto sono presenti diversi edifici di altezza considerevole che rendono necessaria la valutazione la dell'effetto "Building Downwash" per una corretta descrizione delle emissioni delle sorgenti convogliate considerate (§5.2 – Appendice 2).

Per lo svolgimento dello studio l'impianto è stato considerato in termini cautelativi come:

- **funzionante per 24 ore al giorno - 365 giorni anno**
- **in assenza di specifici presidi di contenimento delle emissioni odorigene**

## 5.1. I dati emissivi

Nelle tabelle seguenti sono indicati i dati strutturali ed emissivi delle sorgenti considerate nello studio diffusionale; la loro posizione "in pianta" è mostrata nella precedente Figura 10.

**Tabella 5: Caratteristiche strutturali delle sorgenti**

Sorgenti	x UTM 32 m -WGS84	y UTM 32 m-WGS84	Altezza emissione sul piano campagna (m s.l.s.)	Sezione di emissione (m <sup>2</sup> )
<b>E14 (ex E1Q)</b>	443926	5095076	16	1.1
<b>E11 (ex E3N)</b>	443925	5094994	14.46	0.05
<b>E06 (ex E55N)</b>	444018	5094956	25	0.38
<b>E10 (ex E33A)</b>	443793	5094992	14	0.3

**Tabella 6: Caratteristiche emissive delle sorgenti**

Sorgenti	Portata (Nm <sup>3</sup> /h)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Temperatura emissioni (° C)	Velocità emissione (m/s)	Concentrazione	Emissione
					Odore (UO/m <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>	OER (UO/s)
<b>E14 (ex E1Q)</b>	20300	8.2194	125	5.00	633	5203
<b>E11 (ex E3N)</b>	100	0.0298	20	14.15	11744	350
<b>E06 (ex E55N)</b>	6000	1.9107	40	4.33	530	1013
<b>E10 (ex E33A)</b>	18000	5.5491	30	16.7	41	228

(1) Rif. Nota <sup>(1)</sup> pagina precedente

## 5.2. La valutazione dell'effetto Building Downwash

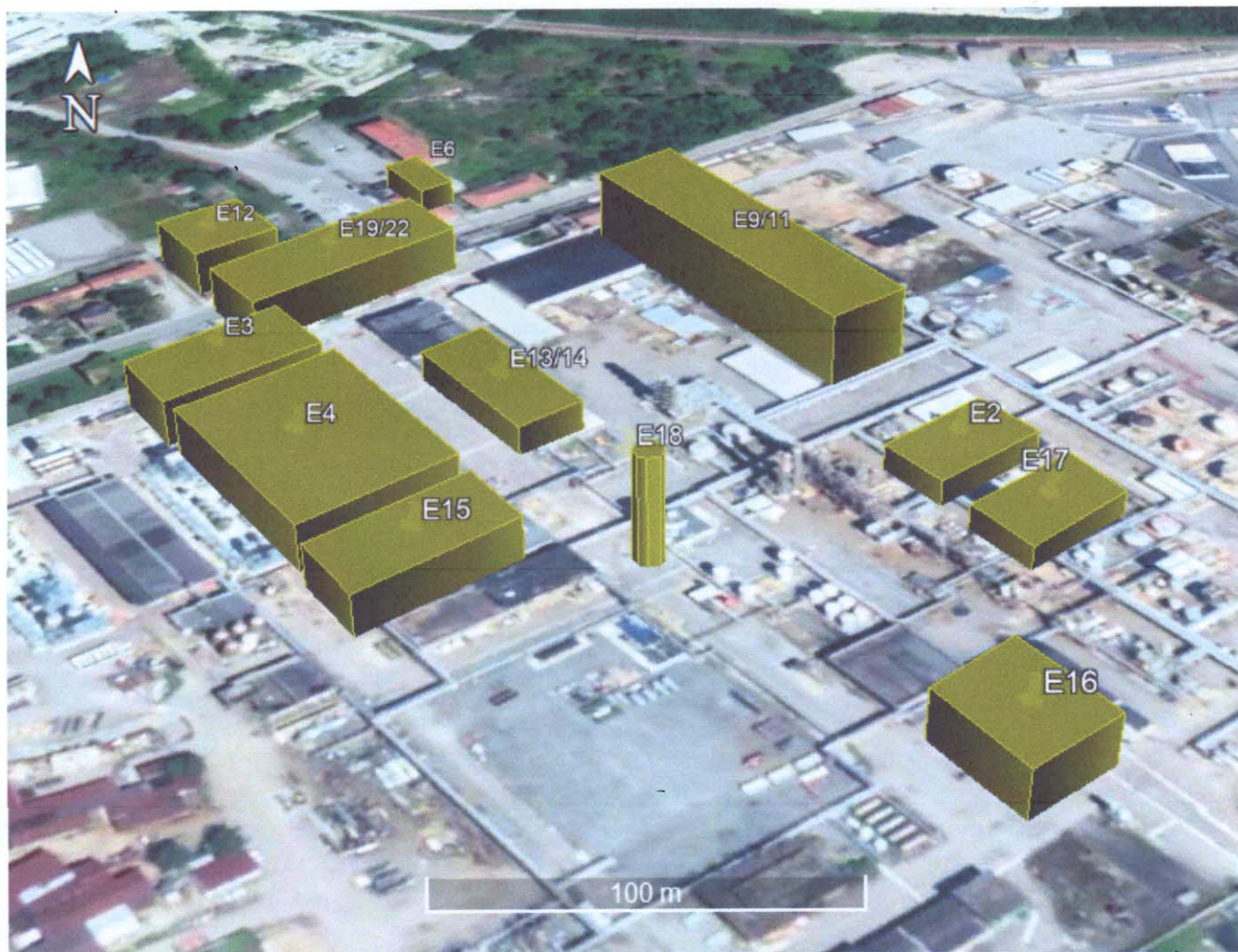
L' effetto "Building Downwash" descrive l'interazione tra il pennacchio emesso da un camino e la scia turbolenta generata da edifici disposti nelle sue vicinanze; l'effetto risulta particolarmente evidente in caso di edifici piuttosto vicini e di altezza confrontabile con quella del camino stesso; questa interazione ha l'effetto di variare sia la quota dell'asse del pennacchio emesso che la sua diluizione influenzando sui valori di concentrazione degli inquinanti al suolo specialmente nelle aree vicine alla sorgente emissiva.

Il modello CALPUFF tratta l'effetto "Building Downwash" utilizzando gli schemi di Huber-Snyder /13/ e Schulman-Scire /13/ secondo la metodologia US EPA PRIME (Plume Rise Model Enhancements) /12/; tale metodologia permette, a partire dalle **reali** dimensioni (altezza, larghezza e profondità) degli edifici e della loro effettiva posizione in pianta rispetto al camino, di valutare l'effetto scia degli edifici attraverso la definizione di coefficienti che esprimono le **effettive** dimensioni (larghezza, altezza e profondità) degli edifici o strutture di edifici "sperimentate" dal camino ; seconda della direzione di provenienza del vento. Il modello BPIP calcola questi coefficienti per ognuno dei 36 settori angolari di 10° che compongono la rosa dei venti; i valori dei parametri calcolati da BPIP per le configurazioni analizzate sono riportati in Appendice 2.

Per la definizione della geometria dell'impianto in input a BPIP sono state utilizzate le rappresentazioni planimetriche riportate nella figura seguente; per definire visualmente l'occupazione volumetrica degli edifici interni all'impianto viene riportata la ricostruzione tridimensionale relativa allo stato "attuale" dell'impianto (Figura 11).

Pagina





**Figura 11: Modello tridimensionale dei volumi dell'impianto utilizzati per il calcolo del Building Downwash**

La tabella seguente riporta la legenda interpretativa della (Figura 11).

EDIFICI	ALTEZZA	RIF.	EDIFICI	ALTEZZA	RIF.
Centrale termina	2.00 m	E2	Officine	10.00 m	E13/14
Carico e scarico	15.00 m	E3	Reparto cloro liquido	13.75 m	E15
Celle di nora	16.00 m	E4	Sicurezza Anti-incendio	16.00 m	E16
Infermeria	8.50 m	E6	Spogliatoi e docce	8.00 m	E17
Magazzini	24.00 m	E9/11	Torre Piezometrica	18.00 m	E18
Mensa	15.00 m	E12	Uffici	18.00 m	E19/22

## 6. I risultati delle simulazioni

In questo capitolo vengono riportati per gli scenari Ante e Post Operam, i valori massimi degli indicatori di qualità dell'aria definiti nella Tabella 1 del § 2 calcolati sia sull'intero dominio di calcolo e che nei singoli recettori particolari considerati nei calcoli.

Pagina :



Per quanto riguarda la valutazione del valore di picco orario dell'odore<sup>2</sup> i valori orari calcolati dal modello vengono moltiplicati per un coefficiente di picco orario (Peak to mean) pari a 2.3 come indicato nella normativa regionale di riferimento (Regione Piemonte L.R. 43/2000 9 gennaio 2017, n. 13-4554).

Le opportune operazioni di correzione al valore di picco e di valutazione del 98-esimo percentile delle concentrazioni annuali di picco orario 'indicatore di riferimento delle normative Regionali Italiane in tema di odori, sono state effettuate con il software di post processamento "RunAnalyzer" /3/ (<http://www.maind.it/contents/soft.aspx?page=runanalyzer>) in quanto più agevole rispetto a CALPOST (lo strumento di post processamento del sistema CALPUFF) per la valutazione di questo tipo di indicatore.

## 6.1. Valori massimi e distribuzioni spaziali degli indicatori qualità dell'aria.

### 6.1.1. Indicatori di qualità dell'aria nei recettori particolari

**Tabella 7: Recettori particolari – 98% percentile delle concentrazioni di picco orario di odore**

	Descrizione	98 % UO/m3	Rif. su 98% UO/m3
R1	Scuola Elementare statale Pieve Vergonte	0.20	1-3-5
R2	Scuola Materna Pieve Vergonte	0.18	1-3-5
R3	Istituto Comprensivo Piedimulera	0.04	1-3-5
R4	I. C. Valtoce	0.04	1-3-5
R5	Casa di riposo Premosello Chiovenda	0.02	1-3-5
R6	Parco Don Giacomo Bignoli	0.15	1-3-5
R7	Area pic-nic Genestredo	0.02	1-3-5
R8	Loro – Abitato	0.44	1-3-5
R9	Rumianca – Abitato	0.38	1-3-5
R10	Megolo di Cima – Abitato	0.38	1-3-5
R11	Vogogna - Abitato	0.04	1-3-5

**Tabella 8: Recettori particolari – frequenze di accadimento delle concentrazioni di picco orario di odore**

Range	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	Rs1	Rs9
< 1.0	99.98%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.85%	100.00%	100.00%
< 2.0	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%
< 3.0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
< 4.0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
< 5.0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
>= 5.0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

I risultati riportati nelle tabelle sopra esposte mostrano come in nessuno dei recettori sensibili individuati ci sia evidenza di molestia olfattiva generata dalle emissioni dell'impianto Hydrochem S.p.A.

I valori di 98-esimo percentile di picco orario di odore risultanti dal calcolo diffusionale nei recettori sensibili (Tabella 7) risultano sempre molto al di sotto del valore di 1 UO; considerando anche le frequenze di accadimenti di valori di picco orario superiori a 1 UO (Tabella 8) si vede come solo in alcuni recettori a valle dell'impianto si riscontrano valori >1 UO con frequenza dell'ordine di 1 ora/anno

<sup>2</sup> Per l'effettiva percezione dell'odore è sufficiente un respiro (scala temporale dell'ordine di 3.6 secondi) inoltre la concentrazione fluttua istantaneamente per effetto della turbolenza atmosferica questo rende necessario, nel caso specifico degli odori, un trattamento del dato medio orario prodotto dal modello diffusivo che permetta di risalire al valore di concentrazione di picco (responsabile della molestia olfattiva) associabile al valore medio orario calcolato. Questo trattamento, secondo le indicazioni riportate dalla letteratura scientifica internazionale (si veda ad esempio NSW Environment Protection Authority, "Technical Notes. Draft Policy: Assessment and Management of Odour from Stationary Sources in NSW", Pagina 23 di 27 Sydney, 2001) avviene moltiplicando il valore di concentrazione medio orario calcolato per un coefficiente "peak to mean" deducibile sperimentalmente in funzione della tipologia di sorgente emissiva e da altri fattori ambientali.



Sostanzialmente l'impatto odorigeno nei recettori sensibili analizzati imputabile dell'impianto Hydrochem S.p.A. nella configurazione emissiva assunta nello studio diffusionale, può essere considerato irrilevante.



### 6.1.2. Distribuzioni spaziali del 98% di picco orario di odore

Media temporale	Concentrazione massima calcolata (UO/m <sup>3</sup> )	Coordinate del punto di massimo [UTM 32 (m)]	
		Distanza dal punto di emissione	
98-esimo percentile dei valori di picco orario	0.75	444181	5094024
		1000 m SSE esterno impianto	

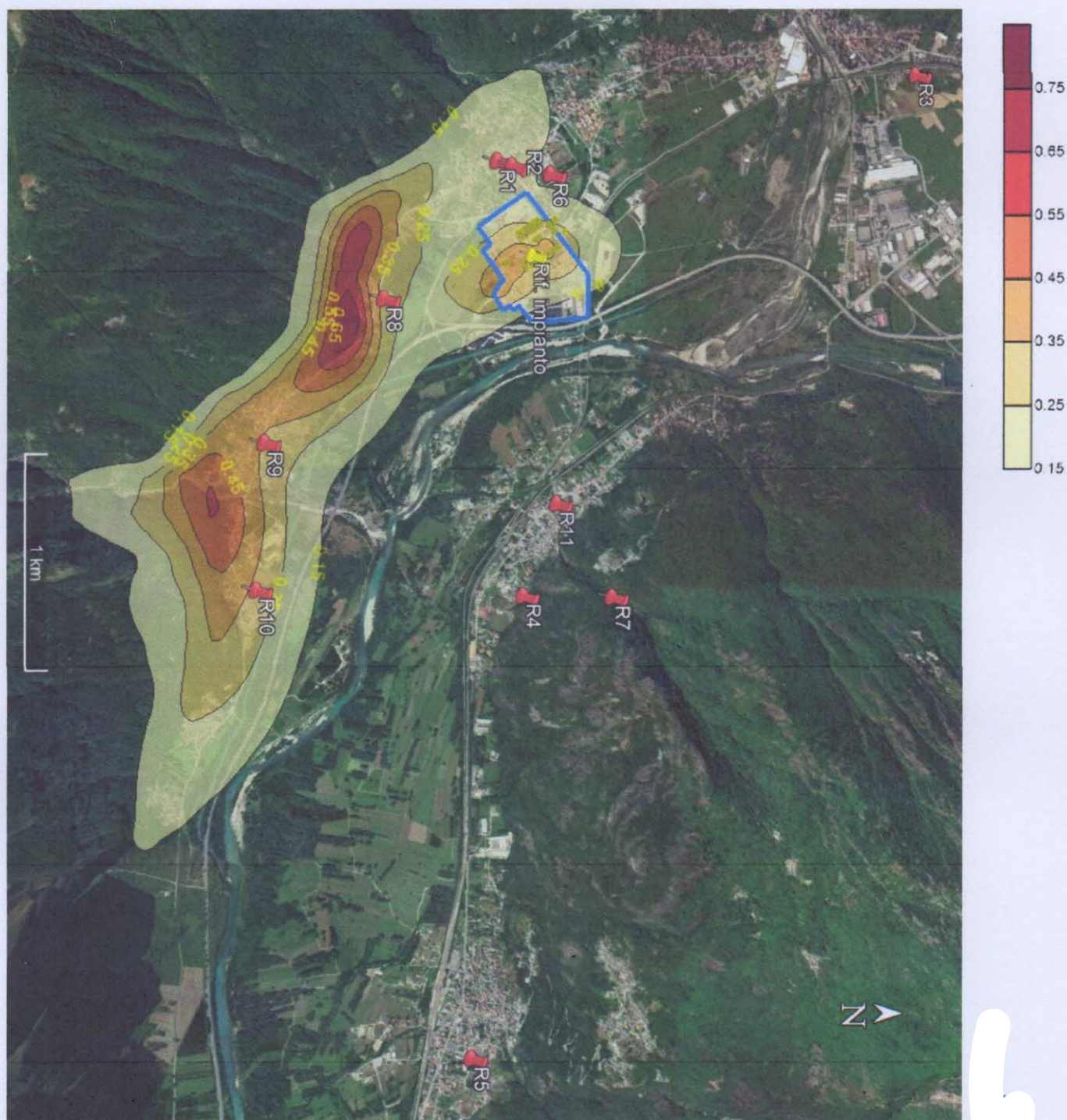


Figura 12: Odore– Distribuzione spaziale del 98-esimo % dei valori di picco orario (UO)



Nella distribuzione spaziale del 98-esimo percentile riportata in Figura 12 non è possibile individuare nessuna delle curve di iso-livello richieste dalla normativa; i valori calcolati di 98% di picco orario sono sempre al di sotto della soglia di 1 UO.

La figura precedente è riportata solo per illustrare la coerenza delle caratteristiche spaziali della diffusione atmosferica associata all'impianto in relazione alle caratteristiche orografiche e meteorologiche dell'area.

Come si vede l'incidenza dei venti bassa intensità con provenienza prevalente da Nord determina una prevalenza di ricadute sul versante sud della valle a distanze dell'ordine di un migliaio di metri dall'impianto; il versante Nord-orientale della valle non viene influenzato dalle ricadute.

L'importante incidenza delle calme di vento genera anche un'area di ricaduta interna all'impianto ma sempre con valori di odore irrilevabili.

I valori di 98% di picco orario sono comunque sempre ben al di sotto di 1 UO, non si evidenziano quindi aree di criticità e/o di potenziale molestia olfattiva determinando di fatto un impatto olfattivo irrilevante associabile all'impianto Hydrochem S.p.A. nella configurazione emissiva assunta nello studio diffusionale.



## 7. Considerazioni conclusive

L'impianto HydroChem Italia S.r.l. oggetto del presente studio diffusionale è dislocato nel comune di Pieve Vergonte (VB) alla periferia Est del centro abitato omonimo.

L'impianto si trova nel fondo valle della valle del fiume Toce racchiusa su entrambi i lati da rilievi montuosi che raggiungono altezze considerevoli dell'ordine dei 1500/1700 m s.l.m.

L'intero area comunale si estende in un territorio completamente montuoso.

La circolazione delle masse d'aria nell'area dell'impianto è fortemente influenzata dalle caratteristiche geomorfologiche dalla valle del fiume Toce; nell'area dell'impianto si evidenzia infatti una complessiva direzionalità NNW – S in pieno accordo con la sua posizione geografica.

L'area è interessata in generale da venti di bassa intensità e con una consistente frequenza di accadimento di ore di calma di vento che risulta essere nell'ordine del 33% delle ore/anno.

Nello studio diffusionale sono state considerate le emissioni di odore generate da quattro sorgenti puntiformi convogliate presenti all'interno dell'impianto asserviti agli impianti di combustione e di produzione.

La configurazione emissiva considerata è riportata in dettaglio al § 5 della relazione.

Dal punto di vista della diffusione odorigena l'impatto ambientale dell'impianto può essere considerato non rilevante.

I valori di 98-esimo percentile di picco orario di odore risultanti dal calcolo diffusionale nei recettori sensibili (Tabella 7) risultano sempre molto al di sotto del valore di 1 UO; considerando anche le frequenze di accadimento di valori di picco orario superiori a 1 UO (**Tabella 8**) si vede come solo in alcuni recettori a valle dell'impianto si riscontrano valori >1 UO con frequenza irrisoria dell'ordine di 1 ora/anno.

La distribuzione spaziale del 98-esimo percentile riportata in Figura 12 non evidenzia alcuna area con valori superiori a 1 UO, il valore massimo calcolato del 98% risulta infatti essere pari a 0.75 UO/m<sup>3</sup> e si verifica a ridosso del versante Sud della valle del Toce a circa 1000 m dall'impianto in area non interessata da insediamenti abitati.

La Figura 12 viene riportata sostanzialmente solo per evidenziare le caratteristiche diffusionali tipiche di questi contesti geomorfologicamente complessi e caratterizzati da venti deboli e forte stabilità atmosferica. In queste condizioni i valori massimi di concentrazione si riscontrano proprio a ridosso del rilievo incipiente a valle dell'emissione.

In conclusione non si evidenziano aree di criticità e/o di potenziale molestia olfattiva associabile all'impianto Hydrochem S.p.A. pertanto, nella configurazione emissiva assunta nello studio diffusionale l'impatto olfattivo determinato dalle sue emissioni può essere considerato irrilevante.



## Riferimenti

- /1/ J. P. Scire, F. R. Robe, M. E. Fernau, R. J. Yamartino - *A User Guide for the CALMET Meteorological Model* – (2000) – Earth Tech. Inc. 196 Baker Avenue Concord MA 01742 ([www.src.com/calpuff/calpuff1.htm](http://www.src.com/calpuff/calpuff1.htm))
- /2/ J. P. Scire, F. R. Robe, R. J. Yamartino - *A User Guide for the CALPUFF Dispersion Model* – (2000) – Earth Tech. Inc. 196 Baker Avenue Concord MA 01742 ([www.src.com/calpuff/calpuff1.htm](http://www.src.com/calpuff/calpuff1.htm))
- /3/ MAIND S.r.l. RunAnalyzer Software per il postprocessamento dei risultati calcolati dai principali modelli di calcolo di diffusione di inquinanti in atmosfera” <http://www.maind.it/contents/soft.aspx?page=runanalyzer> - <http://www.maind.it/document/RunAnalyzer.pdf>
- /4/ Dati SRTM interpolati a 100m del territorio italiano USGS - EROS Data Center, Sioux Falls, SD, USA (<http://edc.usgs.gov/>)
- /5/ Classificazione di uso del suolo USGS - EROS Data Center, Sioux Falls, SD, USA (<http://edc.usgs.gov/>)
- /6/ Classificazione CORINE Land Cover 1:100.000 aggiornata al 2012 delle regioni italiane (ISPRA - <https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita-suolo-e-territorio/copertura-del-suolo/corine-land-cover>)
- /7/ L. Capelli, S. Sironi. convegno “Odori – Valutazioni dell’impatto e soluzioni tecniche” presso FAST Milano 11 febbraio 2014
- /8/ G Malone, G VanWicklen, S Collier “*Efficacy of Vegetative Environmental Buffers to Mitigate Emissions from Tunnel-Ventilated Poultry Houses*”. – Workshop on on Agricultural Air Quality , 2006 North Caroline State University
- /9/ Environmental Protection Authority of Victoria: Broiler Farm Odour Environmental Risk Assessment: Table 5.2 - Methods and techniques to reduce odour and odour impact and their potential mitigation effect
- /10/ **US EPA MEMORANDUM** - – Research Triangle park NC 2711 – Aug 01 2016
- /11/ **Ambient Ratio Method Version 2 (ARM2) for use with AERMOD for 1-hr NO2 Modeling - Development and Evaluation Report** “RTP Environmental Associates, Inc.” September 20, 2013
- /12/ BPIP - User's guide to the Building Profile Input Program EPA-454/R-93-038 ([http://www.epa.gov/ttn/scram/dispersion\\_related.htm](http://www.epa.gov/ttn/scram/dispersion_related.htm))
- /13/ User's Guide For The Industrial Source Complex (Isc3) Dispersion Models Volume II - Description Of Model Algorithms
- /14/ Roberto Sozzi 2003 "La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria" APAT CTN-ACE - rti ctn\_ACE xx/2003
- /15/ Slinn, S.A. and W.G.N. Slinn, 1980: Predictions for particle deposition on natural waters. *Atmospheric Environ.*, **14**, 1013-1016  
Pleim, J., A. Venkatram and R.J. Yamartino, 1984: ADOM/TADAP model development program. Volume 4. The dry deposition mode!. Ontario Ministry of the Environment, Rexdale, Ontario, Canada.
- /16/ Maul, P.R., 1980: Atmospheric transport of sulfur compound pollutants. Central Electricity Generating Bureau MID/SSD/80/0026/R, Nottingham, England.
- /17/ NOAA National Weather Service [https://nomads.ncep.noaa.gov/txt\\_descriptions/WRF\\_NMM\\_doc.shtml](https://nomads.ncep.noaa.gov/txt_descriptions/WRF_NMM_doc.shtml) – NCEP Central Operation



## Indice delle figure

Figura 1: Inquadramento geografico del sito .....	4
Figura 2: Dominio considerato nel calcolo diffusionale .....	5
Figura 3: Dominio di calcolo meteorologico con evidenza del sottodominio diffusivo .....	8
Figura 4: Orografia dell'area considerata.....	9
Figura 5: Distribuzione spaziale dei parametri di uso del suolo nel dominio meteo.....	10
Figura 6: Posizione dei recettori discreti nell'intorno dell'impianto.....	12
Figura 7: Posizione stazioni meteo sito specifiche per l'area dell'impianto .....	14
Figura 8: Posizione stazioni meteo complessive utilizzate per la ricostruzione meteo nell'area .....	15
Figura 9: Rosa dei venti ricostruita per il sito dell'impianto per l'anno 2021 .....	16
Figura 10: Disposizione delle sorgenti emmissive dell'impianto .....	17
Figura 11: Modello tridimensionale dei volumi dell'impianto utilizzati per il calcolo del Building Downwash .....	19
Figura 12: Odore– Distribuzione spaziale del 98-esimo % dei valori di picco orario (UO) .....	22

## Indice delle tabelle

Tabella 1: Indicatori di riferimento per la valutazione delle emissioni adottati nello studio .....	3
Tabella 2: Recettori particolari presenti nel dominio di calcolo .....	12
Tabella 3: Stazioni meteo significative per l'area di studio .....	14
Tabella 4: Tipologia delle sorgenti considerate .....	17
Tabella 5: Caratteristiche strutturali delle sorgenti .....	18
Tabella 6: Caratteristiche emmissive delle sorgenti.....	18
Tabella 7: Recettori particolari – 98% percentile delle concentrazioni di picco orario di odore .....	20
Tabella 8: Recettori particolari – frequenze di accadimento delle concentrazioni di picco orario di odore.....	20
Tabella 9: Parametri per valutazione del Building Downwash utilizzati nelle simulazioni .....	36



## Appendice 1 - Analisi dati meteorologici

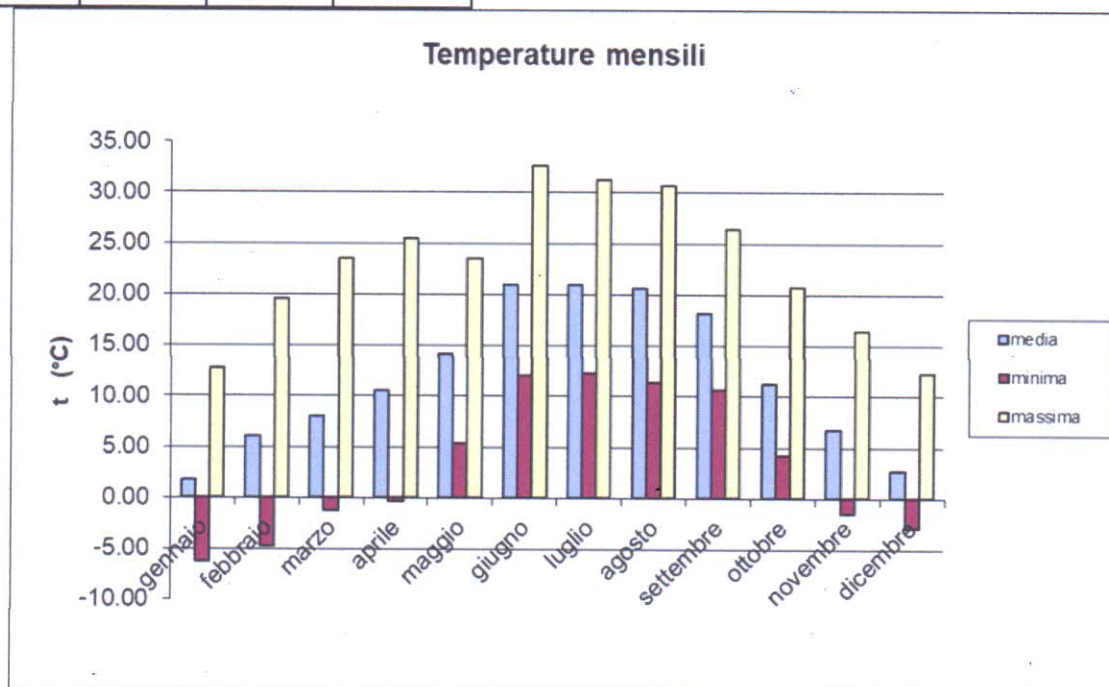
Con riferimento alle descrizioni contenute nel § 4.4 viene di seguito riportata un'analisi statistica delle principali variabili meteorologiche utilizzate nei calcoli diffusivi.

### Temperatura

	Temperatura (°C)		
	Minima	Massima	Media
Anno	-6.21	32.67	11.86
Primavera	-1.30	25.52	10.90
Estate	11.31	32.67	20.85
Autunno	-1.49	26.38	12.08
Inverno	-6.21	19.53	3.51

Primavera: marzo, aprile, maggio  
Estate: giugno, luglio, agosto  
Autunno: settembre, ottobre, novembre  
Inverno: dicembre, gennaio, febbraio

gennaio	-6.21	12.72	1.80
febbraio	-4.72	19.53	6.04
marzo	-1.30	23.47	8.02
aprile	-0.38	25.52	10.54
maggio	5.38	23.53	14.15
giugno	12.09	32.67	20.96
luglio	12.24	31.22	20.92
agosto	11.31	30.73	20.66
settembre	10.68	26.38	18.21
ottobre	4.22	20.71	11.25
novembre	-1.49	16.45	6.79
dicembre	-2.91	12.26	2.69



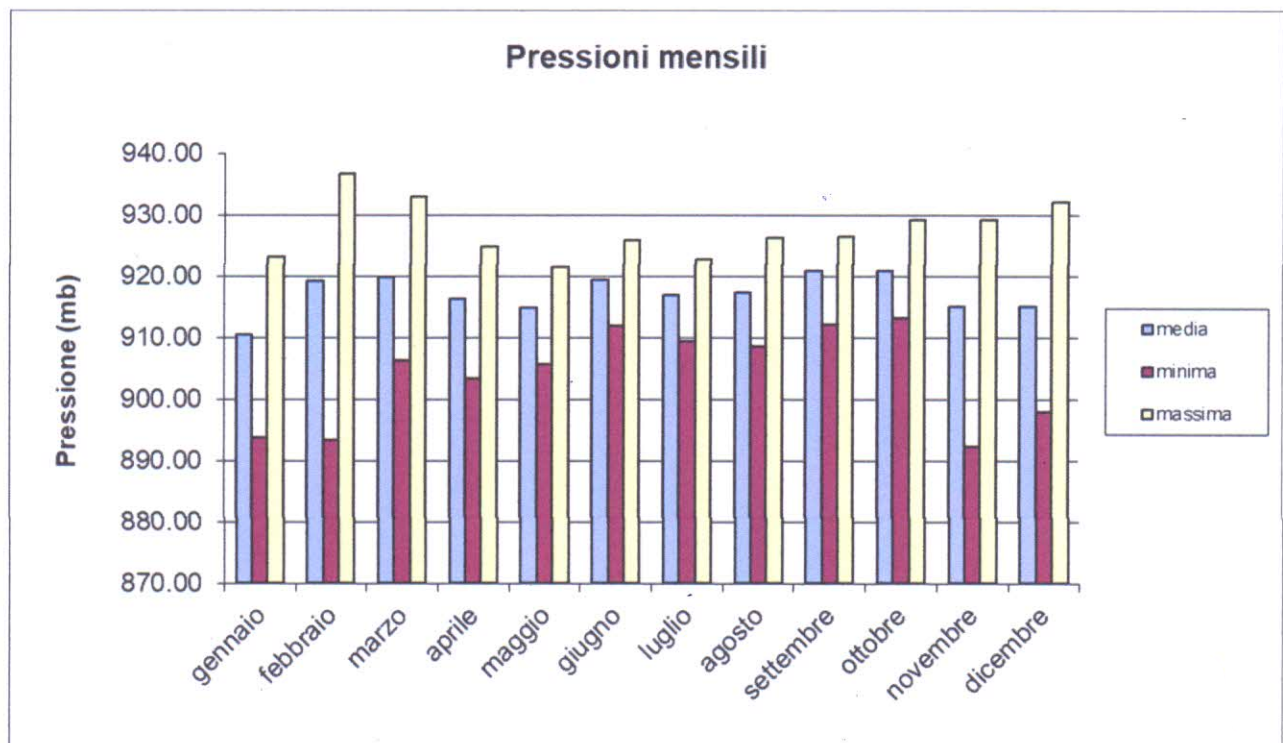


## Pressione

	Pressione (mb)		
	Minima	Massima	Media
Anno	892.32	936.61	917.11
Primavera	903.27	932.94	916.96
Estate	908.66	926.34	917.81
Autunno	892.32	929.27	918.87
Inverno	893.46	936.61	914.87

Primavera: marzo, aprile, maggio  
Estate: giugno, luglio, agosto  
Autunno: settembre, ottobre, novembre  
Inverno: dicembre, gennaio, febbraio

gennaio	893.82	923.23	910.43
febbraio	893.46	936.61	919.21
marzo	906.34	932.94	919.84
aprile	903.27	924.78	916.32
maggio	905.76	921.57	914.73
giugno	911.86	925.92	919.32
luglio	909.51	922.64	916.82
agosto	908.66	926.34	917.31
settembre	912.05	926.42	920.78
ottobre	913.19	929.09	920.83
novembre	892.32	929.27	914.99
dicembre	898.00	932.14	914.96





## Umidità relativa

	Umidità relativa (%)		
	Minima	Massima	Media
Anno	15.00	98.00	71.36
Primavera	15.00	97.00	61.61
Estate	29.00	96.00	70.60
Autunno	30.00	98.00	78.04
Inverno	26.00	98.00	75.25

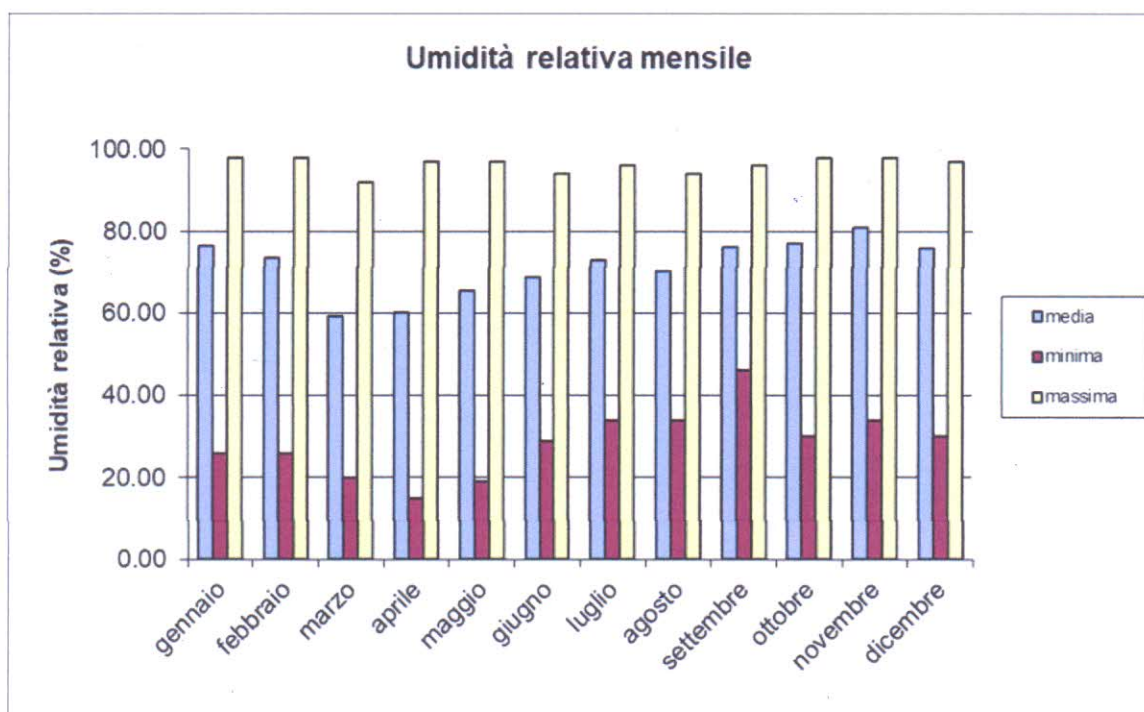
Primavera: marzo, aprile, maggio

Estate: giugno, luglio, agosto

Autunno: settembre, ottobre, novembre

Inverno: dicembre, gennaio, febbraio

gennaio	26.00	98.00	76.40
febbraio	26.00	98.00	73.61
marzo	20.00	92.00	59.19
aprile	15.00	97.00	60.13
maggio	19.00	97.00	65.50
giugno	29.00	94.00	68.65
luglio	34.00	96.00	72.91
agosto	34.00	94.00	70.25
settembre	46.00	96.00	76.11
ottobre	30.00	98.00	77.17
novembre	34.00	98.00	80.84
dicembre	30.00	97.00	75.75



Pagina :

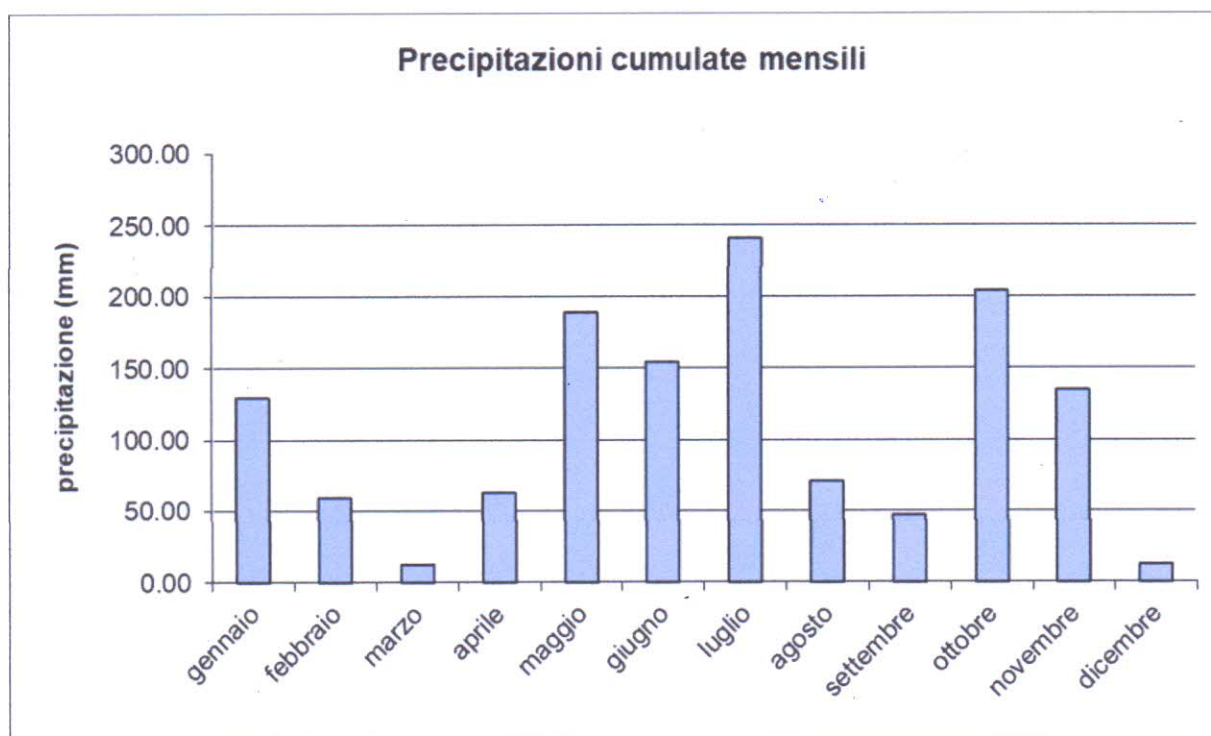


## Precipitazione

	Precipitazioni (mm)		
	Minima	Massima	Cumulata
Anno	0.00	16.46	1316.41
Primavera	0.00	7.70	264.47
Estate	0.00	14.95	466.07
Autunno	0.00	16.46	384.89
Inverno	0.00	5.56	200.98

Primavera: marzo, aprile, maggio  
 Estate: giugno, luglio, agosto  
 Autunno: settembre, ottobre, novembre  
 Inverno: dicembre, gennaio, febbraio

gennaio	0.00	5.56	129.16
febbraio	0.00	2.87	59.25
marzo	0.00	1.55	12.67
aprile	0.00	3.88	62.79
maggio	0.00	7.70	189.01
giugno	0.00	7.02	153.93
luglio	0.00	14.95	241.45
agosto	0.00	9.45	70.69
settembre	0.00	6.18	46.59
ottobre	0.00	16.46	203.86
novembre	0.00	5.70	134.44
dicembre	0.00	1.56	12.57



## Velocità e direzione

Tabella A1 - Frequenze di accadimento per settore angolare di provenienza									
Settore	Classi di velocità (m/s)							Totale	Settore
Angolare (*)	< 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 10	> 10		Angolare (*)
0	11.43	4.83	1.28	0.19	0.03	0.00	0.00	17.76	N
22.5	2.85	1.88	1.23	0.41	0.10	0.00	0.00	6.47	NNE
45	1.13	0.27	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	NE
67.5	0.67	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	ENE
90	0.61	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	E
112.5	1.38	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59	ESE
135	3.36	1.65	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	5.03	SE
157.5	4.44	4.73	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	9.19	SSE
180	4.13	5.71	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	10.13	S
202.5	1.50	1.74	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	3.41	SSO
225	0.46	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	SO
247.5	0.20	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	OSO
270	0.41	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	O
292.5	2.00	0.39	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	2.41	ONO
315	9.31	3.31	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	12.74	NO
337.5	16.92	9.40	0.55	0.07	0.02	0.00	0.00	26.95	NNO

Tabella A2 Velocità per settore angolare (m/s)	
med	max
1.113	4.6
1.501	4.9
0.977	3
0.828	2
0.8	1.5
0.81	1.4
0.951	2.2
1.1	2.2
1.202	2.3
1.201	2.5
0.889	1.6
0.8	1.6
0.752	1.3
0.867	2.4
0.928	2.5
1.016	4.4

Totale	60.80	34.58	3.80	0.67	0.15	0.00	0.00	100.00
--------	-------	-------	------	------	------	------	------	--------

(\*) angolo medio del settore angolare di 22.5°

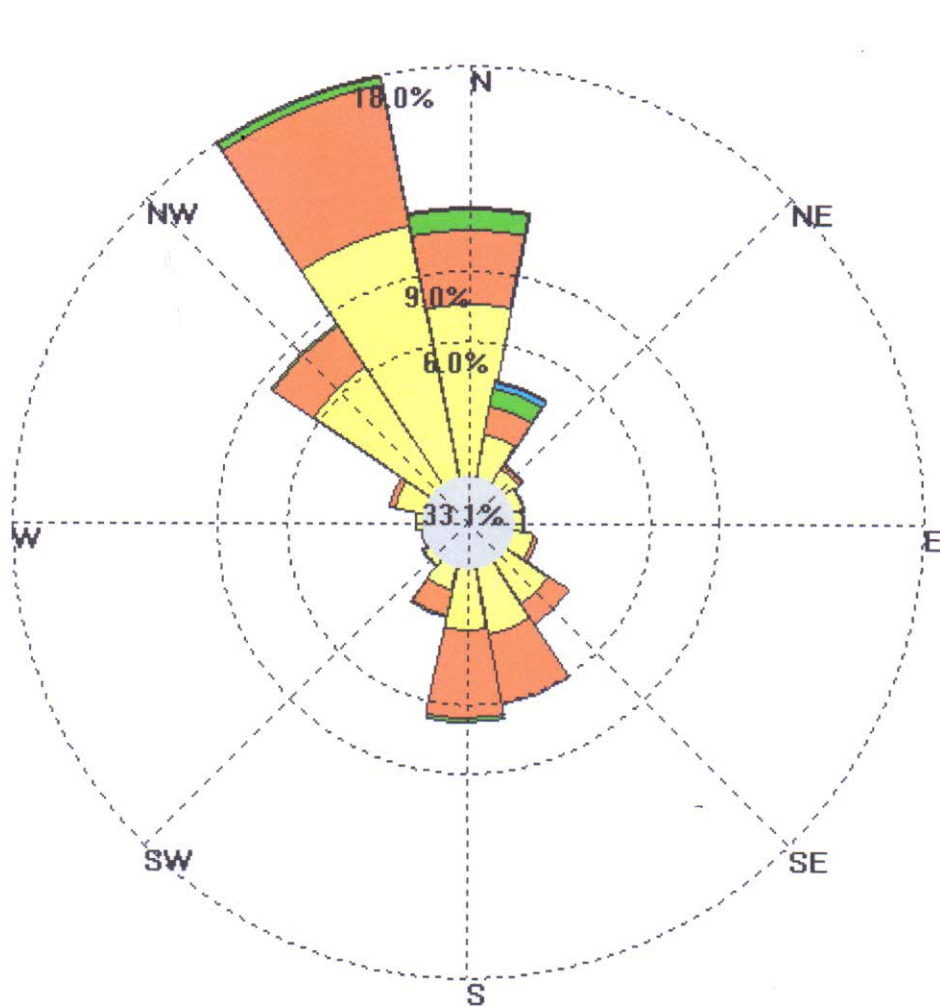
Tabella A3 Frequenze annuali a stagionali (%)							
	A	B	C	D	E	F+G	Totale
Anno	2.58	15.49	20.68	21.56	0.37	39.32	100
Primavera	2.13	16.8	21.65	21.92	0.45	37.05	100
Estate	7.2	20.29	22.87	15.99	0.14	33.51	100
Autunno	0.92	14.88	19.32	23.26	0.05	41.58	100
Inverno	0	9.86	18.84	25.19	0.83	45.28	100

Sono evidenziati in rosso i valori massimi relativi alle singole tabelle:  
 velocità prevalente per settore angolare di provenienza (tabella A1)  
 valori massimi di velocità per settore angolare di provenienza (tabella A2)  
 frequenze stagionali e annuali delle classi di stabilità atmosferica (tabella A3)

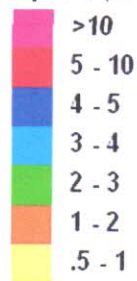
La rappresentazione grafica di queste informazioni è rappresentata dalle seguenti figure



Rosa dei venti locale (sito impianto)

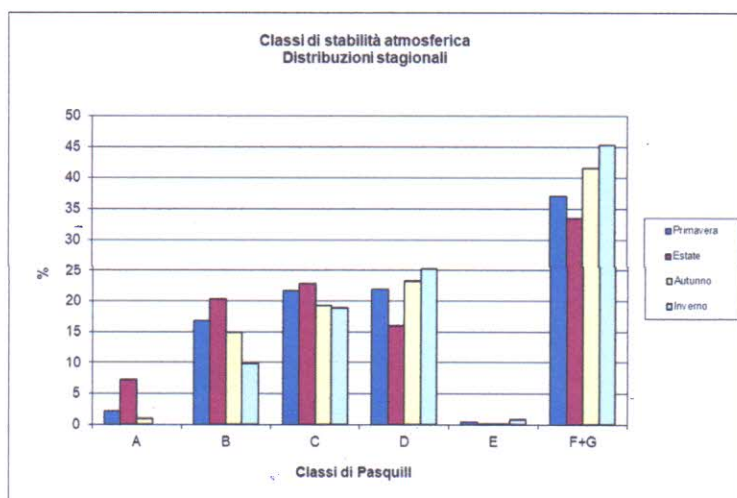
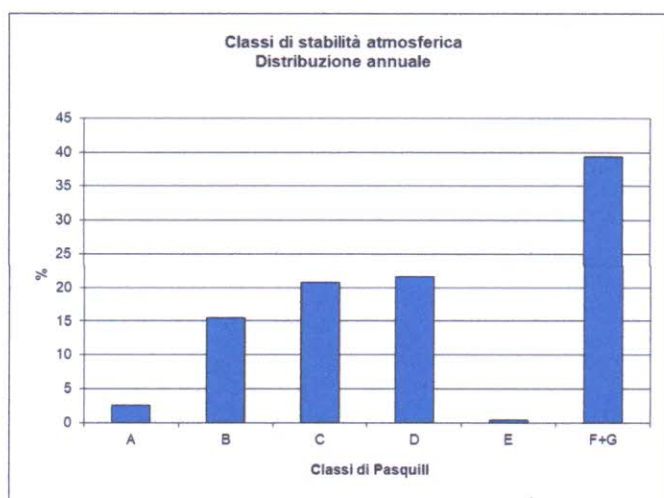
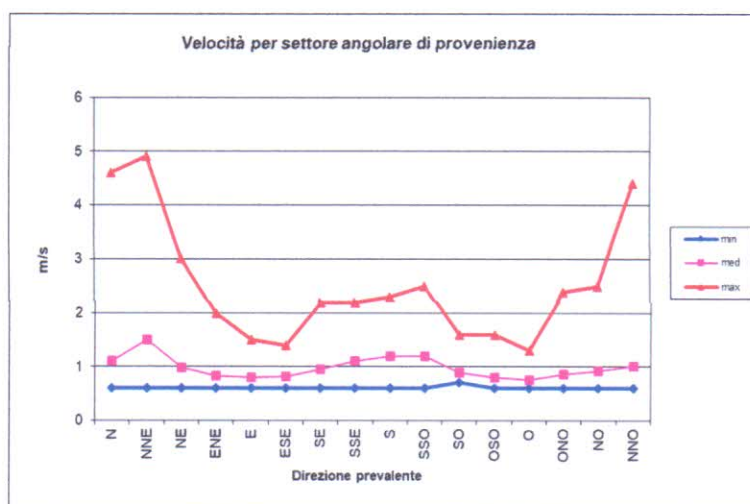
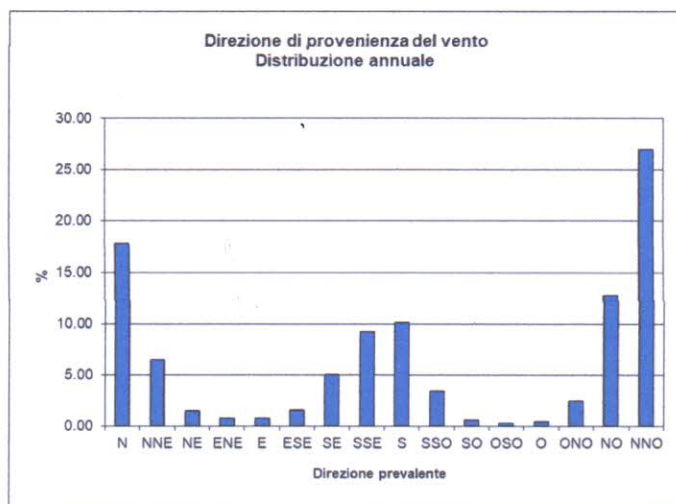


Speed (m/s)



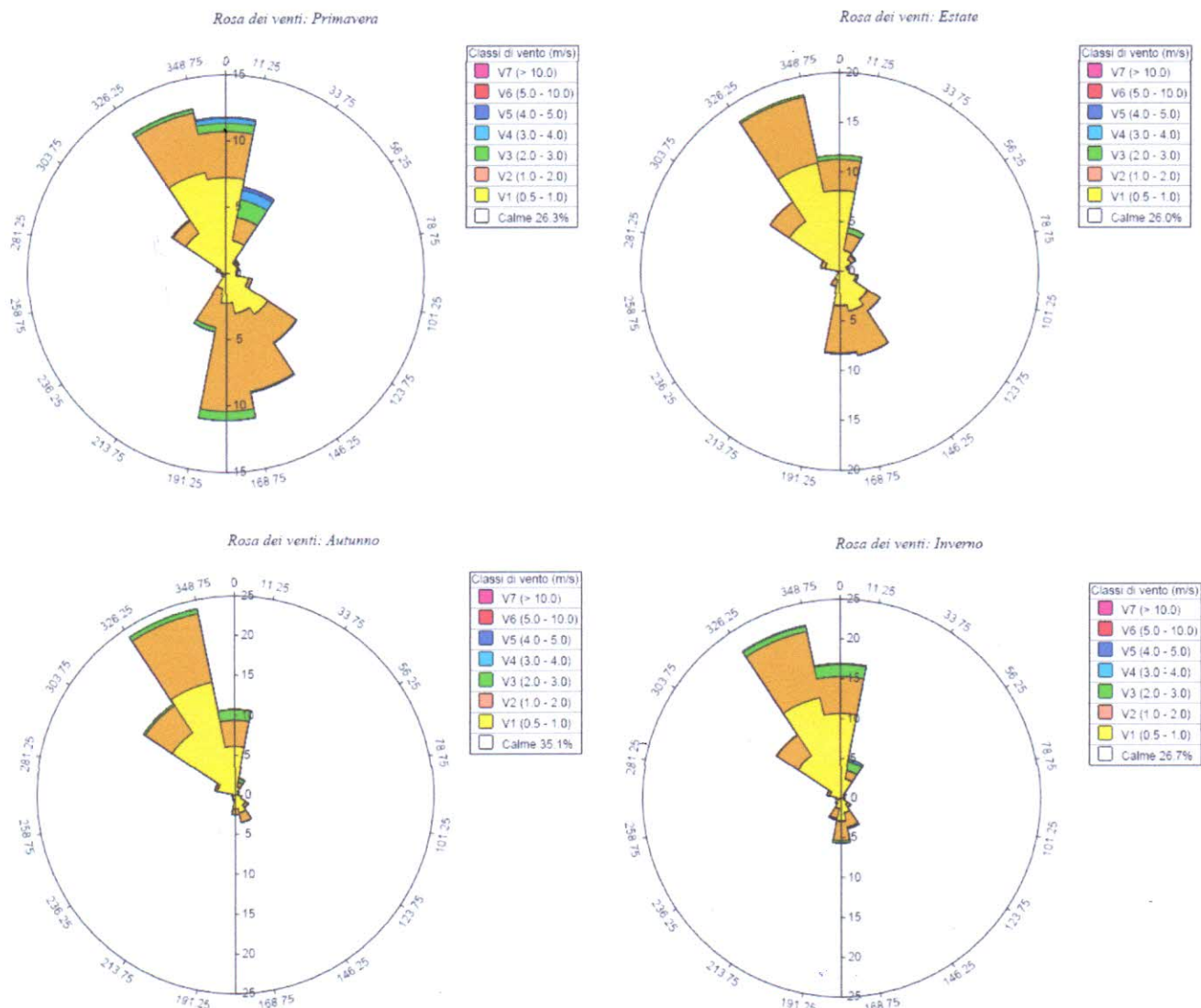
Valutazione statistica	
Velocità minima (m/s)	0.01
Velocità massima (m/s)	4.95
Velocità media (m/s)	0.83
Moda	0.7
Mediana	0.74
5-esimo percentile	0.19
25-esimo percentile	0.45
50-esimo percentile	0.74
75-esimo percentile	1.07
95-esimo percentile	1.8
% calme di vento	33.08

## Grafici di distribuzione del vento





## Rose dei venti stagionali



Le principali caratteristiche climatologiche del sito riscontrabili dai dati presentati sono le seguenti:

La circolazione locale delle masse d'aria è caratterizzata prevalentemente da venti di bassa intensità la cui direzionalità è fortemente determinata dalle caratteristiche orografiche della valle del fiume Toce.

In prossimità dell'impianto, come evidenziato dalla Rosa dei venti annuale e dalle rose stagionali, i venti mostrano una netta provenienza da NNW controbilanciata da venti provenienti da S ma solo nei medi primaverili – estivi.

L'intensità dei venti risulta sempre mediamente bassa, il valore più frequente risulta essere dell'ordine di 0.7 m/s mentre per circa il 95% delle ore/anno risulta compresa nell'intervallo [0.5-2] m/s delle quali il 33% rappresentano condizioni di calma di vento (<0.5 m/s). Le velocità massime non superano i 5 m/s.

Il clima dell'area è tipico delle zone alpine Nord - Occidentali di fondovalle con temperature decisamente fredde nei mesi invernali e gradevoli nei mesi estivi ed in genere non particolarmente umido.

L'umidità relativa media annua è dell'ordine del 70% con punte massime del 78% nei mesi autunnali ed invernali e minime del 60% nei mesi estivi.

Pagin

La piovosità dell'area risulta consistente con valori medi nell'ordine dei 1300 mm/anno, le precipitazioni risultano più evidenti nei mesi estivi (466 mm/stagione) e autunnali (385 mm/stagione) mentre in autunno e primavera i livelli di precipitazione si attestano su valori dell'ordine dei 200/250 mm/stagione.

L'atmosfera si presenta sempre in media con caratteristiche di forte stabilità (classe F+G di Pasquill) predominanti soprattutto in autunno e inverno mentre in primavera e soprattutto in estate, come conseguenza dall'aumento di intensità dell'insolazione locale, anche le situazioni complessive di instabilità atmosferica (cioè l'insieme delle classi A, B e C di Pasquill) risultano rilevanti.



## Appendice 2 - Valutazione dei coefficienti di Building Downwash

La determinazione del valore dei coefficienti presentati nel § 5.2 usati per calcolare l'effetto "Building Downwash" è stata effettuata utilizzando il modello BPIP-PRIME di EPA /12/.

Il modello legge in input le coordinate dei vertici degli edifici interessati e la loro altezza e, in funzione della posizione relativa e della dimensione dei camini presenti, esplora l'intera rosa dei venti in settori angolari di 10° verificando per ogni combinazione camino/edifici qual è l'effettiva dimensione dell'ostacolo che il camino sperimenta lungo ognuno dei 36 settori angolari definiti.

Il software BPIP calcola i coefficienti che esprimono l'effettiva larghezza, altezza e profondità degli ostacoli proiettando geometricamente l'insieme di edifici/ostacolo perpendicolarmente alla direzione dell'asse del settore angolare di 10° per ognuno dei camini presenti.

I coefficienti utilizzati per queste simulazioni basati sulla ricostruzione tridimensionale dell'impianto (vedere § 5.2) sono stati calcolati utilizzando il modello BPIP-PRIME di US EPA /12/ e sono riportati nella tabella seguente;

**Tabella 9: Parametri per valutazione del Building Downwash utilizzati nelle simulazioni**

### Camino E14 (ex E1Q)

Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)	Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)
10	8.3	44.09	49.24	-40.66	1.25	190	8.3	44.09	49.24	-8.57	-1.25
20	8.3	40.83	49.98	-41.09	-1.54	200	8.3	40.83	49.98	-8.89	1.54
30	8.3	36.34	49.2	-40.27	-4.29	210	8.3	36.34	49.2	-8.93	4.29
40	8.3	30.74	46.93	-38.23	-6.9	220	8.3	30.74	46.93	-8.7	6.9
50	8.3	25.08	43.23	-35.03	-8.98	230	8.3	25.08	43.23	-8.21	8.98
60	8.3	32.2	43.34	-32.88	-11.17	240	8.3	32.2	43.34	-10.45	11.17
70	8.3	38.35	45.62	-31.87	-13.03	250	8.3	38.35	45.62	-13.75	13.03
80	8.3	43.33	46.52	-29.89	-14.48	260	8.3	43.33	46.52	-16.63	14.48
90	8.3	47	46	-27	-15.5	270	8.3	47	46	-19	15.5
100	8.3	49.24	44.09	-23.29	-16.05	280	8.3	49.24	44.09	-20.8	16.05
110	8.3	49.98	40.83	-18.87	-16.1	290	8.3	49.98	40.83	-21.96	16.1
120	24	84.62	128	-165.49	49.66	300	24	84.62	128	37.49	-49.66
130	24	65.02	130.87	-173.86	31.19	310	24	65.02	130.87	42.99	-31.19
140	24	43.46	129.76	-176.94	11.78	320	24	43.45	129.76	47.18	-11.78
150	24	40	133.62	-179.97	-8.49	330	24	40	133.62	46.35	8.49
160	24	61.05	135.16	-177.63	-27.86	340	24	61.05	135.16	42.47	27.86
170	24	80.25	132.59	-169.9	-46.39	350	24	80.25	132.59	37.3	46.39
180	8.3	46	47	-8	-4	360	8.3	46	47	-39	4

### Camino E11 (ex E3N)

Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)	Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)
10	16	46.23	51.9	-96.1	-5.84	190	8	43.27	50.22	-59.49	9.71
20	16	46.05	50.23	-93.29	-18	200	8	40.23	50.92	-61.17	3.62
30	16	44.47	47.03	-87.64	-29.62	210	8	35.97	50.07	-61	-2.58
40	8	30.62	47.7	11.27	8.7	220	8	30.62	47.7	-58.97	-8.7
50	8	25.84	43.88	11.27	13.91	230	8	25.84	43.88	-55.15	-13.91
60	8	33.07	41.97	8.44	19.46	240	8	33.07	41.97	-50.41	-19.46
70	0	0	0	0	0	250	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	260	0	0	0	0	0
90	0	0	0	0	0	270	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	280	0	0	0	0	0
110	0	0	0	0	0	290	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0
130	0	0	0	0	0	310	0	0	0	0	0
140	0	0	0	0	0	320	0	0	0	0	0
150	24	40	133.62	-249.75	30.64	330	0	0	0	0	0
160	24	61.05	135.16	-253.15	-1.44	340	8	44.34	39.29	4.78	-25.51
170	24	80.25	132.59	-248.85	-33.48	350	16	42.41	50.52	-92.98	18.64
180	8	45	48	-56	15.5	360	16	45	52	-96	6.5



### Camino E06 (ex E55)

Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)	Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)
10	0	0	0	0	0	190	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	210	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	220	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	230	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	240	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	250	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	260	0	0	0	0	0
90	0	0	0	0	0	270	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	280	0	0	0	0	0
110	0	0	0	0	0	290	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0
130	0	0	0	0	0	310	0	0	0	0	0
140	0	0	0	0	0	320	0	0	0	0	0
150	0	0	0	0	0	330	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	340	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	350	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	360	0	0	0	0	0

### Camino E10 (ex E33)

Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)	Dir (deg)	Bh (m)	Bw (m)	Bl (m)	Xbadj (m)	Ybadj (m)
10	14	137.86	146.68	-23.86	70.26	190	14	137.86	146.68	-122.82	-70.26
20	14	146.53	132.91	-30	77.89	200	14	146.53	132.91	-102.91	-77.89
30	0	0	0	0	0	210	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	220	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	230	0	0	0	0	0
60	14	155.1	65.75	-54.52	83.33	240	14	155.1	65.75	-11.23	-83.33
70	14	160.27	88.39	-80.01	78.18	250	14	160.27	88.39	-8.38	-78.18
80	14	160.58	108.34	-103.07	70.67	260	14	160.58	108.34	-5.27	-70.67
90	14	156	125	-123	61	270	14	156	125	-2	-61
100	16	96.34	89.38	-114.46	50.73	280	16	96.34	89.38	25.08	-50.73
110	16	91.75	90.05	-122.44	37.91	290	14	132.91	146.53	4.62	-36.46
120	16	84.37	87.98	-126.7	23.94	300	14	115.1	150.75	7.77	-22.33
130	16	74.43	83.24	-127.11	9.25	310	14	93.79	150.39	10.68	-7.52
140	16	62.23	75.96	-123.66	-5.73	320	14	69.63	145.46	13.27	7.52
150	16	60.98	85.37	-126.13	-21.21	330	14	65.75	155.1	5.78	21.64
160	16	71.58	92.43	-124.83	-35.35	340	14	88.39	160.27	-1.95	35.82
170	15	108.55	202.58	-225.63	-48.8	350	15	108.55	202.58	23.05	48.8
180	14	125	156	-139	-60.5	360	14	125	156	-17	60.5

Definizione dei coefficienti riportati nella tabella precedente:

Dir = direzione media del vento all'interno del cono visuale di 10°

Bh = altezza massima ostacoli per settore di direzione

Bw = spessore massimo ostacoli per settore di direzione

Bl = lunghezza massima ostacoli per settore di direzione

Xbadj, Ybadj = parametri dimensionali della scia turbolenta per settore di direzione



## Appendice 3 - Report misure UNI EN13725 eseguite sul territorio e alle sorgenti emmissive

L'indagine sensoriale eseguita ha lo scopo di ottemperare alle prescrizioni riportate nel piano di monitoraggio e valutazione degli odori che richiede la determinazione del carico odorigeno delle emissioni espresse in Unità Olfattometriche  $OU_E/m^3$  e il carico odorigeno delle arie prelevate al perimetro dello stabilimento e ai recettori per la valutazione dell'eventuale impatto odorigeno provocato in esterno all'impianto produttivo. I dati di concentrazione di odore determinati alle sorgenti emmissive sono stati utilizzati per lo sviluppo dell'attuale Studio di dispersione 2022.

### La scelta dei punti di campionamento

I prelievi sono stati eseguiti nei punti ritenuti più rappresentativi sia per quanto riguarda le emissioni convogliate (camini) che per i punti al perimetro dello stabilimento e ai recettori esterni.

Complessivamente sono stati eseguiti n. 12 campionamenti di aria come riportati nel presente studio:

n. 4 alle emissioni convogliate

n. 4 di aria ambiente al perimetro dello stabilimento

n. 4 di aria ambiente in prossimità dei recettori esterni, a bordo strada

### Modalità di campionamento

I campioni di aria da sottoporre al test sono stati prelevati in data 13 Ottobre 2022 e sottoposti al test di olfattometria dinamica UNI-EN 13725 entro le 24 ore dal prelievo; tutti i prelievi sono stati eseguiti ad impianto produttivo a pieno regime operativo e nelle normali e quotidiane attività.

I prelievi sono stati effettuati con ausilio di pompa a polmone e in sacchetti di Nalophan (materiale espressamente indicato dalle norme) in doppia aliquota per volume complessivo di ca. 15 lt. cad.

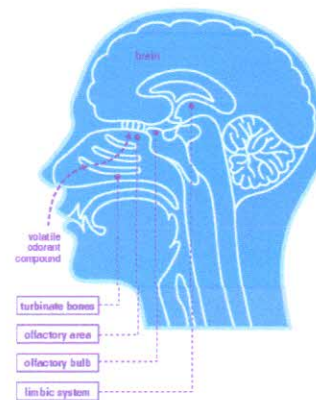
Durante il prelievo dei campioni le condizioni climatiche sono state caratterizzate da calma di vento (vedi tabella di seguito)



### Il metodo di misura UNI-EN13725 - Olfattometria dinamica

Olfattometria dinamica, secondo il metodo della “scelta forzata”, è un metodo di misura della concentrazione di odore di un campione e si basa sulla sua rilevazione diretta impiegando un panel di rinoanalisti qualificati. Lo strumento impiegato nel nostro caso è l'olfattometro dinamico installato presso il Laboratorio di Olfattometria Dinamica e Sensoriale, Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali, Via Celoria 10, Milano.

Lo strumento consente la conduzione di sessioni di olfattometria dinamica con un panel composto da n. 6 persone che possono contemporaneamente annusare ed esprimere le proprie valutazioni in piena conformità alla normativa europea EN13725. L'andamento della misura è controllato da un personal computer cui ciascuna postazione di olfazione è collegata tramite un computer palmare.



La determinazione secondo il criterio della “scelta forzata” significa che ciascuna postazione di olfazione è dotata di due “porte” da una delle quali fuoriesce aria odorosa mentre dall'altra solo l'aria di riferimento; è l'olfattometro che, di volta in volta, cambia la porta da cui è fatta fuoriuscire la miscela diluita di odore.

Ad ogni somministrazione di odore ciascun rino-analista è costretto ad indicare, tramite un computer palmare, da quale delle due porte sente provenire l'odore, accompagnando la propria scelta con l'indicazione del grado di certezza con cui il proprio giudizio è espresso (“sicuro”, “insicuro” oppure “a caso”); dal punto di vista del risultato si considera valida la risposta del rino-analista solo quando la porta da cui proviene l'odore è correttamente riconosciuta con certezza.



La misurazione inizia con un livello di diluizione tale per cui nessun componente del panel è in grado di percepire l'odore con certezza; nelle somministrazioni successive la diluizione dell'odore è proporzionalmente diminuita affinché tutti i rinoanalisti arrivino a percepire la presenza dell'odore con certezza.

Definizione di odore: un campione gassoso ha concentrazione di 1 OU<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> quando è alla soglia di percezione, ossia quando il 50% della popolazione, annusando quel campione, percepisce un odore, mentre il restante 50% non ne percepisce alcuno. In pratica, applicando la suddetta definizione, la carica di odore di un generico campione è data dal numero di diluizioni che quest'ultimo deve subire per poter essere percepito dai componenti del panel.

Di seguito report ufficiale redatto da Laboratorio di “Olfattometria Dinamica e Analisi Sensoriale”, Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali, Università degli Studi di Milano, Via Celoria 10 Milano, sede dei test.





## UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

DIPARTIMENTO DI SCIENZE E POLITICHE AMBIENTALI  
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLICY  
Laboratorio di Olfattometria Dinamica e Analisi Sensoriale



### RAPPORTO DI PROVA fb/ol/04\_22

**Oggetto:** Determinazione della concentrazione di odore in campioni d'aria secondo Norma Europea EN 13725

**Richiedente:** PCA Technologies S.r.l. per conto di Hydrochem S.p.A., Pieve Vergonte (VB)

**Località d'esecuzione dell'analisi:** Università degli Studi di Milano - Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali - Via Celoria, 10 – 20133 Milano

#### Riferimenti

Data di esecuzione dei prelievi da parte del richiedente:	26/10/2022	Data di esecuzione delle prove	27/10/2022
Data di ricevimento dei campioni	27/10/2022	Data di emissione	27/10/2022

Campione	Orario prelievo	OU/m <sup>3</sup>
Campione 1: P1 – (Lato Nord)	11:56	41
Campione 2: P2 – (Lato Ovest)	11:50	28
Campione 3: P3 Lato Ovest	11:43	35
Campione 4: P4 – (Lato Sud)	10:36	35
Campione 5: R1 – Parcheggio Nord	14:28	35
Campione 6: R2 – Abitazione Nord	14:34	58
Campione 7: R3- Abitazione Nord-Ovest	14:39	29
Campione 8: R4 – Abitazioni Ovest	14:49	25
Campione 9: E06 (ex E55N)	10:28	530
Campione 10: E10 (ex 33A)	11:32	41
Campione 11: E11 (ex E3N)	10:42	11744
Campione 12: E14 (ex E1Q)	10:51	633



**Dati per la stima dell'incertezza di misura (al – 27/10/2022)**

Incertezza di ripetibilità per misurazioni su CRM*		Criteri generali di ripetibilità e accuratezza
t di Student (p = 95%)	2.23	
Accuratezza della misurazione di $C_{od}$ su CRM	$A_{od} = 0.1749$	$A < 0.217$
Ripetibilità della misurazione di $C_{od}$ su CRM	$r_{CRM} = 0.314$	$r < 0.477$

\* CRM = Materiale di riferimento certificato

**Calcolo dell'accuratezza:** per accuratezza si intende la vicinanza del risultato della misura con il valore di riferimento accettato.

Per garantire l'accuratezza delle misurazioni si è provveduto alla sua misura prima di iniziare la prova.

*Accuratezza della misura:*  $A_{od} = 0.1749$  (Limite richiesto:  $A_{od} \leq 0.217$ ).

**Calcolo della precisione (espressa come ripetibilità):** rappresenta la ripetibilità del dato, ovvero la variazione dei risultati ottenuti; una serie di misure si dice precisa quando i dati osservati sono tutti molto vicini tra loro.

Verificata la corrispondenza delle misure effettuate.

*Ripetibilità della misurazione:*  $r_{CRM} = 0.314$  (Limite richiesto:  $r \leq 0.477$ ).

Data

Milano, 27/10/2022

Il Responsabile del Laboratorio:  
Prof.ssa Marcella Guarino