

RELAZIONE TECNICA DI MODELLIZZAZIONE DIFFUSIONALE DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA

Committente:

Cordivari S.r.l.

**Zona industriale Pagliare
64020 Morro d'Oro (TE)**

Sito oggetto di indagine:

Sito 1

**Zona industriale Pagliare
64020 Morro d'Oro (TE)**

REPORT

Giugno 2024

Il Responsabile del Laboratorio
Dott. Chim. Daniele SERAFINI


INDICE

1.RAPPORTO DI MODELLIZZAZIONE DELLA DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI	3
2.LOCALIZZAZIONE DEL SITO	4
3.NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
4.APPROSSIMAZIONI E FINALITÀ DELL'INDAGINE	8
5.MODELLO MICROMETEOROLOGICO	9
6.MODELLO EMISSIVO	14
7.ELABORAZIONE DEI RISULTATI	19
8.CONCLUSIONI	24

1. RAPPORTO DI MODELLIZZAZIONE DELLA DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

Su incarico della società CORDIVARI s.r.l. è stato predisposto il presente rapporto di modellizzazione al fine di verificare la dispersione degli inquinanti atmosferici legati alla ricaduta delle emissioni prodotte dall'impianto di produzione "Sito 1" ubicato nella Zona Industriale Pagliare s.n.c – Morro D'Oro (TE).

L'attività è stata richiesta a seguito della revisione dell'AIA e all'introduzione di alcuni nuovi punti emissivi. In base alla nuova autorizzazione il sito sarà produttivo per 24 ore giorno, con l'introduzione di una nuova linea di sabbatura e verniciatura.

I dati delle emissioni prodotte sono stati valutati in base al quadro riassuntivo delle sorgenti emissive identificate dalla committente, e i risultati sono stati introdotti nel modello diffusionale.

Tale approccio risulta in una situazione di massimo possibile inquinamento del sito (worst case), in quanto il valore limite presente nel Q.R.E. è decisamente più alto rispetto ai valori sperimentali ritrovati negli anni nello stesso sito, per cui è stato preferito un approccio peggiorativo per valutare in questo caso eventuali criticità emergenti dalla dispersione delle specie chimiche.

2. LOCALIZZAZIONE DEL SITO

L'impianto di produzione in oggetto di rinnovamento è localizzato nel comune di Morro D'oro, in località Zona Industriale Pagliare, provincia di Teramo.



Fig.1 – Perimetro dell'installazione Cordivari – Sito 1

Nell'area scelta il paesaggio risulta pianeggiante e privo di rilevanti discontinuità topografiche. Il sito è posto all'interno della Valle del fiume Vomano, in una zona con lievi discontinuità topografiche in quanto vicino all'alveo del fiume

All'interno della superficie considerata sono presenti 27 fonti emissive disposte spazialmente come di seguito:

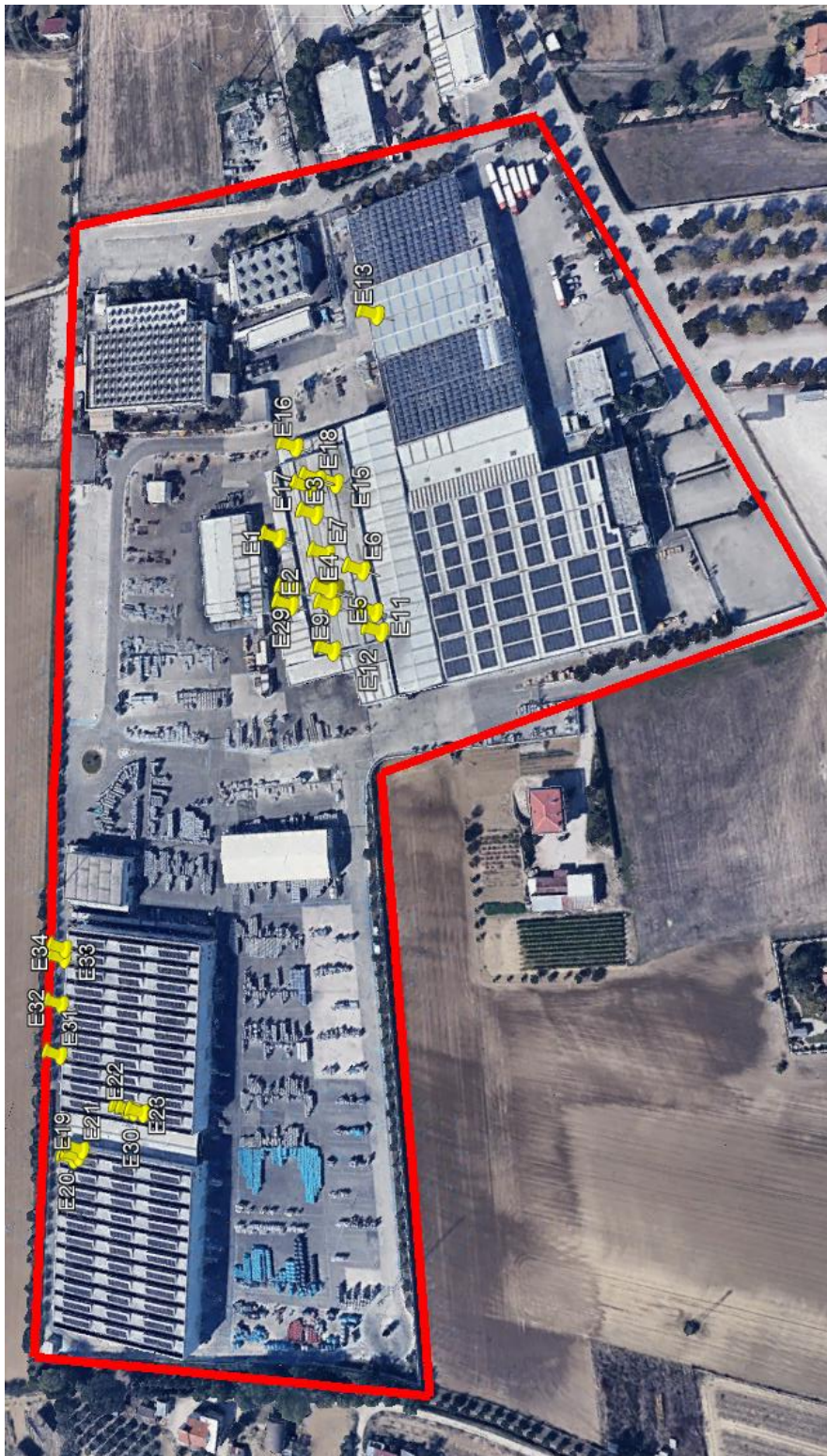


Fig.2 – dislocazione dei punti emissivi all'interno del Sito 1

Le emissioni considerate sono riassunte come di seguito:

Sigla	Descrizione	Sigla	Descrizione
E1	Zincatura a caldo (decapaggio)	E17	Verniciatura boiler (polimerizzazione)
E2	Zincatura a caldo (Zincatura)	E18	Verniciatura boiler (forno statico)
E3	Verniciatura polveri (Sgrassaggio)	E19	Polietilene (scarico camera cottura)
E4	Verniciatura polveri (Sgocciolamento)	E20	Polietilene (camera di raffreddamento)
E5	Verniciatura polveri (Forno Asciugatura)	E21	Polietilene (camera di raffreddamento)
E6	Verniciatura polveri (Forno Polimerizz.)	E22	Schiumatura bollitori (macchina a portale)
E7	Verniciatura polveri (Polimerizzazione)	E23	Schiumatura bollitori (macchina a portale)
E8	Verniciatura polveri (Polimerizzazione)	E29	Camino fumi del surplus forno
E9	Bruciatore caldaia acqua calda verniciatura	E30*	Impianto saldatura 10P
E11	Verniciatura polveri (Applicazione polveri)	E31*	Impianto verniciatura polveri 10P
E12	Verniciatura polveri (Applicazione polveri)	E32*	Impianto verniciatura polimerizzazione 10P
E13	Bruciatore caldaia laboratorio collaudo	E33*	Impianto verniciatura 10P (forno statico)
E15	Verniciatura boiler (sabbatura)	E34*	Impianto schiumatura bollitori 10P
E16	Verniciatura boiler (applicazione polvere)		

Tab.1 Punti emissivi (le sigle con il simbolo * sono camini nuovi da autorizzare)

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.P.C.M. del 28.03.1983: "Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno";

D.M. 12.11.1992: "Criteri generali per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane disposizioni per il miglioramento della qualità dell'aria";

D.M. 15.04.1994: "Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli articoli 3 e 4 del D.P.R. 24 maggio 1988 n. 203, e dell'art. 9 del D.M. 20 maggio 1991";

D.M. 25.11.1994: "Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994";

D.M. 503 19.11.1997: "Regolamento recante norme per l'attuazione delle direttive 89/369/CEE e 89/429/CEE concernenti la prevenzione dell'inquinamento atmosferico provocato dagli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani e la disciplina delle emissioni e delle condizioni di combustione degli impianti di incenerimento di rifiuti urbani, di rifiuti speciali non pericolosi, nonché di taluni rifiuti sanitari."

D.M.A 163 21.04.1999: "Regolamento recante norme per l'individuazione dei criteri ambientali e sanitari in base ai quali i Sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione";

D.L. 351 04.08.1999: Recepimento della Direttiva Quadro 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità aria ambiente;

D.M. 60 02.04.2002: Recepimento della direttiva 1999/30/CE del 22 aprile 1999 del Consiglio concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il

piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio;

D.L. 183 21.05.2004: Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria.

D.L. 152 03.04.2006: "Norme in materia ambientale"

D.L. 152 03.08.2007: "Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente."

Direttiva 2008/50/CE: "Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 maggio 2008, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

D.L. 155 13.08.2010: "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa"

D.Lgs 152/06, parte quinta titoli da I a III, artt. da 267 a 298 e Articolo 272-bis.

In base alle normative sopra indicate sono stati integrati i limiti per la qualità dell'aria (D.Lgs 155/10) con quelli non normati nel seguente modo:

Inquinante	Tipologia limite	Arco temporale	Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Superamenti anno
PM10	Limite giornaliero	24 ore	50	Max 35
	Limite annuale	anno	40	
Biossido di azoto	Limite orario	1 ora	200	Max 18
	Limite annuale	anno	40	
	Limite annuale NOx	anno	30	
Ossido di carbonio	Limite orario	8 ore	10.000	
Biossido di zolfo	Limite giornaliero	24 ore	125	Max 3
	Limite orario	1 ora	350	Max 24
COT	Limite orario	3 ore	200	
NH ₃ ⁽¹⁾	Limite giornaliero	24 ore	270	
HCl ⁽²⁾	Limite orario	1 ora	20	
NaOH ⁽³⁾				
Na ₃ PO ₄ ⁽³⁾				

⁽¹⁾ Air Quality Guidelines for Europe – second edition, 2000

⁽²⁾ EPA - Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure (RfC)

⁽³⁾ Le sostanze non sono normate

Tab. 2 inquinanti e limiti adottati

4. APPROSSIMAZIONI E FINALITÀ DELL'INDAGINE

In base ai limiti vigenti e agli inquinanti normati nel quadro riassuntivo, la modellizzazione è stata effettuata sui parametri indicati in tabella 2, considerando le seguenti approssimazioni:

- Polveri: ai fini modellistici sono state approssimate le polveri al PM10, in quanto presente un limite restrittivo di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ giornalieri.
- Metalli: il valore limite dei metalli è annuale: in un'approssimazione peggiorativa (worst case) sono quindi stati associate tutte le polveri al metallo, studiando la loro dispersione su base annua, in quanto tutto il materiale metallico si disperde sottoforma di polvere.
- SOV: le sostanze organiche volatili non sono normate, ai fini modellistici sono stati sommati i valori di tali sostanze al valore del COT, in quanto i composti organici volatili possono essere ricondotti a una frazione del carbonio organico totale. Anche questa approssimazione è di tipo peggiorativo).
- Ammoniaca e Acido Cloridrico: non sono normati dalla legislazione nazionale, tuttavia esistono delle linee guida europee o statunitensi che riportano dei valori guida da rispettare per i composti, e si è deciso di utilizzare questi valori come linee guida. Tali valori sono da riferirsi però ad un'esposizione cronica all'inquinante, ben diversa da uno studio modellistico di ricaduta, ma in un approccio di tipo "worst case" è stato preferito utilizzare tali limiti.
- Idrossido di sodio e fosfato di sodio: questi due composti non sono presenti in nessuna normativa, né europea né internazionale. Sono comunque stati studiati a fini conoscitivi.

Obiettivo di questo studio è la valutazione degli effetti delle sostanze inquinanti generate dal processo e di stabilire, sulla base delle condizioni meteorologiche presenti nell'area, l'impatto sui recettori localizzati nel territorio adiacente.

Sono stati individuati come recettori alcune abitazioni limitrofe all'impianto e l'edificio pubblico più vicino in linea d'aria.

5. MODELLO MICROMETEOROLOGICO

DATI DI INGRESSO

L'elenco dei parametri meteorologici utilizzati per il modello sono riportati nella seguente tabella:

Parametro	Calcolo media	Unità di misura	Periodo considerato
Temperatura aria	Media oraria	°C	Dal 01/01/2023 al 01/01/2024
Velocità vento	Media oraria	m/s	
Direzione vento	Prevalente oraria	Gradi sessagesimali	
Radiazione solare globale	Media oraria	MJ/m ²	
Umidità relativa aria	Media oraria	%	
Precipitazioni	Totale oraria	mm	

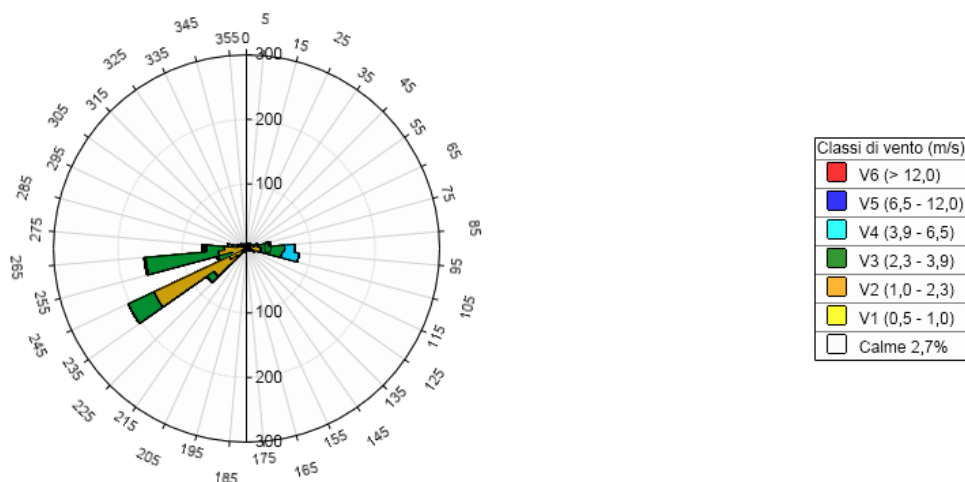
I dati meteorologici utilizzati per la modellazione sono stati scelti in modo tale da essere rappresentativi del luogo dove sorgerà l'impianto.

Di seguito sono illustrate le rose dei vettori del vento ottenute dall'analisi dei dati meteo.

Nella prassi meteorologica, nelle rose dei venti è consuetudine, per convenzione, indicare l'angolo di direzione di provenienza del vento. Ad esempio, quando si indica che il vento ha angolo 90°, si intende che esso soffia da est a ovest. Al contrario, nell'ambito della simulazione della dispersione degli inquinanti, è più efficace rappresentare non già la direzione del vento (ossia l'angolo di provenienza), ma piuttosto il vettore del vento (ossia la direzione verso cui il vento soffia). Quest'ultima è la convenzione assunta nel presente studio.

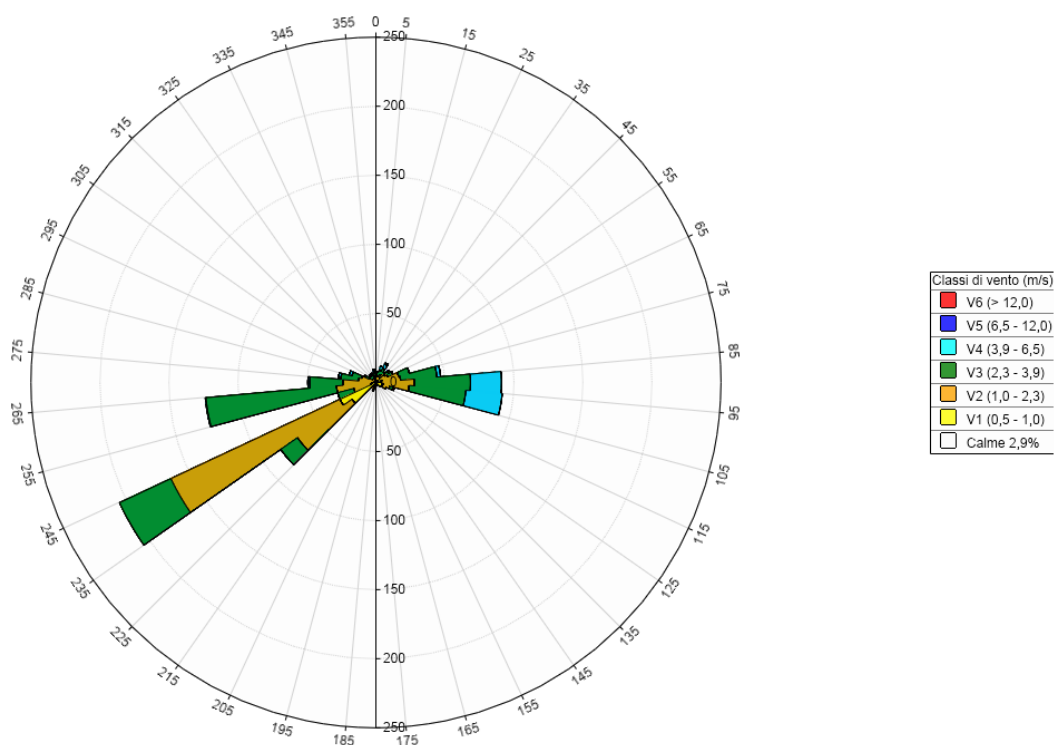
Quindi, nel presente studio, quando si indica, ad esempio, che il vento ha angolo 90°, si intende che esso soffia da ovest a est.

Rosa dei venti (velocità del vento in m/s)

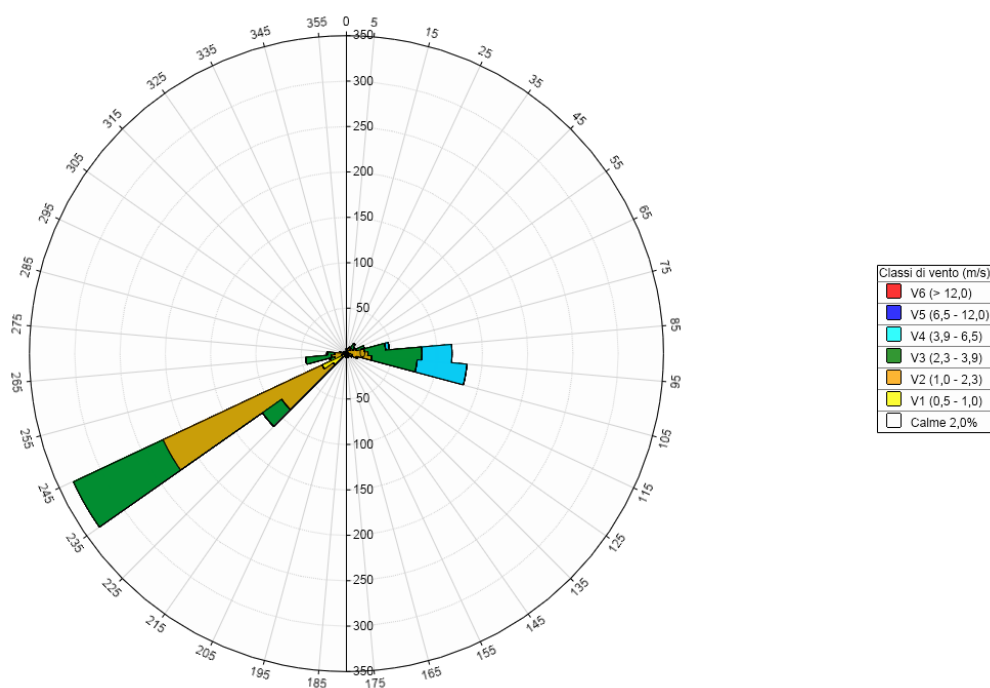


Essa evidenzia, presso il sito geografico in esame, la presenza di due direzioni prevalenti del vento, una diretta verso est, e l'altra in direzione opposta verso ovest-sud-ovest. Di seguito si indicano le rose dei venti stagionali.

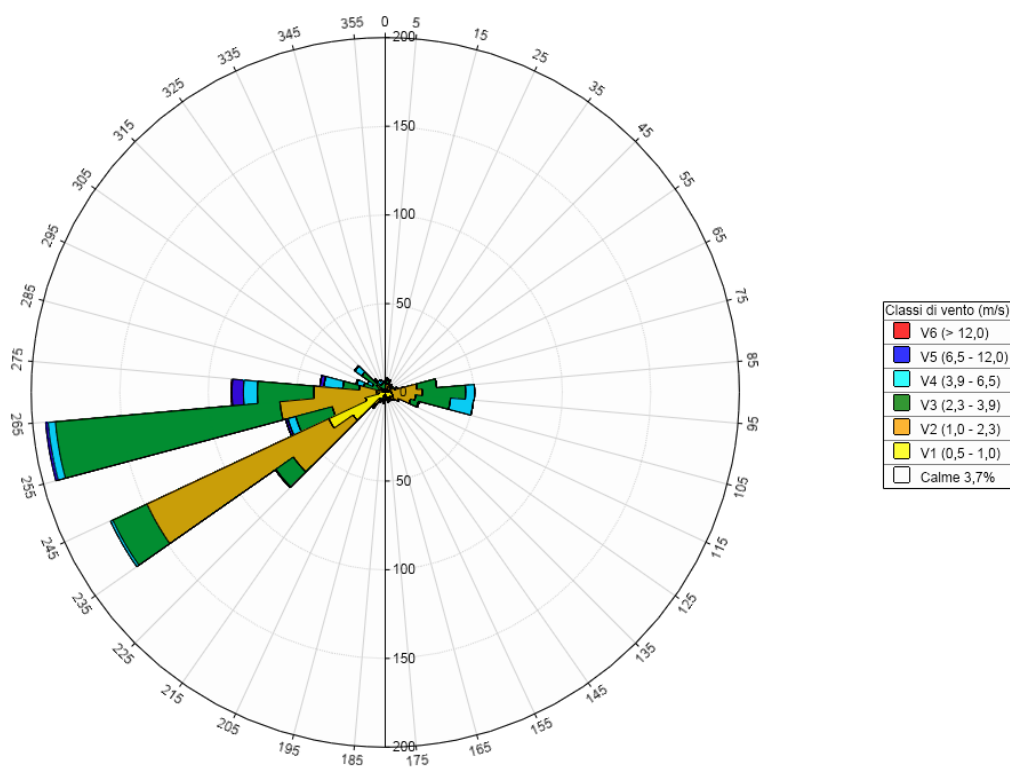
Rosa dei venti (velocità del vento in m/s): Primavera

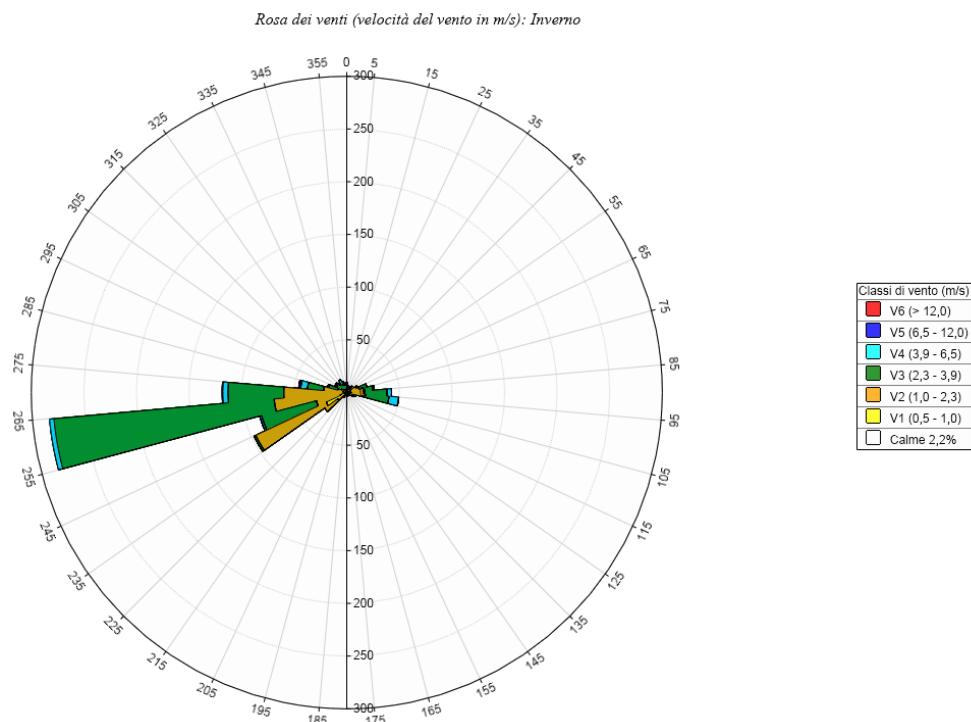


Rosa dei venti (velocità del vento in m/s): Estate



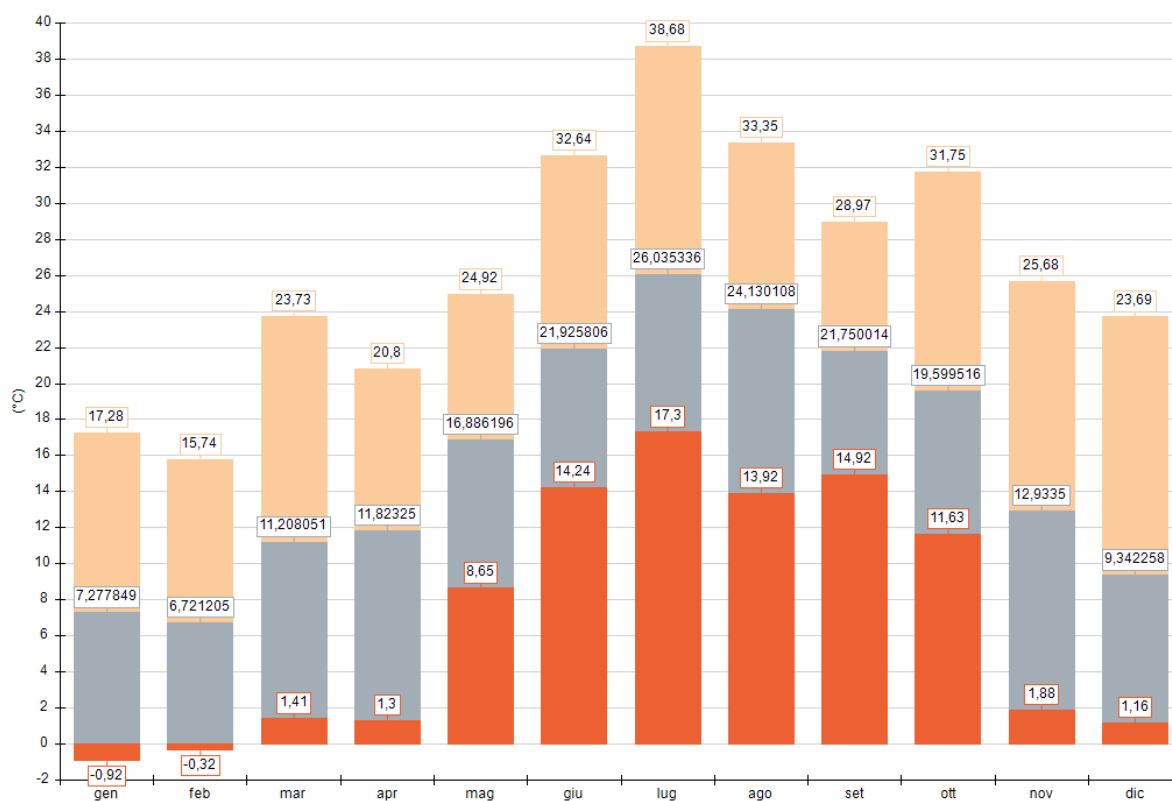
Rosa dei venti (velocità del vento in m/s): Autunno



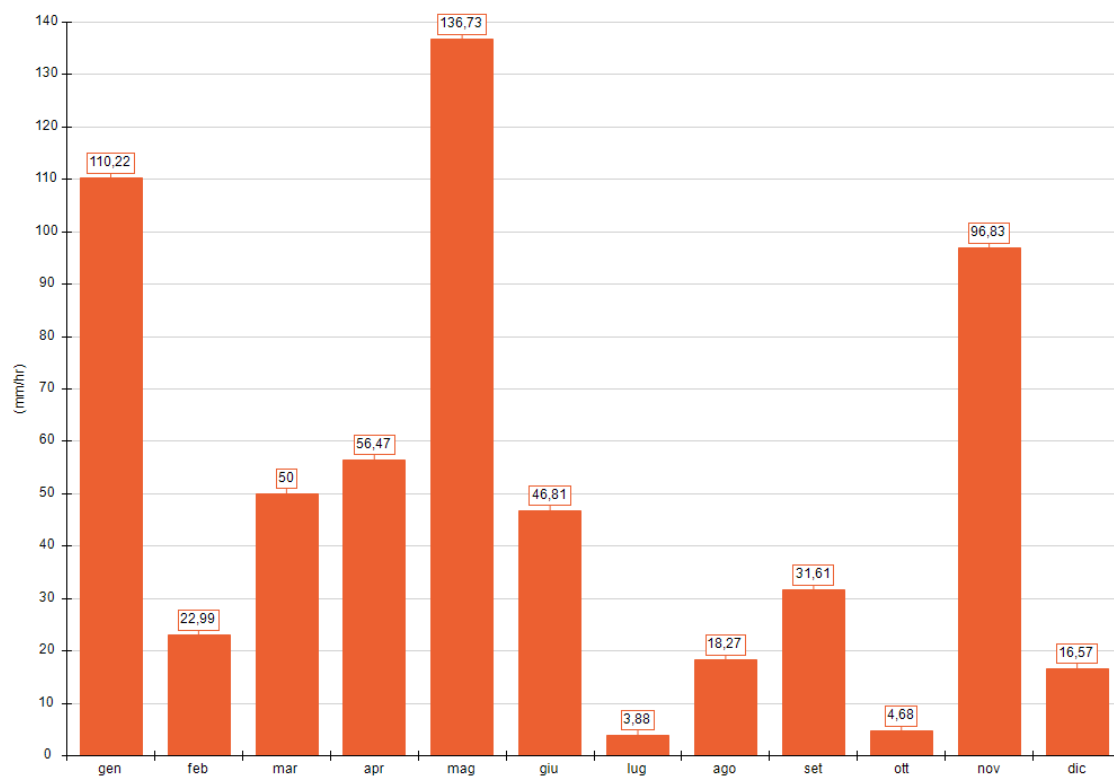


Per completezza, nei grafici sottostanti, si riportano anche le indicazioni relative alle temperature e alle precipitazioni medie mensili.

Temperatura minima, media massima (°C)



Precipitazione cumulata (mm/hr)



6. MODELLO EMISSIVO

Il presente studio è stato condotto mediante l'utilizzo del modello CALPUFF, modello gaussiano a puff multistrato non stazionario, sviluppato da Earth Tech Inc, in grado di simulare il trasporto, la trasformazione e la deposizione atmosferica di inquinanti in condizioni meteo variabili non omogenee e non stazionarie.

Il sistema di modellazione CALPUFF è, infatti, un modello di dispersione e trasporto che analizza i puff di sostanze emesse da parte di sorgenti, simulando la dispersione ed i processi di trasformazione lungo il percorso in atmosfera delle sostanze stesse. Esso include tre componenti principali:

- pre-processore CALMET, un modello meteorologico, dotato di modulo diagnostico di vento, inizializzabile attraverso dati da stazioni (superficiali e in quota) e in grado di ricostruire i campi 3D di vento e temperatura e 2D dei parametri della turbolenza;
- CALPUFF, ossia il modello di dispersione gaussiana a puff;
- post-processore RUNANALYZER, preposto all'estrazione dai file binari prodotti in uscita da CALPUFF.

CALPUFF può utilizzare i campi meteo tridimensionali prodotti da specifici pre-processor (CALMET) oppure, nel caso di applicazioni semplificate, fa uso di misure rilevate da singole centraline meteo. I modelli a segmenti o puff partono dalle medesime equazioni dei modelli gaussiani, ma da differenti condizioni iniziali, ipotizzando la dispersione di "nuvolette" di inquinante a concentrazione nota e di forma assegnata (gaussiana o "slug"), e permettono di riprodurre in modo semplice la dispersione in atmosfera di inquinanti emessi in condizioni non omogenee e non stazionarie, superando quindi alcune limitazioni dei classici modelli gaussiani fra cui ISC3. L'emissione viene discretizzata in una serie di singoli puff. Ognuna di queste unità viene trasportata all'interno del dominio di calcolo per un certo intervallo di tempo ad opera del campo di vento in corrispondenza del baricentro del puff in un determinato istante. In questo modo, al variare della direzione del vento, il modello a puff segue con maggiore precisione la traiettoria effettiva dell'emissione rispetto all'approccio tradizionale dove è l'intero plume a cambiare direzione insieme al vento.

Ogni segmento produce un campo di concentrazioni al suolo calcolato secondo la formula gaussiana e solo il segmento più prossimo al punto recettore contribuisce a stimare la concentrazione nel recettore stesso. La figura seguente illustra la procedura descritta. La concentrazione totale ad un certo istante viene calcolata sommando i contributi di ogni singolo puff.

A differenza di quanto avviene nel modello gaussiano standard, non si fa l'ipotesi che la diffusione lungo la direzione di moto del pennacchio, x , sia trascurabile rispetto allo spostamento. Questo fa sì che, da un lato, nell'equazione, che descrive questo modello, la velocità del vento non compaia più esplicitamente e, dall'altro lato, che il modello possa essere usato anche per le situazioni di vento debole o di calma. La concentrazione al suolo nel punto recettore è la somma dei contributi (D_c) di tutti i puff. L'espressione del modello a puff è la seguente (Zannetti, 1990):

$$\Delta c = \frac{\Delta M}{(2\pi)^{3/2} \sigma_h^2 \sigma_z^2} \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(x_p - x_r)^2}{\sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(y_p - y_r)^2}{\sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(z_p - z_r)^2}{\sigma_z^2}\right] \quad (7)$$

dove:

$$\Delta M = Q \Delta t$$

$$x_p, y_p, z_p$$

$$x_r, y_r, z_r$$

$$\sigma_h, \sigma_z$$

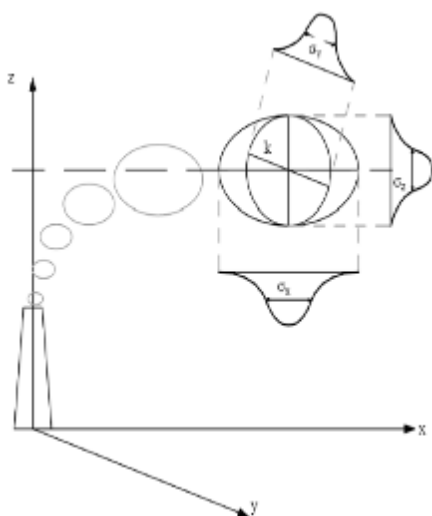
massa emessa nell'intervallo di tempo Δt [Kg]

coordinate del baricentro dell'i-esimo puff [m]

coordinate del punto recettore [m]

coefficienti di dispersione orizzontale e verticale [m], determinabili come visto nella precedente sezione

I puff emessi si muovono nel tempo sul territorio: il centro del puff viene trasportato dal campo di vento tridimensionale mentre la diffusione causata dalla turbolenza atmosferica provoca l'allargamento del puff ed è descritta dai coefficienti di dispersione istantanei. I coefficienti di dispersione nelle tre direzioni sono funzione, come nel caso del modello gaussiano, della distanza (o tempo di percorrenza) e delle caratteristiche dispersive dell'atmosfera.



Gli algoritmi di CALPUFF consentono di considerare opzionalmente diversi fattori, quali:

- l'effetto scia generato dagli edifici prossimi alla sorgente (building downwash) o allo stesso camino di emissione (stack-tip down wash);
- la fase transizionale del pennacchio;
- la penetrazione parziale del plume rise in inversioni in quota;
- gli effetti di lungo raggio quali deposizione secca e umida;
- le trasformazioni chimiche;
- lo share verticale del vento;
- il trasporto sulle superfici d'acqua;
- la presenza di orografia complessa o di zone costiere.

In riferimento all'ultimo punto, l'effetto del terreno viene schematizzato dividendo il flusso in due componenti, una di ascensione, con alterazione del tasso di diffusione, e un'altra di contorno, deflessione o divisione attorno agli ostacoli. Come per CALMET, le simulazioni con il modello CALPUFF sono raccomandate in una scala che può variare da una decina di metri (vicino al campo) a una centinaia di chilometri (trasporto su lunga distanza) dalle sorgenti. Il modello permette la divisione orizzontale e verticale del puff.

Nello studio in esame è stato considerato sia l'effetto scia generato dal camino di emissione (stacktip down wash), sia la penetrazione parziale del plume rise in inversioni in quota. CALPUFF utilizza inoltre diverse possibili formulazioni per il calcolo dei coefficienti di dispersione. Nello studio in esame è stata utilizzata l'opzione "Micrometeorology" che permette il calcolo dei coefficienti di dispersione a partire dai metereologici disponibili (Lunghezza di Monin-Ubukhov, velocità d'attrito, ecc.). Per simulare al meglio le condizioni reali di emissione, il modello permette di configurare le sorgenti attraverso sorgenti puntiformi, lineari, areali e volumetriche.

La valutazione quantitativa degli impatti sulla componente atmosfera in termini di qualità dell'aria, avviene attraverso lo studio modellistico previsionale dei valori delle concentrazioni in atmosfera degli inquinanti previsti nel quadro riassuntivo. Si precisa che sono stati analizzati tutti gli inquinanti emessi dallo stabilimento, per i quali sono previsti limiti normativi vigenti in materia di qualità dell'aria o standard di riferimento internazionale per la salute umana.

Lo studio modellistico previsionale è stato sviluppato secondo le seguenti fasi:

- Caratterizzazione delle condizioni meteo-diffusive dell'area di studio;
- Caratterizzazione e quantificazione delle emissioni di inquinanti atmosferici rilasciati dai camini dello stabilimento durante l'esercizio alla massima capacità produttiva dell'impianto;
- Simulazione modellistica della dispersione in atmosfera degli inquinanti mediante modello CALPUFF;
- Analisi dei risultati delle concentrazioni degli inquinanti attese nell'area di studio e confronto con i limiti normativi vigenti in materia di qualità dell'aria o standard di riferimento internazionale per la salute umana.

Per ogni punto emissivo, sono state inserite le coordinate, il diametro e l'altezza dello sbocco. Tutti i camini sboccano verticalmente e direttamente in atmosfera. I dati della velocità sono stati calcolati dalla portata e dalla sezione di sbocco. Gli inquinanti sono stati inseriti come flusso di massa massimo ammesso.

I camini sono considerati attivi per 312 giorni anno, rispettando i periodi di chiusura/manutenzione estiva ed invernale nonché le festività nazionali. Per l'anno 2024 i giorni lavorativi sono:

- Dall'11 gennaio al 5 agosto, con chiusura giornaliera nei giorni 01/04, 02/04, 25/04, 01/05, 02/06;
- Dal 27 agosto al 16 dicembre, con chiusura giornaliera nei giorni 01/11 e 08/12.

Fa eccezione il solo punto emissivo E29 che resta attivo 365 giorni anno.

Nella tabella seguente sono riportati tutti i dati in ingresso per i punti emissivi considerati.

Sigla	Coordinate GPS	Velocità (m/s)	Temperatura (°K)	Diametro (m)	Altezza (m)	Inquinante	Flusso di massa (g/s)
E1	42°38'22.74"N 13°56'59.19"E	17,69	298	1	9,7	polveri totali	0,15
						acido cloridrico	0,1
						NAOH	0,125
E2	42°38'21.6"N 13°56'59.88"E	13,16	298	1,1	9,7	Polveri totali	0,225
						Ammoniaca	0,36
						Acido Cloridrico	0,225
						Piombo	0,0068
						Nichel	0,0225
						Cadmio	0,0068
						Rame	0,036
						Stagno	0,036
						Alluminio	0,18
						Zinco	0,18
E3	42°38'23.21"N 13°56'59.76"E	12,95	298	0,5	9,5	Polveri totali	0,0275
						Fosfato di sodio	0,0064
						Idrossido di sodio	0,0275
E4	42°38'22.33"N 13°57'0.53"E	11,25	298	0,5	9,5	Polveri totali	0,0239
						Fosfato di sodio	0,00557
						SOV cl V	0,0517
E5	42°38'22.16"N 13°57'0.89"E	2,83	473	0,25	9,5	Nox	0,1
						CO	0,03
E6	42°38'22.60"N 13°57'0.79"E	5,09	473	0,25	9,5	NOx	0,18
						CO	0,054
E7	42°38'22.77"N 13°57'0.24"E	3,15	423	0,3	9,5	Polveri totali	0,004
						S.O.V.	0,028
E8	42°38'22.39"N 13°57'0.63"E	3,15	423	0,3	9,5	Polveri totali	0,004
						S.O.V.	0,028
E9	42°38'21.61"N 13°57'0.98"E	8,49	473	0,25	9,5	NOx	0,3
						CO	0,09
E11	42°38'22.29"N 13°57'1.51"E	14,22	298	0,74	9,5	Polveri totali	0,11
E12	42°38'22.08"N 13°57'1.74"E	16,15	298	0,74	9,5	Polveri totali	0,125
E13	42°38'25.29"N 13°56'59.65"E	2,83	473	0,25	9,5	NOx	0,1
						CO	0,05
E15	42°38'23.69"N 13°56'59.95"E	8,85	298	0,6	9,5	Polveri totali	0,045
						Ferro	0,045
						Cadmio	0,0018
						Nichel	0,009

Sigla	Coordinate GPS	Velocità (m/s)	Temperatura (°K)	Diametro (m)	Altezza (m)	Inquinante	Flusso di massa (g/s)
E16	42°38'23.96"N 13°56'58.94"E	12,78	298	0,6	9,5	Polveri totali	0,065
E17	42°38'23.52"N 13°56'59.46"E	4,42	423	0,2	9,5	Polveri totali	0,0025
						SOV cl III	0,002
						SOV cl IV	0,002
						SOV cl V	0,002
E18	42°38'23.66"N 13°56'59.58"E	8,49	473	0,25	9,15	NOx	0,3
						CO	0,15
E19	42°38'13.33"N 13°56'59.19"E	16,98	498	0,25	10	Polveri totali	0,015
						NOX	0,45
						SOX	0,45
						CO	0,27
						S.O.V.	0,06
E20	42°38'13.40"N 13°56'59.27"E	9,61	313	0,9	10	Polveri totali	0,088
E21	12°38'13.52"N 13°56'59.30"E	9,61	311	0,9	10	Polveri totali	0,088
E22	42°38'4.42"N 13°56'59.96"E	15,53	298	0,6	10	Polveri totali	0,079
						Sov	0,0553
E23	42°38'14.45"N 13°57'0.11"E	15,48	298	0,8	10	Polveri totali	0,14
						SOV	0,098
E29	42°38'22.16"N 13°56'59.83"E	4,25	473	0,5	9,7	NOX	0,6
						CO	0,3
E30*	42°38'14.50"N 13°57'0.31"E	24,57	298	0,6	10	Polveri totali	0,125
						Ferro	0,125
						Cadmio	0,005
						Nichel	0,025
E31*	42°38'14.63"N 13°56'58.18"E	10,92	298	0,9	10	Polveri totali	0,125
E32*	42°38'15.36"N 13°56'57.87"E	8,49	523	0,5	10	Polveri totali	0,3
						SOV III	0,021
						SOV IV	0,021
						SOV V	0,021
E33*	42°38'15.97"N 13°56'57.60"E	4,33	593	0,35	10	NOx	0,3
						CO	0,15
E34*	42°38'16.11"N 13°56'57.54"E	49,14	298	0,6	10	Polveri totali	0,25
						SOV	0,175

7. ELABORAZIONE DEI RISULTATI

E' stato definito un dominio di 15x15km con un dominio di salvataggio pari a 5x5km, avente il centro in un punto centrale dell'impianto considerato (origine spaziale 406730.0 Lat., 4713962 Long., ovvero le coordinate dell'angolo sud ovest). Per ciascuno dei recettori idealmente disposti sul territorio circostante al sito in esame e per ogni ora del dominio di tempo della simulazione, CALPUFF calcola la concentrazione media oraria di ciascuno degli inquinanti presi in esame nel presente studio.

Dalla matrice delle concentrazioni al suolo, per ogni ora del dominio di tempo, per ogni recettore, sono estratte le medie temporali e confrontate con i limiti imposti dalla legislazione per ciascun recettore sensibile individuato. I recettori sono stati individuati dalla committente e coincidono con quelli già segnalati per la zonizzazione acustica del sito.

Sigla	Coordinate	Tipologia
R1	42°38'20.67"N 13°57'5.48"E	Abitazione
R2	42°38'20.28"N 13°57'11.22"E	Abitazione
R3	42°38'11.94"N 13°57'6.95"E	Abitazione
R4	42°38'10.73"N 13°57'3.38"E	Abitazione
R5	42°38'21.50"N 13°56'46.04"E	Abitazione
R6	42°38'30.03"N 13°56'52.86"E	Abitazione
R7	42°38'30.69"N 13°57'0.28"E	Abitazione
R8	42°38'30.08"N 13°57'5.70"E	Abitazione
SCUOLA	42°38'40.56"N 13°57'2.96"E	Edificio pubblico (scuola)

Sono state valutate le concentrazioni di ogni inquinante sui punti considerati e nella distribuzione spaziale tramite isolinee evidenziando quanto segue nelle seguenti illustrazioni grafiche.

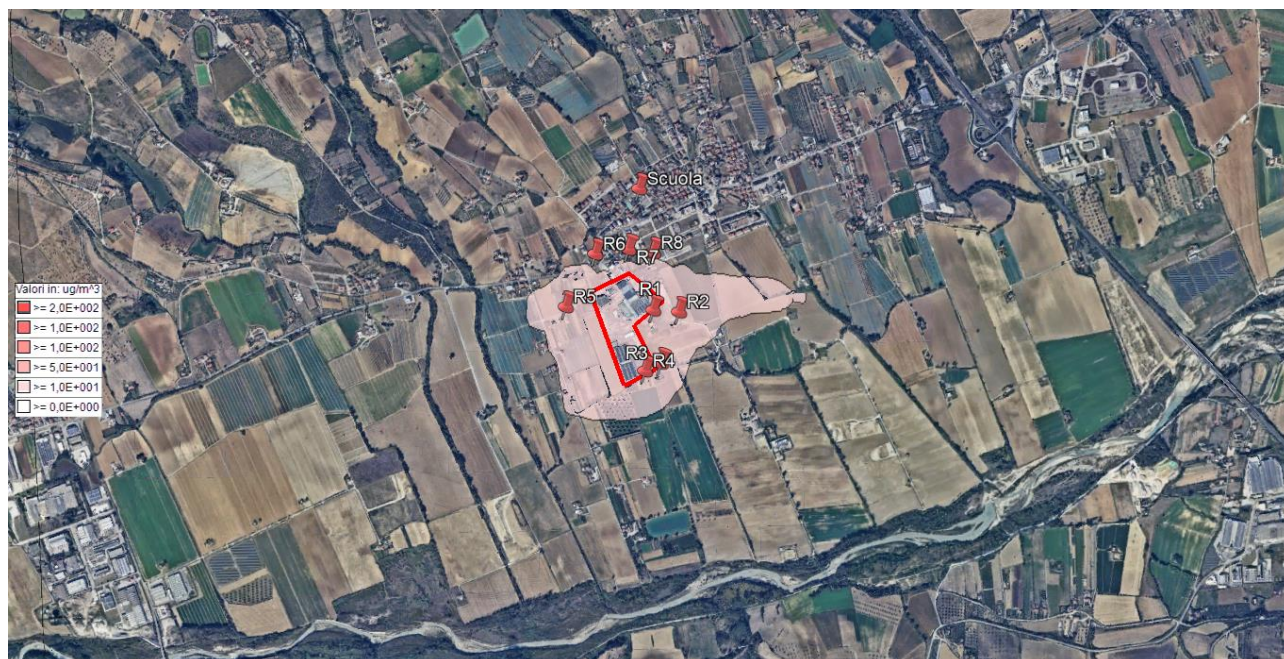
Polveri: Valore medio durante l'anno



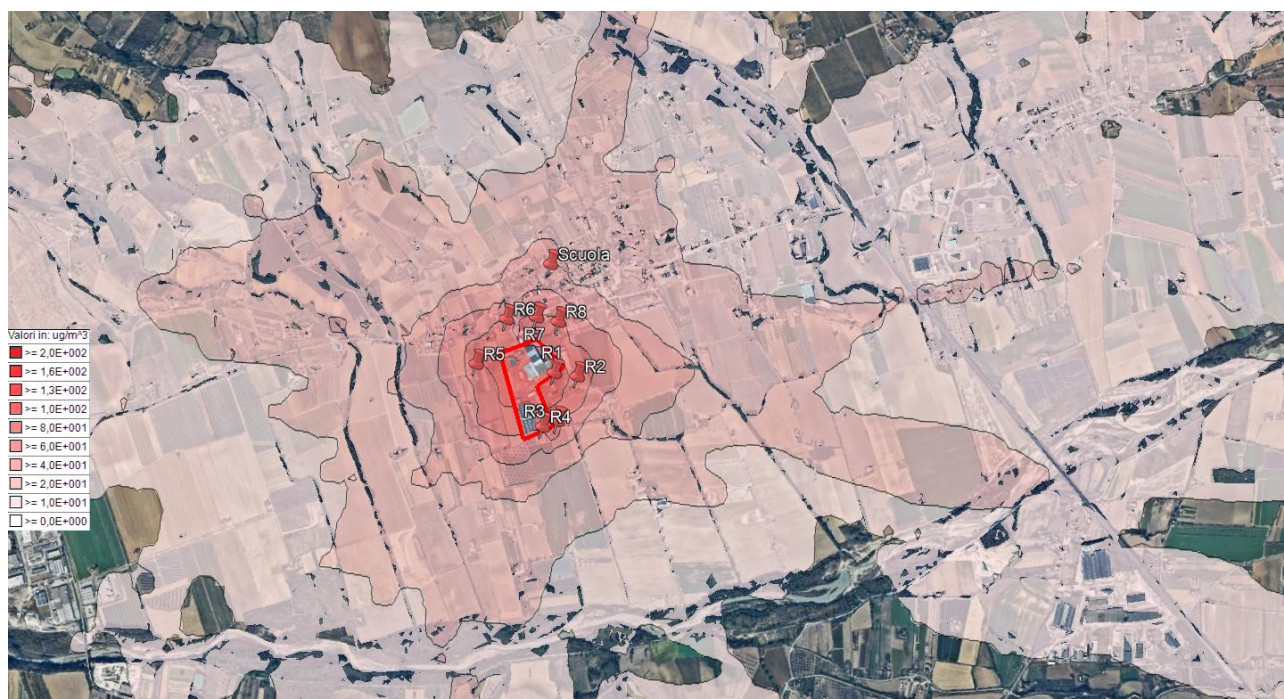
Polveri: Valore di massimo giornaliero



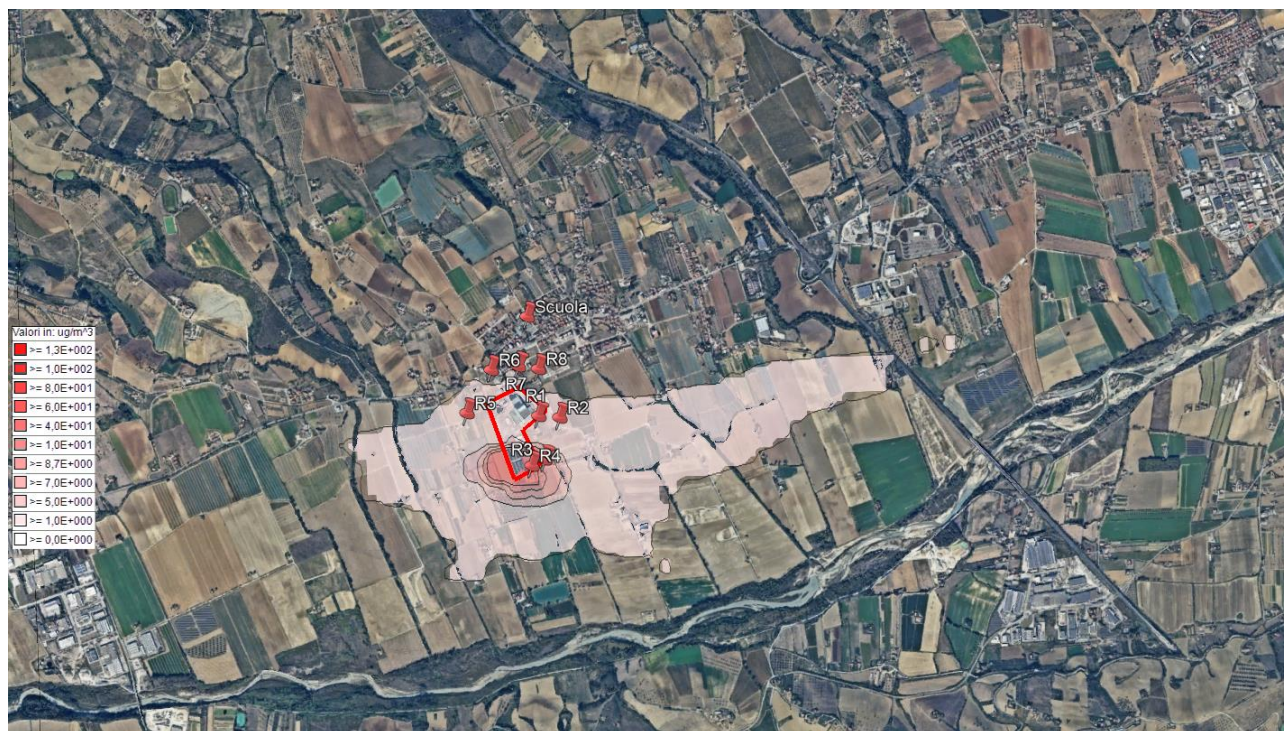
Monossido di carbonio: Valori massimi media 8 ore



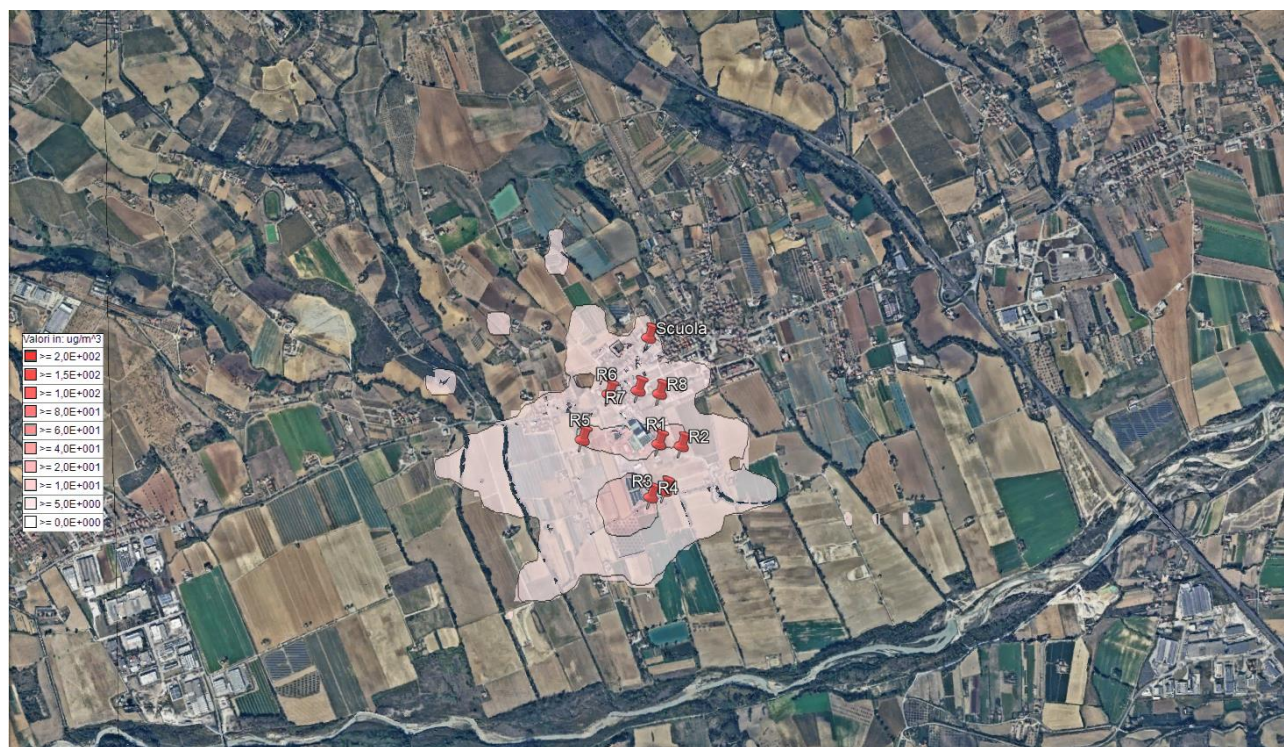
Ossido di azoto: valore massimo orario



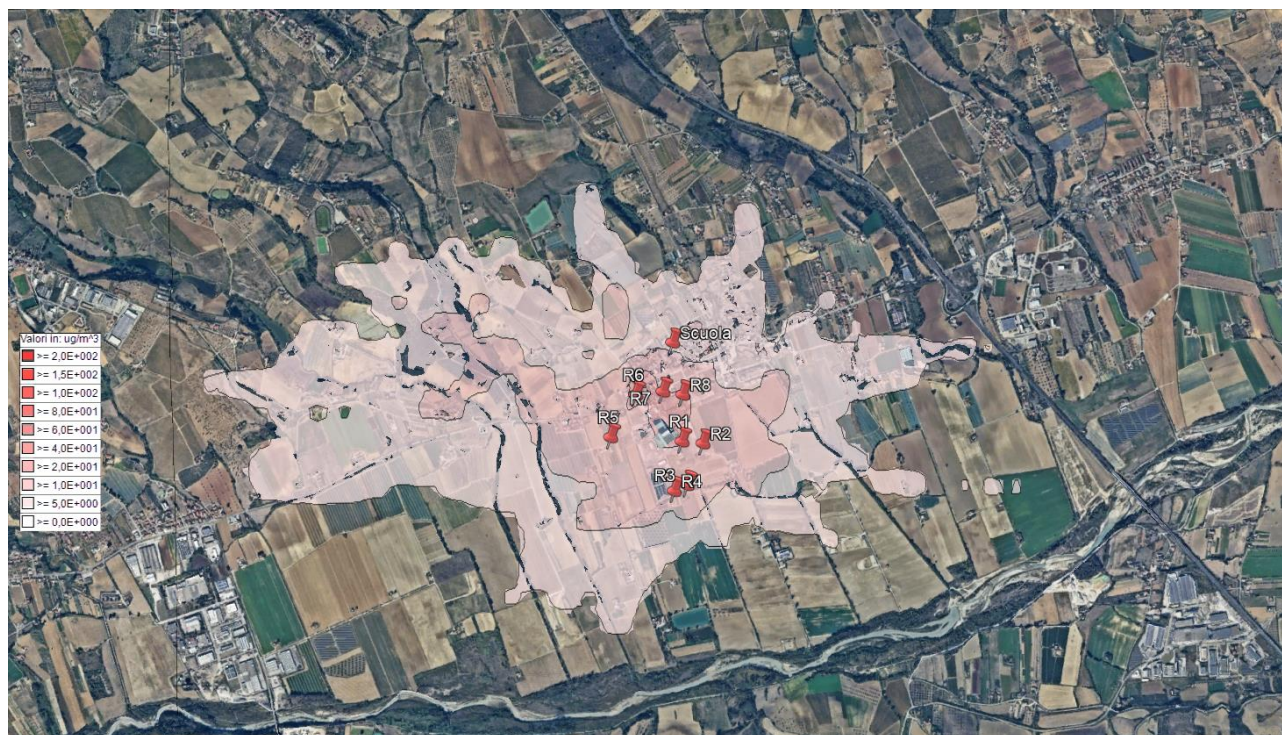
Diossido di zolfo: valore massimo orario



COT-SOV: Valore massimo su 3 ore



Ammoniaca: valore massimo orario



Acido cloridrico: valori massimi orari



8. CONCLUSIONI

La simulazione e modellistica e l'analisi delle isolinee identifica una diffusione degli inquinanti monitorati che si sviluppa principalmente sull'asse ovest-est, seguendo la direzione della valle del fiume Vomano. La concentrazione maggiore degli inquinanti si ritrova in un raggio di 500 metri dal centro del sito produttivo, che può essere identificato in un punto mediano fra i due edifici principali. Si ricorda che il modello è stato sviluppato, con approccio teso alla peggior caso possibile (worst case), **utilizzando le concentrazioni massime autorizzate in AIA**, concentrazioni che sono ben superiori alle concentrazioni reali effettivamente riscontrate nei controlli nei vari anni.

Anche se non propriamente pertinente, per l'analisi dei dati è stato considerato non solo il risultato proveniente dal confronto con il limite, ma è stato ritenuto utile anche un confronto col valore del 10% del limite, valore indicato nella norma UNI EN 689:2019 come limite accettabile per l'esposizione professionale

Per una migliore valutazione dei risultati, sono state calcolate le ricadute al suolo degli inquinanti nei punti indicati dall'azienda come recettori sensibili, ed i risultati ottenuti sono indicati nella seguente tabella riepilogativa:

Recettore	Polveri media giornaliera		Ossido di carbonio media 8h		Ossidi di azoto Media oraria		Ossido di zolfo Media oraria		SOV-COT Media 3h		Ammoniaca Media giornaliera		Acido Cloridrico Media oraria	
	µg/m³	N° superi	mg/m³	N° superi	µg/m³	N° superi	µg/m³	N° superi	µg/m³	N° superi	µg/m³	N° superi	µg/m³	N° superi
R1	0,67	0	0,033	0	126	0	2,46	0	9,80	0	19,60	0	13,40	0
R2	0,93	0	0,016	0	94	0	1,75	0	7,75	0	13,00	0	9,63	0
R3	0,75	0	0,013	0	97	0	7,41	0	8,33	0	19,50	0	17,80	0
R4	0,56	0	0,019	0	58	0	17,00	0	12,70	0	10,50	0	8,66	0
R5	1,63	0	0,016	0	81	0	1,67	0	7,18	0	19,10	0	15,20	0
R6	0,28	0	0,008	0	92	0	0,93	0	6,97	0	21,60	0	20,00	1
R7	0,31	0	0,01	0	113	0	1,32	0	9,74	0	24,60	0	22,10	1
R8	0,3	0	0,008	0	105	0	0,63	0	5,04	0	31,20	0	24,60	2
SCUOLA	0,15	0	0,005	0	56	0	0,63	0	6,07	0	9,72	0	8,62	0
Limite	50	35	10	-	200	18	350	3	200	-	270	-	20	-

Di seguito i commenti relativi a ciascun inquinante, che sono stati confrontati con la legislazione vigente.

Polveri - Metalli

Le polveri, e per estensione i metalli, sono state tutte assimilate al PM10 (worst case), e sui recettori considerati non si riscontrano superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³. I risultati evidenziano come sui recettori la media è sempre al di sotto del 10% del limite, con un valore massimo di 1,63 µg/m³ sul recettore 5 (valore inferiore al 5% del valore limite). Inoltre, durante l'anno, non si riscontrano superamenti del valore soglia di 40 µg/m³/anno.

Ossido di carbonio

Per l'ossido di carbonio esiste un valore limite pari a 10 mg/m³, che viene mediato sulle 8 ore lavorative. Nei recettori punti di calcolo la media ritrovata è ampiamente al di sotto del 10% del valore limite, con un massimo di 0,033 mg/m³ sul recettore 1 (pari allo 0,3% del limite).

Ossidi di azoto

Gli ossidi di azoto sono stati assimilati al biossido di azoto, e sui recettori considerati non si riscontrano superamenti del limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il recettore con il valore più alto ritrovato è il recettore R1 con un valore di ossidi di azoto di $126 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per un'ora, risultato ampiamente nel limite legislativo indicato. Per la legislazione italiana il valore limite di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ può essere superato per 18 ore nell'arco di un anno, ma non sono stati riscontrati superamenti dello stesso. Inoltre, durante l'anno, non si riscontrano superamenti del valore soglia medio di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ annui.

Ossidi di zolfo

Gli ossidi di zolfo hanno un limite giornaliero pari a $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed un limite orario pari a $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sui recettori considerati non si riscontrano superamenti del limite giornaliero né del limite orario. Il recettore con il valore più alto ritrovato è il recettore R4 con un valore massimo di ossidi di zolfo su base oraria pari a $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore inferiore al 5% del valore limite). Inoltre, durante l'anno, non si riscontrano superamenti del valore soglia medio giornaliero di $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Carbonio organico totale

Nel computo del carbonio organico totale sono stati assimilati sia i valori del COT che i valori delle SOV. A questi inquinanti è stato assegnato un limite su base trioraria pari a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sui recettori considerati non si riscontrano superamenti di tale limite. Il recettore con il valore più alto ritrovato è il recettore R4 con un valore massimo di COT su base trioraria pari a $12,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore inferiore al 10% del valore limite).

Idrossido di sodio e Fosfato di sodio

Per tali inquinanti, seppure inseriti nella modellizzazione, non sono stati ritrovate concentrazioni significative e soprattutto non è stato possibile individuare un valore limite di riferimento. A causa della scarsa concentrazione di studio e dell'assenza del suddetto limite, la ricaduta di questi inquinanti è stata valutata come trascurabile.

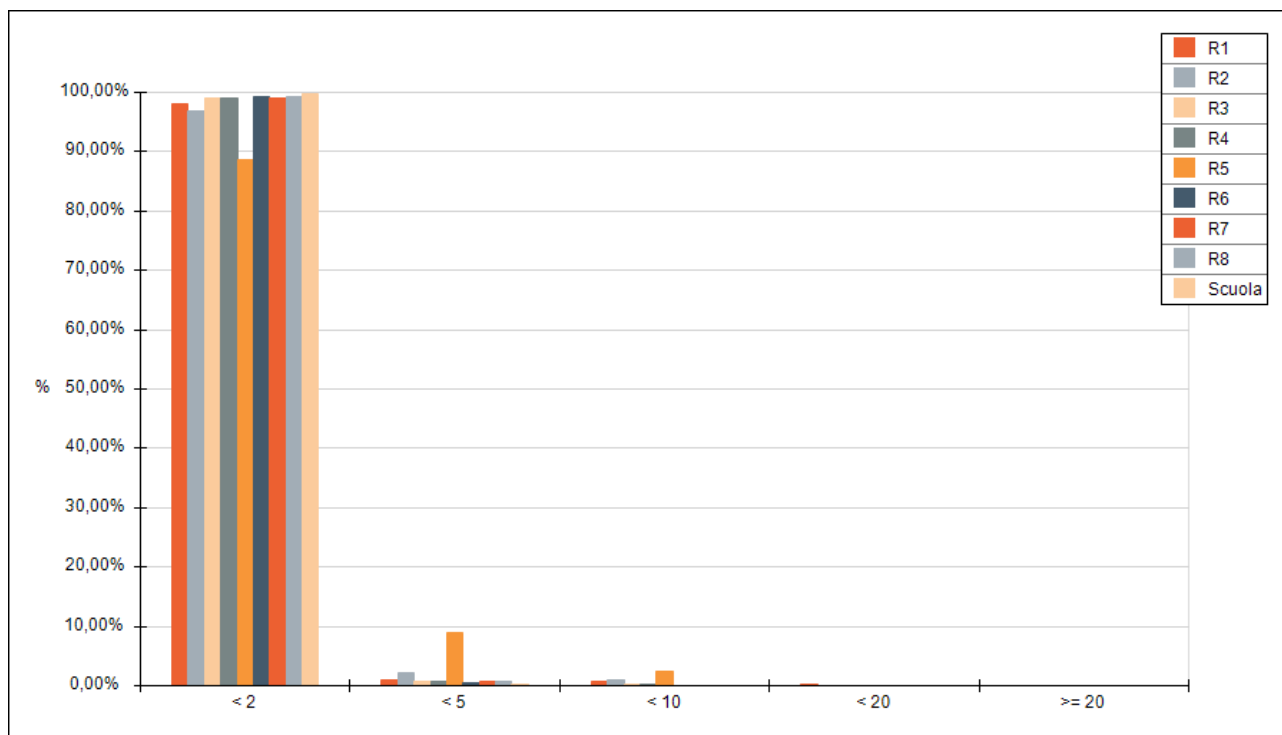
Ammoniaca

Per l'ammoniaca è stato assegnato un valore limite giornaliero come definito dalle linee guida europee, considerando che tale inquinante non è specificatamente normato dalla direttiva italiana. È stato individuato un limite su base giornaliera pari a $270 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sui recettori considerati non si riscontrano superamenti di tale limite. Il recettore con il valore più alto ritrovato è il recettore R8 con un valore massimo di NH_3 su base giornaliera pari a $31,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore pari a circa il 10% del valore limite).

Acido Cloridrico

Come nel caso precedente, anche l'acido cloridrico non è specificatamente normato dalla direttiva italiana. È stato assegnato un valore limite orario come definito dalle linee guida EPA, che però è da riferirsi all'esposizione cronica (e quindi continuativa) all'inquinante considerato. Il limite individuato su base oraria è pari a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In questo caso, su 3 recettori si notano dei superamenti del valore limite, in particolare 1 superamento sul recettore R6, un superamento per il recettore R7 e 2 superamenti nel recettore R8. Si parla di superamenti su base oraria nell'arco dell'anno, quindi parliamo di un massimo di 2 ore di superamento su 8760 ore presenti in un anno solare. A tal proposito è stata approfondita la questione andando a valutare

puntualmente quale sia la frequenza di accadimento di un valore di concentrazione elevato, ottenendo i seguenti risultati:



Dal grafico si vede bene come la maggior parte dei valori siano ampiamente al di sotto del 10% del valore limite per tutti i recettori. Per una migliore lettura i dati sono stati riportati anche nella seguente tabella:

Recettore	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	Scuola
HCl < 2 µg/m³	98,09%	96,82%	99,02%	99,04%	88,62%	99,36%	99,08%	99,18%	99,77%
2 µg/m³ < HCl < 5 µg/m³	1,04%	2,12%	0,82%	0,78%	9,01%	0,55%	0,76%	0,68%	0,19%
5 µg/m³ < HCl < 10 µg/m³	0,67%	1,06%	0,15%	0,18%	2,34%	0,08%	0,11%	0,08%	0,03%
10 µg/m³ < HCl < 20 µg/m³	0,19%	0,00%	0,01%	0,00%	0,03%	0,00%	0,03%	0,03%	0,00%
20 µg/m³ < HCl	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,02%	0,00%

Si vede chiaramente che non si è di fronte a un'esposizione cronica, in quanto per tutti i recettori meno dello 0,02% del tempo si è esposti a concentrazioni rilevanti di acido cloridrico. Inoltre si ricorda che la simulazione è stata effettuata utilizzando i dati autorizzativi (worst case), mentre dai controlli prescrittivi effettuati nel 2023 non sono emerse concentrazioni rilevanti di HCl emesse. Infatti, per il punto emissivo E1, a fronte di una concentrazione massima autorizzata di 2 mg/Nm³ utilizzata per la modellizzazione, è stata riscontrata una concentrazione reale < 0,2 mg/Nm³ (vedi Rdp Laboratorio Ambientale n° 2311212). Per il punto emissivo E2, a fronte di una concentrazione massima autorizzata di 5 mg/Nm³ utilizzata per i calcoli, è stata riscontrata una concentrazione reale < 0,2 mg/Nm³ (vedi Rdp Laboratorio Ambientale n° 2311214).

In conclusione, **tutti i punti di ricaduta massima degli inquinanti sono situati in un raggio di 500 nell'intorno dello stabilimento**, e la maggior parte degli inquinanti stessi ricadono all'interno della recinzione del sito.

La distribuzione degli inquinanti si sviluppa, come previsto, **lungo la direttrice principale del vento sull'asse est-ovest**, interessando in maniera marginale o nulla il vicino agglomerato urbano di Morro D'oro.

Nessun inquinante monitorato supera i limiti prescritti dalla legislazione vigente. Si sottolinea che il superamento del limite del valore di HCl è stato ottenuto dall'utilizzo di dati autorizzativi per lo studio del "worst case", mentre nel caso reale le concentrazioni emesse dall'impianto stesso sono almeno il 90% più basse delle autorizzate. Inoltre il limite indicato è stato desunto da linee guida di esposizione cronica, e un numero di superamenti del valore di soglia inferiore allo 0,02% non può essere paragonato a una situazione cronica continuativa. Si può quindi affermare che **non si evidenziano particolari rischi per la popolazione derivanti dalla ricaduta di acido cloridrico**.

Si ritiene quindi che l'impianto, a seguito della maggiorazione dell'attività produttiva e dell'autorizzazione dei nuovi punti emissivi, sia compatibile a quanto prescritto dal decreto legislativo 155/2010 per il rispetto dei requisiti della qualità dell'aria.