

COMUNE DI PECCIOLI - Provincia di Pisa

POLO DI GESTIONE INTEGRATA DEI RIFIUTI DI LEGOLI

**RAZIONALIZZAZIONE FUNZIONALE DELLE INFRASTRUTTURE
E DEGLI IMPIANTI DI SERVIZIO DELLA DISCARICA
E CONTESTUALE RECUPERO DI NUOVE VOLUMETRIE**

PROGETTO DEFINITIVO

da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale

GESTORE

Belvedere  S.p.A.
innovazione • progetti • sviluppo

VIA MARCONI, 5 - 56037 PECCIOLI (PI)

PROGETTAZIONE DEFINITIVA - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

COORDINAMENTO

Geol. Carlo Meoni

GRUPPO DI LAVORO

Ing. Matteo Pierami

Geol. Tiziana Pugliesi

Ing. Lorenzo Mancini

Geom. Enrico Magnano

Geom. Samuele Tolomei

Dott.Agr. Elisabetta Norci

Geol. Carlo Meoni

Ing. Cristiano Nicoletta

Geom. Simone Macchi

Ing. Carlo Grassi

Geom. Sauro Salvadori

Geol. Raffaele Battaglini

Elaborato:

SMD-RT-020

Titolo: *Studio meteo-diffusionale – Impatti cumulativi con il
progetto di ossicombustione – Traffico ed emissioni
odorigene*

Data:

Agosto 2023

Redatto da: **Geol. Raffaele Battaglini**

PROGETTO DEFINITIVO
da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale
Giugno 2023

Elaborato SMD-RT-020

**Studio meteo-diffusionale – Impatti cumulativi con il
progetto di ossicombustione**
Agosto 2023

A cura di:

TerreLogiche®

Dr. Raffaele Battaglini

Ing. Monica Moroni

Dr.ssa Noemi Ticciati

INDICE

1. PREMESSA	4
2. LA MODELLAZIONE NUMERICA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	6
2.1 DESCRIZIONE DEL SITO	6
2.2 RECETTORI DISCRETI.....	8
2.3 DATI METEOROLOGICI.....	9
2.4 OROGRAFIA ED USO DEL SUOLO	10
2.5 EMISSIONI NELL'AREA OGGETTO DI STUDIO	11
2.5.1 SCENARIO 1 - MODELLAZIONE CON IL SOFTWARE AERMOD DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E DEGLI ODORI EMESSI DA LEGOLI 3 IN CONDIZIONE DI ESERCIZIO.....	13
2.5.2 SCENARIO 2 - MODELLAZIONE CON IL SOFTWARE AERMOD DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E DEGLI ODORI EMESSI DA LEGOLI 3 IN CONDIZIONE DI ESERCIZIO E ALBE IN CONDIZIONE DI ESERCIZIO IN PROGETTO.....	16
2.5.3 SCENARIO 3A - MODELLAZIONE CON IL SOFTWARE AERMOD DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E DEGLI ODORI EMESSI DA LEGOLI 3 IN CONDIZIONE DI ESERCIZIO E ALBE IN CONDIZIONE DI ESERCIZIO IN PROGETTO E NUOVO IMPIANTO DI OSSICOMBUSTIONE IN CONDIZIONI DI CANTIERE 18	
2.5.4 SCENARIO 3B - MODELLAZIONE CON IL SOFTWARE AERMOD DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E DEGLI ODORI EMESSI DA LEGOLI 3 IN CONDIZIONE DI ESERCIZIO E ALBE IN CONDIZIONE DI ESERCIZIO IN PROGETTO E NUOVO IMPIANTO DI OSSICOMBUSTIONE IN CONDIZIONI DI ESERCIZIO 20	
2.6 CALCOLO DELLA CONCENTRAZIONE DI NO ₂	22
3. CLIMATOLOGIA E METEOROLOGIA	24

4. VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SULLA COMPONENTE ATMOSFERA E STIMA DELLE CONCENTRAZIONI INQUINANTI AL SUOLO	37
4.1 CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	37
4.2 CRITERI DI VALUTAZIONE DELL'IMPATTO ODORIGENO	38
5. RISULTATI SCENARIO 1	39
5.1 RECETTORI DISCRETI.....	39
5.1.1 INQUINANTI GAS E POLVERI ESERCIZIO.....	39
6. RISULTATI SCENARIO 2	42
6.1 RECETTORI DISCRETI.....	42
6.1.1 INQUINANTI GAS E POLVERI ESERCIZIO.....	42
7. RISULTATI SCENARIO 3A	45
7.1 RECETTORI DISCRETI.....	45
7.1.1 INQUINANTI GAS E POLVERI ESERCIZIO.....	45
7.1.2 RECETTORI A GRIGLIA	47
8. RISULTATI SCENARIO 3B	52
8.1 RECETTORI DISCRETI.....	52
8.1.1 INQUINANTI GAS E POLVERI ESERCIZIO.....	53
8.1.2 RECETTORI A GRIGLIA	55
9. CONCLUSIONI	62
10. APPENDICE: IL MODELLO	63
10.1 CLASSIFICAZIONE DEI MODELLI	63
10.2 MODELLI STAZIONARI.....	66
10.2.1 MODELLI GAUSSIANI.....	66
10.2.2 COEFFICIENTI DI DISPERSIONE.....	70
10.2.3 ALTEZZA EFFETTIVA DELLA SORGENTE (RISALITA DEL PENNACCHIO)	71
10.3 IL MODELLO AERMOD E I PRE-PROCESSORI AERMET ED AERMAP	73

1. PREMESSA

La relazione tecnica redatta ha lo scopo di mostrare l'impatto sinergico sulla qualità dell'aria degli inquinanti (PM10, NO₂, CO, H₂S) e degli odori emessi dall'impianto integrato di Belvedere SpA di Legoli costituito da una discarica gestita secondo le modalità previste dall'autorizzazione A.I.A. e da un impianto TMB (configurazione denominata "Legoli 3") ai quali verrà affiancato un nuovo Impianto di Ossicombustione senza fiamma per frazioni merceologiche di rifiuti non diversamente valorizzabili (impianto da realizzare). Verrà altresì incluso nella modellazione l'impianto ALBE Srl (impianto di recupero FORSU con processo di digestione anaerobica, compostaggio e produzione biometano) presente in località contigua alla discarica. Per l'impianto ALBE e per l'impianto di Ossicombustione, verranno prese in considerazione le emissioni in atmosfera degli inquinanti e la viabilità in ingresso.

In ragione delle tempistiche attese nella realizzazione del comparto Legoli 3, del quale si stima che delle attività di cantiere possano essere realizzate nel biennio 2024 – 2025, e in considerazione che i primi lavori di realizzazione delle opere preparatorie per la realizzazione dell'impianto di Ossicombustione non potranno verosimilmente avere luogo prima del 2026, l'impatto sinergico tra queste unità sarà riferibile unicamente alla fase in esercizio a regime di Legoli 3 a cui si sovrapporranno, nel tempo, la fase di cantiere e, a sua volta, la fase di esercizio dell'impianto di Ossicombustione. Per quanto premesso, nelle simulazioni realizzate per la definizione degli impatti cumulativi, saranno utilizzati gli scenari descritti e schematizzati in Tabella 1/1, per ciascuno dei quali sono indicate le motivazioni associate.

Tabella 1/1 - Elenco dei recettori discreti individuati per le simulazioni.

SCENARIO	DESCRIZIONE	OBIETTIVO
Scenario 1	Modellazione con il software AERMOD della qualità dell'aria e degli odori emessi da Legoli 3 in condizione di esercizio	Validazione modello attraverso confronto dei risultati della modellazione con quelli ottenuti con software Calpuff e riportati su relazione "Studio Meteo-Diffusionale - SMD-RT-010" (redatta dall'Ing. Carlo Grassi)
Scenario 2	Modellazione con il software AERMOD della qualità dell'aria e degli odori emessi da Legoli 3 in condizione di esercizio e ALBE in condizione di esercizio in progetto	Validazione modello attraverso confronto dei risultati della modellazione con quelli ottenuti con software Calpuff e riportati su relazione "Studio Meteo-Diffusionale: Integrazioni - SMD-RT-020" (redatta dall'Ing. Carlo Grassi)
Scenario 3a	Modellazione con il software AERMOD della qualità dell'aria e degli odori emessi da Legoli 3 in condizione di esercizio, ALBE in condizione di esercizio e nuovo Impianto di Ossicombustione in condizioni di cantiere	Previsione, con modello validato, dell'impatto sulla qualità dell'aria del nuovo Impianto di Ossicombustione in condizioni di cantiere in azione sinergica con le emissioni di Legoli 3 e ALBE in condizioni di esercizio
Scenario 3b	Modellazione con il software AERMOD della qualità dell'aria e degli odori emessi da Legoli 3 in condizione di esercizio, ALBE in condizione di esercizio in progetto e nuovo Impianto di Ossicombustione in condizioni di esercizio	Previsione, con modello validato, dell'impatto sulla qualità dell'aria del nuovo Impianto di Ossicombustione in condizioni di esercizio in azione sinergica con le emissioni di Legoli 3 e ALBE in condizioni di esercizio

La dispersione degli inquinanti che vengono immessi nell'ambiente a seguito delle attività antropiche e la loro concentrazione in atmosfera, dipende naturalmente dalle caratteristiche quantitative e qualitative delle sorgenti emissive, ed è influenzata da fattori atmosferici interdipendenti come il vento, l'umidità, la radiazione solare, la temperatura, l'altezza dello strato di mescolamento ecc. Il vento è il maggiore responsabile della dispersione degli inquinanti ed in particolare del trasporto, del mescolamento per turbolenza e della diluizione degli stessi; la temperatura influenza direttamente la cinetica delle reazioni ed il contenuto di umidità nell'aria; l'umidità costituisce il substrato ideale per favorire reazioni eterogenee, facilita la condensazione di sostanze e la formazione di nubi e piogge. Infine, il ciclo solare giornaliero, che controlla parametri quali temperatura, umidità, vento e le loro variazioni nello strato di atmosfera a stretto contatto con la terra, detto strato limite atmosferico, influenza le dinamiche connesse al trasporto, al mescolamento e alla dispersione degli inquinanti in atmosfera.

La valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria di emissioni areali, nel caso specifico quelle dell'impianto integrato di Belvedere SpA di Legoli, può essere quantificata attraverso uno studio di tipo modellistico diffusionale (UNI 10964:2001 "Studi di impatto ambientale - Guida alla selezione dei modelli matematici per la previsione di impatto sulla qualità dell'aria"; UNI 10796:2000 "Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici"). Infatti, come ampiamente riconosciuto dalla letteratura scientifica e come ratificato dalle norme tecniche, i modelli di dispersione rappresentano un fondamentale strumento per la valutazione della distribuzione spaziale dei livelli di concentrazione di inquinanti emessi in atmosfera e per l'individuazione delle aree nelle quali essi possono esplicare le loro azioni negative. In particolare, ci si è avvalsi del software AERMOD dell'EPA statunitense (Environment Protection Agency), un modello di dispersione degli inquinanti stazionario a pennacchio di tipo gaussiano.

Il codice AERMOD calcola la dispersione atmosferica a partire dalla struttura della turbolenza nello strato limite e tratta sorgenti sia al suolo che elevate, così come orografia semplice o complessa. Tale codice è stato utilizzato per calcolare l'impatto delle emissioni previa implementazione con caratteristiche del suolo e dati meteo misurati nell'area oggetto di studio. Per la redazione della presente relazione, relativamente alla discarica e all'impianto TMB, sono stati considerati gli scenari emissivi riportati nella relazione *"Studio Meteo-Diffusionale: Impianto di gestione integrata dei rifiuti di Legoli - Razionalizzazione funzionale degli impianti di servizio e contestuale recupero di nuove volumetrie"* (Elaborato SMD-RT-010, redatto dall'Ing. Carlo Grassi nel Marzo 2021); per modellare le emissioni dall'impianto ALBE sono stati considerati i dati riportati nella relazione *"Studio Meteo Diffusionale: Impianto di Recupero FORSU con processo di digestione anaerobica, compostaggio e produzione di biometano da realizzarsi in Località Legoli – Comune di Peccioli (PI)"* (Elaborato ED redatto nel Maggio 2018). Infine, per quanto concerne gli impatti generati dall'impianto di Ossicombustione, sono stati considerati i dati riportati nella documentazione di progetto ed i vigenti limiti all'emissione.

I risultati delle simulazioni condotte con il codice AERMOD sono espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per PM₁₀, NO₂, CO, H₂S) e in termini di UO/m³, ovvero unità olfattometriche al metro cubo, per quanto riguarda gli odori. Tale unità di misura rappresenta il numero di diluizioni necessarie affinché il 50% degli esaminatori non avverta più l'odore del campione analizzato. I valori della concentrazione sono stati calcolati su un grigliato regolare di 120×120 celle di dimensione 100 m×100 m e in alcuni recettori puntuali specifici dell'area oggetto di studio, opportunamente individuati e ritenuti di particolare importanza per il territorio.

2. LA MODELLAZIONE NUMERICA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La modellazione numerica della dispersione di emissioni in atmosfera presuppone l'espletamento di fasi che verranno descritte con dettaglio a seguire.

1. Scelta del dominio oggetto di studio, individuato facendo riferimento alla localizzazione dell'impianto, oggetto dello studio, dei potenziali recettori individuabili sul territorio (abitato urbano, recettori sensibili etc.) e della conformazione orografica e morfologica del territorio.
2. Acquisizione ed elaborazione dei dati territoriali (DTM, utilizzo del suolo, etc.)
3. Acquisizione ed elaborazione delle informazioni relative alle emissioni nell'area oggetto di studio, desunte da dati del progetto e/o da monitoraggi svolto in campo.
4. Acquisizione ed elaborazione dei dati meteorologici al suolo e in quota relativi ad un anno solare per predisporre una caratterizzazione meteo-climatica dell'area in esame relativamente al periodo preso a riferimento. I dati meteorologici acquisiti sono stati elaborati tramite il codice numerico AERMET che predispone i file di ingresso al modello di dispersione ed il calcolo dei parametri necessari come: classi di stabilità atmosferica, altezza dello strato di mescolamento etc.
5. Applicazione del codice numerico di dispersione degli inquinanti per la valutazione delle concentrazioni degli inquinanti e degli odori emessi per i tre scenari considerati per un anno solare rappresentativo delle condizioni meteorologiche dell'area. Le simulazioni forniscono come risultati le concentrazioni su tutto il dominio di calcolo selezionato e nei punti recettori opportunamente individuati. I risultati delle simulazioni sono confrontati con gli i valori di riferimento per la qualità dell'aria previsti dalla normativa, per quanto riguarda PM10, NO₂, CO, H₂S, e dalle linee guida per la potenziale molestia olfattiva.

2.1 DESCRIZIONE DEL SITO

L'impianto integrato di Belvedere SpA è ubicato su terreni di proprietà della Belvedere SpA, in Località Legoli, nel Comune di Peccioli.

Il centro abitato più vicino è la frazione di Legoli, che dista circa 500 m in direzione Nord-Ovest dal limite più prossimo della discarica, in posizione sopraelevata rispetto all'impianto stesso. Oltre al centro di Legoli, non vi sono centri abitati nelle immediate vicinanze. Sono inoltre, presenti nella zona, alcuni insediamenti civili abitati posti a distanze superiori a 200 m dall'impianto (Figura 2.1/1).

L'area oggetto di studio è interessata da vaste zone incolte o denudate per erosione diffusa o da fenomeni calanchivi caratteristici della zona.

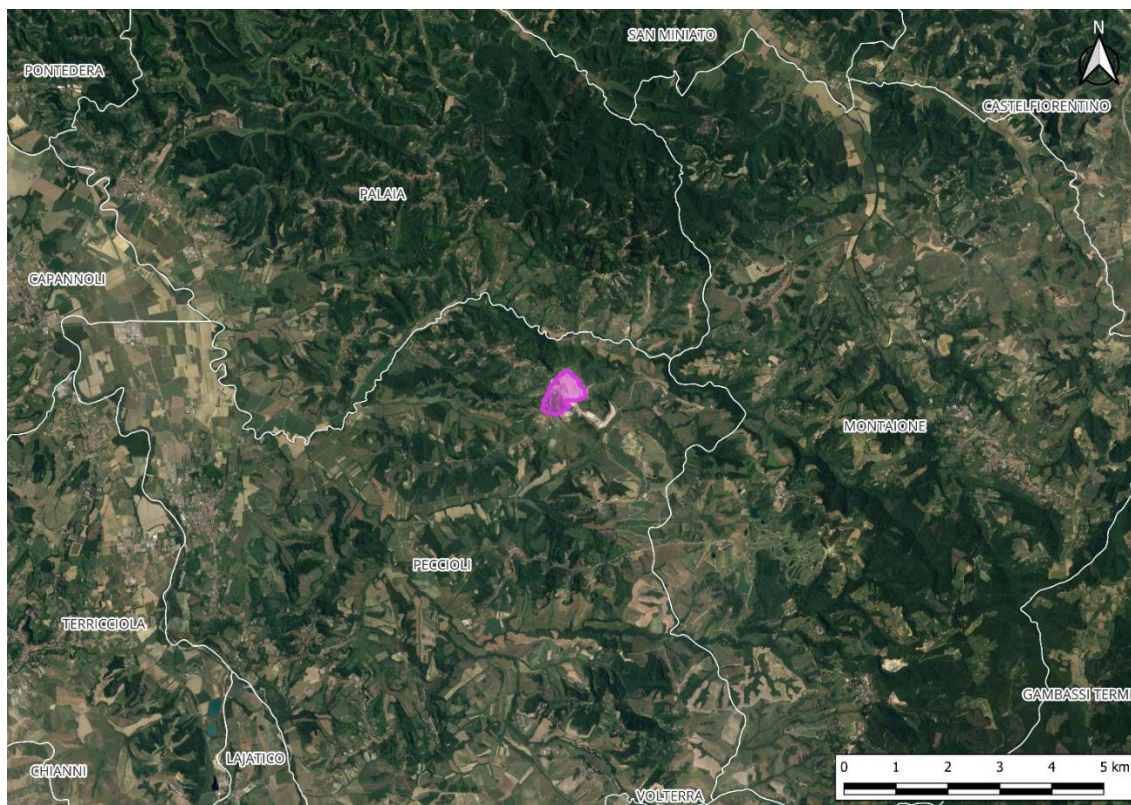


Figura 2.1/1 - Area oggetto dello studio con il modello Aermod.

Per il calcolo del potenziale impatto sulla qualità dell'aria e sulla molestia olfattiva delle emissioni derivanti dal complesso degli impianti di Legoli 3, dall'impianto TMB, dall'impianto ALBE e dall'impianto di Ossicombustione, è stato definito un dominio di calcolo comprendente la frazione di Legoli e territori ricadenti nei i comuni di Peccioli, Montaione ed altri comuni limitrofi. Il dominio è da ritenersi idoneo alla descrizione della dispersione dell'impianto in relazione alle caratteristiche delle emissioni considerate ed alla meteorologia dell'area.

Per continuità con gli studi precedenti effettuati nel sito in esame, l'area di studio considerata comprende quella utilizzata nella relazione *"Studio Meteo-Diffusionale – SMD-RT-010"* (redatta dall'Ing. Carlo Grassi nel Marzo 2021) risultando incrementata di 1 km nelle quattro direzioni principali, ovvero Nord, Est, Sud e Ovest (Figura 2.1/2).

L'area di studio, così individuata, corrispondente al dominio di calcolo del modello, presenta una estensione di pari a 144 km² (12 km, direzione W-E, per 12 km direzione N-S), tale da ritenersi sufficientemente ampia e rappresentativa della conformazione orografica e morfologica del territorio ed include i potenziali recettori sensibili all'inquinamento (abitato urbano, scuole, centri commerciali etc.).

La griglia di calcolo è stata impostata su una maglia regolare di dimensioni pari a 120 celle (NX) per 120 celle (NY) di passo 100 m. In ognuno dei punti del grigliato il codice di calcolo determina la concentrazione oraria della ricaduta al suolo del contaminante e dell'odore che poi viene rappresentata in forma di mappa di isoconcentrazione.



Sono stati selezionati sul territorio i recettori già indicati nella relazione *“Studio Meteo-Diffusionale - SMD-RT-010”* (redatta dall'Ing. Carlo Grassi nel Marzo 2021) per i quali sono stati calcolati i valori di concentrazione degli inquinanti e degli odori emessi dall'impianto integrato di trattamento e smaltimento rifiuti della BELVEDERE SpA., completato dall'impianto di ossicombustione in progetto, e dall'impianto ALBE.

ID	Descrizione	UTM-32 X	UTM-32 Y	Altitudine
		[km]	[km]	[m s.l.m.]
R1	Legoli	644.975	4825.879	215
R2	Libbiano	643.687	4823.992	185
R3	Ghizzano	644.823	4822.320	175
R4	Sughera	649.921	4825.854	200
R5	Castelfalfi	650.030	4823.304	262
R6	Podere Strada	649.224	4824.553	195
R7	Tonda	649.963	4824.958	188
R8	Palaia	643.193	4829.570	200
R9	Montefoscoli	642.877	4825.886	65
R10	Toiano	646.234	4827.628	262
R11	Collelungo	645.536	4829.873	220
R12	Collegalli	648.797	4829.689	180
R13	Abitazioni NE	647.016	4828.238	240
R14	Abitazioni SE	648.843	4822.440	179
R15	Madonna delle Serre	641.749	4822.099	119
R16	Querci	646.606	4823.234	159

2.3 DATI METEOROLOGICI

L'analisi della dispersione degli inquinanti in atmosfera presuppone una dettagliata caratterizzazione meteorologica della zona in esame.

In questo studio è stata effettuata l'analisi dei dati meteo rilevati dalla stazione meteorologica Legoli – Peccioli (PI), presente nell'area della discarica e afferente alla Rete Regionale SIR (TOS11000507) posta ad una quota di 180 m s.l.m. (coordinate GB E 1645445; N 4825177).

I parametri monitorati dalla stazione meteorologica sono riportati nella tabella che segue (Tabella 2.3/1), unitamente alle relative unità di misura.

Tabella 2.3/1 - Parametri rilevati dalla stazione meteorologica Legoli – Peccioli (PI) in corrispondenza dell'impianto integrato di Belvedere SpA.

Parametro	Unità di misura
Precipitazioni	mm
Temperatura	°C
Direzione del vento	deg
Velocità media	m/s
Velocità massima	m/s
Pressione atmosferica	hPa
Umidità relativa	%
Radiazione solare	W/mq

Per la velocità media la direzione rilevata è relativa alla rosa dei venti suddivisa nei seguenti otto settori:

NORD	dir >=337.5 o dir <22.5
NORD-EST	dir >=22.5 o dir <67.5
EST	dir >=67.5 o dir <112.5
SUD-EST	dir >=112.5 o dir <157.5
SUD	dir >=157.5 o dir <202.5
SUD-OVEST	dir >=202.5 o dir <247.5
OVEST	dir >=247.5 o dir <292.5
NORD-OVEST	dir >=292.5 o dir <337.5

Tutti i dati riportati in Tabella 2.3/1 sono stati rilevati, ogni 15 minuti, a partire dal giorno 13/07/2017. I soli valori di direzione del vento e di velocità media sono disponibili per un intervallo temporale più ampio, e nello specifico dal giorno 19/03/2002 al giorno 31/12/2021.

I dati meteorologici in quota, necessari per l'esecuzione del processore meteorologico AERMET sono stati acquisiti dal Consorzio LaMMA. I dati relativi all'anno 2021 sono stati estratti per un punto di riferimento individuato all'interno dell'area di studio, le cui coordinate sono riportate in Tabella 2.3/2.

In Tabella 2.3/3 sono riportati i parametri forniti da LaMMA, con risoluzione temporale oraria per l'anno 2021, nel punto sopra indicato. I dati profilometrici sono relativi a 18 livelli di quota sul livello del suolo (nello specifico 20 m, 40 m, 60 m, 80 m, 100 m, 130 m, 180 m, 260 m, 400 m, 600 m, 930 m, 1350 m, 1880 m, 3150 m, 4500 m, 6700 m, 8100 m, 10000 m).

Tabella 2.3/2 - Coordinate del punto di estrazione dei dati in quota.

	Longitudine	Latitudine
Punto di estrazione dei dati in quota	43.565 N	10.801 E

Tabella 2.3/3 - Parametri forniti da LaMMA per l'anno 2021 in corrispondenza dell'impianto integrato di Belvedere SpA.

Parametro	Unità di misura
Temperatura	°C
Direzione del vento	deg
Velocità media	m/s
Pressione atmosferica	Pa
Umidità relativa	%

2.4 OROGRAFIA ED USO DEL SUOLO

L'orografia dell'area è stata ricostruita utilizzando il DTM della Regione Toscana con risoluzione 10 m × 10 m (Figura 2.4/1).

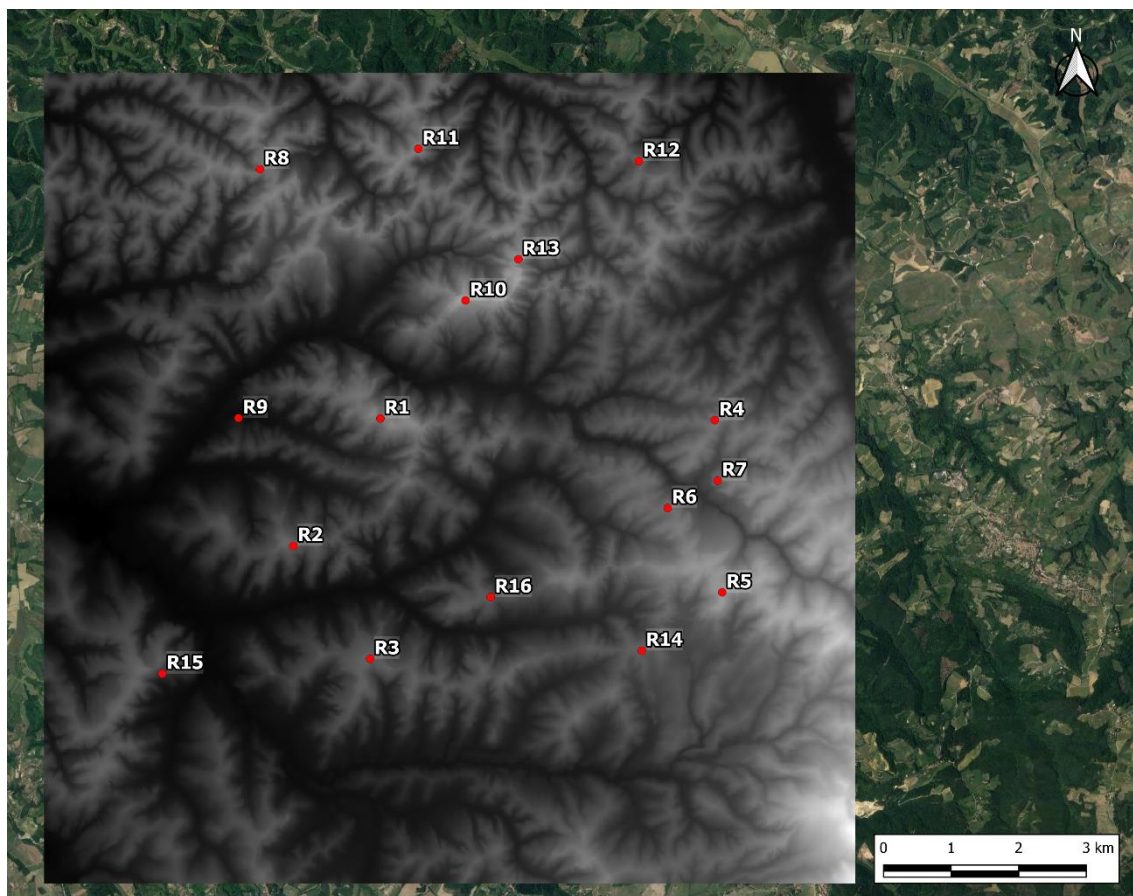


Figura 2.4/1 - Orografia dell'area oggetto di studio di dimensioni 12 km x 12 km.

Per quanto concerne l'uso del suolo è stato rielaborato il Corine Land Cover scaricato dal portale Copernicus, precedentemente chiamato Global Monitoring for Environment and Security (GMES), spazializzando il dominio in celle da 100 metri, come mostrato in Figura 2.4/2.

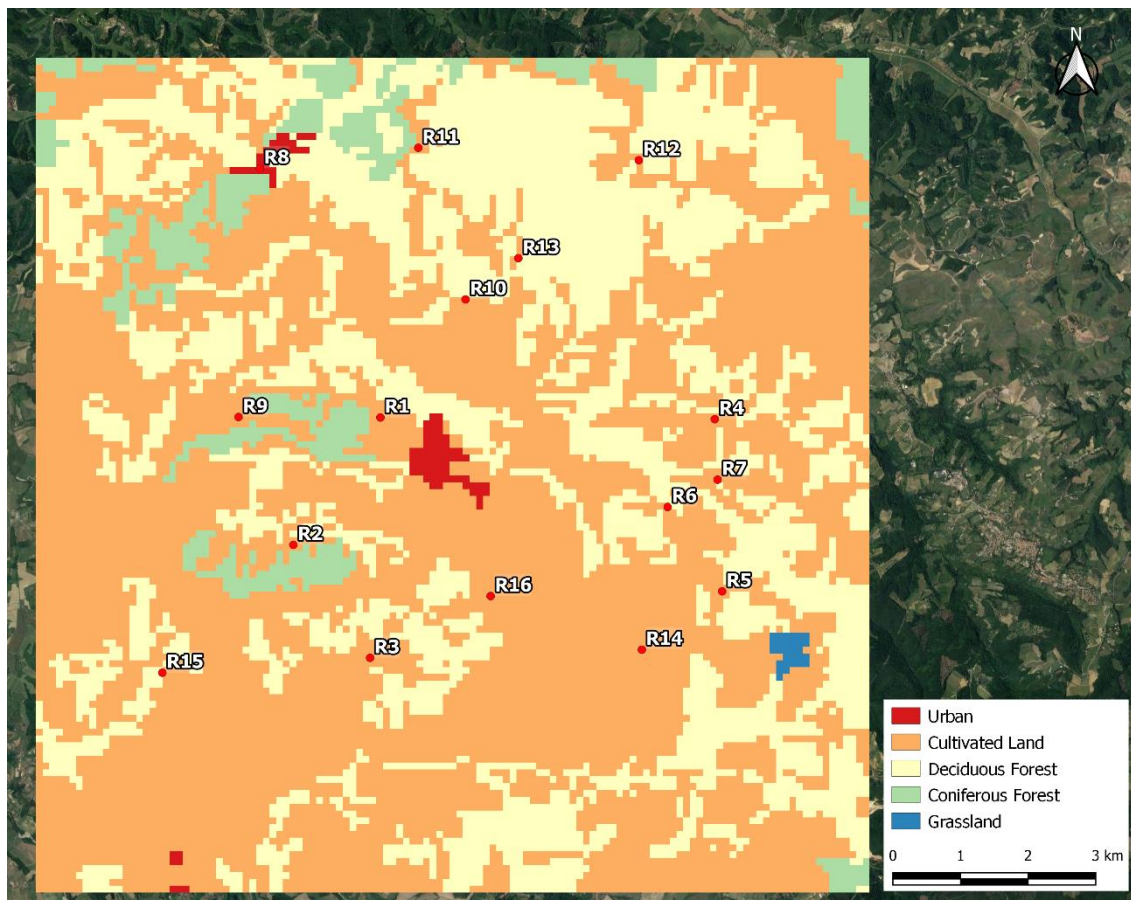


Figura 2.4/2 - Uso del suolo dell'area oggetto di studio ottenuto rielaborando il Corine Land Cover scaricato dal portale Copernicus.

2.5 EMISSIONI NELL'AREA OGGETTO DI STUDIO

Le emissioni prodotte nel dominio oggetto di studio e modellate con il software Aermid hanno origine dalla discarica e dall'impianto TMB dell'impianto integrato di Belvedere SpA di Legoli, dall'impianto ALBE e dall'impianto di Ossicombustione. In Figura 2.5/1 viene riportata la localizzazione in mappa delle sorgenti emissive le cui caratteristiche vengono descritte nei paragrafi che seguono considerando i tre scenari di simulazione descritti in Premessa.

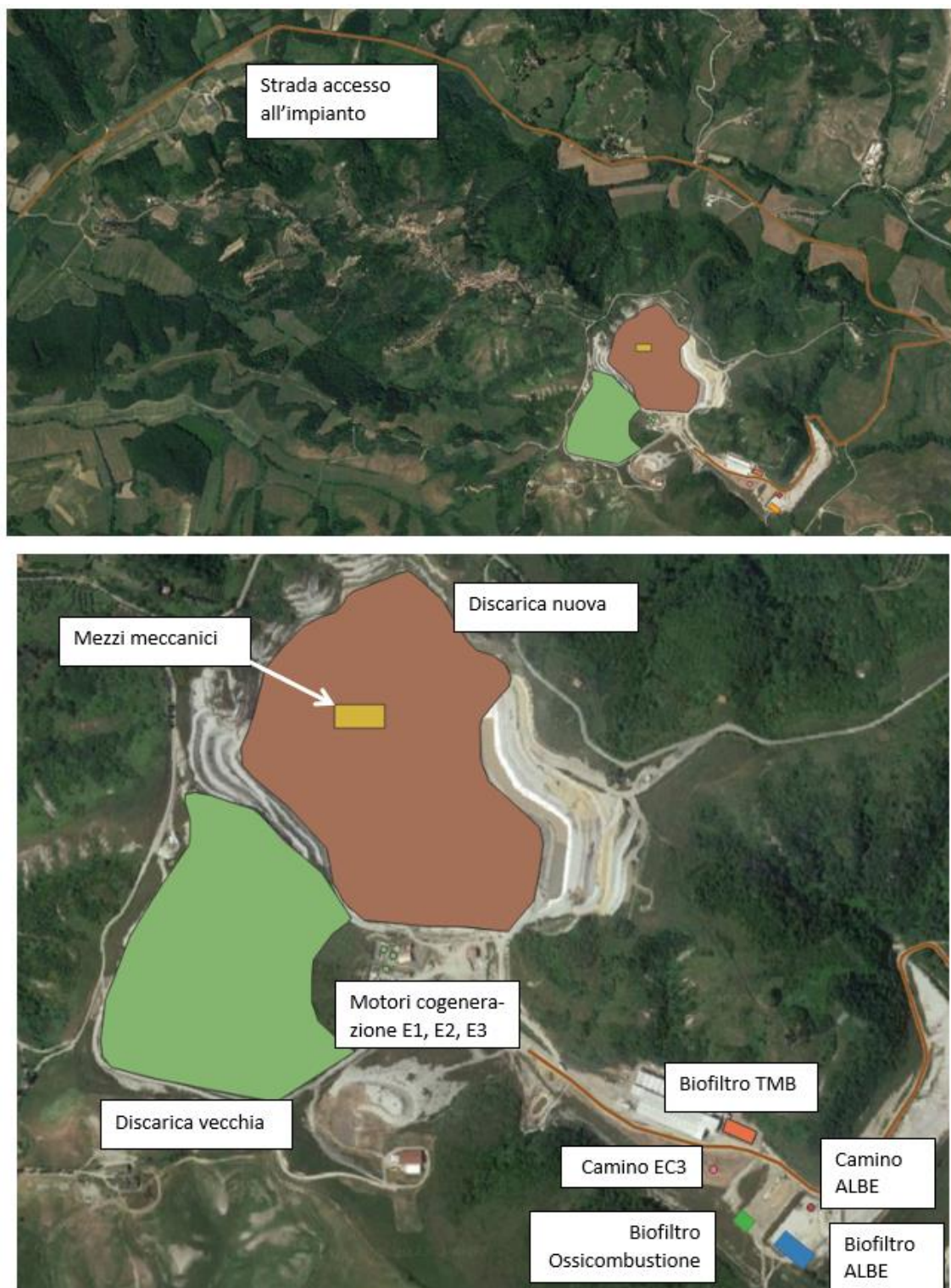


Figura 2.5/1 - Sorgenti di emissioni dell'impianto integrato di Belvedere SpA di Legoli.

2.5.1 SCENARIO 1 - MODELLAZIONE CON IL SOFTWARE AERMOD DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E DEGLI ODORI EMESSI DA LEGOLI 3 IN CONDIZIONE DI ESERCIZIO

Lo Scenario di simulazione 1 vuole riprodurre la qualità dell'aria e degli odori emessi dall'impianto integrato Legoli 3 in condizioni di esercizio, sul quale in seguito andranno ad agire in sinergia gli impatti generati dall'impianto ALBE e dall'impianto di ossicombustione in fase di cantiere e in fase di esercizio (Scenari 2 e 3). I dati utilizzati sono stati ripresi dal precedentemente citato "Studio Meteo-Diffusionale - SMD-RT-010" (redatto dall'Ing. Carlo Grassi nel Marzo 2021). Le emissioni di gas, polveri e odori derivanti dall'impianto di smaltimento (discarica) e dall'impianto di trattamento (TMB) nella fase di esercizio sono riportate in Tabella 2.5/1.

Tabella 2.5/1 - Emissioni totali per lo scenario di esercizio di Legoli 3 (Scenario 1).

Sorgente emissiva	NOx	CO	Polveri	H ₂ S	ODORI
	Kg/h	Kg/h	Kg/h	Kg/h	UO/s
Emissioni Diffuse Discarica	0	0	0	0.0241	10756
Torce Discarica	1.31E-06	7.10E-06	2.21E-05	0	-
Motori di cogenerazione a biogas (Discarica)	2.612	0.790	0.0043		-
Mezzi Meccanici Discarica	6.24	2.57	0.58	0	0
Biofiltro TMB	-	-	-	-	13750
Traffico indotto	0.056	0.225	0.009	-	-

Lo scenario di esercizio prevede il conferimento di 320000 tonnellate all'anno. Le emissioni diffuse dalla discarica, gestita secondo le modalità previste dall'autorizzazione A.I.A., sono derivate da misure effettuate durante monitoraggi svolti in campo.

La discarica copre una superficie pari a 289000 m² suddivisi in tre lotti diversi: 120000 m² relativi alla vecchia discarica, 69000 m² al 1° ampliamento, 100000 m² relativi al 2°. Poiché la discarica si sviluppa su di un pendio, la sua superficie, coincidente con la superficie di emissione, presenterà quote variabili.

Per massimizzare la verosimiglianza tra il modello numerico e la realtà, le aree della vecchia e della nuova discarica sono state suddivise in quattro sub-aree ciascuna (da A a D). Per ciascuna sub-area sono state determinate superficie in m² e quote sul livello medio mare. L'altezza di rilascio è posta pari a 0 m perché si assume che la superficie della discarica coincida con la superficie di emissione (Tabella 2.5/2).

Tabella 2.5/2 - Suddivisione della discarica in sub-aree.

Nome sub-area	Superficie (m ²)	Quota base m s.l.m.	Altezza di rilascio (m)
Nuova A	23100	162.4	0
Nuova B	40000	145.4	0
Nuova C	61900	126.5	0
Nuova D	44000	105.6	0
Vecchia A	32000	172.3	0
Vecchia B	54000	145.3	0
Vecchia C	25500	125.0	0
Vecchia D	8500	108.7	0

La concentrazione di odori associata alla discarica è stata posta pari a 10756 UO/s (dato estrapolato dalla relazione “*Studio Meteo-Diffusionale - SMD-RT-010*”). Tale emissione è stata attribuita all’intera superficie della discarica, determinando un rateo emissivo pari a 0.037 UO/sm² (Tabella 2.5/3). Il valore molto basso delle emissioni di H₂S determina la sua trascurabilità nelle simulazioni per la dispersione di odori. Infatti, le emissioni di odore risultano pari a circa 5 UO/gg*m² che per le varie aree risultano del tutto trascurabili rispetto alle emissioni odorigene del fronte in lavorazione per il conferimento e sistemazione.

Tabella 2.5/3 - Emissioni diffuse dalla discarica.

Contaminante	Emissione	Unità di misura Emissione	Superficie (m ²)	Rateo Emissione	Unità di misura Rateo Emissione
Odore	10756	[UO/s]	289000	0.037	[UO/sm ²]
H ₂ S	0.0241	[Kg/h]	289000	2.32E-08	[g/sm ²]

L’impianto Belvedere SpA è dotato di un sistema complesso di captazione del biogas prodotto dalla discarica che alimenta un sistema di motori a combustione interna per la produzione di energia termica ed elettrica. Inoltre, il biogas in eccesso viene gestito da un sistema di torce che ne prevengono l’emissione in atmosfera tal quale, riducendone l’impatto. Come mostrato in Tabella 2.5/1, le emissioni delle torce sono di vari ordini di grandezza inferiori a quelle delle emissioni convogliate dei camini dei motori.

In Tabella 2.5/4 vengono riportate le caratteristiche delle emissioni convogliate dai motori di cogenerazione a biogas in termini di posizione, altezza, sezione, velocità e temperatura.

Tabella 2.5/4 - Caratteristiche delle emissioni convogliate da motori di cogenerazione a biogas.

Emissione	UTM-32 X	UTM-32 Y	Quota base	Altezza	Diametro	Sezione	Velocità	Temperatura
	km	km	m s.l.m.	m	m	m ²	m/s	°C
E2	645.847	4825.133	96.6	6	0.250	0.049	14.5	160
E3	645.843	4825.165	99.8	6	0.600	0.283	9.5	180
E4	645.858	4825.155	100.5	6	0.250	0.049	21.7	180

Per il calcolo delle emissioni inquinanti è stato considerato, da dati di impianto, che i motori lavorino 7920 ore/anno ciascuno a fronte delle 8760 ore annue, in relazione ai fermi di ciascun motore per manutenzioni. Le emissioni di inquinanti da questi camini sono stimate sulla base del quadro autorizzato in AIA secondo quanto riportato nella Tabella 2.5/5.

Tabella 2.5/5 - Emissioni convogliate da motori di cogenerazione.

Emissione	CO	CO	NOx	NOx	Polveri	Polveri
	kg/h	g/s	kg/h	g/s	kg/h	g/s
E2	0.124	0.035	0.455	0.126	0.000748	0.000208
E3	0.550	0.153	1.533	0.426	0.002523	0.000701
E4	0.116	0.032	0.625	0.174	0.001029	0.000286

Relativamente alle emissioni da torce, si rileva che i motori bruciano tutto il biogas captato, ad eccezione del biogas superficiale che viene interamente convogliato alla torcia T2. Le torce T1 e T3 sono di emergenza e vengono attivate solo nel momento di fermo impianto di uno dei motori.

Le emissioni da torce sia per le polveri che per NOx sono di vari ordini di grandezza inferiori a quelle delle emissioni convogliate dei camini dei motori.

Relativamente all'impianto TMB, la Tabella 2.5/6 riporta le fasi che possono produrre emissioni di odore.

Tabella 2.5/6 - Emissione odorigena dalle varie fasi operative dell'impianto TMB previste nel progetto approvato nel giugno 2017.

TMB	Concentrazione di odore (UO/m ³)	
STOCCAGGIO TEMPORANEO RIFIUTI	3000	Emissione da biofiltro
TRITOVAGLIATURA RIFIUTI	3000	
MOVIMENTAZIONE RIFIUTI (per carico a vagliatore e alimentazione delle celle per biostabilizzazione)	3000	
BIOSTABILIZZAZIONE in area coperta da teli PERMSELETTIVI	850	Emissioni diffuse

L'impianto TMB è dotato di un sistema di captazione e trattamento dell'aria autorizzato, che prevede il rilascio in atmosfera attraverso un biofiltro, le cui caratteristiche principali sono sinteticamente descritte nella seguente tabella (Tabella 2.5/7).

Tabella 2.5/7 - Linee di aspirazione impianto TMB.

Portata di progetto [Nm ³ /h]	Concentraz. odore [UO/m ³]	Superficie [m ²]	Quota base [m s.l.m.]	Altezza di rilascio [m]	Flusso odori [UO/s]	Rateo emissione [UO/sm ²]
165000	300	1212	96.54	2	13750	11.34

Per la valutazione dell'impatto dei mezzi meccanici sono stati considerati i mezzi di movimento terra e trasporto dei rifiuti che lavorano giornalmente nella discarica e la contemporaneità di lavoro di utilizzo dei mezzi in termini di ore lavorate. Le emissioni di NOx, CO e polveri da tali mezzi meccanici sono state considerate per il solo fronte di coltivazione, di estensione pari a 3000 m² (Tabella 2.5/8). È stata considerata una superficie rappresentativa posta all'interno della discarica nuova. La quota media adottata è pari a 126.6 m.

Tabella 2.5/8 - Emissioni mezzi meccanici in discarica.

Contaminante	Emissione [t/anno]	Emissione [kg/h]	Superficie [m ²]	Quota base [m s.l.m.]	Altezza di rilascio [m]	Rateo emissione [g/sm ²]
NOx	16.47	1.88	3000 (fronte di coltivazione)	126.6	0.3	0.000174
CO	6.80	0.78	3000 (fronte di coltivazione)	126.6	0.3	0.000072
Polveri	1.52	0.17	3000 (fronte di coltivazione)	126.6	0.3	0.000016

Il flusso giornaliero di veicoli pesanti è stimabile in eccesso come media con 40 mezzi/giorno in ingresso. L'orario di conferimento in discarica è quello che prevede l'accesso dal lunedì al venerdì dalle 7 alle 14 ed il sabato dalle 7 alle 10; la domenica l'impianto è chiuso all'accesso dei mezzi. La Figura 2.5/2 evidenzia la strada di accesso per il conferimento dei rifiuti in corrispondenza della quale i contaminanti sono stati implementati nel modello. La viabilità di accesso da e per la discarica è considerata in un tratto limitrofo pari a circa 7 km. Per la stima delle emissioni si è utilizzato il tratto per il totale dei mezzi. La Tabella 2.5/9 riporta la quantificazione delle emissioni da traffico indotte desunte dall'applicazione dei fattori di emissione contenuti nel database INVENTARIA di SINANET ISPRA.

Tabella 2.5/9 - Quantificazione delle emissioni da traffico indotto.

Contaminante	Emissione [kg/anno]	Emissione [g/s]
NOx	538.91	0.0171
CO	133.39	0.0042
Polveri	21.10	0.0007



Figura 2.5/2 - Localizzazione delle strade di accesso per il conferimento dei rifiuti.

2.5.2 SCENARIO 2 - MODELLAZIONE CON IL SOFTWARE AERMOD DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E DEGLI ODORI EMESSI DA LEGOLI 3 IN CONDIZIONE DI ESERCIZIO E ALBE IN CONDIZIONE DI ESERCIZIO IN PROGETTO

Lo Scenario 2 vuole riprodurre la qualità dell'aria e degli odori emessi dall'impianto integrato Legoli 3 in condizioni di esercizio e dell'impianto ALBE Srl (impianto di Recupero FORSU con processo di digestione anaerobica, compostaggio e produzione di biometano) in località contigua alla discarica in condizione di esercizio in progetto.

I valori delle emissioni riportati in Tabella 2.5/1 (Emissioni totali per lo scenario di esercizio di Legoli 3 - Scenario 1) sono stati integrati con quelli relativi all'impianto ALBE riportati nella

relazione “Studio Meteo Diffusionale: Impianto di Recupero FORSU con processo di digestione anaerobica, compostaggio e produzione di biometano da realizzarsi in Località Legoli – Comune di Peccioli (PI)” (Elaborato ED redatto nel Maggio 2018).

La relazione tecnica di progetto prevede che le emissioni convogliate sia puntuali che areali derivanti dall’impianto in progetto siano quelle di seguito elencate:

- Impianto di Aspirazione e trattamento arie dei capannoni di lavorazione: emissione biofiltro (indicato nel seguito come Biofiltro_ALBE).
- Impianto di produzione di energia: camino cogeneratore (indicato nel seguito come E1_ALBE).

Nelle tabelle seguenti (Tabella 2.5/10, Tabella 2.5/11 e Tabella 2.5/12) sono riportate le sorgenti con dettaglio delle caratteristiche fisiche dell’emissione e le rispettive concentrazioni degli inquinanti allo studio. Come già specificato, tali emissioni sono state considerate ad integrazione dello scenario emissivo descritto in Tabella 2.5/1.

Tabella 2.5/10 - Biofiltro_ALBE – emissione Odori.

Portata di progetto [Nm ³ /h]	Concentrazione odore [UO/m ³]	Superficie [m ²]	Quota base [m s.l.m.]	Altezza di rilascio [m]	Flusso di odori [UO/s]	Rateo emissione [UO/sm ²]
250000	300	1800	80.54	1.8	20833	11.57

Tabella 2.5/11 - Biofiltro_ALBE – emissione PM10.

Portata di progetto [Nm ³ /h]	Concentrazione odore [UO/m ³]	Superficie [m ²]	Quota base [m s.l.m.]	Altezza di rilascio [m]	Flusso di odori [UO/s]	Rateo emissione [UO/sm ²]
250000	10	1800	80.54	1.8	2.5	0.000386

Tabella 2.5/12 - Caratteristiche del camino cogeneratore ALBE.

Emissione	UTM-32 X	UTM-32 Y	Quota base	Altezza	Diametro	Sezione	Velocità	Temperatura
	km	km	m s.l.m.	m	m	m ²	m/s	°C
E1_ALBE	646.521	4824.756	80.54	6	0.250	0.049	14.5	227

Le emissioni di inquinanti derivanti da questi camini sono state stimate sulla base della relazione tecnica di progetto (Tabella 2.5/13).

Tabella 2.5/13 - Emissioni convogliate dal camino cogeneratore ALBE.

Emissione	CO	CO	NOx	NOx	Polveri	Polveri
	kg/h	g/s	kg/h	g/s	kg/h	g/s
E1_ALBE	0.5	0.139	2.0	0.556	0.05	0.014

Relativamente alle emissioni per incremento del traffico veicolare, considerato un volume di traffico indotto da e per l’impianto pari a 20 autotreni al giorno, come riportato nella relazione “Studio Meteo Diffusionale: Impianto di Recupero FORSU con processo di digestione anaerobica, compostaggio e produzione di biometano da realizzarsi in Località Legoli – Comune di Peccioli (PI)” (Elaborato ED redatto nel Maggio 2018), risultano i seguenti ratei emissivi simulati:

Tabella 2.5/14 - Quantificazione delle emissioni da traffico indotto per il solo impianto di Ossicombustione.

Contaminante	Emissione [kg/anno]	Emissione [g/s]
NOx	192.44	0.0061
CO	47.63	0.0015
Polveri	7.56	0.0002

Si rileva come la relazione suddetta dimostri che le concentrazioni degli inquinanti per traffico veicolare risultano non significative rispetto ai limiti di qualità dell'aria sia per la protezione della salute che per la protezione della vegetazione secondo quanto disposto dal D.lgs. 155/2010 e s.m.i. (Attuazione della Direttiva 2008/CE, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa).

2.5.3 SCENARIO 3A - MODELLAZIONE CON IL SOFTWARE AERMOD DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E DEGLI ODORI EMESSI DA LEGOLI 3 IN CONDIZIONE DI ESERCIZIO E ALBE IN CONDIZIONE DI ESERCIZIO IN PROGETTO E NUOVO IMPIANTO DI OSSICOMBUSTIONE IN CONDIZIONI DI CANTIERE

La fase di cantiere dell'impianto di ossicombustione è in questo scenario considerata in azione sinergica con le emissioni in condizioni di esercizio di Legoli 3 e dell'impianto ALBE.

La fase di cantiere dell'impianto di ossicombustione comporterà emissioni di polveri e NOx che verranno descritte nel presente paragrafo. Per la stima dei fattori di emissione si è fatto riferimento ai dati bibliografici forniti dalla U.S.E.P.A. (United States Environmental Protection Agency) nella banca dati AP42 (Compilation of Air Pollutant Emission Factor) e Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri di ARPAT.

Il PM10 è il principale inquinante generato dalle operazioni di cantiere. Durante l'attività di scavo, l'emissione oraria stimata per il PM10 è:

Fattore Emissivo Scavo PM10= 0.02394 kg/h

Per la fase di scarico del materiale viene considerato il fattore emissivo:

Fattore Emissivo Scarico PM10= 0.0005 kg/t

Per la fase di carico del materiale viene considerato il fattore emissivo:

Fattore Emissivo Carico PM10= 0.0075 kg/t

Il transito sulle piste non pavimentate è associato ad un fattore di emissione espresso in chilogrammi per *vehicle kilometer traveled* (VKT):

Fattore Emissivo Transito Piste PM10= 0.98083 kg/VKT

Il traffico indotto di cantiere è associato ad emissioni di PM10 e NOx dai motori (*exhaust*) e da mezzi d'opera. I fattori di emissione per i mezzi pesanti, desunti dal sito di ISPRA Inventaria, sono riportati di seguito (Tabella 2.5/15):

Tabella 2.5/15 - Fattori di emissione per mezzi pesanti (ISPRA Inventaria – fattori di emissione medi per traffico autoveicolare anno 2018).

Inquinante	Fattore di emissione medi (g/km*veic)
Polveri	0.090
NOx	2.291

Per i mezzi d'opera si fa riferimento alla tabella che segue (Tabella 2.5/16):

Tabella 2.5/16 - Fattori di emissione per mezzi d'opera (fonte: South Coast Air Quality Management District (AQMD) CEQA Air Quality Handbook, November 1993, Tables A9-8-B, A9-8-C and A9-8-D).

Inquinante	Fattore di emissione medi (g/h*kW)
Polveri	0.74
NOx	8.00

Considerando che gli scavi previsti ammontano a 56849 m³, i riporti a 77009 m³, è stato stimato un PM10 totale da scavo e riporto pari a 5.053 kg/h. Per le macchine operatrici è stata considerata la presenza contemporanea di un Dumper, di una pala meccanica e di un escavatore, per una potenza complessiva di 800 kW. Le emissioni sono state distribuite nell'area evidenziata in rosso nella Figura 2.5/3 (di estensione pari a circa 26700 m²) e sono state sommate a quelle incluse nello scenario 2, ovvero derivanti dagli impianto Legoli 3 e ALBE in condizioni id esercizio.

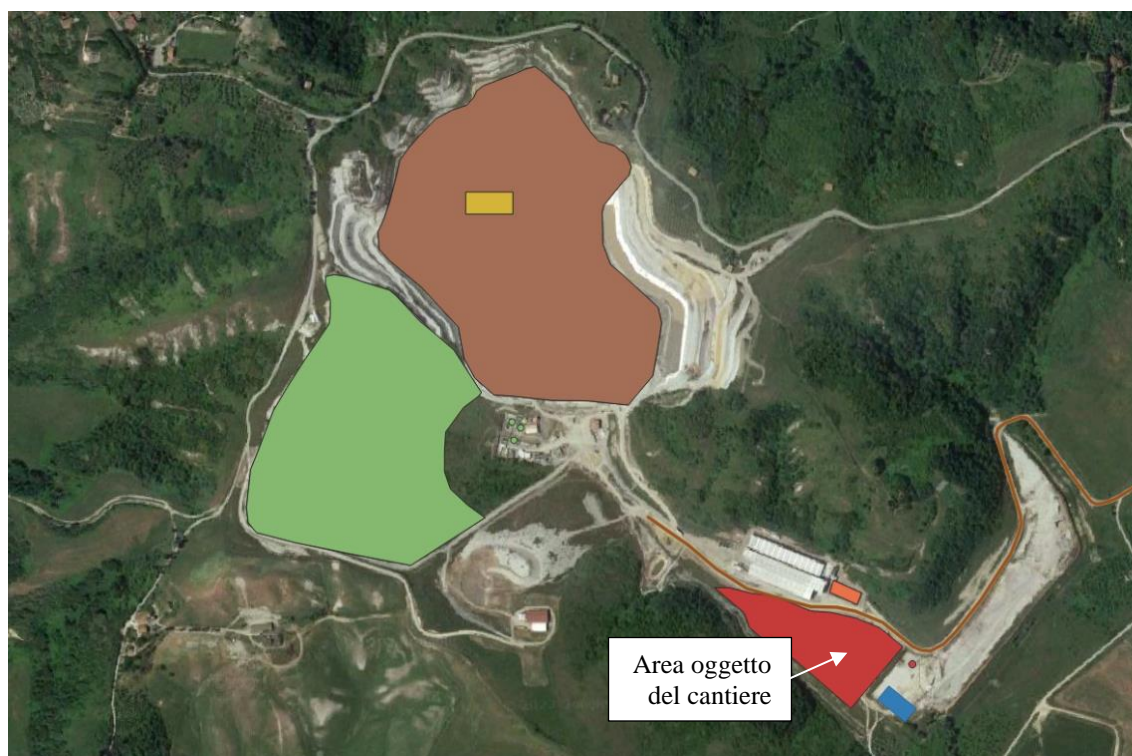


Figura 2.5/3 - Localizzazione area oggetto del cantiere.

È stato anche considerato il traffico indotto di cantiere. Il flusso giornaliero di veicoli pesanti è stato stimato essere pari a 30 mezzi/giorno (con un conseguente numero di viaggi A/R pari a 60). Considerato che la viabilità di accesso da e per la discarica è pari a circa 7 km, le emissioni da traffico indotto sono risultate pari a:

Tabella 2.5/17 - Quantificazione delle emissioni da traffico indotto per il cantiere di realizzazione dell'impianto di Ossicombustione.

Contaminante	Emissione [kg/anno]	Emissione [g/s]
NOx	288.67	0.0092
CO	71.44	0.0023
Polveri	11.34	0.0004

Tali emissioni sono state sovrapposte a quelle che si verificano per il normale funzionamento dell'impianto Legoli 3 e per il funzionamento dell'impianto ALBE. Le emissioni complessive sono riportate nella tabella che segue (Tabella 2.5/18).

Tabella 2.5/18 - Emissioni da traffico indotto complessive per il cantiere di realizzazione dell'impianto di Ossicombustione (sono incluse le emissioni per Legoli 3 e ALBE).

Contaminante	Emissione [kg/anno]	Emissione [g/s]
NOx	1019.95	0.0323
CO	252.43	0.0080
Polveri	40.10	0.0013

2.5.4 SCENARIO 3B - MODELLAZIONE CON IL SOFTWARE AERMOD DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E DEGLI ODORI EMESSI DA LEGOLI 3 IN CONDIZIONE DI ESERCIZIO E ALBE IN CONDIZIONE DI ESERCIZIO IN PROGETTO E NUOVO IMPIANTO DI OSSICOMBUSTIONE IN CONDIZIONI DI ESERCIZIO

In questo scenario sono simulati gli effetti sinergici derivanti dalla funzionalità in esercizio dell'impianto Legoli 3, dell'impianto ALBE e dell'impianto di Ossicombustione.

L'impianto di Ossicombustione verrà alimentato dal rifiuto solido non pericoloso (e da percolato) previo processo di frantumazione, macinazione e preparazione dello *slurry* (sospensione di solido in liquido), ossia del prodotto con cui l'ossicombustione vera e propria verrà alimentata.

Tra le diverse sorgenti emissive che saranno presenti nel complesso dell'impianto, sono da ritenersi potenzialmente significative per quanto concerne l'impatto olfattivo, solo quelle derivanti dalla zona di stoccaggio del rifiuto, quella di movimentazione e macinazione dello stesso e l'area di preparazione dello *slurry*. Queste porzioni dell'impianto saranno tamponate e poste sotto aspirazione; il trattamento dell'aria sarà effettuato in uno scrubber e successivamente tramite biofiltro. Per la umidificazione del biofiltro verrà impiegata acqua di recupero (da processo o meteorica). L'aria trattata verrà rilasciata alla sommità del biofiltro, che pertanto rappresenterà la reale sorgente emissiva, areale, di interesse.

I valori attesi per le emissioni sono stati desunti dall'Elaborato ITG-RT-030 EMISSIONI GASSOSE a corredo del progetto dell'impianto, dal quale si evince che i punti di emissione diversi da EC3 ed EC1 sono tutti non rilevanti dal punto vista emissivo (sotto la soglia di rilevanza), sia per la

frequenza di emissione che per l'entità. Inoltre, i punti di emissione tipo EC9 ed EC10 sono anche dotati di filtri a carboni attivi.

La Tabella 2.5/19 riporta l'emissione di odori attesa in corrispondenza del biofiltro (emissione EC1) considerate le caratteristiche geometriche del biofiltro stesso, mentre la Tabella 2.5/20 presenta analoghe informazioni per le polveri attese.

Tabella 2.5/19 - Biofiltro dell'impianto di Ossicombustione – emissione Odori.

Portata di progetto [Nm ³ /h]	Concentrazione odore [UO/m ³]	Superficie [m ²]	Quota base [m s.l.m.]	Altezza di rilascio [m]	Flusso di odori [UO/s]	Rateo emissione [UO/sm ²]
109500	1000	650	91.54	8.9	30417	46.79

Tabella 2.5/20 - Biofiltro dell'impianto di Ossicombustione – emissione PM10.

Portata di progetto [Nm ³ /h]	Concentrazione PM10 [mg/Nm ³]	Superficie [m ²]	Quota base [m s.l.m.]	Altezza di rilascio [m]	Flusso di PM10 [kg/h]	Rateo emissione [g/sm ²]
109500	5	650	91.54	8.9	0.548	0.000842

Relativamente alle emissioni odorigene, visto il tipo di applicazione, il fornitore del filtro afferma che è ragionevole considerare un limite compreso tra i valori previsti dalle BAT, ovvero tra 200 e 1000 UO/m³. A scopo cautelativo, la simulazione è stata effettuata considerando il massimo valore di concentrazione, ovvero 1000 UO/m³. Nessun impatto odorigeno è atteso manifestarsi dalle sorgenti emissive puntuali presenti, per le quali sono attese emissioni di NO_x, CO e Polveri. Nello specifico, il camino EC3 è quello che convoglia i gas di processo dell'ossicombustione.

In Tabella 2.5/21 vengono riportate le caratteristiche fisiche del camino EC3.

Tabella 2.5/21 - Caratteristiche fisiche del camino EC3.

Emissione EC3	UTM32 X	UTM32 Y	Quota base	Altezza	Diametro	Portata	Velocità	Temperatura
	km	km	m s.l.m.	m s.l.m.	m	Nm ³ /h	m/s	°C
Con cattura CO ₂	646.366	4824.815	91.54	10	0.5	2612	3.70	25
Senza Cattura CO ₂						8275	11.71	40

Per la determinazione dei ratei emissivi è necessario considerare che, durante la marcia normale (con alimentazione di slurry), i gas di processo vengono trattati dall'apposito sistema di deacidificazione e depolverazione. Al sistema di trattamento giunge in maniera discontinua anche lo scarico del ciclone per la captazione delle polveri a valle della caldaia a recupero.

Bisogna inoltre considerare l'emissione sia in presenza che in assenza della cattura di CO₂. Per l'emissione senza cattura di CO₂, la portata è di 8275 Nm³/h e la temperatura di 40°C circa. In fase di normale esercizio, l'emissione con cattura di CO₂ ha una portata di 2612 Nm³/h circa e la temperatura è quella ambiente (20° - 25°C circa). In Tabella 2.5/22 sono riportate le caratteristiche delle emissioni dal camino EC3 con e senza cattura di CO₂.

Tabella 2.5/22 - Caratteristiche delle emissioni dal camino EC3.

Portata con CO ₂	2612	Nm ³ /h	Rateo emissivo [mg/h]	Rateo emissivo [g/s]
PM10	45	mg/Nm ³	117540	0.0327
NOx	1080	mg/Nm ³	2820960	0.7836
CO	450	mg/Nm ³	1175400	0.3265
Portata senza CO ₂	8275	Nm ³ /h	Rateo emissivo [mg/h]	Rateo emissivo [g/s]
PM10	45	mg/Nm ³	372375	0.1034
NOx	1080	mg/Nm ³	8937000	2.4825
CO	450	mg/Nm ³	3723750	1.0344

In Tabella 2.5/23 sono riassunte le emissioni di NOx, CO e polveri attese, così come riportate nella Tabella 5/2 dell'Elaborato ITG-RT-030 EMISSIONI GASSOSE presentato a corredo del progetto. La quantificazione delle emissioni da traffico indotto è stata effettuata applicando i fattori di emissione contenuti nel database INVENTARIA di SINANET ISPRA.

Tabella 2.5/23 - Quantificazione delle emissioni da traffico indotto per il solo impianto di Ossicombustione.

Contaminante	Emissione [kg/anno]	Emissione [g/s]
NOx	500.35	0.0160
CO	123.83	0.0039
Polveri	19.66	0.0006

Per quanto riguarda gli impatti derivanti dai mezzi in conferimento, il flusso giornaliero di veicoli pesanti, considerando il conferimento di 170000 t di rifiuti trattati annualmente, è stimabile in 52 mezzi/giorno in ingresso. La strada di accesso per il conferimento dei rifiuti è riportata, come visto, in Figura 2.5/2.

Le emissioni totali da traffico indotto, considerando sia l'impianto di ossicombustione che Legoli 3 e Albe, sono state ottenute sommando le singole emissioni (Tabella 2.5/24).

Tabella 2.5/24 - Quantificazione delle emissioni da traffico indotto totali.

Contaminante	Emissione [g/s]
NOx	0.0391
CO	0.0097
Polveri	0.00153

2.6 CALCOLO DELLA CONCENTRAZIONE DI NO₂

Al fine stimare l'impatto sulla qualità dell'aria ed in relazione al fatto che il sistema modellistico applicato studia l'impatto degli inquinanti primari, dunque gli ossidi di azoto nel loro complesso, si pone l'attenzione sulla metodologia necessaria a riportare i risultati modellistici calcolati in termini di NOx come concentrazioni in aria di NO₂ in modo da poterli confrontare con i valori limite riportati nel D.lgs. 155/2010 e s.m.i..

La relazione tra NO₂ ed NOx è oggetto di numerosi studi ed è stata formalizzata in una procedura che impiega il metodo ARM² (Ambient Ratio Method Version 2) adottato da US-EPA che permette di sviluppare questo calcolo per applicazioni di modellistica ambientale diffusionale.

Nella metodologia ARM² la concentrazione di biossido di azoto [NO₂] è calcolata partendo dalle stime di quella di ossidi di azoto [NO_x], applicando una relazione empirica. Tale relazione è stata derivata utilizzando una base di dati misurati dalle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, per le quali si deve provvedere ad elaborare le serie storiche di concentrazioni medie orarie di NO_x e NO₂ così da calcolare i rapporti tra NO₂ e NO_x per poi costruire un modello regressivo che interpreti la relazione e che ne permetta l'applicazione ai risultati del modello di dispersione.

Si è proceduto, in ogni modo, ad applicare la formulazione sviluppata nella trattazione ARM² utilizzando la formula sviluppata da ARPAT Toscana e pubblicata negli atti della 18a Conferenza Internazionale "Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes – HARMO18, Bologna, Italy, 9-12 October 2017"¹. La formula utilizzata è la seguente:

$$\frac{[NO_2]}{[NO_x]} = 6.0635E^{-15} \cdot [NO_x]^5 - 5.8028E^{-12} \cdot [NO_x]^4 - 5.1576E^{-9} \cdot [NO_x]^3 + 9.2741E^{-6} \cdot [NO_x]^2 - 4.7886E^{-3} \cdot [NO_x] + 1.2647$$

Il valore di concentrazione di [NO₂] è quindi calcolato applicando la formula di cui sopra al valore di [NO_x] stimato dal modello di dispersione AERMOD.

L'applicazione di questa formula alla serie temporale oraria di NO_x, stimata da AERMOD in ognuno dei recettori puntuali, ha permesso di calcolare il valore di concentrazione di NO₂ da confrontare con i valori di qualità dell'aria.

¹ Lupi, A., Giovannini, F. & Barbaro, A. (2017). *ARM2 method to estimate NO₂ air concentrations by using NO_x air concentrations obtained by air pollution models: verification and adaptation by using air quality network of Tuscany data*. Conference: 18th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes 9-12 October 2017, Bologna, Italy.

3. CLIMATOLOGIA E METEOROLOGIA

Da un punto di vista termometrico l'area si caratterizza per la presenza di temperature i cui minimi e massimi rilevati nel triennio 2019÷2021 sono compresi nell'intervallo di temperature - 4 ÷ 38°C, con temperature medie annue rilevate nel periodo comprese tra 15.1 e 15.5 °C (vedi Figura 3/1 in alto).

Per quanto concerne gli apporti pluviometrici, i dati del decennio 2012÷2021 indicano un valore medio annuo di precipitazioni pari a circa 840 mm (vedi Figura 3/1 in basso); i dati dell'ultimo triennio, riportati con le corrispondenti temperature medie in Tabella 3/1, indicano discostamenti significativi in senso opposto dalla media dell'ultimo decennio per gli anni 2019 e 2021.

Tabella 3/1 - Precipitazioni cumulate e temperature medie rilevate nel periodo 2019÷2021 dalla Stazione SIR TOS11000507.

	P (mm)	T °C
2019	965.6	15.1
Trim1	90	8.4
Trim ²	198.2	16.2
Trim ³	193	23.2
Trim4	484.4	12.4
2020	886.2	15.5
Trim1	118.2	9.5
Trim ²	161.4	17.5
Trim ³	227.2	23.4
Trim4	379.4	11.4
2021	632.4	15.1
Trim1	159	8.7
Trim ²	121.8	16.6
Trim ³	66.6	23.4
Trim4	285	11.6

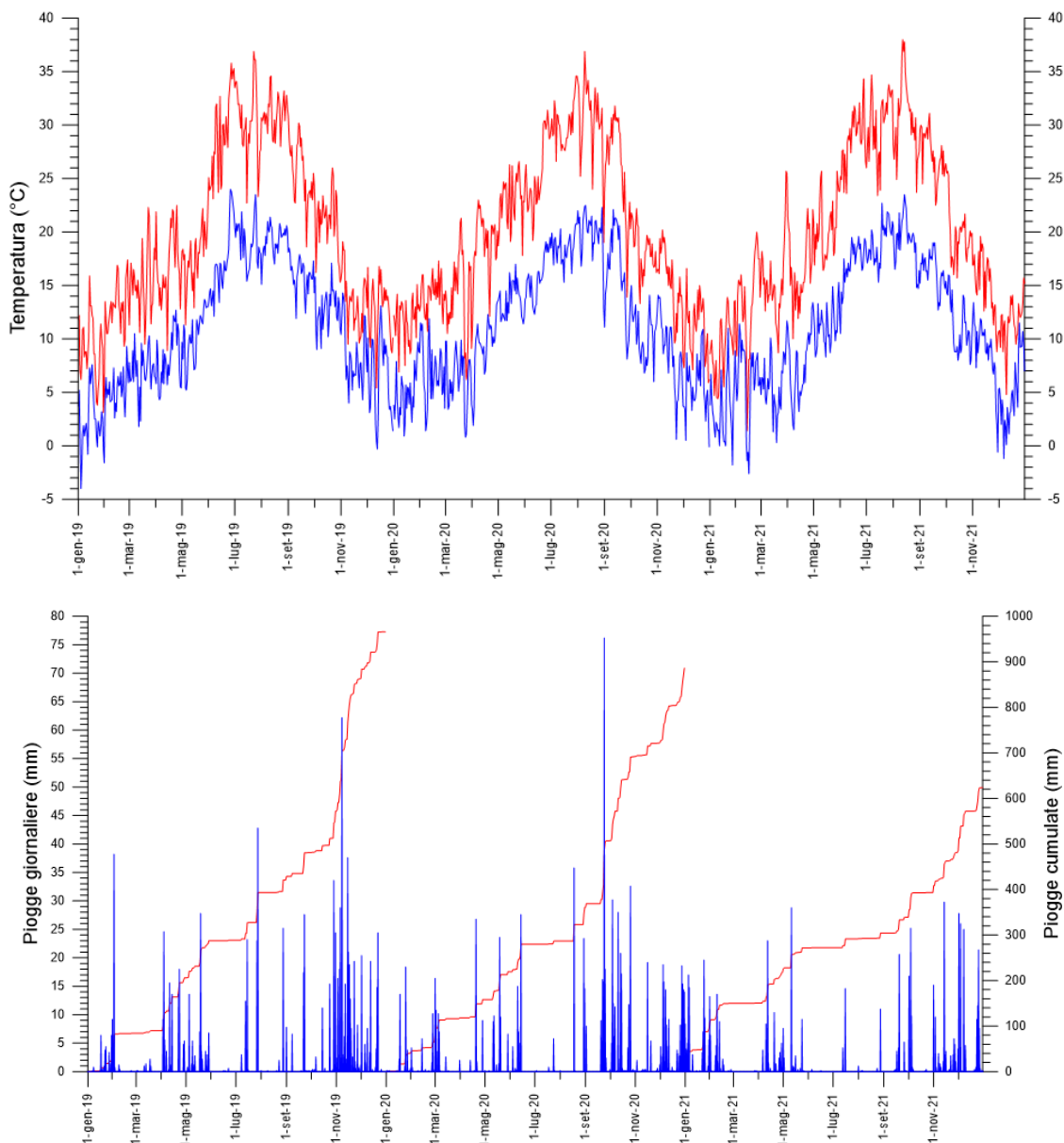


Figura 3/1 - In alto cronogramma delle temperature minime (linea blu) e massime (linea rossa) giornaliere. In basso precipitazioni giornaliere (linee blu) e cumulate annue (linee rosse). Dati rilevati nel triennio 2019÷2021 dalla Stazione SIR TOS11000507 ubicata all'interno dell'impianto.

Per quanto concerne il regime anemometrico, è stata effettuata l'analisi in frequenza dell'intensità del vento nella stazione considerata che ha come obiettivo la costruzione delle rose dei venti, seguendo la procedura utilizzata dall'Aeronautica Militare nella redazione dell'Atlante climatico d'Italia (Volumi I, II e III). Successivamente è stato utilizzato il Processore meteorologico AERMET View contenuto nel pacchetto AERMOD View della Lakes Environmental per processare i dati orari registrati dalla stazione meteorologica relativi al periodo modellato.

Di seguito è riportata la rappresentazione della distribuzione dei venti nelle diverse ore della giornata utilizzando le rose dei venti. Le aree del grafico delle rose dei venti rappresentano le frequenze dei venti provenienti dalla direzione indicata, con intensità:

- compresa tra 1 e 10 nodi= area più interna (colore azzurro)
- compresa tra 11 e 20 nodi= area più intermedia (colore arancio)
- maggiore di 20 nodi= area più esterna (colore grigio)

La frequenza di una qualsiasi delle classi considerate si ottiene sottraendo al valore riportato nel grafico quello della classe più interna; solo per la prima classe il valore mostrato coincide con la frequenza. Si ricorda che 1 nodo equivale a 1.852 km/h e che viene considerata 'Calma' quando la velocità del vento è inferiore ad 1 nodo.

Operativamente, sono stati estratti dalla serie temporale, se rilevati, i valori di velocità media e direzione relativi alle ore 0:00, 06:00, 12:00 e 18:00 per tutti i giorni dell'intervallo temporale monitorato. I valori di velocità sono stati trasformati in nodi mentre i valori della relativa direzione sono stati assegnati alla corrispondente classe di vento seguendo la convenzione di seguito riportata

N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

È stata quindi valutata la frequenza dei venti provenienti da ciascuna direzione e con intensità appartenente a ciascuna delle tre classi di velocità scelte.

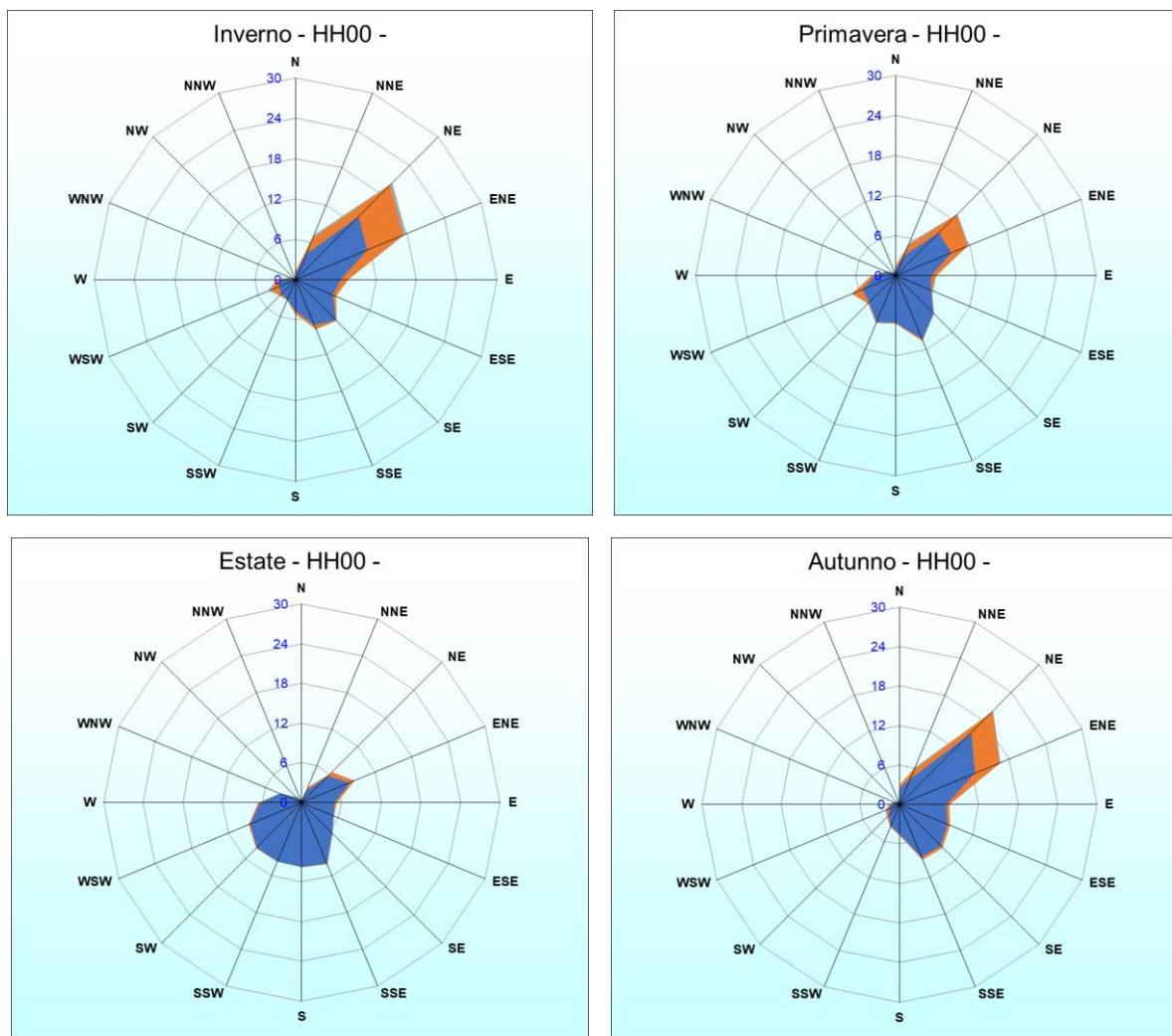
Le rose dei venti relative al periodo 2002÷2021 - ore 00 UTC (Figura 3/2) descrivono venti con direzione prevalente NE, ENE e SE. Le velocità massime sono sempre inferiori a 20 nodi e si rilevano significativi effetti della stagionalità, in particolare relativamente alla stagione estiva che presenta venti di intensità sempre compresa tra 1 e 10 nodi. La stagione estiva si differenzia dalle altre 3 stagioni anche per la direzione dei venti, risultando significativa la percentuale dei venti provenienti dalla direzione SW, SSW, S, SSE.

Le rose dei venti relative allo stesso periodo per le ore 06 UTC (Figura 3/3) descrivono una situazione anemometrica simile a quella che caratterizza le ore 00 UTC, ovvero venti prevalenti da direzione NE e ENE. Non si rileva per la stagione estiva un differente comportamento rispetto alle altre stagioni dell'anno.

Le rose dei venti alle ore 12 UTC (Figura 3/4Figura 3/4 -) indicano la presenza di venti con intensità più consistente rispetto alle precedenti ore della giornata, con valori anche superiori a 20 nodi. La direzione dei venti presenta un significativo effetto di stagionalità. In inverno, i venti prevalenti sono da NNE, NE e ENE con la presenza di venti da direzione SSE, SE e W, mentre in primavera, ai venti da direzione NNE, NE e ENE, si aggiungono significativi venti da direzione W. L'anemometria della stagione estiva presenta caratteri significativamente diversi rispetto alle stagioni invernale e primaverile, indicando venti di intensità massima pari a 20 nodi provenienti prevalentemente da W. La stagione autunnale presenta venti prevalentemente da direzione NNE, NE e ENE con la presenza di una percentuale significativa di venti da W.

Anche le rose dei venti relative alle ore 18 UTC (Figura 3/5) presentano significativi effetti della stagionalità. In inverno i venti provengono prevalentemente da NNE, NE e ENE, e a questi si aggiungono significativi venti da direzione W. In primavera e in estate, i venti da direzione W prevalgono. In autunno si ritorna all'andamento descritto per la stagione invernale con venti da direzione NNE, NE, ENE e W.

GRAFICI ANEMOMETRICI 2002÷2021 (Frequenze percentuali alle ore = 00 UTC)



INVERNO (Dic. – Gen. – Feb.) % calme di vento = 2	PRIMAVERA (Mar. – Apr. – Mag.) % calme di vento = 4
ESTATE (Giu. – Lug. – Ago.) % calme di vento = 5	AUTUNNO (Set. – Ott. – Nov.) % calme di vento = 3

Figura 3/2 - Grafici anemometrici alle ore 00 UTC nella stazione di Legoli. Periodo di riferimento dei dati = 2002÷2021.

GRAFICI ANEMOMETRICI 2002÷2021 (Frequenze percentuali alle ore = 06 UTC)

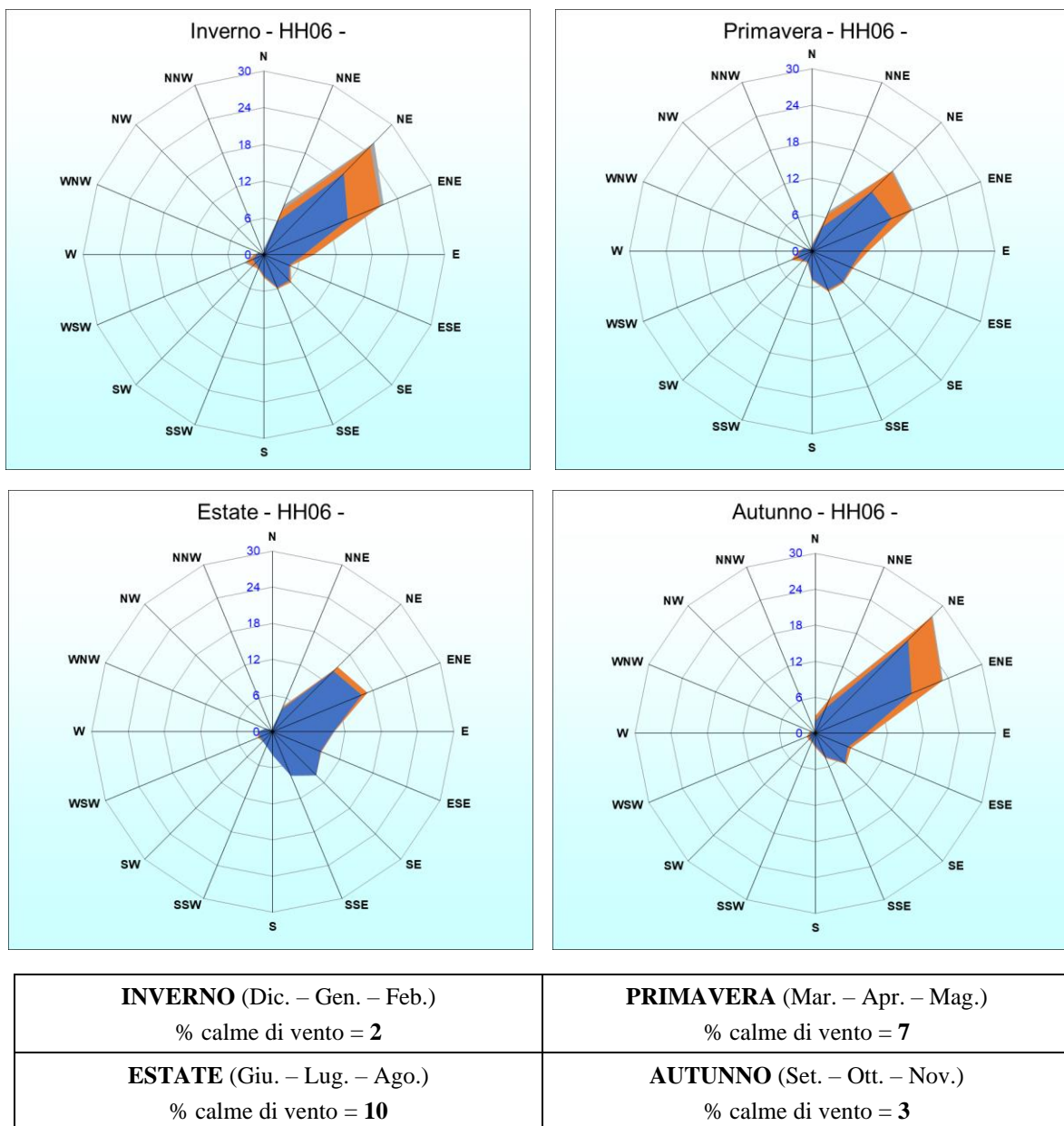


Figura 3/3 - Grafici anemometrici alle ore 06 UTC nella stazione di Legoli. Periodo di riferimento dei dati = 2002÷2021.

GRAFICI ANEMOMETRICI 2002÷2021 (Frequenze percentuali alle ore = 12 UTC)

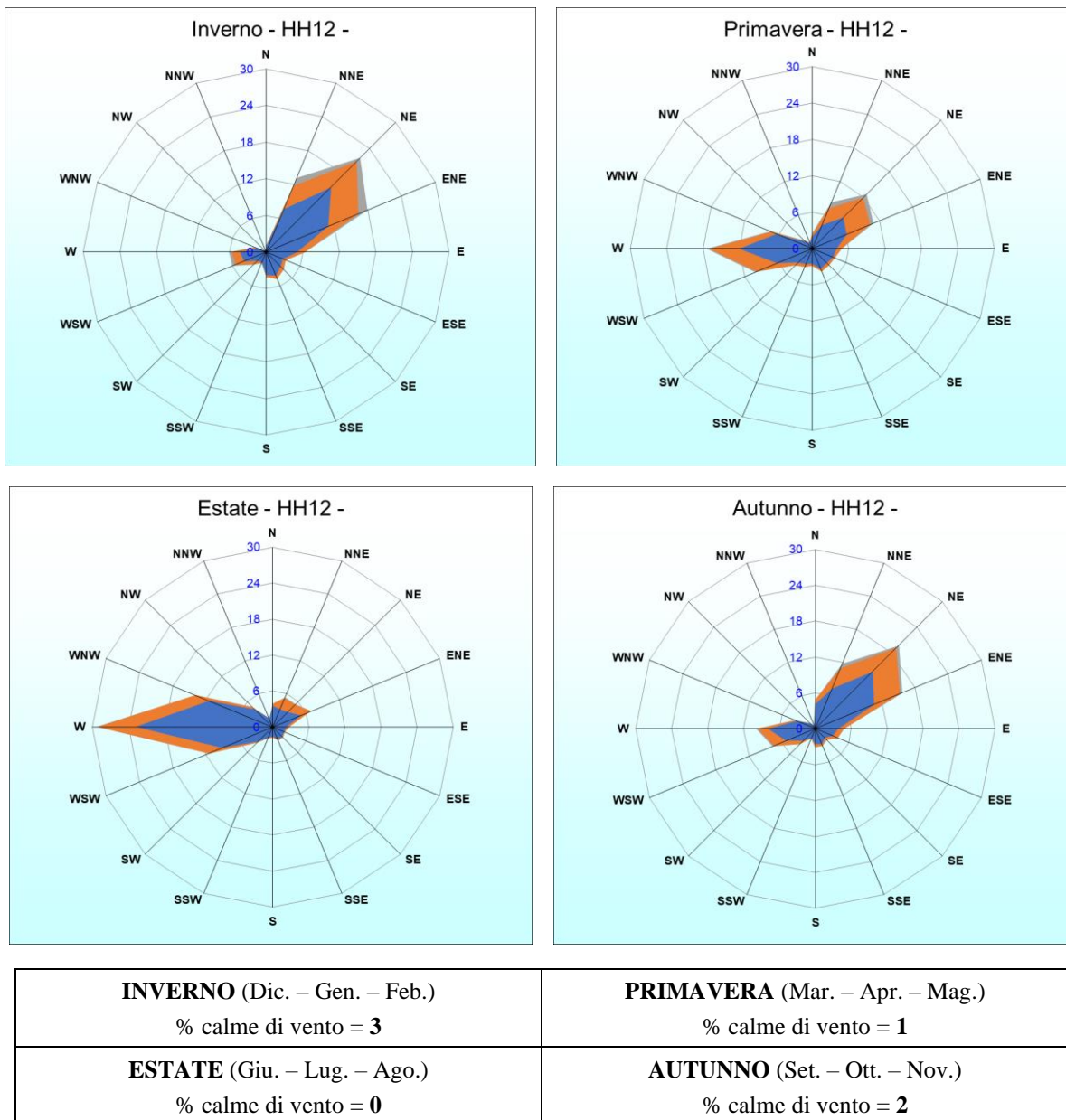


Figura 3/4 - Grafici anemometrici alle ore 12 UTC nella stazione di Legoli. Periodo di riferimento dei dati = 2002÷2021.

GRAFICI ANEMOMETRICI 2002÷2021 (Frequenze percentuali alle ore = 18 UTC)

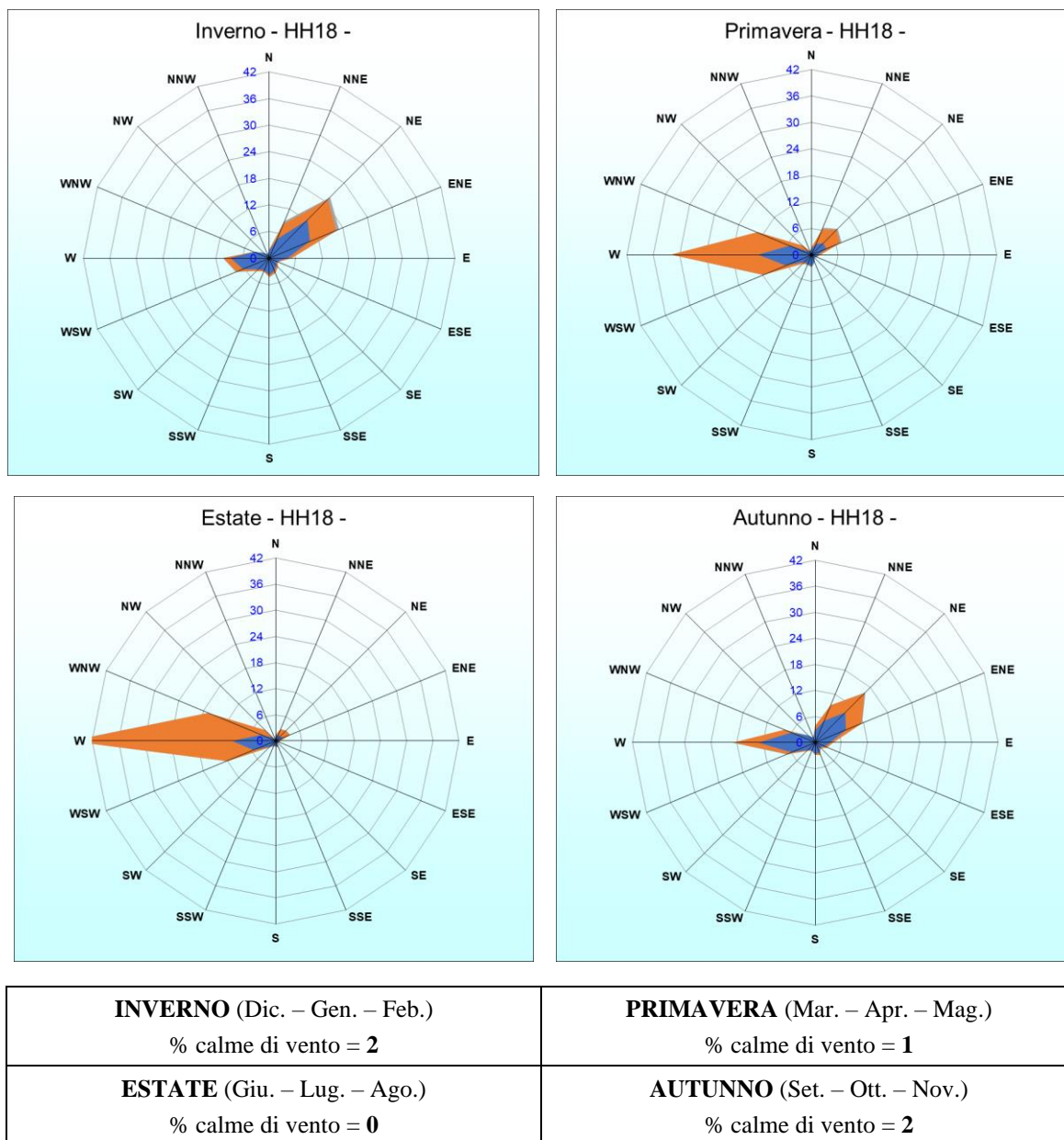


Figura 3/5 - Grafici anemometrici alle ore 18 UTC nella stazione di Legoli. Periodo di riferimento dei dati = 2002÷2021.

Le rose dei venti in corrispondenza delle 4 ore della giornata di riferimento, ovvero 00, 06, 12 e 18 UTC, per le 4 stagioni dell'anno, sono state costruite anche a partire dai dati anemometrici relativi al periodo 2017-2021. Tale analisi consente di evidenziare eventuali variazioni del regime anemometrico nell'arco del periodo di tempo analizzando consentendo quindi di stabilire la significatività dell'anno di simulazione scelto, che nel caso del presente studio è l'anno 2021.

Le rose dei venti per le stagioni inverno, primavera e autunno, relative al periodo 2017-2021 - ore 00 UTC (Figura 3/6), risultano abbastanza paragonabili con venti prevalenti da direzione NE, ENE e SE per la stagione invernale ed autunnale, ovvero SSE per la stagione primaverile. La stagione estiva è caratterizzata da venti di intensità minore e provenienza prevalente NE, ENE, SSE, S, SSW, SW e WSW.

Le rose dei venti relative alle ore 06 per le quattro stagioni dell'anno del periodo di riferimento (2017-2021) (Figura 3/7) risultano abbastanza simili con venti di intensità inferiore a 20 nodi da direzioni prevalenti NE, ENE e SSE.

Le rose dei venti relative alla stagione invernale delle ore 12 (Figura 3/8) indicano la presenza di venti di intensità superiore a 20 nodi con direzioni prevalenti NE, SSE, W e WSW. Venti con analoghe caratteristiche caratterizzano la stagione primaverile con una maggiore frequenza dei venti da direzione W rispetto alla stagione invernale. Nella stagione estiva, i venti da direzione W risultano prevalenti. Nella stagione autunnale la struttura dei venti risulta più simile alle stagioni invernale e primaverile con la presenza di venti di intensità anche superiore a 20 nodi e di direzioni prevalenti NE e W.

Le rose dei venti relative alle ore 18 (Figura 3/9) indicano la presenza di venti di intensità inferiore a 20 nodi e direzioni prevalenti NE e W per le stagioni inverno e autunno, e venti della stessa intensità ma direzioni prevalenti W e NE per le stagioni primavera ed estate.

Il confronto tra le rose dei venti relative ai periodi 2002-2021 e 2017-2021 consente di concludere che la generale struttura dei venti, in termini di direzione ed intensità degli stessi, non presenta significative differenze, pur risultando evidente un incremento della frequenza dei venti più intensi.

Si sottolinea infine come la modesta percentuale di calme di vento rilevate nell'intero periodo analizzato, escluda il sito in esame dal relativo criterio penalizzante per la localizzazione di nuovi impianti di smaltimento e recupero rifiuti, così come definiti nell'Allegato di Piano 4 del Piano regionale di gestione dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati (PRB).

GRAFICI ANEMOMETRICI 2017÷2021 (Frequenze percentuali alle ore = 00 UTC)

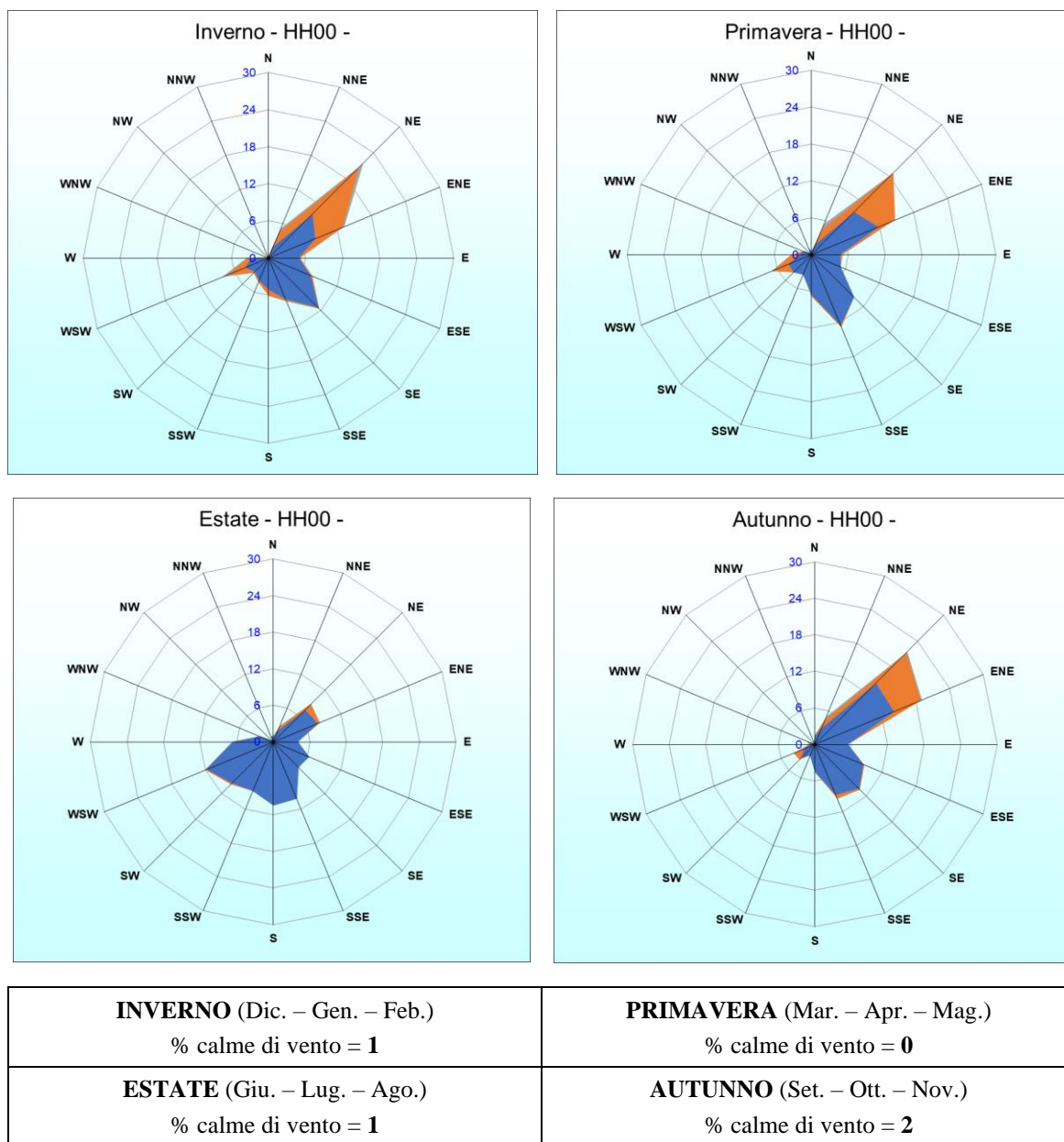


Figura 3/6 - Grafici anemometrici alle ore 00 UTC nella stazione di Legoli. Periodo di riferimento dei dati = 2017÷2021.

GRAFICI ANEMOMETRICI 2017÷2021 (Frequenze percentuali alle ore = 06 UTC)

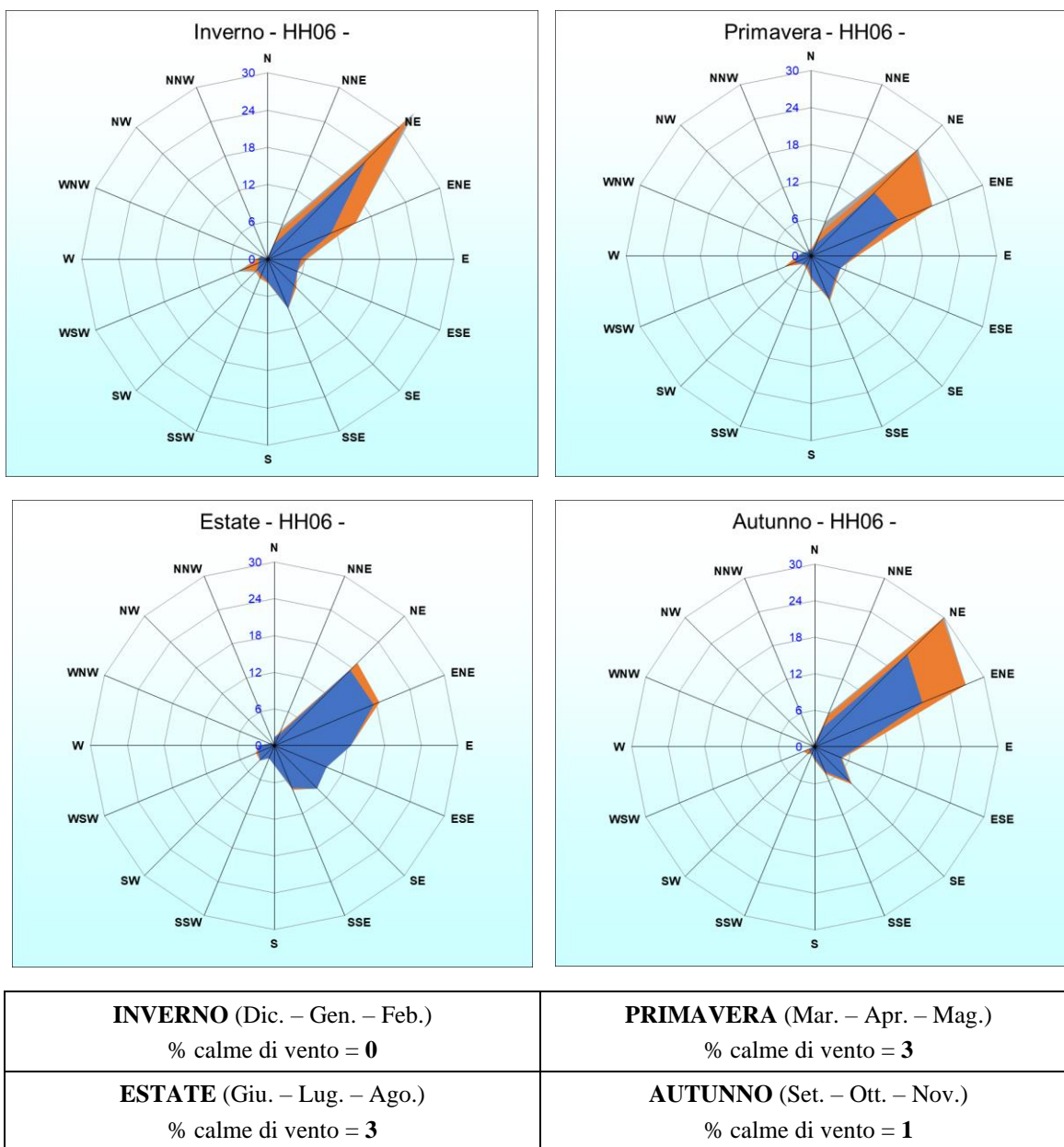


Figura 3/7 - Grafici anemometrici alle ore 06 UTC nella stazione di Legoli. Periodo di riferimento dei dati = 2017÷2021.

GRAFICI ANEMOMETRICI 2017÷2021 (Frequenze percentuali alle ore = 12 UTC)

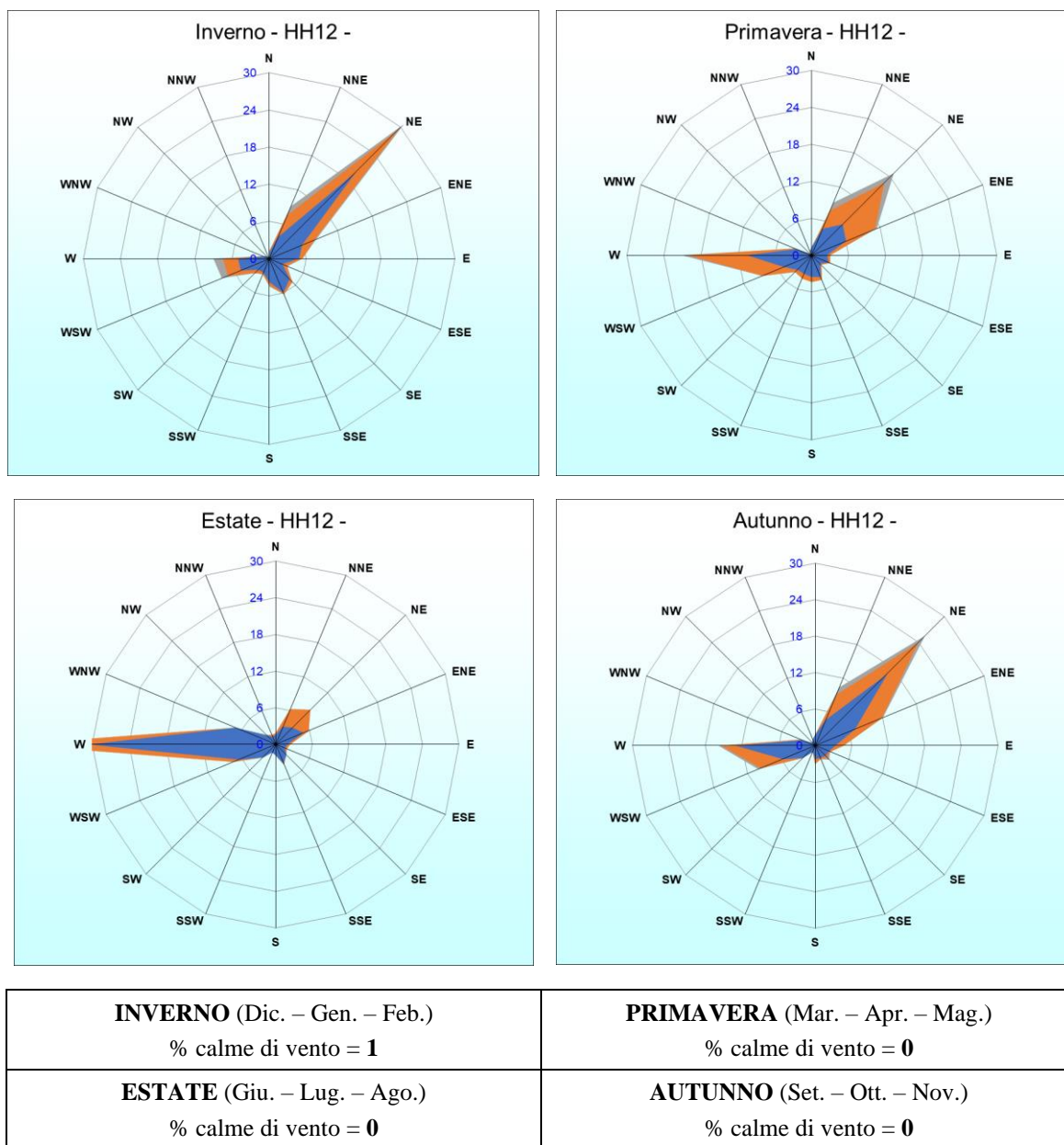


Figura 3/8 - Grafici anemometrici alle ore 12 UTC nella stazione di Legoli. Periodo di riferimento dei dati = 2017÷2021.

GRAFICI ANEMOMETRICI 2017÷2021 (Frequenze percentuali alle ore = 18 UTC)

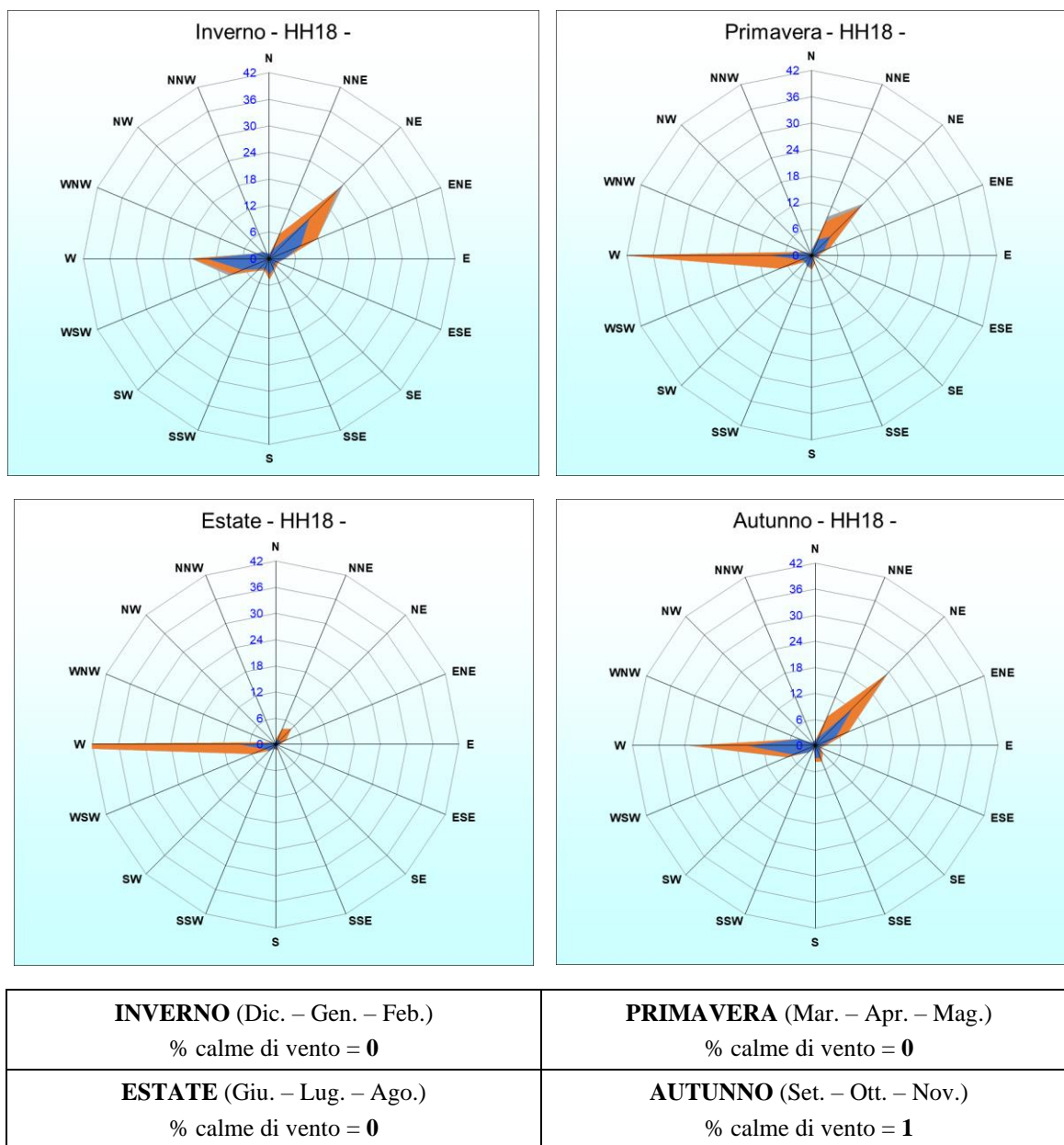


Figura 3/9 - Grafici anemometrici alle ore 18 UTC nella stazione di Legoli. Periodo di riferimento dei dati = 2017÷2021.

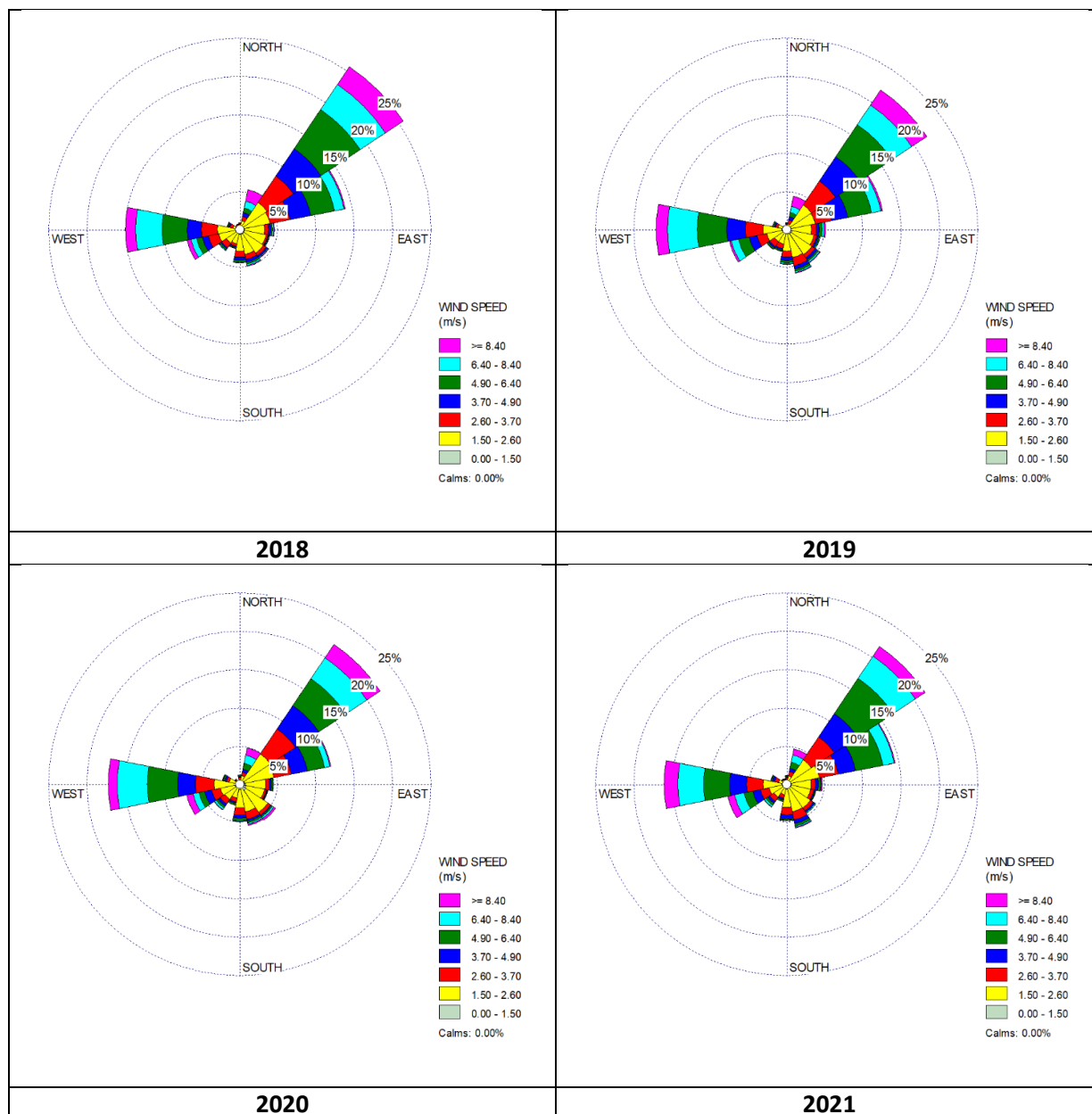


Figura 3/10 - Grafici anemometrici per gli anni 2018, 2019, 2020 e 2021 nella stazione di Legoli.

4. VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SULLA COMPONENTE ATMOSFERA E STIMA DELLE CONCENTRAZIONI INQUINANTI AL SUOLO

I valori di concentrazione derivanti dalle attività previste nei tre scenari simulati, calcolati dal modello, sono relativi ad un intero anno solare con simulazioni svolte da gennaio a dicembre. Vengono di seguito riportati i criteri per la valutazione della qualità dell'aria e dell'impatto odorigeno degli inquinanti simulati.

4.1 CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Il D. Lgs. 155/2010 e s.m.i. recepisce la direttiva europea 2008/50/. A livello nazionale il D. Lgs. 155/2010 e s.m.i. conferma in gran parte quanto stabilito dal D.M. 60/2002, e ad esso aggiunge nuove definizioni e nuovi obiettivi. In relazione alla tipologia di impianto e delle emissioni caratteristiche si riporta nella seguente tabella (Tabella 4.1/1) i valori limite per la qualità dell'aria vigenti e fissati dalla normativa suddetta.

Tabella 4.1/1 - Valori di riferimento della qualità dell'aria D.lgs. 155/2010 e s.m.i.

Biossido di azoto (NO₂)	Valore limite orario	200 µg/m ³	Numero di superamenti media oraria (max 18 volte in un anno)
	Valore limite annuale	40 µg/m ³	Media annua
	Soglia di Allarme	400 µg/m ³	Numero di superamenti media oraria (3 ore consecutive)
Monossido di carbonio (CO)	Valore limite	10 mg/m ³	Massima media mobile su 8 ore
Biossido di Zolfo (SO₂)	Valore limite orario	350 µg/m ³	Numero di superamenti media oraria (max 24 volte in un anno)
	Valore limite giornaliero	125 µg/m ³	Numero di superamenti media giornaliera (max 3 volte in un anno)
	Soglia di Allarme	500 µg/m ³	Numero di superamenti media oraria (3 ore consecutive)
Particolato Atmosferico (PM10)	Valore limite giornaliero	50 µg/m ³	Numero di superamenti media giornaliera (max 35 volte in un anno)
	Valore limite annuale	40 µg/m ³	Media annua

4.2 CRITERI DI VALUTAZIONE DELL'IMPATTO ODORIGENO

L'impatto odorigeno viene generalmente misurato a partire dai dati di concentrazione di odore espressa in unità odorimetriche o olfattometriche al metro cubo (OU/m^3) che rappresentano il numero di diluizioni necessarie affinché il 50% degli esaminatori non avverta più l'odore del campione analizzato (UNI EN 13725:2004).

Come criterio di accettabilità dei risultati delle simulazioni modellistiche per la valutazione della molestia olfattiva si adottano le indicazioni delle Linee Guida della Regione Lombardia. Infatti la Regione Lombardia è stata una delle prime regioni a dotarsi di una linea guida (D.G.R. 15 febbraio 2012 - n. 3018 *"Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno"*) finalizzata a fornire agli operatori una serie di strumenti di carattere tecnico-amministrativo volti a gestire il tema delle molestie olfattive, sempre più diffuso sul territorio e non disciplinato in maniera puntuale dalla normativa nazionale.

Il parametro utilizzato in questo studio per valutare l'effettiva rilevanza della potenziale molestia olfattiva è il valore del 98° percentile delle medie orarie su base annuale stimate da AERMOD. Questo parametro identifica la 175ª ora più alta tra tutti i valori stimati dal modello in un singolo punto recettore. Infatti, ad esempio, se presso un dato recettore il 98° percentile delle concentrazioni orarie è di $1 \text{ OU}/\text{m}^3$, la concentrazione di picco di odore simulata nell'aria al suolo è inferiore a $1 \text{ OU}/\text{m}^3$ per il 98% delle ore nell'anno considerato; quindi, il 50% della popolazione non può percepire l'odore emesso dalle sorgenti in esame (nemmeno i picchi di odore) per più del 2% delle ore su base annua.

Il valore delle concentrazioni medie orarie derivate dalla modellazione di dispersione è stato poi moltiplicato per il fattore 2.3 in considerazione delle indicazioni di seguito riportate.

<<.... Omissis ... Per calcolare le concentrazioni orarie di picco di odore (valutate sul breve periodo di 5 – 10 minuti) per ciascun punto della griglia contenuta nel dominio spaziale di simulazione e per ciascuna delle ore del dominio temporale di simulazione le concentrazioni medie orarie devono essere moltiplicate per un fattore di conversione, unico ed uniforme, pari a 2,3 (peak-to-mean ratio). ... Omissis ... >>

Inoltre, si è fatto riferimento anche alle LG promulgate dalla Giunta Provinciale di Trento che introduce i seguenti valori di accettabilità del disturbo olfattivo, espressi come concentrazioni orarie di picco di odore al 98° percentile calcolate su base annuale, che devono essere rispettati presso i recettori:

per recettori in aree residenziali

1 OU/m^3 , a distanze > 500 m dalle sorgenti

2 OU/m^3 , a distanze di 200÷500 m dalle sorgenti

3 OU/m^3 , a distanze < 200 m dalle sorgenti

per recettori in aree non residenziali

2 OU/m^3 , a distanze > 500 m dalle sorgenti

3 OU/m^3 , a distanze di 200÷500 m dalle sorgenti

4 OU/m^3 , a distanze < 200 m dalle sorgenti

....." Omissis

5. RISULTATI SCENARIO 1

5.1 RECETTORI DISCRETI

Nelle seguenti tabelle vengono presentati i risultati delle simulazioni svolte con AERMOD per la valutazione del potenziale impatto sulla qualità dell'aria delle aree limitrofe e comprese nel dominio di calcolo.

5.1.1 INQUINANTI GAS E POLVERI ESERCIZIO

Nelle seguenti tabelle (Tabella 5.1/1, Tabella 5.1/2 e Tabella 5.1/3) sono riportati i valori di concentrazione di gas e polveri valutati come scenario cumulato di emissione totale dall'impianto integrato della Belvedere SpA di Legoli (PI) "Legoli 3" in condizione di esercizio (Scenario 1).

Sono considerati gli impatti totali derivanti dall'impianto di trattamento TMB oltre che dal traffico indotto e dalla gestione della discarica. Si evidenzia come il valore di NO₂ sia stato calcolato applicando la formulazione ARM² nella versione sviluppata da ARPAT TOSCANA.

Per quanto concerne la concentrazione di odore, sono riportati in Tabella 5.1/4 il 98° percentile delle medie orarie su base annuale, il valore del 98° percentile delle medie orarie valutato con coefficiente moltiplicativo 2.3 (*"peak to mean"*) e il valore del massimo orario su base annuale.

Tabella 5.1/1 - Risultati della modellazione delle polveri nei recettori discreti individuati per le simulazioni.

ID	Descrizione	PM10 Media annuale	90.4° percentile delle medie giorno
		µg/m ³	µg/m ³
R1	Legoli	0.0089	0.0279
R2	Libbiano	0.0167	0.0453
R3	Ghizzano	0.0016	0.0033
R4	Sughera	0.0035	0.0117
R5	Castelfalfi	0.0004	0.0004
R6	Podere Strada	0.0016	0.0042
R7	Tonda	0.0021	0.0059
R8	Palaia	0.0026	0.0103
R9	Montefoscoli	0.0181	0.0726
R10	Toiano	0.0011	0.0033
R11	Collelungo	0.0015	0.0029
R12	Collegalli	0.0013	0.0013
R13	Abitazioni NE	0.0005	0.0011
R14	Abitazioni SE	0.0005	0.0003
R15	Madonna delle Serre	0.0154	0.0444
R16	Querci	0.0011	0.0008
Valori limite D.lgs. 155/2010 e s.m.i.		40	50

Tabella 5.1/2 - Risultati della modellazione di NO₂ nei recettori discreti individuati per le simulazioni.

ID	Descrizione	NO ₂ Media annuale	99.8° percentile delle medie orarie
		µg/m ³	µg/m ³
R1	Legoli	0.1468	11.565
R2	Libbiano	0.3276	9.9592
R3	Ghizzano	0.0371	4.2402
R4	Sughera	0.0669	3.6910
R5	Castelfalfi	0.0091	0.7482
R6	Podere Strada	0.0446	2.8060
R7	Tonda	0.0551	2.9272
R8	Palaia	0.0443	5.1068
R9	Montefoscoli	0.2921	32.451
R10	Toiano	0.0268	2.8477
R11	Collelungo	0.0294	3.3944
R12	Collegalli	0.0221	3.7674
R13	Abitazioni NE	0.0132	1.3340
R14	Abitazioni SE	0.0097	0.7674
R15	Madonna delle Serre	0.3293	21.911
R16	Querci	0.0220	0.9637
Valori limite D.lgs. 155/2010 e s.m.i.		40	200

Tabella 5.1/3 - Risultati della modellazione dei gas CO e H₂S nei recettori discreti individuati per le simulazioni.

ID	Descrizione	CO Massimo delle medie orarie	H ₂ S Massimo delle medie orarie
		µg/m ³	µg/m ³
R1	Legoli	13.190	0.1594
R2	Libbiano	11.791	0.4560
R3	Ghizzano	4.3410	0.5865
R4	Sughera	7.4891	0.1589
R5	Castelfalfi	6.0976	0.1000
R6	Podere Strada	3.6090	0.1186
R7	Tonda	6.5876	0.1717
R8	Palaia	3.6760	0.0674
R9	Montefoscoli	36.772	0.7355
R10	Toiano	5.5880	0.1169
R11	Collelungo	6.5391	0.1682
R12	Collegalli	3.6793	0.3179
R13	Abitazioni NE	2.2750	0.0421
R14	Abitazioni SE	4.5029	0.2571
R15	Madonna delle Serre	21.980	1.3827
R16	Querci	7.4922	0.8265
Valori limite D.lgs. 155/2010 e s.m.i.		10000	-

Tabella 5.1/4 - Risultati della modellazione degli odori nei recettori discreti individuati per le simulazioni.

ID	Descrizione	98° percentile delle medie orarie	98° percentile delle medie orarie con fattore 2.3 (<i>"peak to mean"</i>)	Massimo delle medie orarie
		OU/m ³	OU/m ³	OU/m ³
R1	Legoli	0.049	0.113	0.488
R2	Libbiano	0.093	0.214	0.727
R3	Ghizzano	0.014	0.031	0.935
R4	Sughera	0.023	0.053	0.262
R5	Castelfalfi	0.001	0.001	0.282
R6	Podere Strada	0.022	0.051	0.486
R7	Tonda	0.029	0.066	0.483
R8	Palaia	0.016	0.037	0.172
R9	Montefoscoli	0.056	0.129	2.253
R10	Toiano	0.008	0.018	0.366
R11	Collelungo	0.008	0.018	0.271
R12	Collegalli	0.002	0.004	0.507
R13	Abitazioni NE	0.002	0.005	0.092
R14	Abitazioni SE	0.000	0.000	0.410
R15	Madonna delle Serre	0.061	0.141	2.205
R16	Querci	0.000	0.001	1.318

6. RISULTATI SCENARIO 2

I risultati che vengono mostrati nelle seguenti tabelle e figure si riferiscono allo Scenario 2, ovvero Legoli 3 in condizione di esercizio e ALBE in condizione di esercizio in progetto.

In particolare, lo scenario emissivo di esercizio in progetto dell'impianto di ALBE Srl è costituito da due emissioni convogliate derivanti dall'impianto di aspirazione e trattamento arie dei capannoni di lavorazione (camino biofiltro) e dall'impianto di produzione di energia (camino cogeneratore).

Inoltre, si considera un volume di traffico indotto da e per l'impianto pari a 5 autotreni all'ora operanti sulle otto ore lavorative al giorno.

Si differenziano gli impatti odorigeni da quelli di gas e polveri per differenti scenari così da valutare il potenziale massimo impatto.

6.1 RECETTORI DISCRETI

Nelle seguenti tabelle vengono presentati i risultati delle simulazioni svolte con AERMOD per la valutazione del potenziale impatto sulla qualità dell'aria delle aree limitrofe e comprese nel dominio di calcolo.

6.1.1 INQUINANTI GAS E POLVERI ESERCIZIO

Nelle seguenti tabelle (Tabella 6.1/1 , Tabella 6.1/2 e Tabella 6.1/3) sono riportati i valori di concentrazione di gas e polveri per lo Scenario 2. Si sottolinea ancora una volta che il valore di NO₂ è stato calcolato applicando la formulazione ARM² nella versione sviluppata da ARPAT TOSCANA.

Per quanto concerne la concentrazione di odore, sono riportati in Tabella 6.1/4 il 98° percentile delle medie orarie su base annuale, il valore del 98° percentile delle medie orarie valutato con coefficiente moltiplicativo 2.3 (*"peak to mean"*) e il valore del massimo orario su base annuale.

Tabella 6.1/1 - Risultati della modellazione delle polveri nei recettori discreti individuati per le simulazioni.

ID	Descrizione	PM10 Media annuale	90.4° percentile delle medie giorno
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
R1	Legoli	0.0386	0.1382
R2	Libbiano	0.0569	0.1468
R3	Ghizzano	0.0601	0.1846
R4	Sughera	0.0286	0.0850
R5	Castelfalfi	0.0064	0.0147
R6	Podere Strada	0.0600	0.1799
R7	Tonda	0.0485	0.1466
R8	Palaia	0.0161	0.0584
R9	Montefoscoli	0.2466	0.8031
R10	Toiano	0.0218	0.0671
R11	Collelungo	0.0133	0.0442
R12	Collegalli	0.0064	0.0206
R13	Abitazioni NE	0.0087	0.0282
R14	Abitazioni SE	0.0032	0.0073
R15	Madonna delle Serre	0.1334	0.3784
R16	Querci	0.0127	0.0286
Valori limite D.lgs. 155/2010 e s.m.i.		40	50

Tabella 6.1/2 - Risultati della modellazione di NO₂ nei recettori discreti individuati per le simulazioni.

ID	Descrizione	NO ₂ Media annuale	99.8° percentile delle medie orarie
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
R1	Legoli	0.2119	14.100
R2	Libbiano	0.4533	12.131
R3	Ghizzano	0.1012	5.3405
R4	Sughera	0.1090	5.2681
R5	Castelfalfi	0.0177	1.5926
R6	Podere Strada	0.1055	4.1580
R7	Tonda	0.1113	3.7611
R8	Palaia	0.0678	7.0322
R9	Montefoscoli	0.4729	36.615
R10	Toiano	0.0518	4.3706
R11	Collelungo	0.0490	4.4154
R12	Collegalli	0.0344	4.7046
R13	Abitazioni NE	0.0263	2.1593
R14	Abitazioni SE	0.0165	1.1358
R15	Madonna delle Serre	0.5174	25.493
R16	Querci	0.0430	3.5801
Valori limite D.lgs. 155/2010 e s.m.i.		40	200

Tabella 6.1/3 - Risultati della modellazione dei gas CO e H₂S nei recettori discreti individuati per le simulazioni.

ID	Descrizione	CO Massimo delle medie orarie	H ₂ S Massimo delle medie orarie
		µg/m ³	µg/m ³
R1	Legoli	13.238	0.1594
R2	Libbiano	11.940	0.4560
R3	Ghizzano	4.3118	0.5865
R4	Sughera	7.7221	0.1589
R5	Castelfalfi	6.4992	0.1000
R6	Podere Strada	3.6084	0.1186
R7	Tonda	6.9590	0.1717
R8	Palaia	3.8368	0.0674
R9	Montefoscoli	36.781	0.7355
R10	Toiano	5.5907	0.1169
R11	Collelungo	6.8064	0.1682
R12	Collegalli	3.9807	0.3179
R13	Abitazioni NE	2.2750	0.0421
R14	Abitazioni SE	4.5576	0.2571
R15	Madonna delle Serre	22.603	1.3827
R16	Querci	7.4734	0.8265
Valori limite D.lgs. 155/2010 e s.m.i.		10000	-

Tabella 6.1/4 - Risultati della modellazione degli odori nei recettori discreti individuati per le simulazioni.

ID	Descrizione	98° percentile delle medie orarie	98° percentile delle medie orarie con fattore 2.3 ("peak to mean")	Massimo delle medie orarie
		OU/m ³	OU/m ³	OU/m ³
R1	Legoli	0.055	0.126	0.825
R2	Libbiano	0.104	0.238	0.727
R3	Ghizzano	0.043	0.099	0.935
R4	Sughera	0.031	0.071	0.641
R5	Castelfalfi	0.002	0.004	0.388
R6	Podere Strada	0.042	0.096	0.841
R7	Tonda	0.044	0.100	1.039
R8	Palaia	0.021	0.049	0.327
R9	Montefoscoli	0.115	0.265	5.076
R10	Toiano	0.013	0.029	0.747
R11	Collelungo	0.013	0.030	0.388
R12	Collegalli	0.003	0.006	0.507
R13	Abitazioni NE	0.004	0.010	0.150
R14	Abitazioni SE	0.000	0.000	0.410
R15	Madonna delle Serre	0.105	0.242	2.205
R16	Querci	0.001	0.002	1.318

7. RISULTATI SCENARIO 3A

I risultati che vengono mostrati nelle seguenti tabelle e figure si riferiscono allo Scenario 3a, ovvero Legoli 3 in condizione di esercizio, ALBE in condizione di esercizio in progetto e impianto di Ossicombustione in fase di cantiere.

Si differenziano gli impatti odorigeni da quelli di gas e polveri per differenti scenari così da valutare il potenziale massimo impatto.

7.1 RECETTORI DISCRETI

Nelle seguenti tabelle vengono presentati i risultati delle simulazioni svolte con AERMOD per la valutazione del potenziale impatto sulla qualità dell'aria delle aree limitrofe e comprese nel dominio di calcolo.

7.1.1 INQUINANTI GAS E POLVERI ESERCIZIO

Nelle seguenti tabelle (Tabella 7.1/1 , Tabella 7.1/2 e Tabella 7.1/3) sono riportati i valori di concentrazione di gas e polveri per lo Scenario 3a. Si evidenzia come il valore di NO₂ sia stato calcolato applicando la formulazione ARM² nella versione sviluppata da ARPAT TOSCANA.

Tabella 7.1/1 - Risultati della modellazione delle polveri nei recettori discreti individuati per le simulazioni.

ID	Descrizione	PM10 Media annuale	90.4° percentile delle medie giorno
		µg/m ³	µg/m ³
R1	Legoli	0.1369	0.5518
R2	Libbiano	0.2084	0.6010
R3	Ghizzano	0.1708	0.5046
R4	Sughera	0.1010	0.3302
R5	Castelfalfi	0.0206	0.0385
R6	Podere Strada	0.1988	0.6745
R7	Tonda	0.1896	0.5481
R8	Palaia	0.0608	0.2503
R9	Montefoscoli	0.9395	3.3981
R10	Toiano	0.0852	0.2162
R11	Collelungo	0.0488	0.1848
R12	Collegalli	0.0247	0.0549
R13	Abitazioni NE	0.0302	0.0811
R14	Abitazioni SE	0.0108	0.0202
R15	Madonna delle Serre	0.4818	1.4720
R16	Querci	0.0445	0.0809
Valori limite D.lgs. 155/2010 e s.m.i.		40	50

Tabella 7.1/2 - Risultati della modellazione di NO₂ nei recettori discreti individuati per le simulazioni.

ID	Descrizione	NO ₂ Media annuale	99.8° percentile delle medie orarie
		µg/m ³	µg/m ³
R1	Legoli	0.3232	24.7380
R2	Libbiano	0.6230	16.0792
R3	Ghizzano	0.2249	11.9554
R4	Sughera	0.1904	9.6260
R5	Castelfalfi	0.0336	2.4103
R6	Podere Strada	0.2602	15.5016
R7	Tonda	0.2688	11.5890
R8	Palaia	0.1180	13.4498
R9	Montefoscoli	1.2550	90.5240
R10	Toiano	0.1233	8.0140
R11	Collelungo	0.0889	7.3150
R12	Collegalli	0.0551	7.6067
R13	Abitazioni NE	0.0507	5.9558
R14	Abitazioni SE	0.0251	2.2089
R15	Madonna delle Serre	0.9061	39.1274
R16	Querci	0.0787	9.6098
Valori limite D.lgs. 155/2010 e s.m.i.		40	200

Tabella 7.1/3 - Risultati della modellazione dei gas CO nei recettori discreti individuati per le simulazioni.

ID	Descrizione	CO Massimo delle medie orarie
		µg/m ³
R1	Legoli	13.2425
R2	Libbiano	11.9495
R3	Ghizzano	4.3128
R4	Sughera	7.7369
R5	Castelfalfi	6.5189
R6	Podere Strada	3.6087
R7	Tonda	6.9703
R8	Palaia	3.8376
R9	Montefoscoli	36.8375
R10	Toiano	5.6028
R11	Collelungo	6.8136
R12	Collegalli	3.9886
R13	Abitazioni NE	2.2765
R14	Abitazioni SE	4.5576
R15	Madonna delle Serre	22.6424
R16	Querci	7.4735
Valori limite D.lgs. 155/2010 e s.m.i.		10000

7.1.2 RECETTORI A GRIGLIA

In questo paragrafo vengono presentati i risultati delle simulazioni sotto forma di mappe grafiche che rappresentano l'impatto sul territorio degli inquinanti modellati. Le mappe consentono di valutare il potenziale di molestia olfattiva dovuto alle emissioni dell'impianto integrato e a determinare il potenziale impatto sulla qualità dell'aria delle emissioni dell'impianto integrato secondo lo Scenario 3a.

Per ciascuno dei recettori idealmente disposti sul territorio circostante al sito in esame facenti parte della griglia di calcolo di 10km x 10km con passo cella di 100 m e per ogni ora del dominio di tempo della simulazione, AERMOD calcola la concentrazione massima oraria di ciascuno degli inquinanti presi in esame nel presente studio.

Le mappe di concentrazione prodotte rappresentano la previsione delle concentrazioni di ODORI, considerando il 98° percentile delle concentrazioni massime orarie di ODORE valutato utilizzando il fattore di conversione peak to mean 2.3.

Per quanto riguarda l'impatto olfattivo, le maleodoranze e la valutazione d'impatto, non essendo ad oggi disponibile una linea guida o regolamento regionale in Toscana, si sono discusse in base alle linee guida della Regione Lombardia e della Provincia di Trento, che sono testi ufficiali degni di riferimento e consolidati nell'applicazione. In questo contesto si definiscono soglie limite per ambiti territoriali in funzione della prossimità al punto di emissione ed in funzione della destinazione d'uso del territorio stesso (agricolo, residenziale, industriale etc.).

Sono altresì prodotte le mappe di concentrazione di GAS e POLVERI. Nello specifico, sono state realizzate le mappe di concentrazione media oraria e di media giornaliera per raffrontarli con gli standard di qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente ed in particolare il valore di media annuale per le PM10 (valore limite media annuale di 40 µg/m³) e per NO₂ (valore limite media annuale di 40 µg/m³) ed il valore del percentile delle medie orarie per NO₂ (valore limite oraria di 200 µg/m³) e percentile delle medie giornaliere di PM10 (valore limite giornaliero di 50 µg/m³).

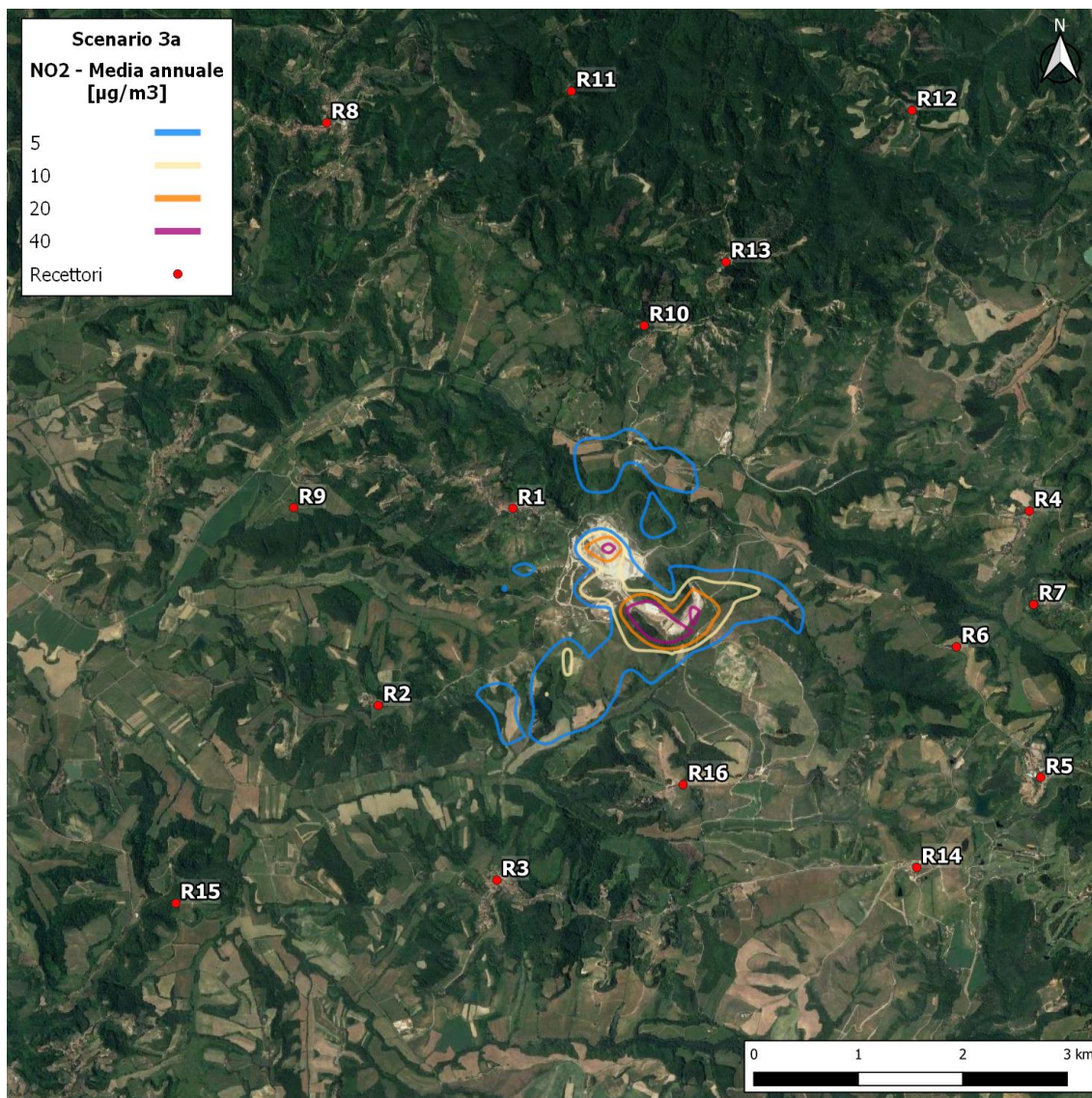


Figura 7.1/1 - Media annuale di NOx per le emissioni totali dell'impianto integrato BELVEDERE SpA (Scenario 3a).

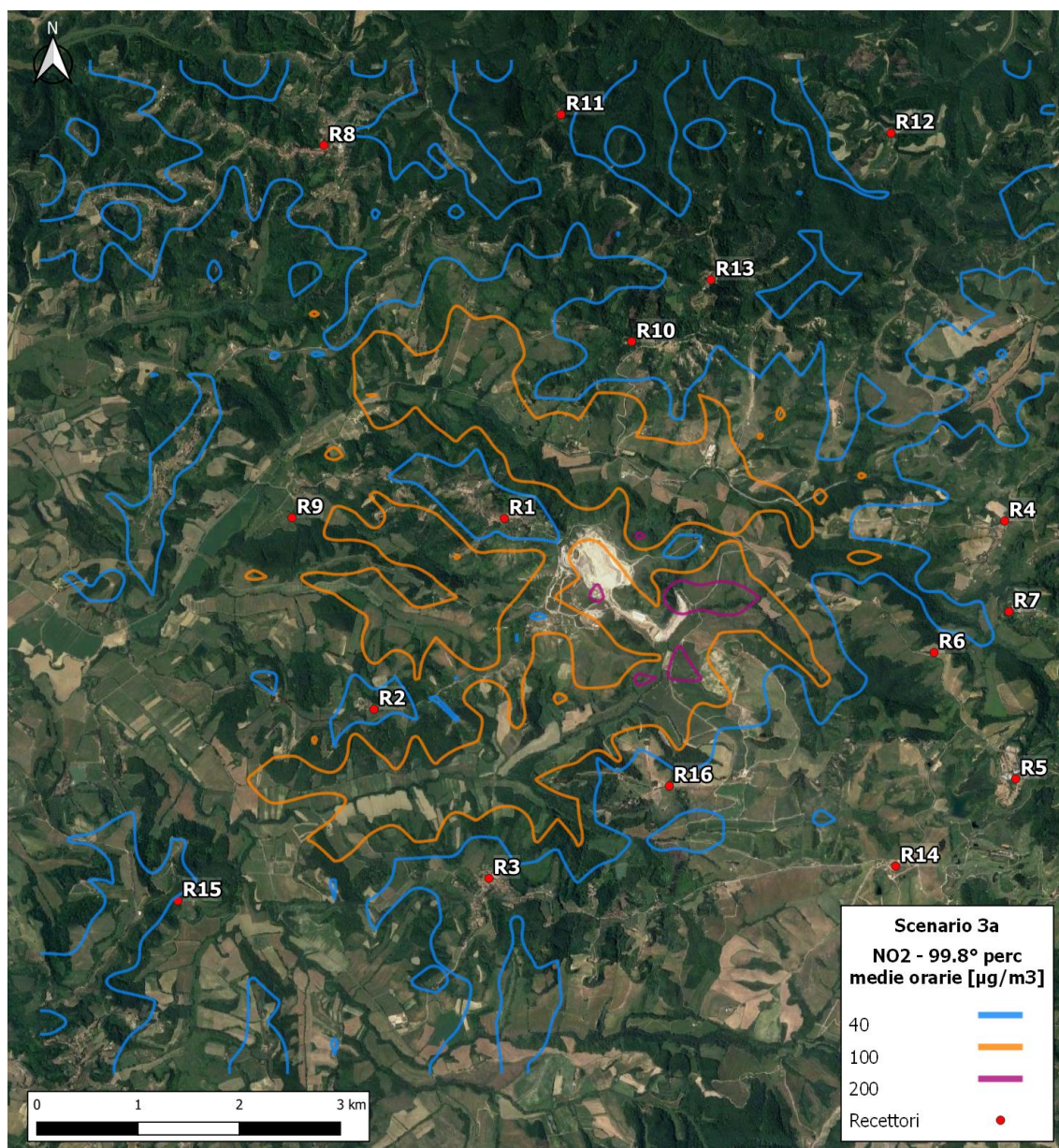


Figura 7.1/2 - 99.8° delle medie orarie di NO_x per le emissioni totali dell'impianto integrato BELVEDERE SpA (Scenario 3a).

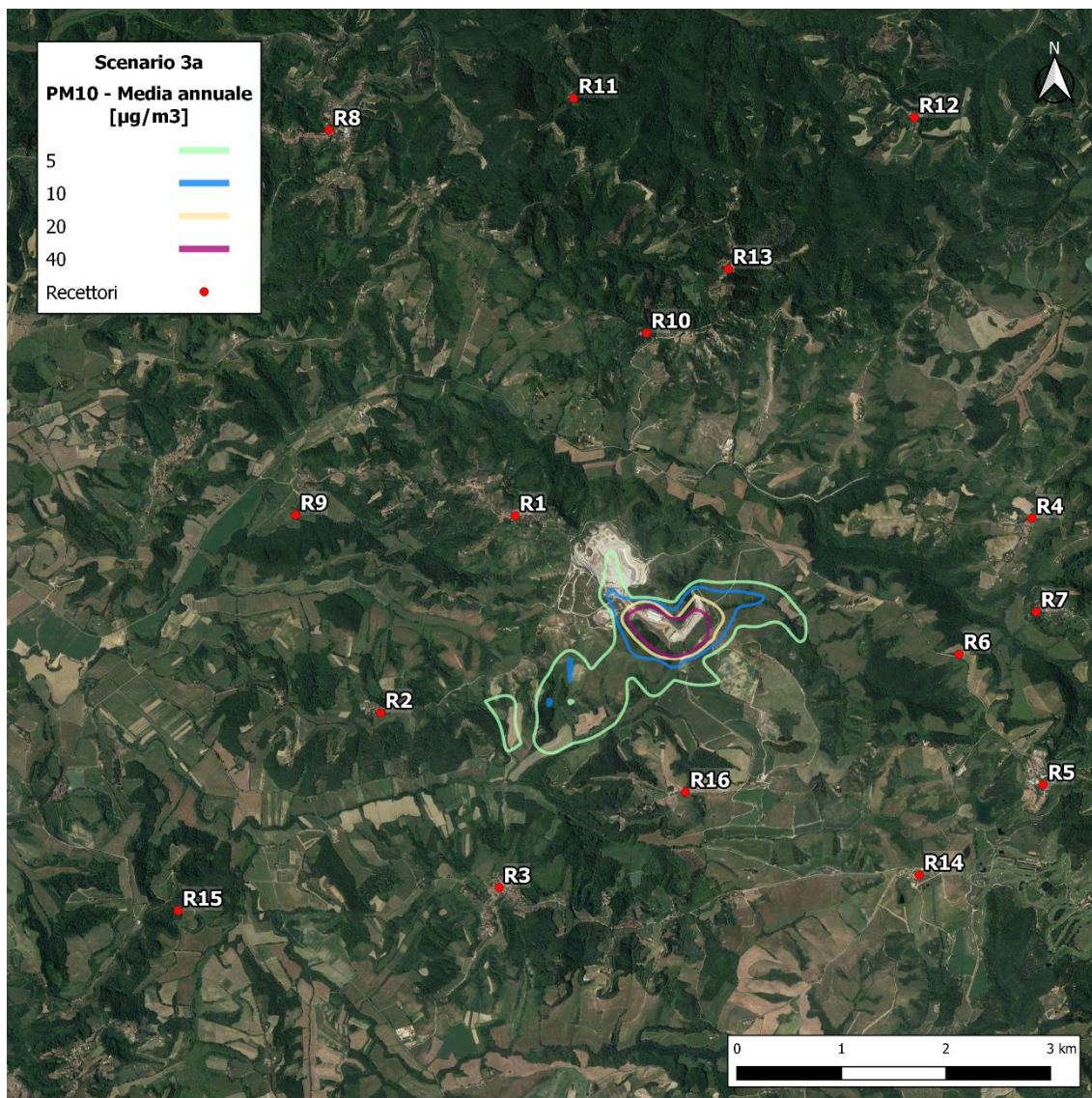


Figura 7.1/3 - Media annuale di PM10 per le emissioni totali dell'impianto integrato BELVEDERE SpA (Scenario 3a).

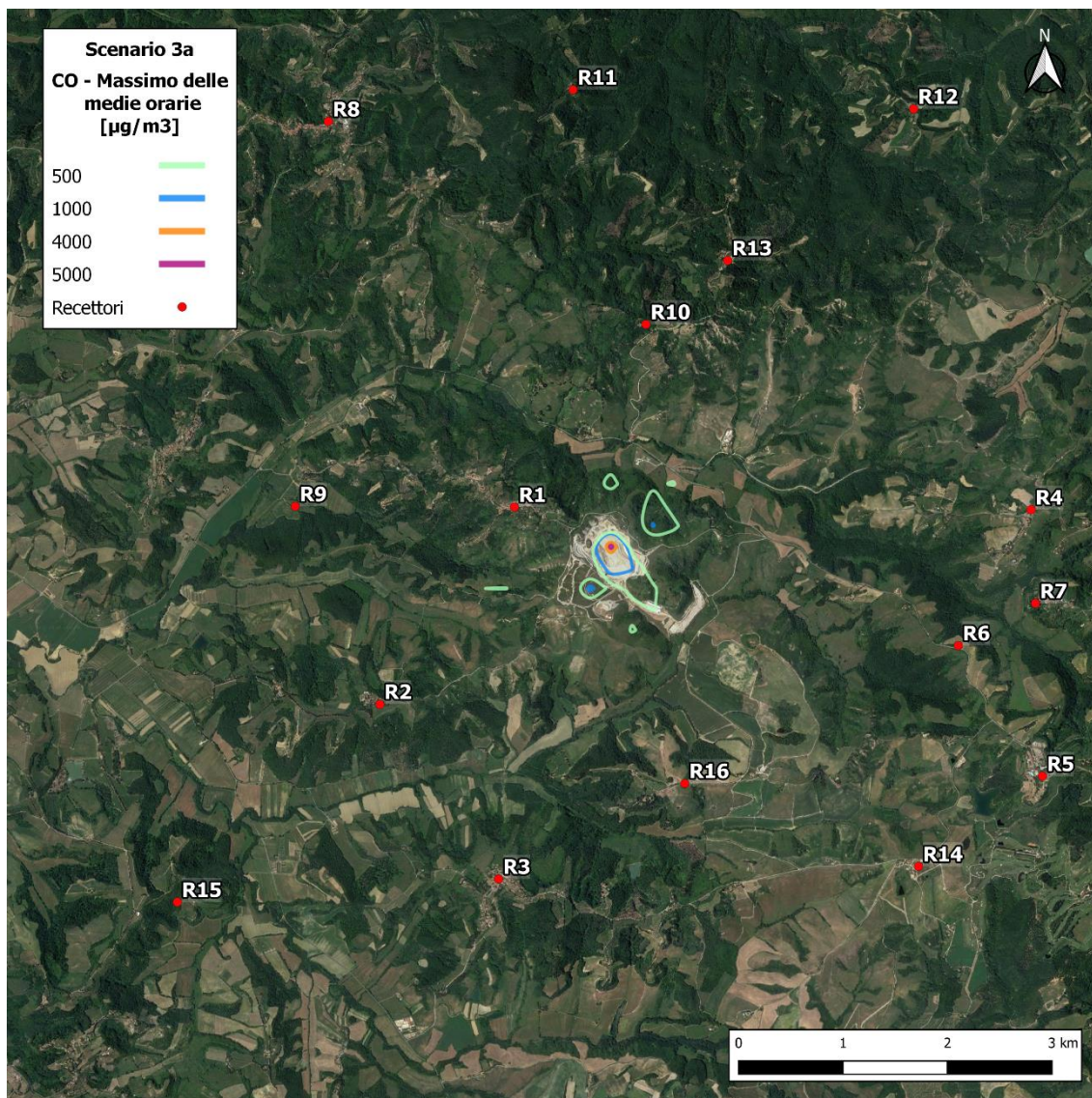


Figura 7.1/4 - Massimo delle medie orarie di CO per le emissioni totali dell'impianto integrato BELVEDERE SpA (Scenario 3a).

8. RISULTATI SCENARIO 3B

I risultati che vengono mostrati nelle seguenti tabelle e figure si riferiscono allo Scenario 3b, ovvero Legoli 3 in condizione di esercizio, ALBE in condizione di esercizio in progetto e impianto di Ossicombustione in esercizio di progetto.

In particolare, lo scenario emissivo di esercizio in progetto dell'impianto di Ossicombustione consiste in due emissioni principali, la prima costituita dai flussi derivanti dall'impianto di aspirazione e trattamento arie dei capannoni di lavorazione (camino biofiltro), la seconda convoglia i gas di processo dell'ossicombustione, per il quale sono possibili due assetti, ossia uno in condizioni di recupero della CO₂, uno in assenza di cattura della stessa, fattore che determina portate e temperature differenti in uscita al camino. Inoltre, si considera un volume di traffico indotto da e per l'impianto pari a 44 autotreni al giorno operanti sulle otto ore lavorative al giorno.

Si differenziano gli impatti odorigeni da quelli di gas e polveri per differenti scenari così da valutare il potenziale massimo impatto.

8.1 RECETTORI DISCRETI

Nelle seguenti tabelle vengono presentati i risultati delle simulazioni svolte con AERMOD per la valutazione del potenziale impatto sulla qualità dell'aria delle aree limitrofe e comprese nel dominio di calcolo.

Viene condotta una analisi specifica sugli NO_x, che risultano i gas con concentrazioni più elevate in assenza dell'impianto di ossicombustione. Si evidenzia come il valore di NO₂ sia stato calcolato applicando la formulazione ARM² nella versione sviluppata da ARPAT TOSCANA.

In Tabella 8.1/2 sono riportati i risultati delle simulazioni per i casi sotto descritti (Tabella 8.1/1).

Tabella 8.1/1 - Risultati della modellazione di NO₂ nei recettori discreti individuati per le simulazioni.

Caso	Diametro EC3	H	Portata	Temperatura gas uscita	Rateo emissivo
#	m	m	Nm ³ /h	°C	g/s
1	0.5	10	8275	40	2.4825
2	0.5	10	2612	20	0.7836

Tabella 8.1/2 - Risultati della modellazione di NO₂ nei recettori discreti individuati per le simulazioni.

ID	NO ₂ Media annuale	99.8° perc Medie orarie
	µg/m ³	µg/m ³
R1	0.3542	20.8386
R2	0.6976	13.9820
R3	0.2965	12.2495
R4	0.2256	9.3244
R5	0.0461	3.7265
R6	0.3041	13.3422
R7	0.2944	10.1171
R8	0.1312	11.8327
R9	0.9427	55.9104
R10	0.1349	7.9659
R11	0.1065	6.9623
R12	0.0688	7.1824
R13	0.0678	6.0751
R14	0.0365	2.0338
R15	1.2065	44.5502
R16	0.1139	12.2771
Valori limite D.lgs. 155/10 e s.m.i.	40	200

Dall'analisi condotta si può concludere che i valori di concentrazione di NO₂ ai recettori sono inferiori ai limiti di legge, sia per quanto riguarda le medie annuali che per il 99.8° percentile delle medie orarie, per entrambi i casi trattati.

Va anche rilevato come le emissioni in presenza di estrazione della CO₂, quindi, portata più bassa e temperatura di uscita del fumo inferiore, comportano valori di concentrazione di NO₂ a terra sempre inferiori rispetto al corrispondente caso in assenza di estrazione della CO₂.

8.1.1 INQUINANTI GAS E POLVERI ESERCIZIO

Nelle seguenti tabelle (Tabella 8.1/3 e Tabella 8.1/4) sono riportati i valori di concentrazione di gas e polveri per lo Scenario 3b.

Per la concentrazione di odore, sono riportati in Tabella 8.1/5 il 98° percentile delle medie orarie su base annuale, il valore del 98° percentile delle medie orarie valutato con coefficiente moltiplicativo 2.3 ("peak to mean") e il valore del massimo orario su base annuale.

Tabella 8.1/3 - Risultati della modellazione delle polveri nei recettori discreti individuati per le simulazioni.

ID	Descrizione	Caso 1		Caso 2	
		PM10 Media annuale	90.4° percentile delle medie giorno	PM10 Media annuale	90.4° percentile delle medie giorno
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
R1	Legoli	0.0680	0.2490	0.0650	0.2439
R2	Libbiano	0.1005	0.2558	0.0952	0.2397
R3	Ghizzano	0.1064	0.3116	0.1021	0.3005
R4	Sughera	0.0519	0.1446	0.0493	0.1387
R5	Castelfalfi	0.0125	0.0300	0.0119	0.0271
R6	Podere Strada	0.1064	0.3303	0.1020	0.3169
R7	Tonda	0.0879	0.2514	0.0839	0.2399
R8	Palaia	0.0290	0.1092	0.0276	0.1044
R9	Montefoscoli	0.4288	1.2917	0.4219	1.2492
R10	Toiano	0.0396	0.1180	0.0379	0.1132
R11	Collelungo	0.0250	0.0826	0.0237	0.0792
R12	Collegalli	0.0127	0.0384	0.0120	0.0352
R13	Abitazioni NE	0.0166	0.0631	0.0156	0.0578
R14	Abitazioni SE	0.0059	0.0162	0.0055	0.0150
R15	Madonna delle Serre	0.2592	0.7528	0.2428	0.7079
R16	Querci	0.0258	0.0580	0.0243	0.0560
Valori limite D.lgs. 155/2010 e s.m.i.		40	50	40	50

Tabella 8.1/4 - Risultati della modellazione dei gas CO e H₂S nei recettori discreti individuati per le simulazioni.

ID	Descrizione	Caso 1	Caso 2
		CO Massimo delle medie orarie	CO Massimo delle medie orarie
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
R1	Legoli	17.3895	14.7212
R2	Libbiano	13.4371	12.2220
R3	Ghizzano	11.4507	5.7681
R4	Sughera	10.1802	8.3819
R5	Castelfalfi	9.7567	7.9820
R6	Podere Strada	8.7930	4.1625
R7	Tonda	11.2856	7.9245
R8	Palaia	7.0973	4.7794
R9	Montefoscoli	36.8794	37.1265
R10	Toiano	9.7281	6.9816
R11	Collelungo	9.3754	7.8225
R12	Collegalli	7.2233	5.1292
R13	Abitazioni NE	3.3582	2.2940
R14	Abitazioni SE	5.3107	4.9288
R15	Madonna delle Serre	38.5244	22.8260
R16	Querci	8.1737	7.4905
Valori limite D.lgs. 155/2010 e s.m.i.		10000	10000

Tabella 8.1/5 - Risultati della modellazione degli odori nei recettori discreti individuati per le simulazioni.

ID	Descrizione	98° percentile delle medie orarie	98° percentile delle medie orarie con fattore 2.3 (<i>"peak to mean"</i>)	Massimo delle medie orarie
		OU/m ³	OU/m ³	OU/m ³
R1	Legoli	0.060	0.139	1.254
R2	Libbiano	0.128	0.294	0.727
R3	Ghizzano	0.074	0.171	0.935
R4	Sughera	0.036	0.082	1.016
R5	Castelfalfi	0.005	0.011	0.605
R6	Podere Strada	0.064	0.146	1.257
R7	Tonda	0.062	0.142	1.653
R8	Palaia	0.029	0.068	0.482
R9	Montefoscoli	0.200	0.459	8.600
R10	Toiano	0.020	0.047	1.384
R11	Collelungo	0.020	0.045	0.624
R12	Collegalli	0.004	0.009	0.507
R13	Abitazioni NE	0.008	0.018	0.329
R14	Abitazioni SE	0.000	0.000	0.410
R15	Madonna delle Serre	0.165	0.380	2.205
R16	Querci	0.003	0.006	1.318

8.1.2 RECETTORI A GRIGLIA

In questo paragrafo vengono presentati i risultati delle simulazioni sotto forma di mappe grafiche che rappresentano l'impatto sul territorio degli inquinanti modellati. Le mappe consentono di valutare il potenziale di molestia olfattiva dovuto alle emissioni dell'impianto integrato e a determinare il potenziale impatto sulla qualità dell'aria delle emissioni dell'impianto integrato secondo lo Scenario 3b.

Per ciascuno dei recettori idealmente disposti sul territorio circostante al sito in esame facenti parte della griglia di calcolo di 10km x 10km con passo cella di 100 m e per ogni ora del dominio di tempo della simulazione, AERMOD calcola la concentrazione massima oraria di ciascuno degli inquinanti presi in esame nel presente studio.

I risultati delle simulazioni effettuate per la stima della dispersione degli inquinanti in atmosfera legata alle attività esercizio dell'impianto secondo lo Scenario 1 sono riportati negli allegati cartografici al seguente studio.

Le mappe di concentrazione prodotte rappresentano la previsione delle concentrazioni di ODORI, considerando il 98° percentile delle concentrazioni massime orarie di ODORE valutato utilizzando il fattore di conversione *peak to mean* 2.3.

Per quanto riguarda l'impatto olfattivo, le maleodoranze e la valutazione d'impatto, non essendo ad oggi disponibile una linea guida o regolamento regionale in Toscana, si sono discusse in base alle linee guida della Regione Lombardia e della Provincia di Trento, che sono testi ufficiali degni di riferimento e consolidati nell'applicazione. In questo contesto si definiscono

soglie limite per ambiti territoriali in funzione della prossimità al punto di emissione ed in funzione della destinazione d'uso del territorio stesso (agricolo, residenziale, industriale etc.).

Sono altresì prodotte le mappe di concentrazione di GAS e POLVERI. Nello specifico, sono state realizzate le mappe di concentrazione media oraria e di media giornaliera per raffrontarli con gli standard di qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente ed in particolare il valore di media annuale per le PM₁₀ (valore limite media annuale di 40 µg/m³) e per NO₂ (valore limite media annuale di 40 µg/m³) ed il valore del percentile delle medie orarie per NO₂ (valore limite oraria di 200 µg/m³) e percentile delle medie giornaliere di PM₁₀ (valore limite giornaliero di 50 µg/m³).

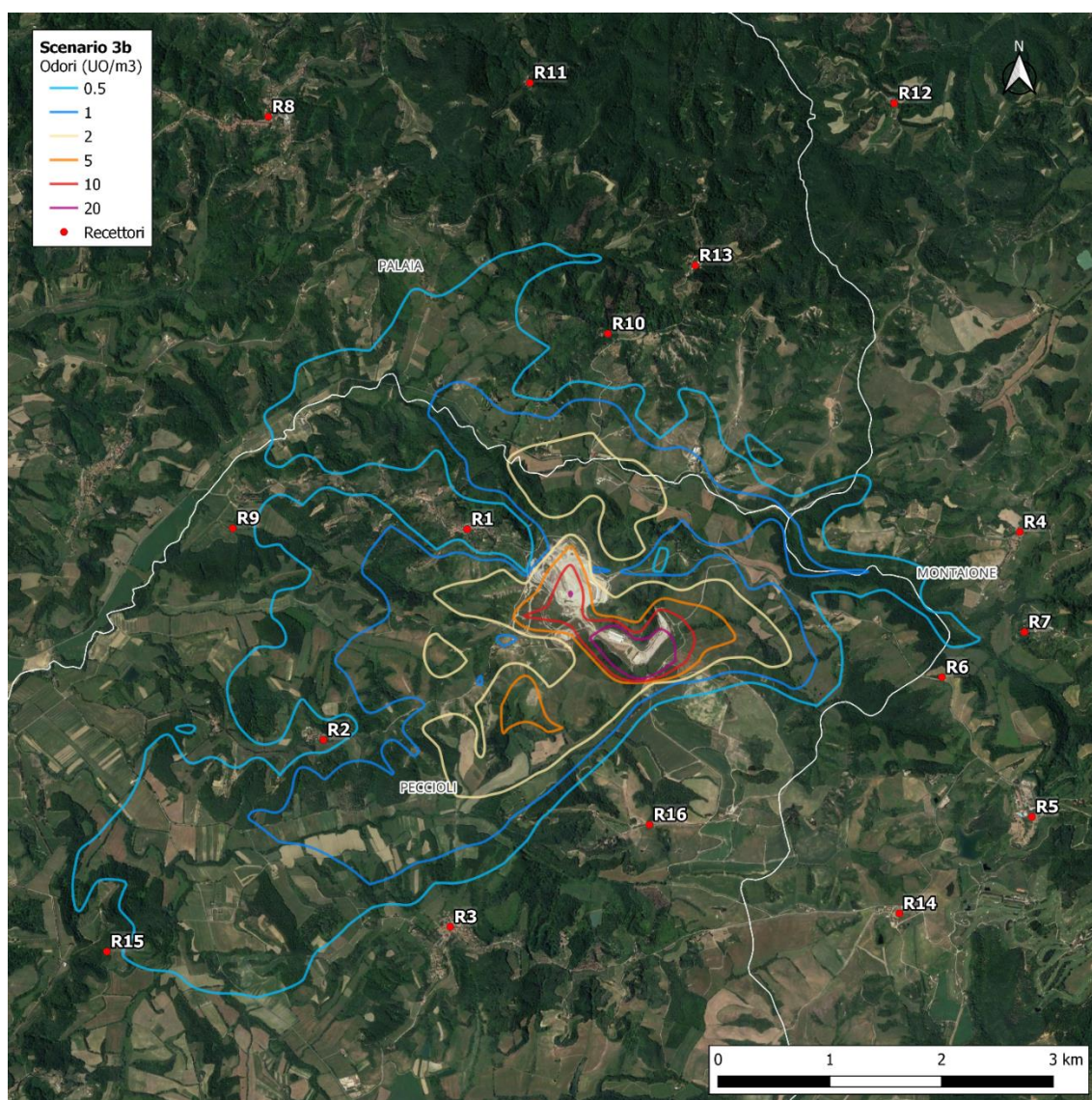


Figura 8.1/1 - 98° percentile delle medie orarie di ODORE valutato con coefficiente peak to mean 2.3 per le emissioni totali dell'impianto integrato BELVEDERE SpA (Scenario 3b).

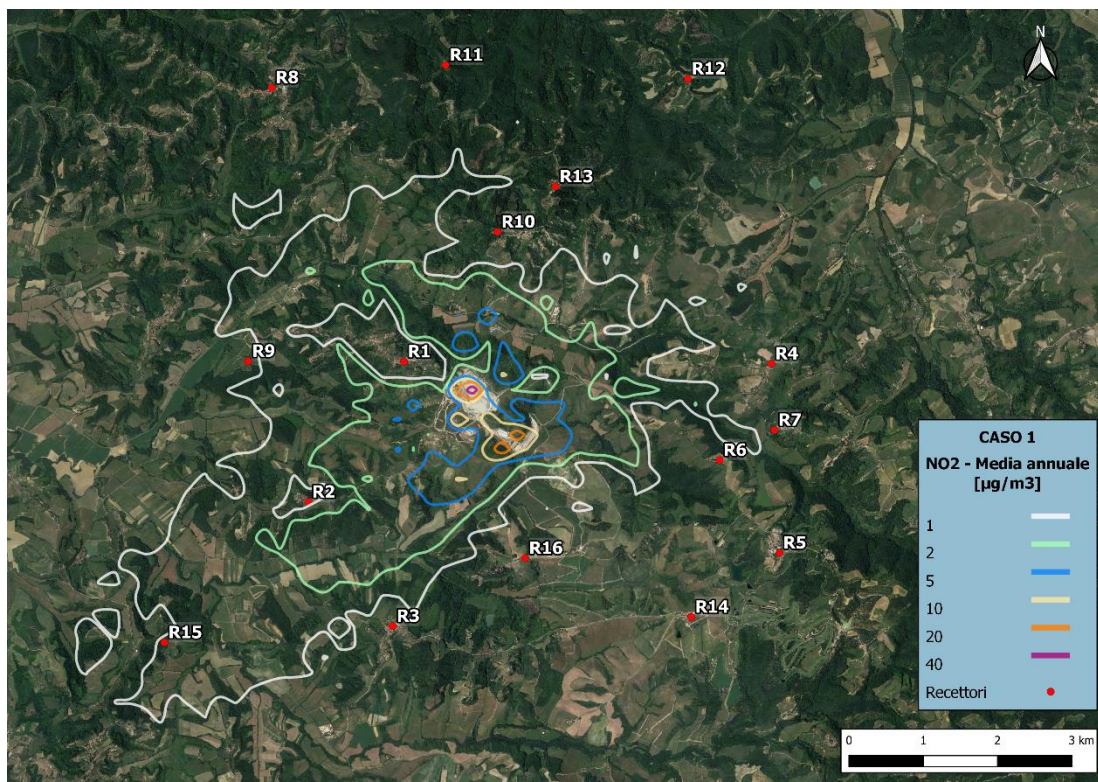


Figura 8.1/2 - Media annuale di NO₂ per le emissioni totali dell'impianto integrato BELVEDERE SpA (Scenario 3b – Caso 1).

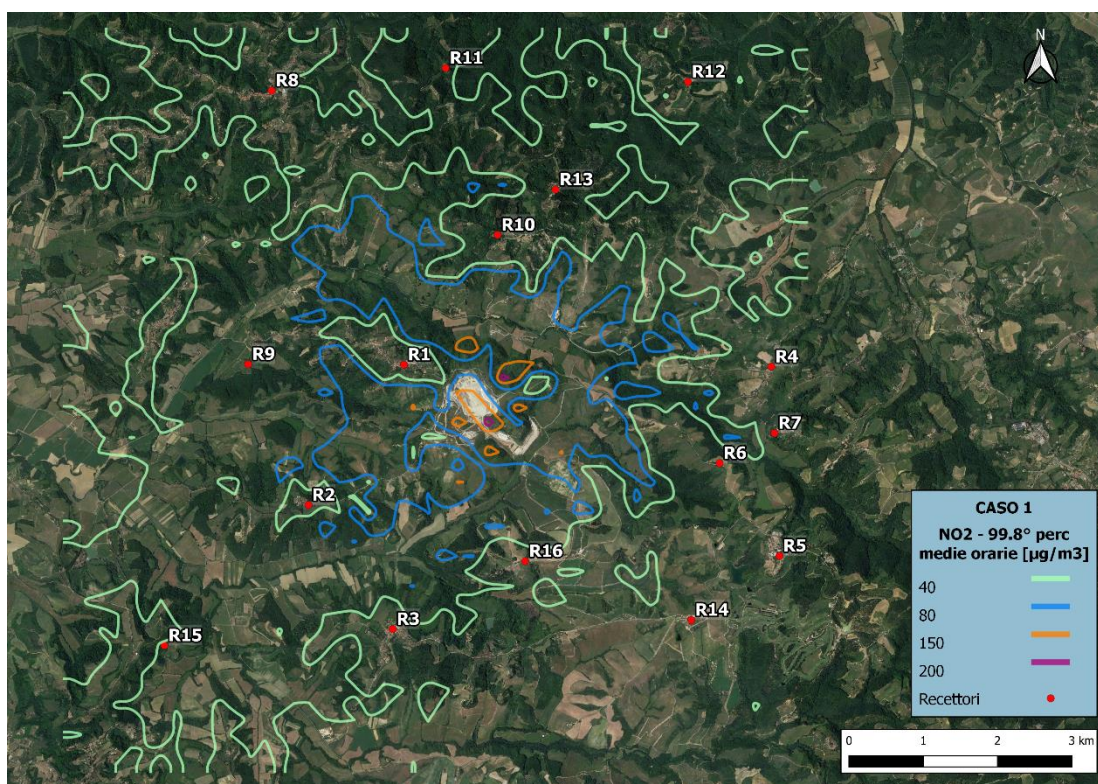


Figura 8.1/3 - 99.8° delle medie orarie di NO₂ per le emissioni totali dell'impianto integrato BELVEDERE SpA (Scenario 3b – Caso 1).

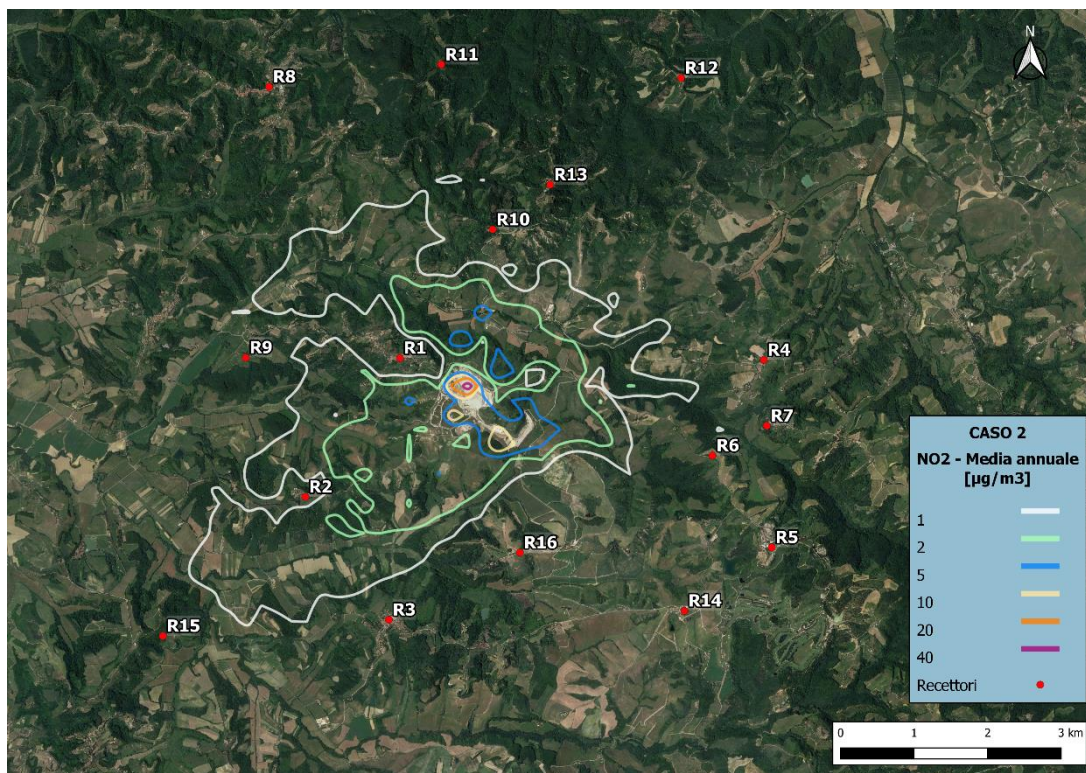


Figura 8.1/4 - Media annuale di NO₂ per le emissioni totali dell'impianto integrato BELVEDERE SpA (Scenario 3b – Caso 2).

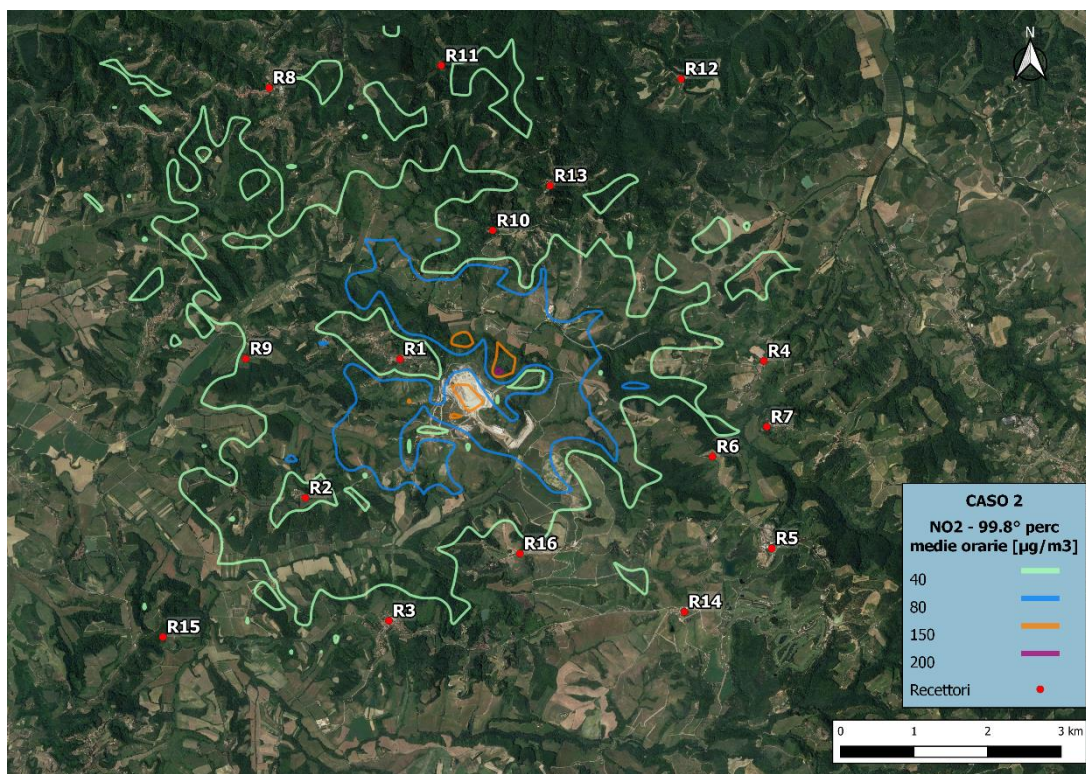


Figura 8.1/5 - 99.8° delle medie orarie di NO₂ per le emissioni totali dell'impianto integrato BELVEDERE SpA (Scenario 3b – Caso 2)

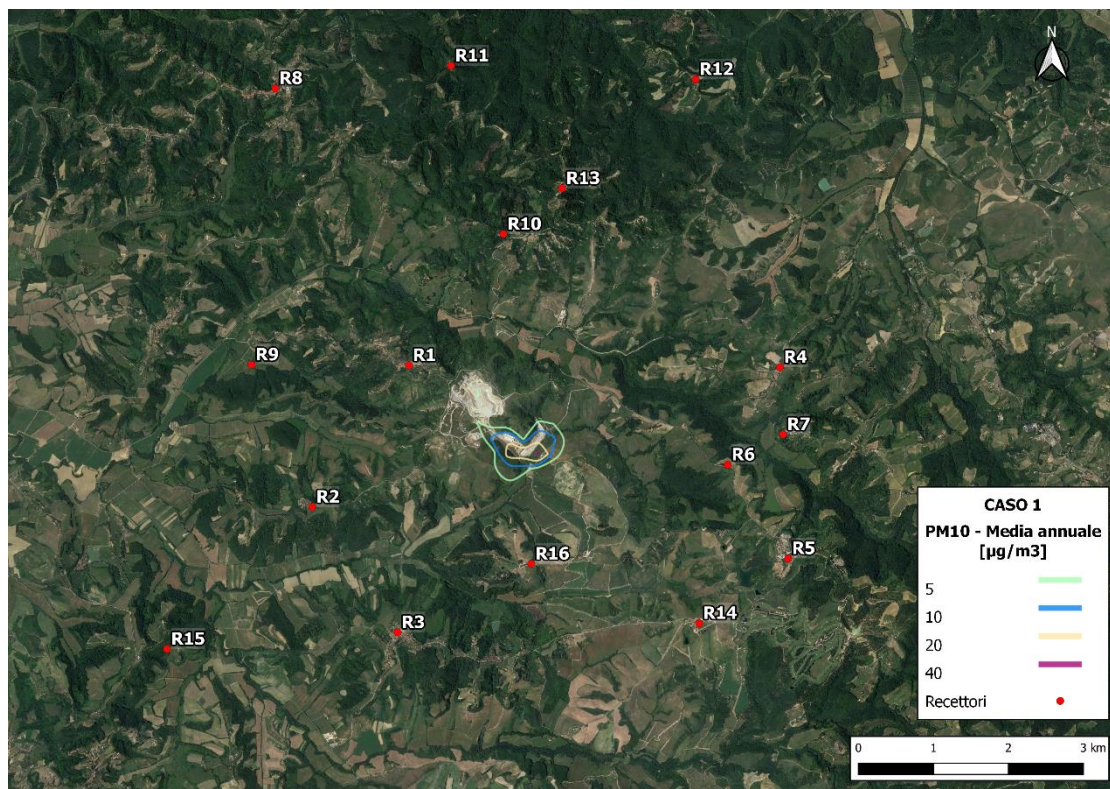


Figura 8.1/6 - Media annuale di PM10 per le emissioni totali dell'impianto integrato BELVEDERE SpA (Scenario 3b – Caso 1).

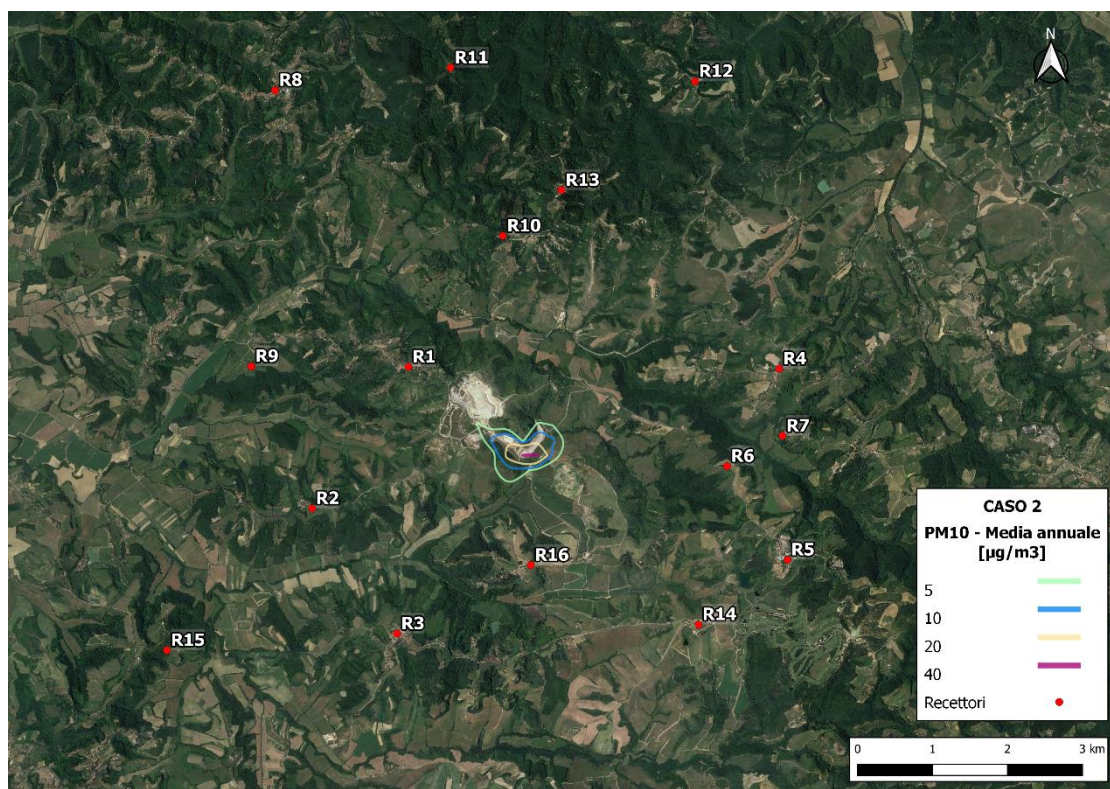


Figura 8.1/7 - Media annuale di PM10 per le emissioni totali dell'impianto integrato BELVEDERE SpA (Scenario 3b – Caso 2).

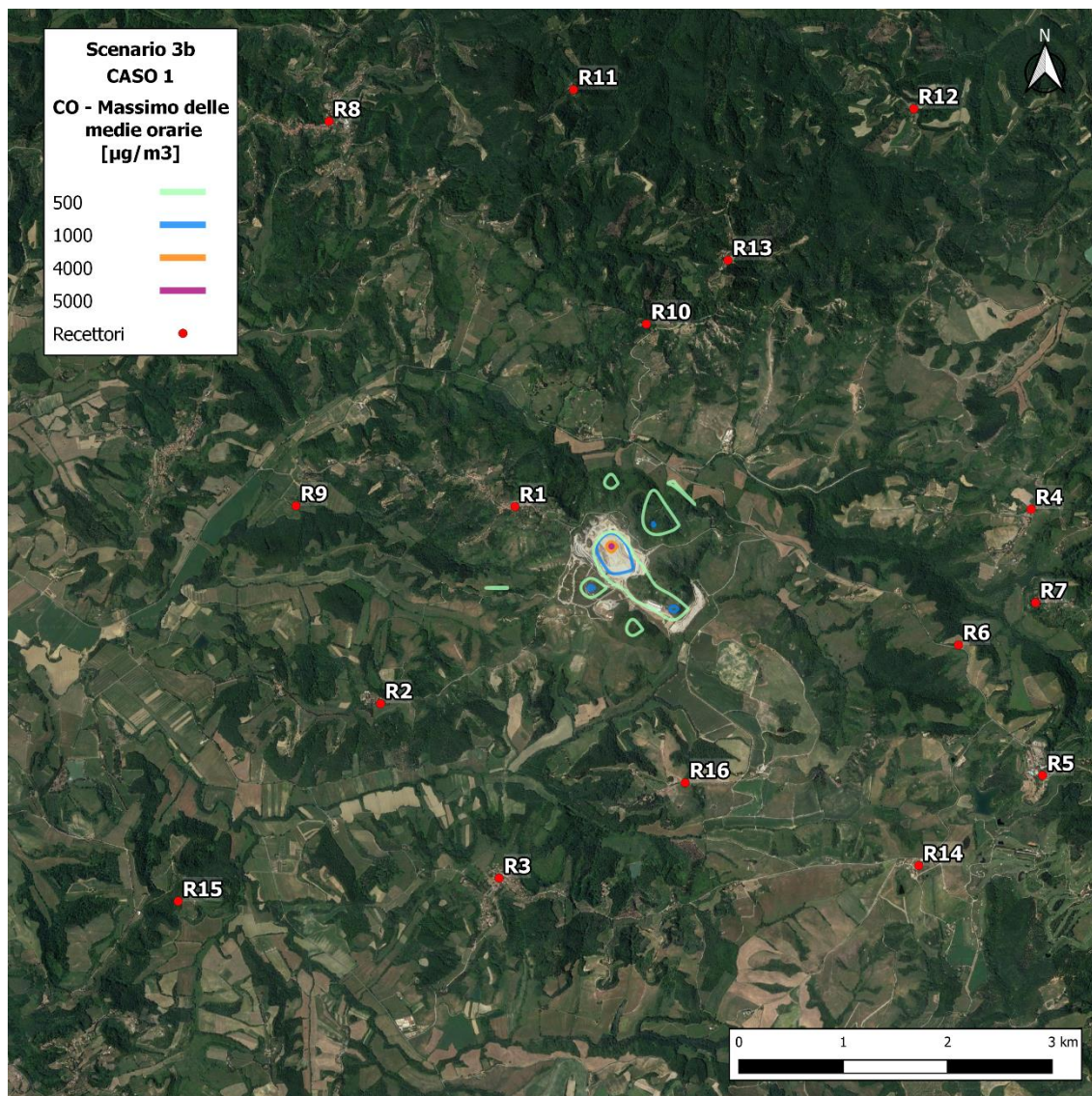


Figura 8.1/8 - Massimo delle medie orarie di CO per le emissioni totali dell'impianto integrato BELVEDERE SpA (Scenario 3b - Caso 1).

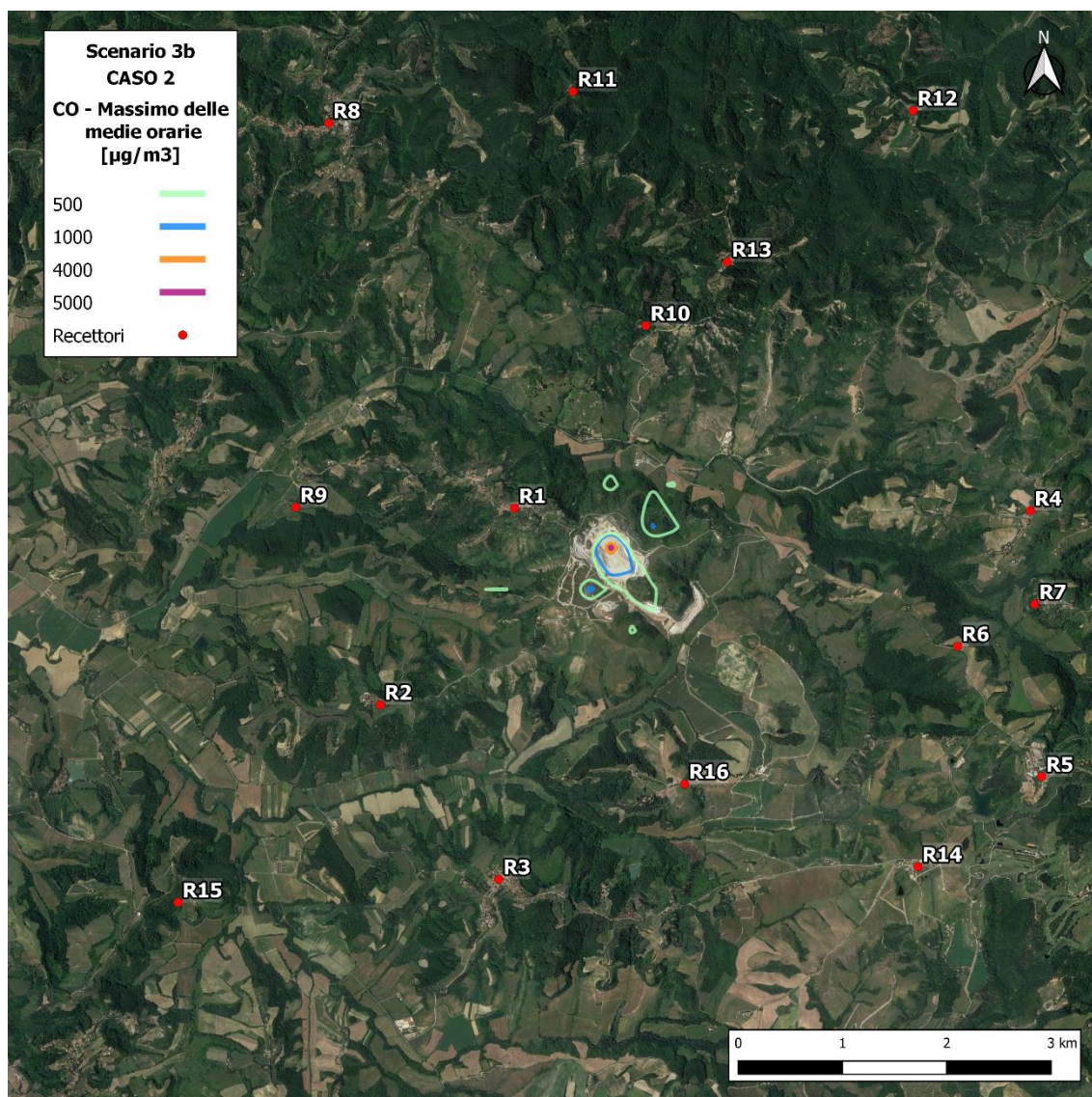


Figura 8.1/9 - Massimo delle medie orarie di CO per le emissioni totali dell'impianto integrato BELVEDERE SpA (Scenario 3b - Caso 2).

9. CONCLUSIONI

Il presente rapporto riassume i risultati emersi dallo studio meteo diffusionale realizzato al fine di valutare il potenziale impatto sinergico sulla qualità dell'aria indotto nelle aree circostanti il sito Belvedere SpA, e in particolar modo ai recettori sensibili individuati, derivanti dalle attività concorrenti dell'impianto integrato Legoli 3, dell'impianto di Ossicombustione e dell'impianto ALBE.

Date le tempistiche prevedibili per le fasi di cantiere e di esercizio del comparto Legoli 3 e dell'impianto di ossicombustione, la modellazione ha considerato la sovrapposizione temporale degli impianti Legoli 3 e ALBE in condizioni di esercizio, con le fasi di cantiere e di esercizio dell'impianto di ossicombustione.

Nel codice di calcolo utilizzato (AERMED) sono state implementate tutte le sorgenti puntuali, areali e diffuse censite nell'area degli impianti suddetti. La modellazione ha preso in considerazione sia specie gassose quali CO, NOx e H₂S, particolato atmosferico (PM10) e odori.

Per lo Scenario 3b, ossia riferito alla sovrapposizione degli effetti indotti da tutti gli impianti citati in condizioni di esercizio, sono stati sviluppati due diversi casi derivanti dalla attivazione o meno della cattura della CO₂ per quanto concerne il camino EC3 in uscita dall'ossicombustione.

Tutti gli scenari di modellazione hanno evidenziato piena compatibilità dei valori di concentrazione calcolati dal modello con i limiti di riferimento vigenti sulla qualità dell'aria.

Considerando il recettore più prossimo all'area degli impianti, ossia R1 (Legoli), per lo scenario 3b, riferito alla fase operativa di tutti gli impianti considerati, sono stati stimati i valori riportati in Tabella 9/1, nella quale sono indicati i rispettivi limiti di riferimento.

Tabella 9/1 - Risultati sintetici della modellazione al recettore R1 – Legoli per gli impatti cumulativi generati dalle emissioni a regime degli impianti Legoli 3 di Belvedere SpA, ALBE e Ossicombustione (Scenario 3b)

Specie	parametro	Caso	Conc. stimata	Limite di riferimento	UM
NO ₂	Media annuale	1 – cattura CO ₂	0.354	40	µg/m ³
NO ₂	99.8° perc. delle medie orarie	1 – cattura CO ₂	20.84	200	µg/m ³
NO ₂	Media annuale	2 – no cattura CO ₂	0.264	40	µg/m ³
NO ₂	99.8° perc. delle medie orarie	2 – no cattura CO ₂	15.81	200	µg/m ³
PM10	Media annuale	1 – cattura CO ₂	0.068	40	µg/m ³
PM10	90.4° perc. delle medie die	1 – cattura CO ₂	0.249	50	µg/m ³
PM10	Media annuale	2 – no cattura CO ₂	0.065	40	µg/m ³
PM10	90.4° perc. delle medie die	2 – no cattura CO ₂	0.244	50	µg/m ³
CO	Massimo delle medie orarie	1 – cattura CO ₂	17.39	10000	µg/m ³
CO	Massimo delle medie orarie	2 – no cattura CO ₂	14.72	10000	µg/m ³
Odori	98° perc. delle medie orarie - peak to mean (2.3)		0.14	1	UO/m ³

10. APPENDICE: IL MODELLO

10.1 CLASSIFICAZIONE DEI MODELLI

I modelli di rappresentazione dei fenomeni dispersivi in atmosfera si dividono in due diverse tipologie:

- a) modelli fisici: modelli per la rappresentazione in scala di laboratorio di fenomeni di microscala o scala locale (ad esempio gallerie del vento), ma anche per la caratterizzazione di fenomeni a scala regionale (ad esempio tavole rotanti che simulano l'effetto della forza di Coriolis);
- b) modelli matematici: algoritmi numerici o analitici rappresentativi dei fenomeni fisici, chimici e biologici che prendono parte alla dispersione ed al trasporto degli inquinanti in atmosfera (risoluzione di un sistema di equazioni).

Lo scopo dei modelli matematici per lo studio della dispersione degli inquinanti nell'atmosfera è quello di valutare la concentrazione degli inquinanti stessi nel dominio di interesse una volta note le caratteristiche delle emissioni. In particolare, attraverso tali modelli è possibile:

- valutare le concentrazioni anche nelle zone in cui non esistono stazioni di rilevamento;
- valutare gli effetti della singola sorgente ottenendo delle relazioni tra emissioni e concentrazioni in punti definiti;
- progettare in modo razionale la rete di monitoraggio;
- prevedere gli effetti di emissioni differenti da quelle in atto.

L'uso di modelli di dispersione presuppone la conoscenza a priori della meteorologia dell'area in esame in termini di temperatura, umidità, velocità media ed intensità turbolenta del vento. La caratterizzazione meteorologica può avvenire o attraverso misure dirette dei parametri di interesse o attraverso l'uso di modelli meteorologici in grado di valutare tali parametri.

I modelli sono utilizzati sia per studiare singoli episodi, valutando i valori istantanei delle concentrazioni, sia per valutare concentrazioni medie in differenti orizzonti temporali. Nel primo caso si considerano, in genere, le condizioni più critiche: emissioni limite (considerando il più elevato livello di emissione o simulando incidenti che liberano in atmosfera grandi quantità di inquinante) in presenza di situazioni meteorologiche critiche (calma di vento e basso livello dell'altezza di inversione termica).

La valutazione della concentrazione media o della probabilità che la concentrazione superi una soglia prestabilita è legata alla caratterizzazione climatica del sito in esame ovvero alla conoscenza della probabilità che si verifichi una assegnata condizione meteorologica.

I modelli sono classificati in base a:

- scala spaziale
 - microscala 100 m÷1 Km
 - scala locale o urbana 1 Km÷100 Km
 - mesoscala o scala regionale 100 Km÷1000 Km
 - scala sinottica 1000 Km÷5000 Km
 - scala globale
- scala temporale
 - di breve periodo (*short-term*) per lo studio di episodi
 - di lungo periodo (*long-term*) per la valutazione di concentrazioni medie
- caratterizzazione degli inquinanti
 - senza considerare le reazioni chimiche: ciascun inquinante è passivo; tenuto conto della linearità dell'equazione del trasporto e dispersione, dalla conoscenza della concentrazione di un inquinante è possibile risalire alla concentrazione di tutti gli inquinanti
 - tenendo conto delle reazioni chimiche degli inquinanti emessi
- tipologie dei modelli
 - modelli stocastici basati su valutazioni statistiche dei dati rilevati
 - modelli deterministici basati su relazioni fisiche di tipo causa-effetto
 - euleriani
 - analitici (gaussiani, a puff)
 - a box
 - a griglia
 - lagrangiani
 - a traiettoria
 - a particella

Nella Figura 10.1/1 sono riportati i processi più rilevanti che intervengono in un modello di dispersione degli inquinanti. Alcune delle informazioni derivano dalla elaborazione di un modello meteorologico o sono rilevate direttamente in campo. In particolare:

- la velocità del vento influenza i processi di deposizione secca, risospensione, il trasporto a distanza delle sostanze inquinanti ed il livello di turbolenza;
- la copertura nuvolosa ed il livello di umidità influenzano le precipitazioni e la quantità di radiazione solare che giunge al suolo;
- le precipitazioni determinano il processo di deposizione umida;
- la radiazione che arriva al suolo, oltre che dalla copertura nuvolosa, è legata alla presenza di aerosol e condiziona le reazioni fotochimiche e la temperatura nello strato limite atmosferico;
- l'andamento della temperatura nello strato limite atmosferico determina il grado di stabilità, quindi l'altezza di inversione termica;

- il livello di turbolenza è legato alla velocità del vento, alla stabilità atmosferica, alla topografia del sito ed alla scabrezza del suolo e condiziona i processi di trasporto e dispersione;
- le sorgenti degli inquinanti possono essere di origine antropica o naturali, altre sostanze inquinanti sono introdotte attraverso le superfici che delimitano il dominio di calcolo;
- gli inquinanti secondari sono prodotti da reazioni fotochimiche, queste ultime possono anche produrre aerosol.

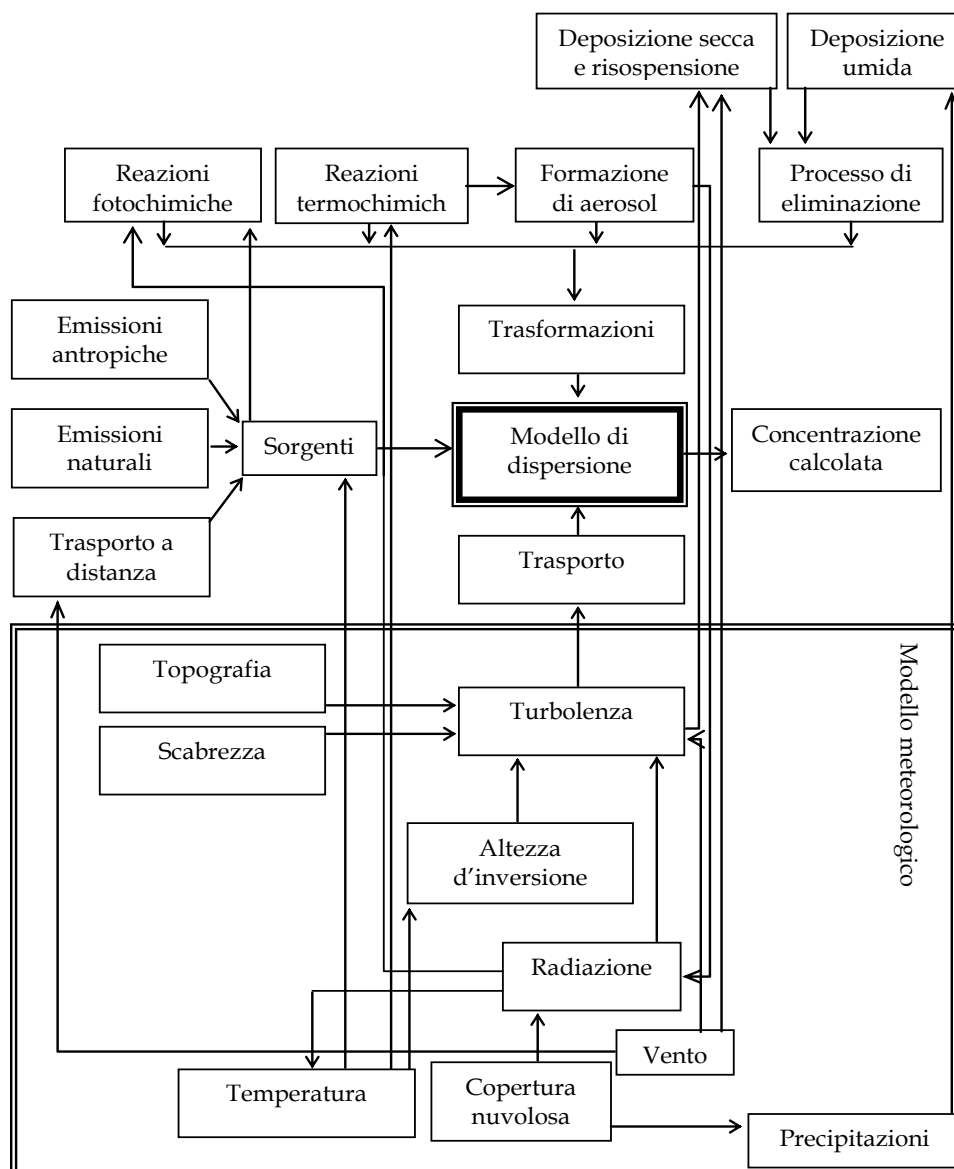


Figura 10.1/1 - Processi che intervengono in un modello di dispersione degli inquinanti.

10.2 MODELLI STAZIONARI

Una importante famiglia di modelli di dispersione comprende i cosiddetti modelli stazionari, sviluppati per processi poco variabili, sulle scale dei tempi e degli spazi, all'interno del dominio di calcolo. Viceversa, i modelli non stazionari tengono conto della variazione delle emissioni e del campo meteorologico (e quindi della termodinamica e turbolenza atmosferiche) nel periodo di simulazione. Nella pratica corrente i modelli di tipo stazionario sono frequentemente impiegati per la stima del trasporto e della dispersione degli inquinanti in atmosfera, limitatamente alla determinazione dell'impatto che le sorgenti inquinanti presenti hanno in un territorio di estensione limitata e di caratteristiche estremamente regolari.

Tali modelli si basano su alcune fondamentali ipotesi. In primo luogo, le situazioni meteorologiche devono essere lentamente variabili nel tempo in modo tale che si possa immaginare di trattare una sequenza di situazioni quasi-stazionarie. Il campo di vento e delle altre variabili meteorologiche che determinano il trasporto e la dispersione degli inquinanti in aria devono poter essere assunti orizzontalmente omogenei. Infine, la turbolenza atmosferica viene descritta in maniera semplice e compatta.

All'interno dei modelli stazionari, un'importante categoria è quella dei modelli gaussiani a pennacchio, i primi ad essere sviluppati storicamente per simulare la dispersione di pennacchi provenienti da sorgenti puntuali. Nel tempo, tuttavia, molti modelli gaussiani a pennacchio sono stati migliorati per tenere conto degli effetti del galleggiamento, del *downwash* a valle di edifici, la possibilità di introdurre sorgenti non puntuali.

10.2.1 MODELLI GAUSSIANI

I modelli gaussiani appartengono alla classe dei modelli analitici, ovvero sono ricavati integrando l'equazione del trasporto e della dispersione in condizioni semplificate. Per un fluido incomprimibile, l'equazione del trasporto e della dispersione è:

$$\begin{aligned} \frac{\partial c}{\partial t} + u_x \frac{\partial c}{\partial x} + u_y \frac{\partial c}{\partial y} + u_z \frac{\partial c}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial c}{\partial y} \right) + \\ + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_z \frac{\partial c}{\partial z} \right) + S(x, y, z, t) - P(x, y, z, t) \end{aligned} \quad (1)$$

con:

- D_x, D_y e D_z coefficienti di dispersione (turbolenta + molecolare);
- $S(x, y, z, t)$ immissione di inquinante da sorgente
- $P(x, y, z, t)$ estrazione di inquinante da pozzo

Nelle ipotesi di:

- processo stazionario
- dominio omogeneo
- terreno piano
- caratteristiche meteorologiche costanti nel tempo e nello spazio ed in particolare, assunto l'asse x nella direzione del vento:

$$u_x=U; u_y=0; u_z=0 \quad (2)$$

- coefficienti di dispersione costanti
- trasporto dell'inquinante nella direzione x dovuto alla turbolenza trascurabile rispetto a quella dovuta al vento

$$D_x \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \ll U \frac{\partial c}{\partial x} \quad (3)$$

- immissione costante nel tempo in una sorgente posta in $\mathbf{x}_s \equiv (x_s, y_s, z_s)$, quindi, indicato con δ il delta di Dirac, risulta:

$$S(x, y, z) = Q \delta(x - x_s) \delta(y - y_s) \delta(z - z_s) \quad (4)$$

- inquinante non reattivo

risulta:

$$U \frac{\partial c}{\partial x} = D_y \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + D_z \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} + S(x, y, z) \quad (5)$$

Indicata con c_f la concentrazione di fondo, ovvero la quantità di inquinante presente in atmosfera già prima della emissione che si vuole modellare:

$$c(x_s, y, z) = c_f \quad \text{per: } y \neq y_s \text{ e } z \neq z_s \quad (6)$$

$$c(x, y, z) = c_f \quad \text{per: } y, z \rightarrow \infty \quad (7)$$

L'equazione (5) ha una soluzione in forma chiusa:

$$c(x, y, z) = \frac{Q}{4\pi(x-x_s)(D_y D_z)^{1/2}} \exp \left[- \left(\frac{U}{4(x-x_s)} \right) \left(\frac{(y-y_s)^2}{D_y} + \frac{(z-z_s)^2}{D_z} \right) \right] + c_f \quad (8)$$

Posto:

$$\sigma_y^2 = 2D_y \frac{(x-x_s)}{U}; \quad \sigma_z^2 = 2D_z \frac{(x-x_s)}{U} \quad (9)$$

si ha:

$$c(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp \left[- \frac{1}{2} \left(\frac{(y-y_s)^2}{\sigma_y^2} + \frac{(z-z_s)^2}{\sigma_z^2} \right) \right] + c_f \quad (10)$$

L'equazione ottenuta è quella di una doppia gaussiana con deviazione standard σ_y e σ_z (Figura 10.2/1).

È importante notare che, fissato lo scenario meteorologico in termini di σ_y , σ_z e U , la funzione $c(x, y, z)$ dipende linearmente dalla emissione Q . Quindi, in presenza di più sorgenti, è possibile valutare, in ogni punto del dominio, il contributo di ogni sorgente (senza il termine relativo alla concentrazione di fondo) ed ottenere la concentrazione come somma dei singoli contributi.

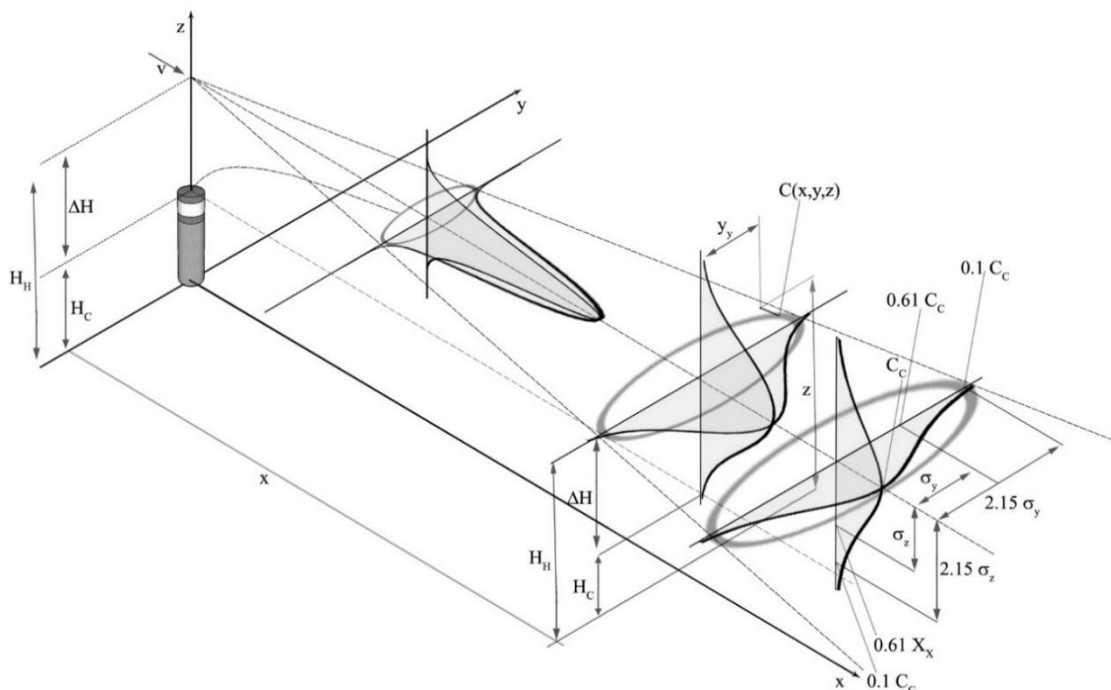


Figura 10.2/1 - Profili della concentrazione di inquinante nel caso di modello gaussiano.

Nel caso di una sorgente puntuale posta in (ovvero di un camino), ipotizzando che il suolo sia totalmente riflettente nei confronti delle particelle di contaminante:

$$D_z \frac{\partial c}{\partial z} = 0 \quad \text{per } z=0 \quad (11)$$

si ha (Figura 10.2/2)

$$c(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\left(\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right)\right] \left\{ \exp\left[-\frac{(z-H_c)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z+H_c)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} + c_f \quad (12)$$

dove H_c è l'altezza effettiva della sorgente.

In modo analogo si può tener conto della presenza dello strato di inversione, supposto anch'esso completamente riflettente, ad una quota h_i . La presenza del terreno e dello strato di inversione dà luogo a riflessioni multiple per cui risulta (Figura 10.2/3):

$$c(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\left(\frac{(y-y_s)^2}{2\sigma_y^2}\right)\right] \left\{ \sum_{j=-\infty}^{+\infty} \left[\exp\left[-\frac{(z-H-2jh_i)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z+H+2jh_i)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right] \right\} \quad (13)$$

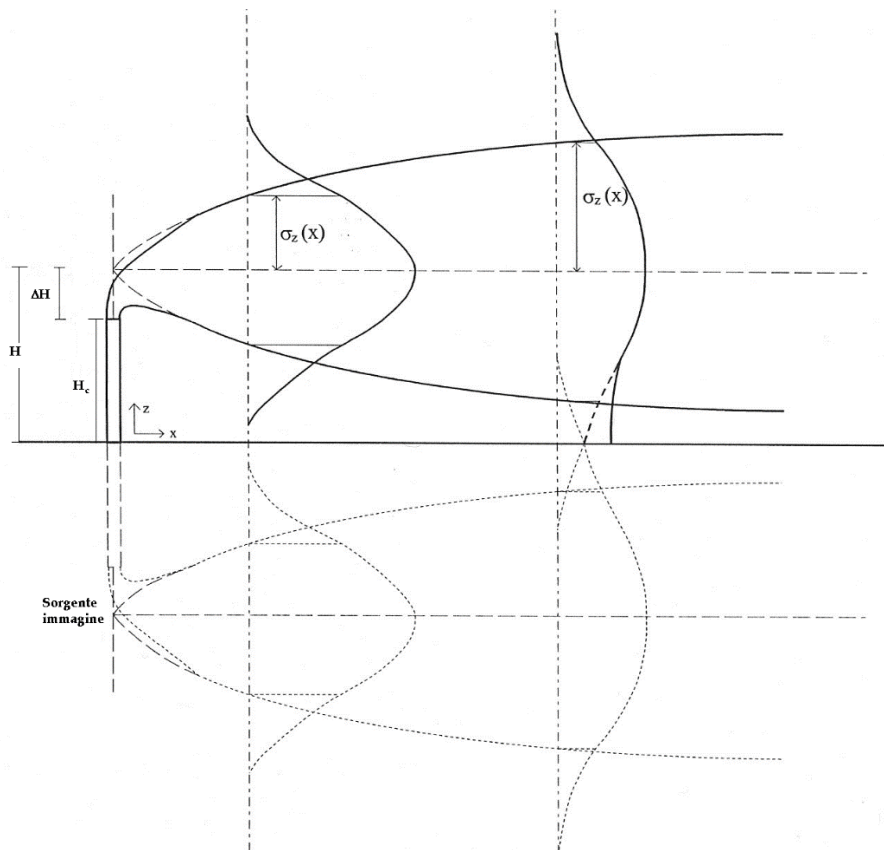


Figura 10.2/2 - Riflessione al terreno.

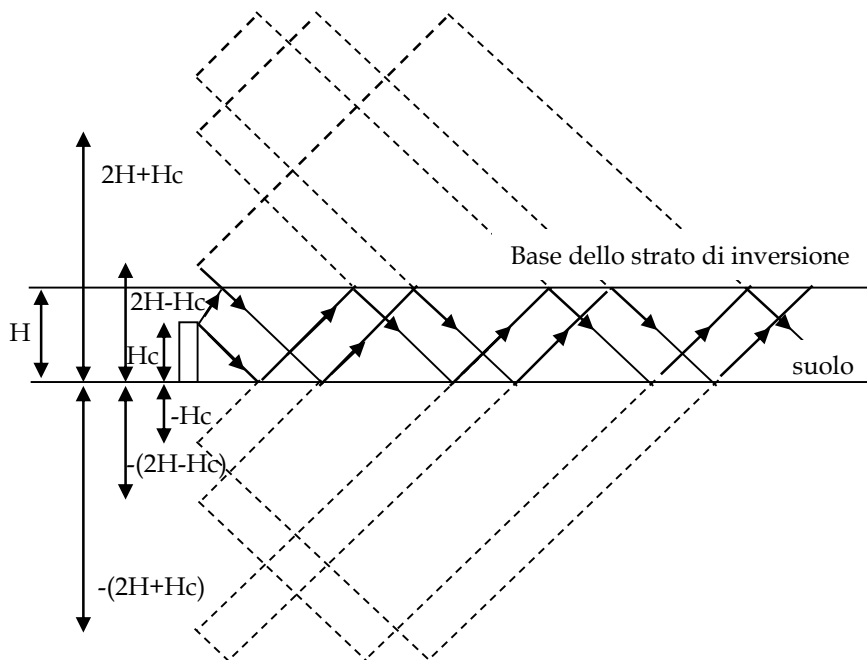


Figura 10.2/3 - Sorgenti immagine nel caso di inversione termica in quota.

Dopo poche riflessioni il fluido risulta completamente miscelato pertanto è sufficiente considerare, in genere, solo 2 o 3 termini della precedente sommatoria.

10.2.2 COEFFICIENTI DI DISPERSIONE

La stima dei coefficienti di dispersione σ_y e σ_z , funzioni della distanza x dalla sorgente inquinante e della turbolenza atmosferica, può essere ottenuta con due metodi differenti:

- tramite parametrizzazioni empiriche che richiedono la determinazione delle classi di stabilità;
- tramite misure dirette della turbolenza atmosferica.

Uno dei metodi più utilizzati per la valutazione dei coefficienti di dispersione tramite relazioni empiriche è quello di Pasquill che fa riferimento a sei gradi di stabilità per lo strato limite atmosferico (Tabella 10.2/1 e Tabella 10.2/2), nella Figura 10.2/4 sono riportati gli andamenti di σ_y e σ_z in funzione della distanza dalla sorgente.

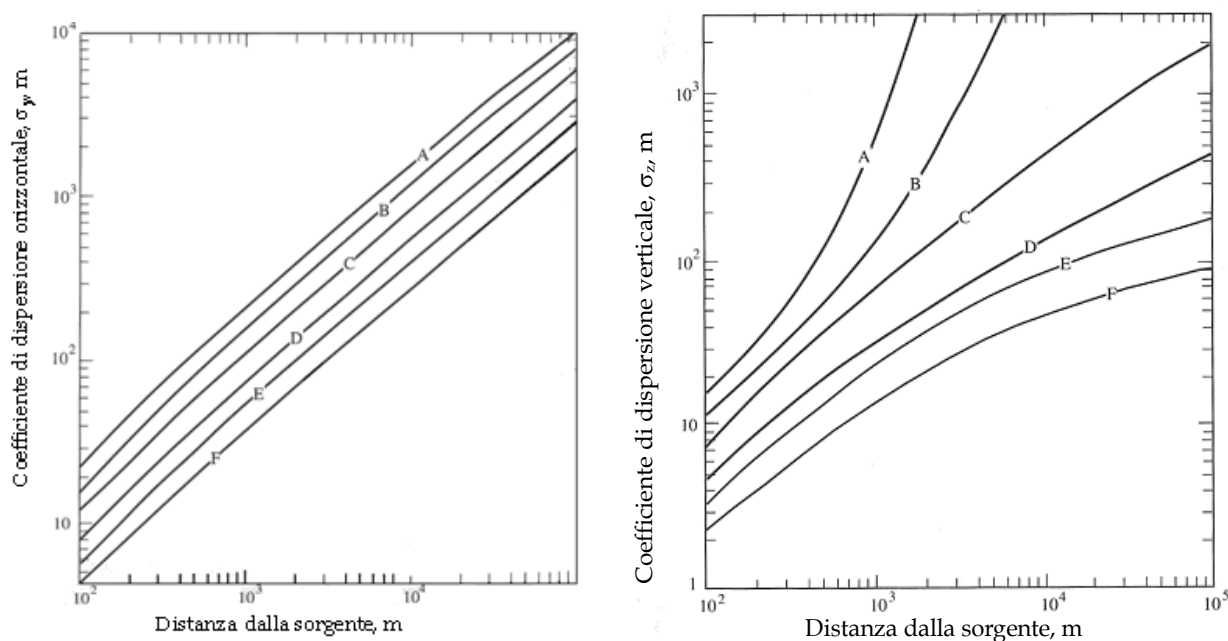


Figura 10.2/4 - (a) σ_y e (b) σ_z in funzione della distanza dalla sorgente.

Tabella 10.2/1 - Categorie di stabilità in funzione di: velocità del vento, insolazione e nuvolosità.

Vento a 10 m (m/s)	Radiazione Solare (W/mq)			Nuvolosità (ottavi)		
	Forte >600	Moderata 300÷600	Debole <300	> 4/8	< 3/8	sereno
Calma	-	-	-	-	-	G
<2	A	A-B	B	-	-	-
2-3	A-B	B	C	E	F	-
3-5	B	B-C	C	D	E	-
5-6	C	C-D	D	D	D	-
>6	C	D	D	D	D	-

Tabella 10.2/2 - Classi di Pasquill in funzione del gradiente di temperatura verticale.

Grado di stabilità	Categorie di Pasquill	Gradiente termico verticale (°C/100 m)
Instabilità forte	A	< -1.9
Instabilità moderata	B	da -1.9 a -1.7
Instabilità debole	C	da -1.7 a -1.5
Neutralità	D	da -1.5 a -0.5
Stabilità debole	E	da -0.5 a +1.5
Stabilità moderata	F	>+1.5

Briggs combinò le curve di Pasquill-Gifford con quelle proposte da altri autori insieme a ulteriori dati sperimentali per produrre un insieme di funzioni che oggi è largamente il più usato. In particolare, viene distinta la dispersione su terreni pianeggianti (*Briggs open country*) da quella su terreni con alto coefficiente di rugosità (*Briggs urban*).

I dati riportati in

Tabella 10.2/3 sono validi per x compreso tra 100 m e 10-20 Km; inoltre sono valori riferiti a dati di concentrazione mediati ogni 30 minuti.

Tabella 10.2/3 - Valori di σ_y e σ_z proposti da Briggs.

BRIGGS OPEN COUNTRY		
Categorie di stabilità	σ_y	σ_z
A	$0.22x(1 + 0.0001x)^{-\frac{1}{2}}$	$0.20x$
B	$0.16x(1 + 0.0001x)^{-\frac{1}{2}}$	$0.12x$
C	$0.11x(1 + 0.0001x)^{-\frac{1}{2}}$	$0.08x(1 + 0.0002x)^{-\frac{1}{2}}$
D	$0.08x(1 + 0.0001x)^{-\frac{1}{2}}$	$0.06x(1 + 0.0015x)^{-\frac{1}{2}}$
E	$0.06x(1 + 0.0001x)^{-\frac{1}{2}}$	$0.03x(1 + 0.0003x)^{-1}$
F	$0.04x(1 + 0.0001x)^{-\frac{1}{2}}$	$0.016x(1 + 0.0003x)^{-1}$
BRIGGS URBAN		
Categorie di stabilità	σ_y	σ_z
A-B	$0.32x(1 + 0.0004x)^{-\frac{1}{2}}$	$0.024x(1 + 0.001x)^{-\frac{1}{2}}$
C	$0.22x(1 + 0.0004x)^{-\frac{1}{2}}$	$0.020x$
D	$0.16x(1 + 0.0004x)^{-\frac{1}{2}}$	$0.014x(1 + 0.0003x)^{-\frac{1}{2}}$
E-F	$0.11x(1 + 0.0004x)^{-\frac{1}{2}}$	$0.08x(1 + 0.0015x)^{-\frac{1}{2}}$

10.2.3 ALTEZZA EFFETTIVA DELLA SORGENTE (RISALITA DEL PENNACCHIO)

Nel caso in cui le sostanze inquinanti immesse nell'atmosfera siano dotate di velocità verticale ed abbiano temperatura maggiore di quella dell'aria circostante (ad esempio nei camini) si genera una spinta verso l'alto del pennacchio.

A partire da una certa distanza, l'asse del pennacchio rimane orizzontale e le concentrazioni sono le stesse di quelle che si avrebbero in assenza di moto verticale con una sorgente posta ad una quota H, detta altezza efficace, più elevata di ΔH rispetto a quella del camino H_c . Si possono distinguere differenti situazioni:

- pennacchio galleggiante: quando le forze di galleggiamento sono preponderanti rispetto a quelle inerziali;
- pennacchio a getto: quando le forze d'inerzia sono preponderanti rispetto a quelle di galleggiamento;
- pennacchio misto: quando le due forze sono dello stesso ordine di grandezza.

Sono state proposte differenti relazioni empiriche (principalmente da Briggs) per valutare l'innalzamento del pennacchio. In Tabella 10.2/4 sono state riportate le relazioni adottate per il calcolo del sovrainnalzamento della sorgente.

Tabella 10.2/4 - Relazioni adottate per il calcolo del sovrainnalzamento della sorgente (grandezze con unità di misura del Sistema Internazionale).

	Fase di transizione	Fase di livellamento
$S \leq 0 \quad U \geq 1$	$\Delta H = 1.6 F^{1/3} x^{2/3} U^{-1}$	$\Delta H = 1.6 F^{1/3} x_f^{2/3} U^{-1}$
$S > 0 \quad U \geq 1$	$\Delta H = 1.6 F^{1/3} x^{2/3} U^{-1}$	$\Delta H = 2.6 [F/US]^{1/3}$
$S > 0 \quad U < 1$		$\Delta H = 5.1 F^{1/4} S^{-3/8}$

Si definiscono il parametro di galleggiamento F ed il parametro di stabilità S:

$$F = \frac{T_g - T_a}{T_g} g w R^2 \quad (14)$$

$$S = \frac{g}{T_a} \left(\frac{\partial T}{\partial z} + 0.0098 \right) \quad (15)$$

dove:

x è la distanza sottovento all'emissione

T_g è la temperatura dei fumi (in K)

w è la velocità dei fumi

R è il raggio del camino

T_a è la temperatura dell'aria (in K)

$\partial T / \partial z$ è il gradiente verticale di temperatura (in K/m)

Il passaggio dalla fase di transizione a quella di livellamento avviene alla distanza x_f che è calcolata nel modo seguente:

$$\begin{aligned} S \leq 0 \quad U \geq 1 \quad x_f &= 6.48 F^{2/5} H_c^{3/5} \\ S > 0 \quad U > 1 \quad x_f &= 2 U S^{-1/2} \end{aligned} \quad (16)$$

10.3 IL MODELLO AERMOD E I PRE-PROCESSORI AERMET ED AERMAP

Per la valutazione dell'impatto prodotto sulla qualità dell'aria dalle emissioni prodotte dall'impianto integrato di Belvedere SpA di Legoli e degli effetti cumulativi legati alla presenza dell'impianto ALBE e dell'impianto di Ossicombustione, è stato utilizzato un modello di dispersione AERMOD View 8.9.0 della Lakes Environmental, un pacchetto per la modellazione della dispersione di inquinanti in atmosfera che integra i modelli sviluppati dall'EPA (Environment Protection Agency), nello specifico AERMOD, AERMET e AERMAP, fornendo un'interfaccia grafica al codice originale.

Il modello AERMOD, inserito nelle Guideline on Air Quality Models dell'EPA a valle di un utilizzo estensivo nella pratica ingegneristica per la stima del valore della concentrazione di inquinanti in situazioni diverse tra loro per tipologia di sorgente, territorio e condizioni atmosferiche, è un modello stazionario a pennacchio di tipo gaussiano, particolarmente idoneo per simulare la dispersione di inquinanti nello Strato Limite Atmosferico. Il modello è stazionario poiché si assume che il processo di dispersione del pennacchio sia costante all'interno del tempo di propagazione e di rilevazione. Con emissioni lentamente variabili nel tempo rispetto alla risoluzione temporale delle misure, e su scale spaziali piccole (fino alle decine di km), si può ragionevolmente assumere la stazionarietà del processo. Il modello assume, come tutti i modelli gaussiani, un allargamento gaussiano del pennacchio ed un trasporto, dati dalle caratteristiche del vento medio e della stabilità atmosferica. Mentre la dispersione è guidata dalle caratteristiche turbolente dell'atmosfera, il trasporto e il galleggiamento del pennacchio sono dettate dal vento medio e dalla struttura termodinamica dello strato limite atmosferico.

Le principali caratteristiche di AERMOD sono:

- simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera basandosi sull'equazione gaussiana, e calcolo della concentrazione nel dominio d'indagine, in corrispondenza di recettori distribuiti su una griglia (definita dall'utente) o discreti;
- possibilità di considerare diverse tipologie di fonti emissive (puntuali, areali, volumetriche);
- essendo un modello stazionario, le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione (generalmente un'ora);
- possibilità di effettuare due tipi di simulazioni:
 - o "short-term": fornisce concentrazioni medie orarie o giornaliere, consentendo di individuare la peggior condizione possibile;
 - o "long-term": tratta gli effetti dei rilasci prolungati nel tempo, al variare delle caratteristiche atmosferiche e meteorologiche, e fornisce le condizioni medie nell'intervallo di tempo considerato, generalmente un anno;
- possibilità di trattare condizioni orografiche sia semplici che complesse;
- possibilità di trattare inquinanti primari e rilascio di sostanze tossiche e pericolose;
- trattazione differente della dispersione degli inquinanti nello SBL (*Stable Boundary Layer*) e nel CBL (*Convective Boundary Layer*): nel primo caso, in condizioni stabili, la distribuzione di concentrazione segue una curva gaussiana sia in orizzontale che in verticale, mentre nel secondo caso, in condizioni di

instabilità, la distribuzione di concentrazione segue una curva gaussiana in direzione orizzontale, e in verticale segue una funzione di densità di probabilità di tipo multi-gaussiano;

- possibilità di considerare fenomeni di deposizione e reazione /trasformazione chimica degli inquinanti;
- possibilità di ricostruire i profili verticali delle variabili meteorologiche più significative (vento, temperatura, turbolenza, ecc.) utilizzando i dati rilevati al suolo e in quota.

AERMOD è un modello analitico e non numerico, per cui non opera su una griglia da definire, ma utilizza parametrizzazioni opportune per determinare i coefficienti dell'allargamento e del trasporto del pennacchio. Per questo motivo richiede pochi calcoli ed è pertanto molto veloce. L'output consiste nel calcolo delle concentrazioni esclusivamente nei punti prescelti, e non richiede il calcolo continuo su tutti i punti griglia. Inoltre, essendo stazionario, non è considerata alcuna evoluzione temporale.

Il modello AERMOD utilizza due pre-processor: AERMET View e AERMAP. Lo scopo principale del primo è calcolare i parametri dello strato limite per il loro utilizzo all'interno di AERMOD. Le caratteristiche di superficie, quali l'albedo, la rugosità di superficie, il rapporto di Bowen più le osservazioni meteo come la velocità del vento, la direzione del vento, la temperatura del vento e la copertura nuvolosa, immessi in AERMET, vengono utilizzate per il calcolo dei parametri dello strato limite, ed in particolare della velocità di attrito, lunghezza di Monin- Obukhov, scala delle velocità convettive, scale delle temperatura, altezza di mescolamento e il flusso di calore di superficie.

L'esecuzione del processore meteorologico AERMET è articolata in tre fasi operative:

- La prima fase esegue un'analisi di controllo della qualità dei dati meteorologici (*Quality Assessment test*). Il processo di *Quality Assessment* identifica i dati mancanti, i valori che sono al di fuori di range prestabiliti e le incongruenze tra le variabili selezionate, secondo valori di default definiti dal modello.
- La seconda fase opera l'unione dei dati per più tipologie, mentre la terza fase calcola i parametri di superficie e di profilo, a livello orario, utili al modello diffusivo, unendo l'insieme dei dati di tutte le tipologie disponibili, testati e uniformati nelle fasi precedenti. La seconda fase permette l'unione del file in quota e di quello superficiale, derivanti dal processo di *Quality Assessment*.
- Nella terza fase si calcolano i parametri di superficie e di profilo, a livello orario, utili al modello diffusivo AERMOD. In questa fase occorre definire le caratteristiche del sito in esame (rugosità superficiale, albedo e Bowen ratio).

I parametri calcolati da AERMET vengono poi passati all'interfaccia meteo contenuta all'interno di AERMOD attraverso due file, Surface File Data (.SFL) e Profile File Data (.PFL), i quali contengono i parametri calcolati e i profili verticali di velocità del vento (u) e le fluttuazioni di velocità e i gradienti di temperatura e il potenziale della temperatura.

Il pre-processore del terreno AERMAP è utilizzato per assegnare ai recettori e alla sorgente di emissione l'altezza sul livello medio del mare.