

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30'') - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 1 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

**RIFACIMENTO METANODOTTO SANSEPOLCRO – TERRANUOVA BRACCIOLINI
DN 750 (30'') – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE**

STUDIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA



0	Emissione	L. DEL FURIA	S.VALENTINI	R. BOZZINI G.GIOVANNINI	27/07/2020
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 2 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

INDICE

1	SCOPO DEL LAVORO	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3	QUALITÀ DELL'ARIA ANTE-OPERAM	5
4	STIMA DELLE EMISSIONI	12
4.1	Realizzazione del metanodotto	12
4.1.1	Tratti in realizzazione	12
4.2	Dismissione del metanodotto	17
4.2.1	Stime delle emissioni delle polveri sottili	18
4.2.2	Stime delle emissioni di ossidi di azoto	19
4.3	Riepilogo delle sorgenti emissive simulate	20
5	ANALISI DEI DATI METEOROLOGICI	27
5.1	Analisi dei dati di vento	30
5.2	Distribuzione di frequenza delle classi di velocità del vento	43
5.3	Distribuzione di frequenza delle classi di stabilità	56
5.4	Conclusioni dell'analisi meteorologica	69
6	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE	71
6.1	Applicazione del modello agli scenari emissivi e meteorologici analizzati	72
6.1.1	Definizione dei dati di input	72
6.1.2	Definizione del dominio di calcolo	72
7	RISULTATI DELLO STUDIO	74
7.1	Scenari di dispersione	74
7.1.1	Biossido di Azoto (NO ₂)	75
7.1.2	Polveri sottili (PM ₁₀)	77
8	CONCLUSIONI	79
9	ALLEGATI	82
10	BIBLIOGRAFIA	83

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 3 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

1 SCOPO DEL LAVORO

Il presente documento contiene gli esiti della valutazione degli impatti sulla qualità dell'aria ambiente nella fase di realizzazione del progetto *Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") – DP 75 bar ed opere connesse*, che interessa i territori dei Comuni di Sansepolcro, Anghiari, Arezzo, Capolona, Castiglion Fibocchi, Loro Ciuffenna, Terranuova Bracciolini della provincia di Arezzo. Il progetto comprende la rimozione dell'esistente metanodotto *Montelupo – Sansepolcro DN 600 (24")*, 70 bar.

Si definisce *Aria Ambiente* o "outdoor" l'aria esterna presente nella troposfera, ad esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro e negli ambienti domestici e pubblici (aria "indoor") che, avendo specificità e, limitatamente ai luoghi di lavoro normativa dedicata (D. Lgs. Governo n. 81 del 09/04/2008), non è oggetto del presente studio.

In particolare lo studio ha ad oggetto:

- la stima delle emissioni in atmosfera nella fase di costruzione del nuovo metanodotto e di dismissione dell'esistente con riferimento a Polveri Sottili (PM₁₀), prodotte dalla movimentazione del terreno, dal movimento dei mezzi impiegati nella realizzazione dell'opera e presenti nei fumi di scarico dei mezzi stessi, e Ossidi di Azoto (NO_x), presenti nei fumi di scarico dei mezzi impiegati nella realizzazione dell'opera.
- la stima degli impatti, per entrambi gli inquinanti, mediante il modello Calmet-Calpuff (U.S. EPA, 2006) che appartiene alla famiglia dei modelli tridimensionali lagrangiani a puff.

I risultati delle simulazioni modellistiche permetteranno di verificare, per quanto possibile, la conformità delle concentrazioni in aria ambiente con gli standard previsti per gli inquinanti presi in considerazione e di individuare le eventuali aree critiche lungo i tracciati delle linee in progetto e in dismissione.

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 4 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa di riferimento per il monitoraggio della qualità dell'aria è il Decreto Legislativo 13 agosto 2010 n° 155, modificato e integrato dal Decreto Legislativo 24 dicembre 2012, n. 250 e dal Decreto 26 gennaio 2017 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Tale decreto recepisce la direttiva 2008/50/CE e sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE, istituendo un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

In Tabella 2-1 vengono riportati i valori limite di concentrazione in aria ambiente per gli inquinanti presi in considerazione.

Tabella 2-1: Valori di riferimento delle concentrazioni in aria ambiente

Inquinante	Destinazione del limite	Periodo di mediazione	Parametro di riferimento	Valore Limite(*) [µg/m ³]	Normativa di riferimento
PM₁₀	salute umana	24 ore	90,4 percentile	50	D.Lgs 155/10
		anno civile	media	40	
NO₂	salute umana	1 ora	massimo	400(**) (soglia di allarme)	D.Lgs 155/10
			99,8 percentile	200 al 1° gennaio 2010	
		anno civile	media	40 al 1° gennaio 2010	
NO_x	vegetazione	anno civile	media	30(***)	D.Lgs 155/10

(*) I valori limite devono essere espressi in µg/m³. Per gli inquinanti gassosi il volume deve essere standardizzato alla temperatura di 293 °K e alla pressione atmosferica di 101,3 kPa. Per il particolato e le sostanze in esso contenute da analizzare, il volume di campionamento si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni.

(**) valori misurati per tre ore consecutive

(***) I punti di campionamento destinati alla protezione degli ecosistemi o della vegetazione dovrebbero essere ubicati a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da aree edificate diverse dalle precedenti, o da impianti industriali o autostrade.

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 5 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

3 QUALITÀ DELL'ARIA ANTE-OPERAM

Per la caratterizzazione della qualità dell'aria ante-operam nel territorio di indagine si è fatto riferimento a quanto riportato nella Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana - Anno 2018, pubblicata nel 2019 a cura di ARPA Toscana.

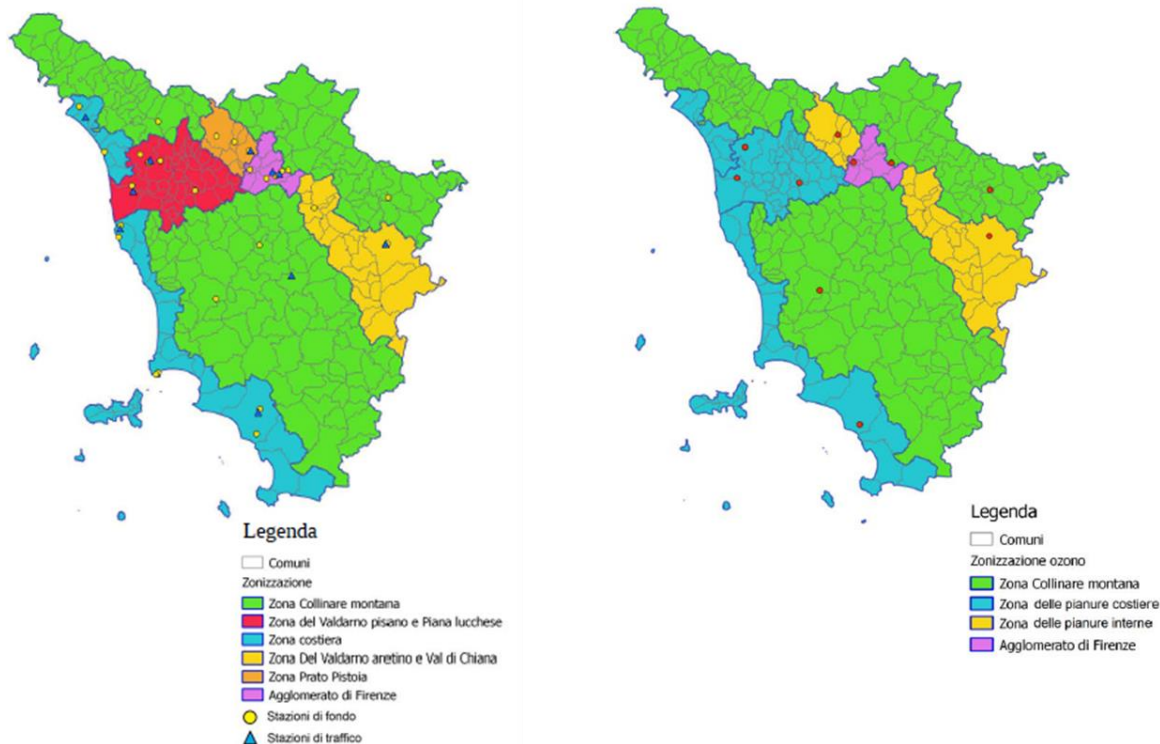
La struttura delle Rete regionale di rilevamento della Qualità dell'Aria della Toscana è stata modificata negli anni a partire da quella descritta dall'allegato III della DGRT 1025/2010, fino alla struttura attualmente ufficiale che è quella dell'allegato C della Delibera n. 964 del 12 ottobre 2015. Dal 2017 sono state attivate tutte le 37 stazioni previste dalla DGRT n. 964/2015.

In Figura 3-1 è riportata la mappa della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria.

Figura 3-1 - Rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria

Principali inquinanti

Ozono



In Tabella 3-1 è inoltre riportato l'elenco delle stazioni della rete regionale, in cui sono identificati gli inquinanti rilevati da ciascuna stazione e la tipologia di stazione.

Le due centraline più vicine al tracciato di intervento sono la stazione di Fondo Urbano "AR-Acropoli" nella città di Arezzo e la stazione di Fondo Rurale regionale "AR-Casa Stabbi" nel comune di Chitignano, che distano, rispettivamente, all'incirca 6,5 e 13 km. La scelta di considerare tali stazioni è confermata dal fatto che le centraline di fondo sono ubicate in

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 6 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

posizione tale per cui il livello di inquinamento non è influenzato da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.), ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravvento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito.

In Figura 3-2 è riportata la localizzazione sul territorio delle due centraline identificate.

Tabella 3-1 – Rete regionale delle stazioni di misura degli inquinanti

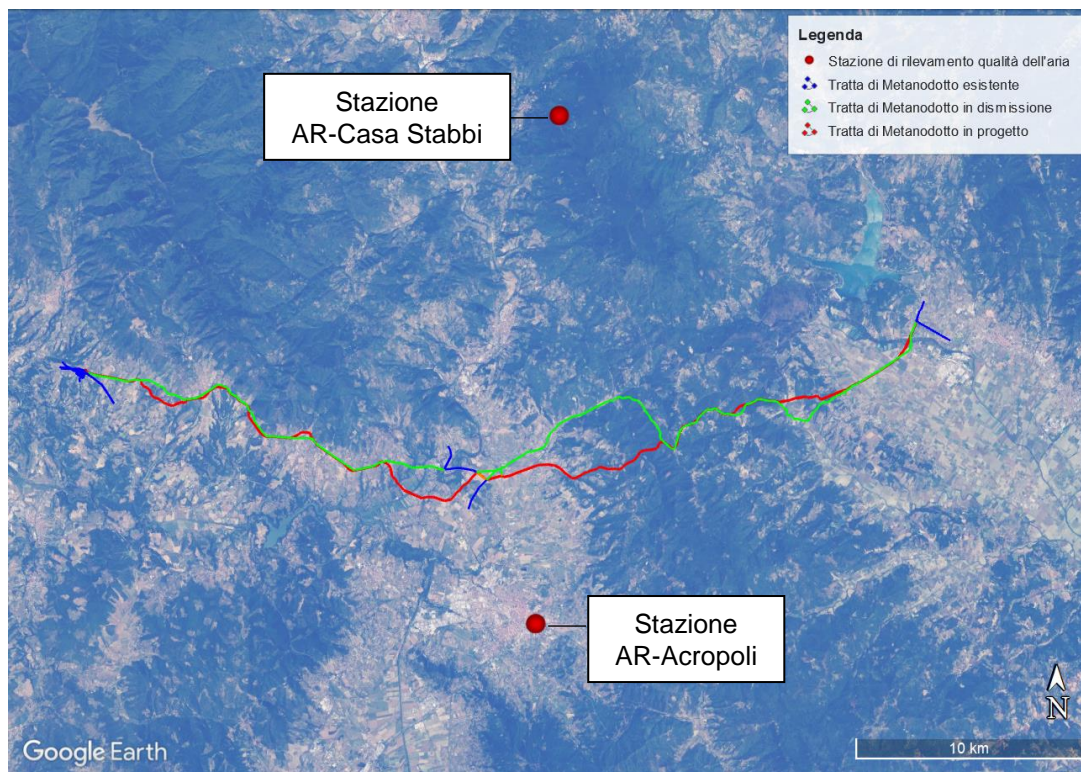
Zonizzazione territorio Regione Toscana rel.inq. All	Class. Zona e stazione	Provincia e Comune	Nome stazione	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	SO ₂ o H ₂ S	CO	Benzene	IPA	As	Ni	Cd	Pb	O ₃	Class. Zona Ozono	Zonizzazione territorio Regione Toscana O ₃
Agglomerato Firenze	U F FI	Firenze	FI-Boboli	X													Agglomerato Firenze
	U F FI	Firenze	FI-Bassi	X	X	X	X		X	X							
	U T FI	Firenze	FI-Gramsci	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X			
	U T FI	Firenze	FI-Mosse	X		X											
	U F FI	Scandicci	FI-Scandicci	X		X											
	U F FI	Signa	FI-Signa	X		X									X	U	
Zona Prato Pistoia	S F FI	Firenze	FI-Setignano			X									X	S	Zona delle Pianure interne
	U F PO	Prato	PO-Roma	X	X	X			X	X							
	U T PO	Prato	PO-Ferrucci	X	X	X		X									
	U F PT	Pistoia	PT-Signorelli	X		X											
Zona Valdarno aretino e Valdichiana	S F PT	Montale	PT-Montale	X	X	X								X	S	Zona delle Pianure interne	
	U F AR	Arezzo	AR-Acropoli	X	X	X			X					X	S		
Zona costiera	U F FI	Figline ed Incisa Valdarno	FI-Figline	X		X											Zona pianure costiere
	U T AR	Arezzo	AR-Repubblica	X		X		X									
	U F GR	Grosseto	GR-URSS	X	X	X											
	U T GR	Grosseto	GR-Sonnino	X		X											
	R F GR	Grosseto	GR-Maremma			X									X	R	
	U F LI	Livorno	LI-Cappiello	X	X	X											
	U F LI	Livorno	LI-Via La Pira	X		X		X	X	X	X	X	X				
	U T LI	Livorno	LI-Carducci	X	X	X		X									
	U F LI	Piombino	LI-Parco 8 Marzo	X		X			X	X	X	X	X				
	S I LI	Piombino	LI-Cotone	X		X		X		X							
Zona Valdarno pisano e Piana lucchese	U F MS	Carrara	MS-Colombarotto	X		X											Zona pianure costiere
	U T MS	Massa	MS-Marina vecchia	X	X	X											
	U F LU	Viareggio	LU-Viareggio	X	X	X											
	U F LU	Capannori	LU-Capannori	X	X	X	X										
	U F LU	Lucca	LU-San Concordio	X		X			X	X							
	U T LU	Lucca	LU-Micheletto	X		X											
Zona collinare e montana	R F LU	Lucca	LU-Carignano			X								X	S	Zona collinare e montana	
	U F PI	Pisa	PI-Passi	X	X	X								X	S		
	U T PI	Pisa	PI-Borghetto	X	X	X		X									
	S F PI	S.Croce sull'Arno	PI-Santa Croce(1)	X		X	X	X						X	S		
	U F SI	Poggibonsi	SI-Poggibonsi	X	X	X											
	U T SI	Siena	SI-Bracci	X		X		X									
Zona collinare e montana	S F PI	Pomarance	PI-Montecerboli (1)	X		X	X	X				X		X	S	Zona collinare e montana	
	U F LU	Bagni di Lucca	LU-Fomoli	X		X											
	R reg F AR	Chitignano	AR-Casa Stabbi	X		X								X	R		

Legenda: F - Fondo, T - Traffico, I - Industriale, U - Urbana, S - Suburbana, R - Rurale, R reg - Rurale fondo regionale;
 (1) stazione con misura di H₂S e non SO₂

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 7 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Figura 3-2 - Localizzazione delle centraline di qualità dell'aria più prossime all'ambito di intervento



Di seguito si riporta un confronto dei dati delle centraline con la normativa. In particolare, vengono analizzati i risultati relativi al PM_{10} e al Biossido di azoto, che sono gli inquinanti che saranno oggetto di simulazione.

Per entrambi gli inquinanti analizzati le concentrazioni rilevate nelle centraline AR-Acropoli e AR-Casa Stabbi non hanno mai superato il limite normativo, sia giornaliero che annuale, mantenendosi ben al di sotto del limite di legge. In particolare, la media annua nella stazione AR-Casa Stabbi, che si trova in contesto rurale, risulta più bassa rispetto alla media annua nella stazione di fondo urbana AR-Acropoli (cfr. Tabella 3-2 e Tabella 3-3).

Osservando il trend dei parametri analizzati negli anni 2007-2018, si rileva in generale un andamento leggermente oscillante, con valori sempre ben al di sotto del limite (cfr. Figura 3-3, Figura 3-4 e Figura 3-5).

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 8 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Tabella 3-2 – Informazioni di sintesi e confronto dei risultati con la normativa per il PM₁₀

Zona	Classif. Zona e stazione	Provincia	Comune	Nome stazione	N° medie giornaliere > 50 µg/m ³	V.L.	Media annuale (µg/m ³)	V.L. (µg/m ³)
Zona Valdarno aretino e Valdichiana	UF	AR	Arezzo	AR-Acropoli	2		19	40
	UF	FI	Figline e Incisa Valdarno	FI-Figline	12		25	
	UT	AR	Arezzo	AR-Repubblica	14		23	
Zona collinare e montana	SF	PI	Pomarance	PI-Montecerboli	0	35	12	
	R regF	AR	Chitignano	AR-Casa Stabbi	0		11	
	UF	SI	Poggibonsi	SI-Poggibonsi	0		18	
	UT	SI	Siena	SI-Bracci	0		18	
	UF	LU	Bagni di Lucca	LU-Fornoli	14		21	
Media annuale di PM10 complessiva della Rete regionale							21,2	
Media annuale di PM10 stazioni di tipo fondo urbano e suburbano (escluse rurali)							20,6	
Media annuale di PM10 stazioni di tipo traffico urbano							23,2	

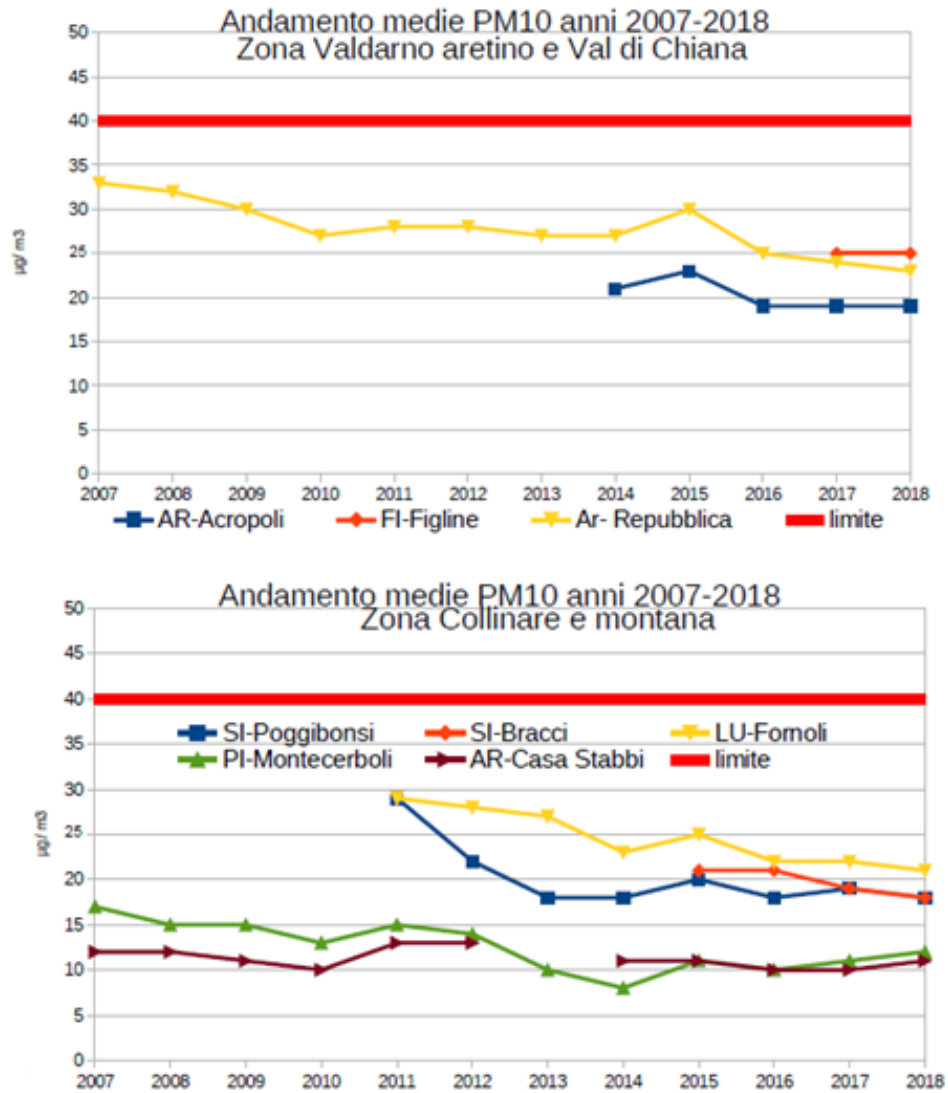
Tabella 3-3 - Informazioni di sintesi e confronto dei risultati con la normativa per il NO₂

Zona	Class Zona e stazione	Prov	Comune	Nome stazione	N° medie orarie > 200 µg/m ³	V.L.	Media annuale (µg/m ³)	V.L.
Zona Valdarno aretino e Valdichiana	UF	AR	Arezzo	AR-Acropoli	0		15	40
	UF	FI	Figline-Incisa Valdarno	FI-Figline	0		20	
	UT	AR	Arezzo	AR-Repubblica	0		36	
Zona collinare e montana	UF	SI	Poggibonsi	SI-Poggibonsi	0	18	17	
	UT	SI	Siena	SI-Bracci	0		36	
	UF	LU	Bagni di Lucca	LU-Fornoli	0		12	
	SF	PI	Pomarance	PI-Montecerboli	0		4	
	R regF	AR	Chitignano	AR-Casa Stabbi	0		2	
Media annuale complessiva Rete Regionale (µg/m ³)							22	
Media annuale stazioni di tipo fondo urbano e suburbano (µg/m ³)							16	
Media annuale stazioni di tipo traffico urbano (µg/m ³)							35	

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 9 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

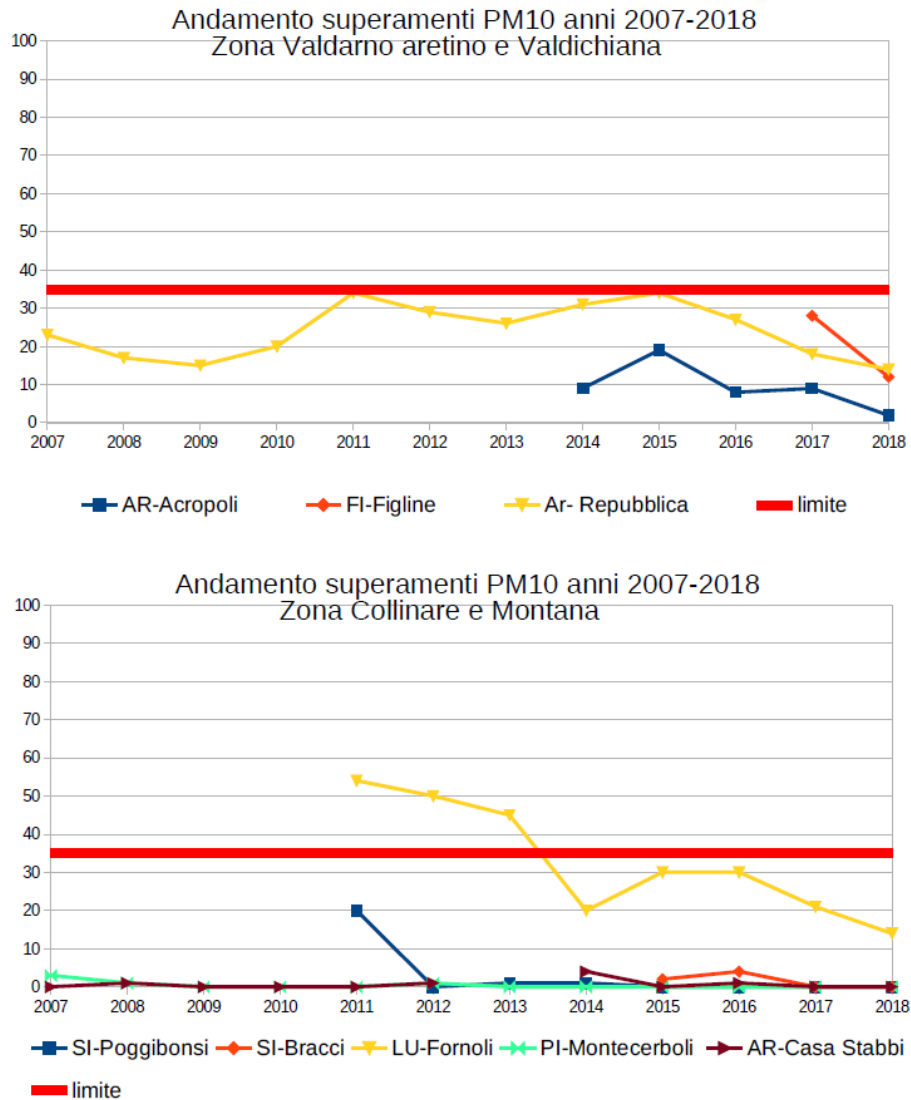
Figura 3-3 – Andamenti delle medie annuali di PM₁₀ per le stazioni della Rete regionale per Zona. Anni 2007-2018



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 10 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Figura 3-4 – Andamento del numero di superamenti del valore giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) per il PM_{10} per le stazioni di Rete regionale per Zona. Anni 2017 – 2018

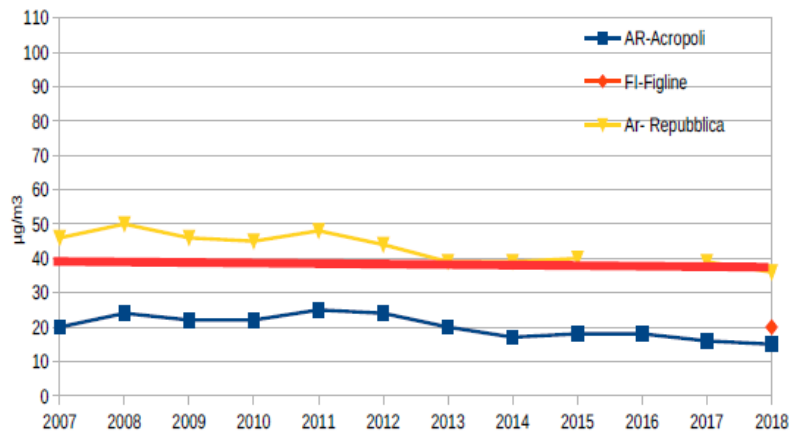


PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 11 di 83	Rev. 0

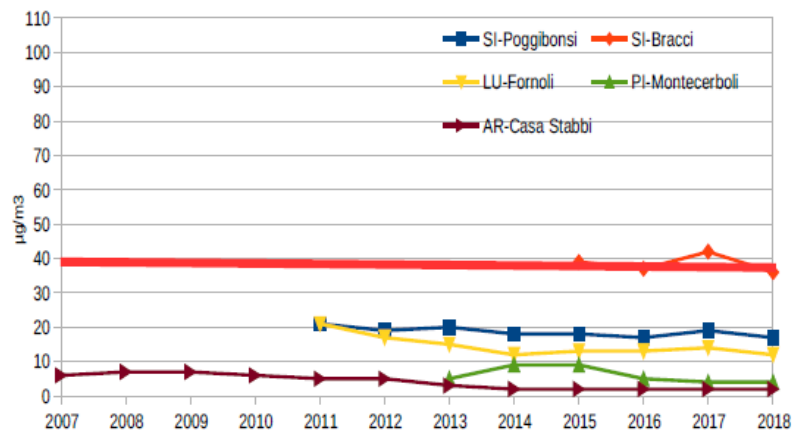
Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Figura 3-5 - Andamenti delle medie annuali di NO₂ per le stazioni della Rete regionale per Zona. Anni 2007-2018

Andamenti medie annuali NO₂ anni 2007 2018
Zona Valdarno aretino e Valdichiana



Andamenti medie annuali NO₂ anni 2007 2018
Zona collinare e montana



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 12 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

4 STIMA DELLE EMISSIONI

4.1 Realizzazione del metanodotto

Le principali fasi di costruzione di un metanodotto sono, in ordine temporale, le seguenti:

- realizzazione delle infrastrutture provvisorie
- apertura dell'area di passaggio
- sfilamento delle tubazioni lungo la fascia di lavoro
- saldatura di linea
- controlli non distruttivi delle saldature
- scavo della trincea
- rivestimento dei giunti
- posa della condotta
- rinterro della condotta e posa dei cavi telecomunicazioni
- esecuzione dei ripristini.

Le attività di scavo e movimentazione dei materiali legate alla fase di realizzazione del metanodotto saranno presenti unicamente in orario diurno (8-18), con un avanzamento della linea pari a 300 metri al giorno.

4.1.1 Tratti in realizzazione

I mezzi impiegati nei cantieri per la realizzazione del metanodotto che producono emissioni e si prevede possano operare contemporaneamente nei momenti di maggior carico emissivo da parte del progetto, sono riportati in Tabella 4-1.

Tabella 4-1 - Mezzi impiegati nei cantieri per la realizzazione del metanodotto

Tipologia mezzi		N° mezzi
Veicoli commerciali	Autocarro	1
	Pulmino	1
	Fuoristrada	2
Macchine operatrici	Side-boom	4
	Escavatore	1
	Pala meccanica	1

4.1.1.1 Stime delle emissioni di polveri sottili

Veicoli commerciali: scarichi veicolari

L'evoluzione in questi ultimi anni della normativa comunitaria, che impone vincoli sempre più restrittivi alle emissioni veicolari, fa sì che oltre alla distinzione tra tipologia di veicoli, sia

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 13 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

importante anche l'anno di immatricolazione degli stessi e, quindi, la conformità con le varie direttive europee.

Per la stima degli inquinanti emessi con i fumi di scarico dei veicoli commerciali si fa così riferimento ai dati sul trasporto utilizzati per l'inventario nazionale, disponibili sul sito www.sinanet.isprambiente.it relativi alla serie storica 1990-2010 ed al programma di stima Copert 4 (versione 9.0, ottobre 2011).

Per ciascuna delle tipologie di veicoli d'interesse, il valore delle emissioni è stato calcolato considerando:

- un ciclo di guida di tipo urbano,
- la media ponderata in base alla effettiva composizione del parco mezzi circolante nel periodo 2005-10 classificato secondo le varie direttive europee (Conventional, HD Euro I - 91/542/EEC Stage I, HD Euro II - 91/542/EEC Stage II, HD Euro III - 2000 Standards, etc).

Questo approccio consente di ottenere un valore realistico ma al tempo stesso sufficientemente conservativo, in quanto le emissioni nel ciclo urbano sono sicuramente superiori agli scenari alternativi (extraurbano, autostradale) e il mix tecnologico del parco circolante tende ad evolvere nel tempo, in favore di mezzi meno inquinanti.

In particolare, per le polveri sottili, sono stati dedotti i seguenti fattori di emissione:

- pulmino e fuoristrada (Passenger cars, Diesel > 2,0 l): 0,11 g/veic*km
- autocarro (Heavy Duty Trucks, Articulated 34-40 t): 0,43 g/veic*km

Si ipotizza che in una normale giornata di cantiere i veicoli commerciali percorrano 2,5 km.

Veicoli commerciali: movimento dei mezzi

Per quanto riguarda l'emissione di polveri in atmosfera dovuta alla circolazione degli automezzi su strade non pavimentate, si fa riferimento al documento "AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, Miscellaneous Source", (EPA 2007). La metodologia, descritta al §13.2.2 "Unpaved Roads", appare adeguata in quanto consente di tenere conto di caratteristiche specifiche del sito quali le dimensioni del particolato, la tipologia di terreno su cui avviene il movimento dei mezzi ed il peso di questi.

Ne deriva il seguente fattore di emissione per le polveri emesse con il transito dei veicoli all'interno del cantiere:

$$E = k \cdot \left(\frac{s}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{3}\right)^b$$

dove

- E = fattore di emissione espresso in libbre per miglia (1 lb/mile = 281,9 g/km);
k = fattore che dipende dalla dimensione del particolato; k=1,5 per il PM₁₀;

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 14 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

- s = contenuto percentuale di limo (silt); si è ipotizzato un terreno di tipo argilloso con 8,3% di silt;
- W = peso medio del veicolo, assunto pari a 30 tonnellate per l'autocarro, 1 tonnellata per il pulmino e 2 tonnellate per i fuoristrada;
- a = esponente che dipende dalla dimensione del particolato; a=0,9 per il PM₁₀;
- b = esponente che dipende dalla dimensione del particolato; b=0,45 per il PM₁₀;

Si ipotizza che, in una normale giornata di cantiere, i veicoli commerciali percorrano 2,5 km.

Macchine operatrici

Una particolarità di questa classe di veicoli è che le emissioni dipendono dalla potenza sviluppata dal motore e non dai chilometri percorsi in relazione all'utilizzo di tali macchine: saranno quindi più sensibili al carico trasportato che alla velocità raggiunta del mezzo.

È da considerare, infatti, che le macchine operatrici compiono minimi spostamenti o addirittura restano ferme, pur mantenendo i motori accesi: una metodologia di calcolo che si basi soltanto sui chilometri percorsi condurrebbe inevitabilmente ad una sottostima delle emissioni in atmosfera.

Per la stima degli inquinanti emessi con i fumi di scarico delle macchine operatrici si fa riferimento dunque ai fattori di emissione stimati secondo la metodologia americana sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) e contenuta in "Air Quality Analysis Guidance Handbook- Off-Road Mobile Source Emission Factors" dei mezzi relativamente all'anno 2010, tenendo conto del numero dei mezzi, della loro potenza e del numero di ore di lavoro giornaliero.

Di seguito è riportato il dettaglio del calcolo dei totali giornalieri ottenuti, per ogni attività considerata.

I fattori di emissione considerati si riferiscono alle seguenti macchine operatrici:

- Escavatore: 0,078 libbre/ora (35,4 g/h);
- Pala meccanica: 0,082 libbre/ora (37,1 g/h);
- Side boom: 0,052 libbre/ora (23,36 g/h).

Si ipotizza che tutte le macchine operatrici presenti siano contemporaneamente in funzione per l'intera giornata lavorativa (10 ore).

Movimentazione terreno

Per quanto riguarda i tratti del metanodotto in progetto che richiedono la realizzazione della trincea, oltre alle emissioni prodotte dai mezzi impiegati, occorre tener presente delle emissioni di PM₁₀ derivanti dalle attività di scavo.

Le attività di scavo prevedono due distinte fasi: nella prima fase verrà operato uno scortico della parte superficiale del suolo di tutta l'area di cantiere; nella seconda fase verrà invece realizzata la trincea. Le due fasi non coincidono temporalmente. Tuttavia, a scopo cautelativo, le stime

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 15 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

delle emissioni derivanti da apertura area di passaggio e scavo della trincea, così come le simulazioni della dispersione di polveri sottili, sono state considerate come contemporanee.

In Tabella 4-2 vengono riportate le dimensioni dei volumi delle attività di scavo per ogni tratto simulato.

Tabella 4-2 - Volumi dello scavo e massa del materiale scavato

Dimensioni dell'Attività di scotico (m)			Dimensioni della trincea (m)			Volume totale (m ³)	Massa Totale (ton)
Lunghezza	Larghezza	Profondità	Ampiezza scavo	Base scavo	Profondità		
300	24	0,3	4,0	1,15	2,45	4044	6470,4

Nell'ultima colonna della Tabella 4-2 viene anche considerata la massa del materiale scavato considerando una densità media del terreno pari a 1600 kg/m³.

L'area del cantiere di realizzazione è pari a 7.200 m² (300m * 24m).

Note le quantità di materiale scavato per ciascun tratto del metanodotto, per la stima delle emissioni di particolato fine (PM₁₀) sollevato in atmosfera si fa riferimento al documento "AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, Miscellaneous Source", (EPA 2007).

La metodologia, descritta al §13.2.4 "Aggregate Handling and storage Piles", appare adeguata in quanto consente di tenere conto di caratteristiche specifiche del sito quali l'umidità presente nel terreno movimentato, la velocità del vento e le dimensioni del particolato. Essa infatti fornisce il seguente fattore di emissione per le polveri emesse durante lo scavo:

$$E = 0.0016 \cdot k \cdot \left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3} \cdot \left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}$$

dove

- E = fattore di emissione espresso in kg di polveri per tonnellata di materiale rimosso;
- U = velocità del vento, variabile da punto a punto in funzione del campo di vento (Cfr. paragrafo 0);
- M = contenuto percentuale di umidità del suolo assunto pari al 3,4%;
- K = fattore che dipende dalla dimensione del particolato; k=0,35 per il PM₁₀.

Velocità media del vento (m/s)									
S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
2,49	2,44	2,42	2,10	1,97	2,18	2,15	2,16	1,86	1,81

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 16 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Il fattore di emissione E è risultato variabile, in funzione della velocità del vento, tra $2 \cdot 10^{-4}$ e $3,1 \cdot 10^{-4}$ kg/t.

Le tabelle successive riportano le emissioni complessive per ciascuna delle sorgenti considerate. La prima tabella riporta le emissioni, uguali per tutte le sorgenti, relativi ai mezzi operativi: la seconda i totali comprensivi delle attività di scavo.

Tabella 4-3 - Emissioni di polveri sottili del cantiere che prevede lo scavo della trincea (kg/giorno)

Tratta in realizzazione										
Tipo di mezzo		N mezzi	Emissione unitaria			Utilizzo mezzi		Totale		
			g/veic*km	lb/hr	g/h	km/giorno	h/giorno	kg/giorno		
Veicoli commerciali (COPERT 4 - Sinanet APAT)	Autocarro	1	0,43			2,5		0,0011		
	Pulmino	1	0,11			2,5		0,0003		
	Fuoristrada	2	0,11			2,5		0,0006		
Veicoli commerciali (AP 42 Fifth Edition)	Autocarro	1	873,78			2,5		2,1844		
	Pulmino	1	189,10			2,5		0,4728		
	Fuoristrada	2	258,32			2,5		1,2916		
Totale veicoli commerciali								3,9507		
Macchine operatrici (SCAB, 2010)	Trattore posatubi	4		0,052	23,36		10	0,9344		
	Escavatore	1		0,078	35,38		10	0,3538		
	Pala meccanica	1		0,082	37,19		10	0,3719		
Totale macchine operatrici								1,6601		
Totale scavo trincea										
TOTALE								5,6108		

Sorgente	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Velocità del vento (m/s)	2,49	2,44	2,42	2,10	1,97	2,18	2,15	2,16	1,86	1,81
Totale veicoli commerciali	3,9507	3,9507	3,9507	3,9507	3,9507	3,9507	3,9507	3,9507	3,9507	3,9507
Totale macchine operatrici	1,6601	1,6601	1,6601	1,6601	1,6601	1,6601	1,6601	1,6601	1,6601	1,6601
Totale scavo trincea	2,0242	1,9717	1,9521	1,6199	1,4899	1,7016	1,6764	1,6827	1,3866	1,3385
TOTALE	7,6350	7,5826	7,5630	7,2308	7,1008	7,3125	7,2872	7,2935	6,9974	6,9494

4.1.1.2 Stime degli ossidi di azoto

Veicoli commerciali

Come per la stima delle emissioni di Polveri legate ai fumi di scarico dei veicoli commerciali, anche per la stima delle emissioni di ossidi di azoto si fa riferimento ai dati sul trasporto utilizzati per l'inventario nazionale, disponibili sul sito <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/inventaria/Gruppo%20inventari%20locali/datitransporto1990-2010.zip/view>, relativi alla serie storica 1990-2010 ed al programma di stima Copert 4 (versione 9.0, ottobre 2011), utilizzando le stesse ipotesi di calcolo sul ciclo di guida e sulla classe di veicoli.

In particolare, per gli Ossidi di Azoto, sono stati dedotti i seguenti fattori di emissione:

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 17 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

- pulmino e fuoristrada (Passenger cars, Diesel > 2,0 l): 0,91 g/veic*km
- autocarro (Heavy Duty Trucks, Articulated 34-40 t): 12,66 g/veic*km

Si ipotizza che in una normale giornata di cantiere i veicoli commerciali percorrano 2,5 km.

Macchine operatrici

Come per la stima delle emissioni di Polveri legate ai fumi di scarico dei mezzi pesanti, anche qui si fa riferimento ai dati stimati dall' "Air Quality Analysis Guidance Handbook- Off-Road Mobile Source Emission Factors" dei mezzi relativamente all'anno 2010.

I fattori di emissione considerati si riferiscono alle seguenti macchine operatrici:

- Escavatore: 0,84 libbre/ora (381 g/h);
- Pala meccanica: 0,904 libbre/ora (410 g/h);
- Side boom: 0,566 libbre/ora (257 g/h)

Si ipotizza, conservativamente, che tutte le macchine operatrici presenti siano contemporaneamente in funzione per l'intera giornata lavorativa (10 ore).

La Tabella 4-4 riporta la sintesi delle emissioni di NOX.

Tabella 4-4 - Emissioni di ossidi di azoto del cantiere che prevede lo scavo della trincea

Tratta in realizzazione								
Tipo di mezzo		N mezzi	Emissione unitaria			Utilizzo mezzi		Totale
			g/veic*km	lb/hr	g/h	km/giorno	h/giorno	kg/giorno
Veicoli commerciali (COPERT 4 - Sinanet APAT)	Autocarro	1	12,66			2,5		0,0317
	Pulmino	1	0,91			2,5		0,0023
	Fuoristrada	2	0,91			2,5		0,0046
Totale veicoli commerciali								0,0385
Macchine operatrici (SCAB, 2010)	Trattore posatubi	4		0,566	256,91		10	10,2766
	Escavatore	1		0,840	381,02		10	3,8102
	Pala meccanica	1		0,904	409,96		10	4,0996
Totale macchine operatrici								18,1863
TOTALE								18,2248

4.2 Dismissione del metanodotto

I mezzi impiegati nei cantieri per la dismissione del metanodotto esistente che producono emissioni e si prevede possano operare contemporaneamente nei momenti di maggior carico emissivo da parte del progetto, sono riportati in Tabella 4-5.

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 18 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Tabella 4-5 - Mezzi impiegati nei cantieri per la dismissione dei tratti esistenti

Tipologia mezzi		N° mezzi
Veicoli commerciali	Autocarro	1
	Pulmino	1
	Fuoristrada	1
Macchine operatrici	Escavatore	2
	Pala meccanica	1

4.2.1 Stime delle emissioni delle polveri sottili

La stima dei tassi emissivi dovuti alla dismissione dei tratti di metanodotto esistenti è calcolata applicando le stesse metodiche riferite alla sorgente i cui dati sono riportati nella tabella che segue.

Tabella 4-6 - Volumi dello scavo e massa del materiale scavato

Dimensioni dell'Attività di scotico (m)			Dimensioni della trincea (m)			Volume totale (m ³)	Massa Totale (ton)
Lunghezza	Larghezza	Profondità	Ampiezza scavo	Base scavo	Profondità		
300	14	0.3	3,7	1	2,3	2.865	4.585

Nell'ultima colonna della Tabella 4-6 viene anche considerata la massa del materiale scavato considerando una densità media del terreno pari a 1600 kg/m³.

Area cantiere dismissione: 300m * 14m = 4.200 m²

In Tabella 4-7 vengono mostrati i dettagli per ogni tipologia di sorgente.

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 19 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Tabella 4-7 - Emissioni di polveri sottili del cantiere per i tratti di dismissione del metanodotto

Tipo di mezzo		N mezzi	Emissione unitaria			Utilizzo mezzi		Totale
			g/veic*km	lb/hr	g/h	km/giorno	h/giorno	kg/giorno
Veicoli commerciali (COPERT 4 -	Autocarro	1	0,43			2,5		0,0011
	Pulmino	1	0,11			2,5		0,0003
	Fuoristrada	2	0,11			2,5		0,0006
Veicoli commerciali (AP 42 Fifth Edition)	Autocarro	1	873,78			2,5		2,1844
	Pulmino	1	189,10			2,5		0,4728
	Fuoristrada	2	258,32			2,5		1,2916
Totale veicoli commerciali								3,9507
Macchine operatrici (SCAB, 2010)	Trattore posatubi	0		0,052	23,36		10	0,0000
	Escavatore	2		0,078	35,38		10	0,7076
	Pala meccanica	1		0,082	37,19		10	0,3719
Totale macchine operatrici								1,0795
Totale scavo trincea								
TOTALE								5,0302

Sorgente	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Velocità del vento (m/s)	2,49	2,44	2,42	2,10	1,97	2,18	2,15	2,16	1,86	1,81
Totale veicoli commerciali	3,9507	3,9507	3,9507	3,9507	3,9507	3,9507	3,9507	3,9507	3,9507	3,9507
Totale macchine operatrici	1,0795	1,0795	1,0795	1,0795	1,0795	1,0795	1,0795	1,0795	1,0795	1,0795
Totale scavo trincea	1,4340	1,3969	1,3830	1,1476	1,0555	1,2055	1,1876	1,1921	0,9823	0,9483
TOTALE	6,4643	6,4271	6,4132	6,1779	6,0858	6,2358	6,2179	6,2223	6,0126	5,9785

4.2.2 Stime delle emissioni di ossidi di azoto

La stima dei tassi emissivi di ossidi di azoto, con le stesse metodiche discusse in precedenza, e su di un parco mezzi molto simili a quello impiegato per la realizzazione del metanodotto (nei tratti in cui è previsto lo scavo della trincea) è riportata nella Tabella 4-8.

Tabella 4-8 - Emissioni di ossidi di azoto del cantiere per i tratti di dismissione del metanodotto

Tratta in dismissione								
Tipo di mezzo		N mezzi	Emissione unitaria			Utilizzo mezzi		Totale
			g/veic*km	lb/hr	g/h	km/giorno	h/giorno	kg/giorno
Veicoli commerciali (COPERT 4 -	Autocarro	1	12,66			2,5		0,0317
	Pulmino	1	0,91			2,5		0,0023
	Fuoristrada	2	0,91			2,5		0,0046
Totale veicoli commerciali								0,0385
Macchine operatrici (SCAB, 2010)	Trattore posatubi	0		0,566	256,91		10	0,0000
	Escavatore	2		0,840	381,02		10	7,6203
	Pala meccanica	1		0,904	409,96		10	4,0996
Totale macchine operatrici								11,7199
TOTALE								11,7584

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 20 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

4.3 Riepilogo delle sorgenti emissive simulate

Le aree di cantiere sono state assimilate a sorgenti areali di dimensioni pari a 7.200 mq per i cantieri di realizzazione e 4.200 mq per quelli di dismissione, funzionanti 10 ore/giorno dalle 08:00 alle ore 18:00.

I tratti di cantiere per i quali è stata effettuata la simulazione sono stati selezionati in base alla vicinanza del tracciato con ricettori (aree residenziali e centri abitati). Nelle figure che seguono (cfr. Figura 4-1 e

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 21 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

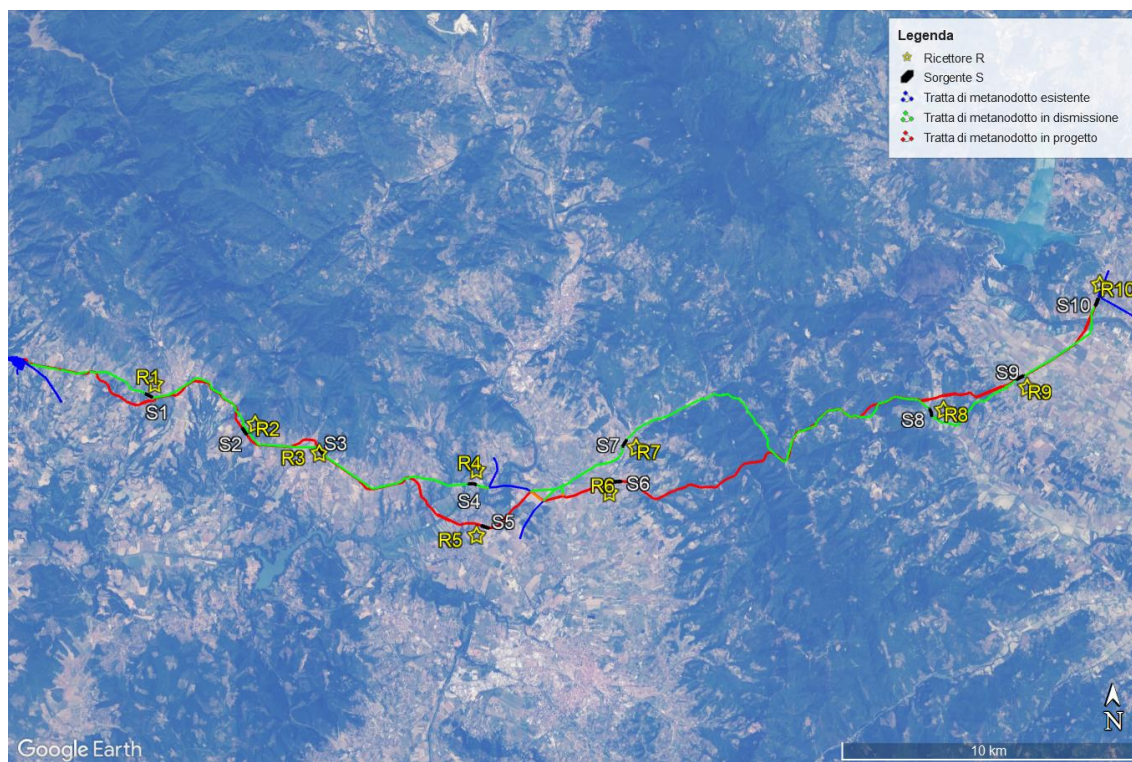
Figura 4-2) sono rappresentate le 10 aree sorgenti identificate e il ricettore più prossimo.

Inoltre, in Tabella 4-9 sono riportate le estensioni ed i tassi emissivi adottati per ciascuna sorgente emissiva considerata e ciascun inquinante analizzato in questo studio.

Tabella 4-9 - Estensione areale e tassi emissivi per ciascuna area sorgente adottata

Sorgente	Attività (tecnologia)	Area (m ²)	Emissione NOx (kg/giorno)	Emissione PM ₁₀ (kg/giorno)
S1	Dismissione	4.200	11,76	6,46
S2	Realizzazione	7.200	18,22	7,58
S3	Realizzazione	7.200	18,22	7,56
S4	Dismissione	4.200	11,76	6,18
S5	Realizzazione	7.200	18,22	7,10
S6	Realizzazione	7.200	18,22	7,31
S7	Dismissione	4.200	11,76	6,22
S8	Dismissione	4.200	11,76	6,22
S9	Realizzazione	7.200	18,22	7,00
S10	Realizzazione	7.200	18,22	6,95

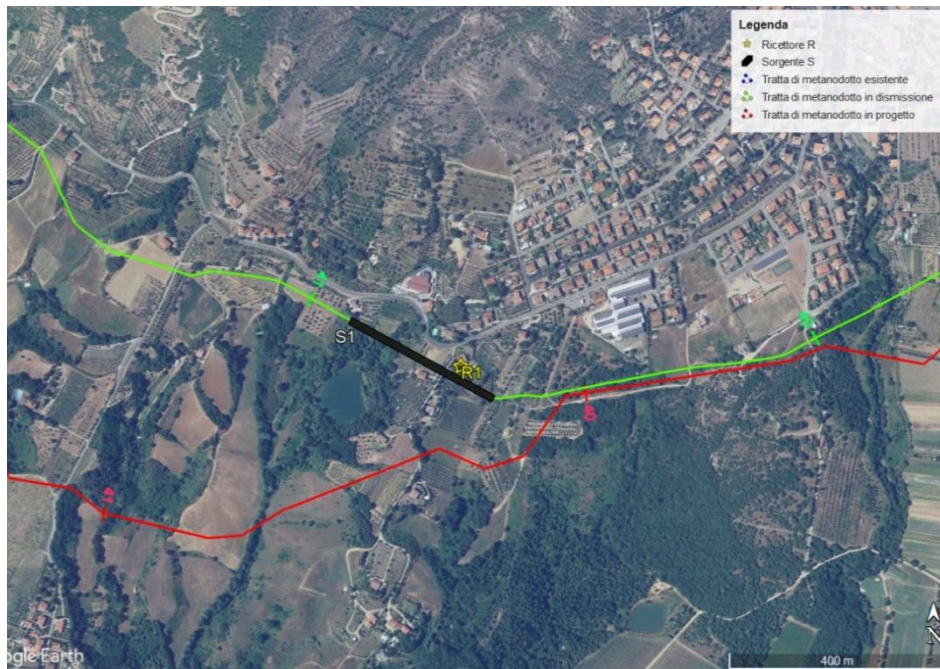
Figura 4-1 - Rappresentazione delle sorgenti emissive simulate (S) e dei ricettori più prossimi (R)



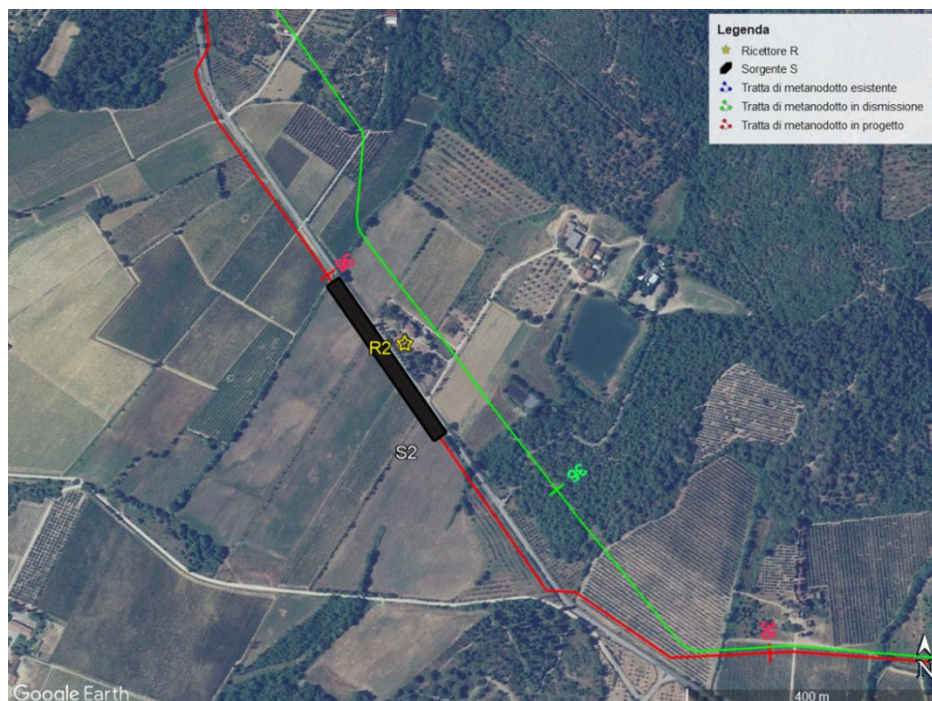
PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 22 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Figura 4-2 – Dettaglio delle sorgenti emmissive (S) e dei ricettori più prossimi (R)



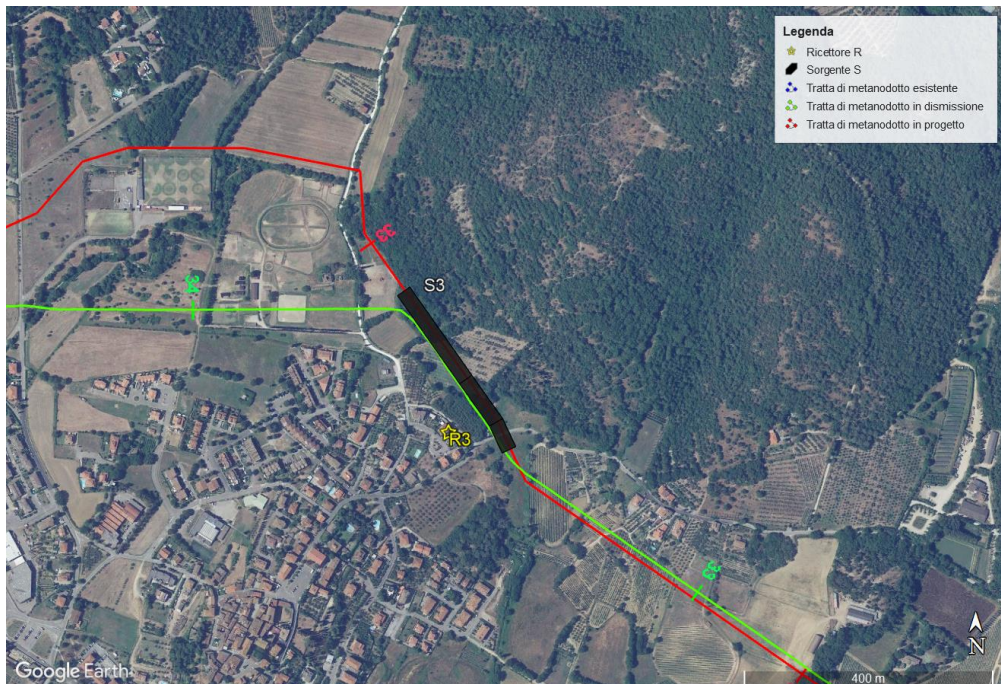
Sorgente S1 (km 40,772 della linea principale in dismissione)
 Ricettore R1, Comune di Terranuova Bracciolini



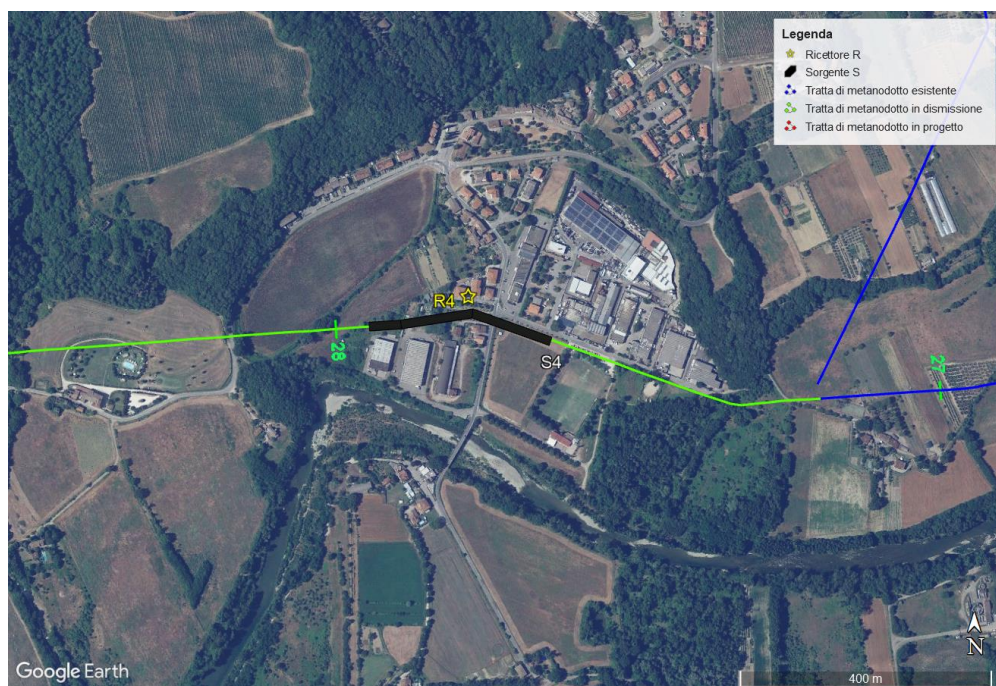
Sorgente S2, km 36,067 della linea principale in progetto
 Ricettore R2, Comune di Castiglion Fibocchi

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 23 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013



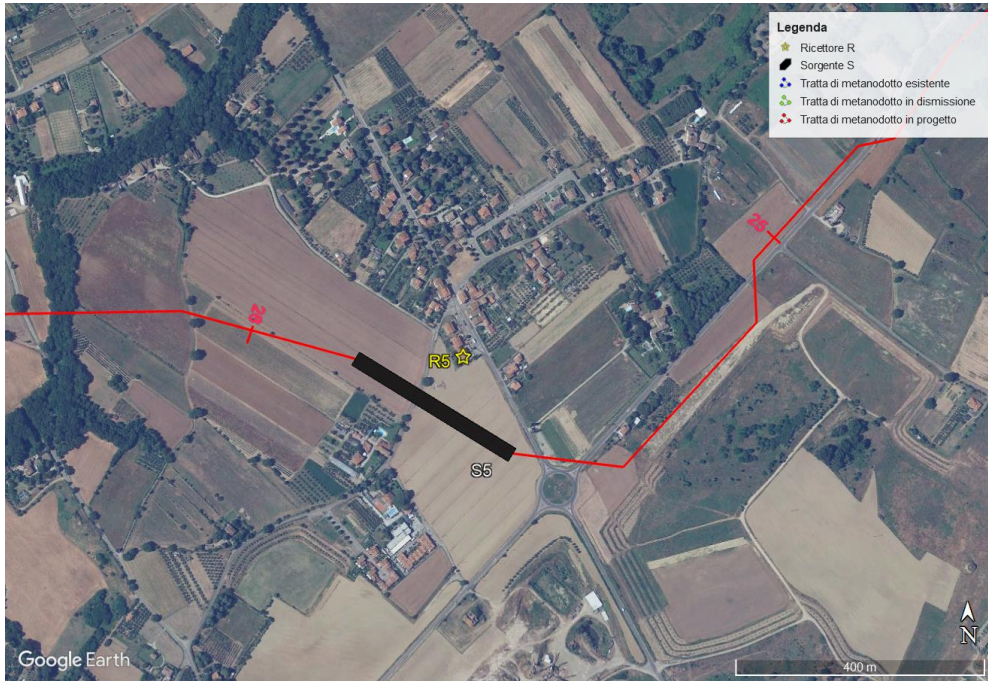
Sorgente S3, km 32,986 della linea principale in progetto
 Ricettore R3, Comune di Castiglion Fibocchi



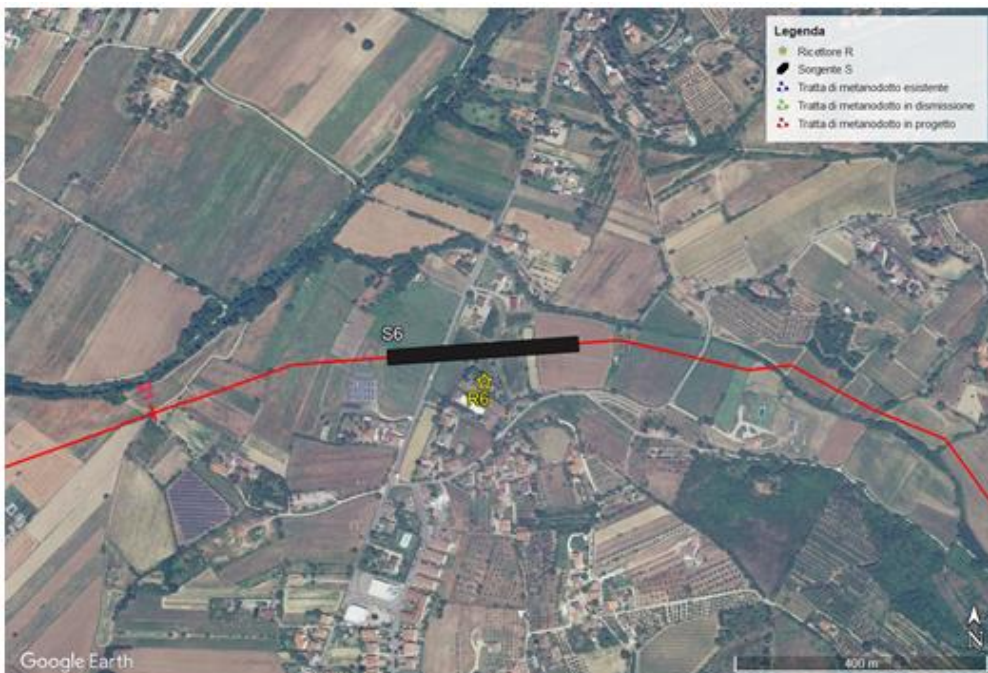
Sorgente S4, km 27,811 della linea principale in dismissione
 Ricettore R4, Comune di Capolona

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 24 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013



Sorgente S5, km 25,833 della linea principale in progetto
 Ricettore R5, Comune di Arezzo



Sorgente S6, km 20,477 della linea principale in progetto
 Ricettore R6, Comune di Arezzo

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 25 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013



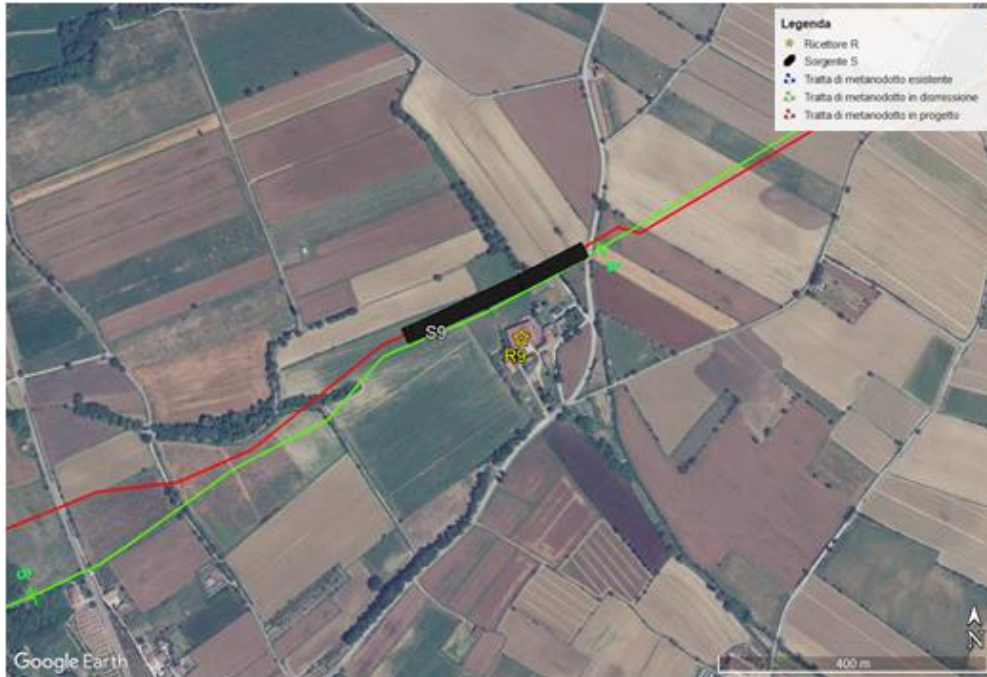
Sorgente S7, km 21,922 della linea principale in dismissione
 Ricettore R7, Comune di Arezzo



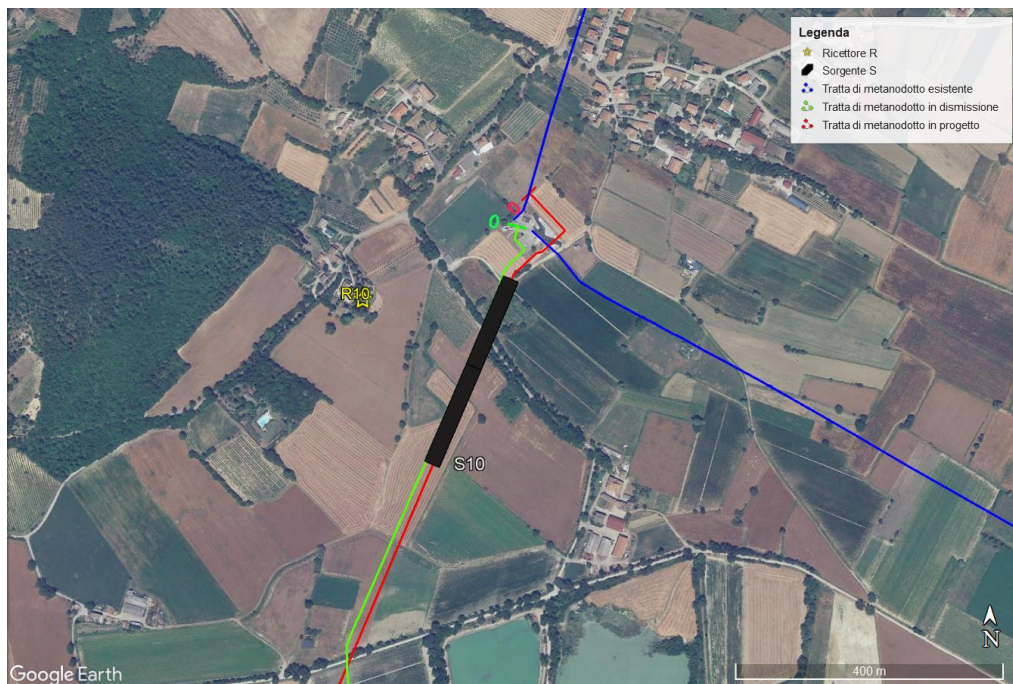
Sorgente S8, km 8,088 della linea principale in dismissione
 Ricettore R8, Comune di Anghiari

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 26 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013



Sorgente S9, km 4,168 della linea principale in progetto
 Ricettore R9, Comune di Anghiari



Sorgente S10, km 0,352 della linea principale in progetto
 Ricettore R10, Comune di Sansepolcro

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 27 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

5 ANALISI DEI DATI METEOROLOGICI

Come noto, la dispersione degli inquinanti in atmosfera è fortemente dipendente dalle condizioni meteorologiche presenti nell'area in esame.

Un ruolo particolarmente significativo è esercitato dalla dinamica meteorologica i cui effetti sulla dispersione possono essere sommariamente distinti in:

- trasporto, ad opera del campo di vento medio;
- diluizione, essenzialmente prodotta dalla turbolenza atmosferica che caratterizza lo strato limite atmosferico (PBL).

Prima di effettuare le simulazioni di dispersione, occorre ricostruire, nel modo più dettagliato possibile, i campi tridimensionali delle principali grandezze meteorologiche del sito. Per fare ciò sono stati utilizzati i dati meteo generati dal modello prognostico WRF (versione 4.0, core ARW), inizializzato tramite gli NCEP FNL (Final) Operational Global Analysis data preparati operazionalmente ogni 6 ore, su griglia di 1x1 gradi. È stato utilizzato un nesting con 3 livelli di griglia e un fattore di nesting pari a 3: risoluzione di griglia di 27 km per il dominio più esterno, di 9 km per il dominio centrale, e di 3 km per il dominio più interno.

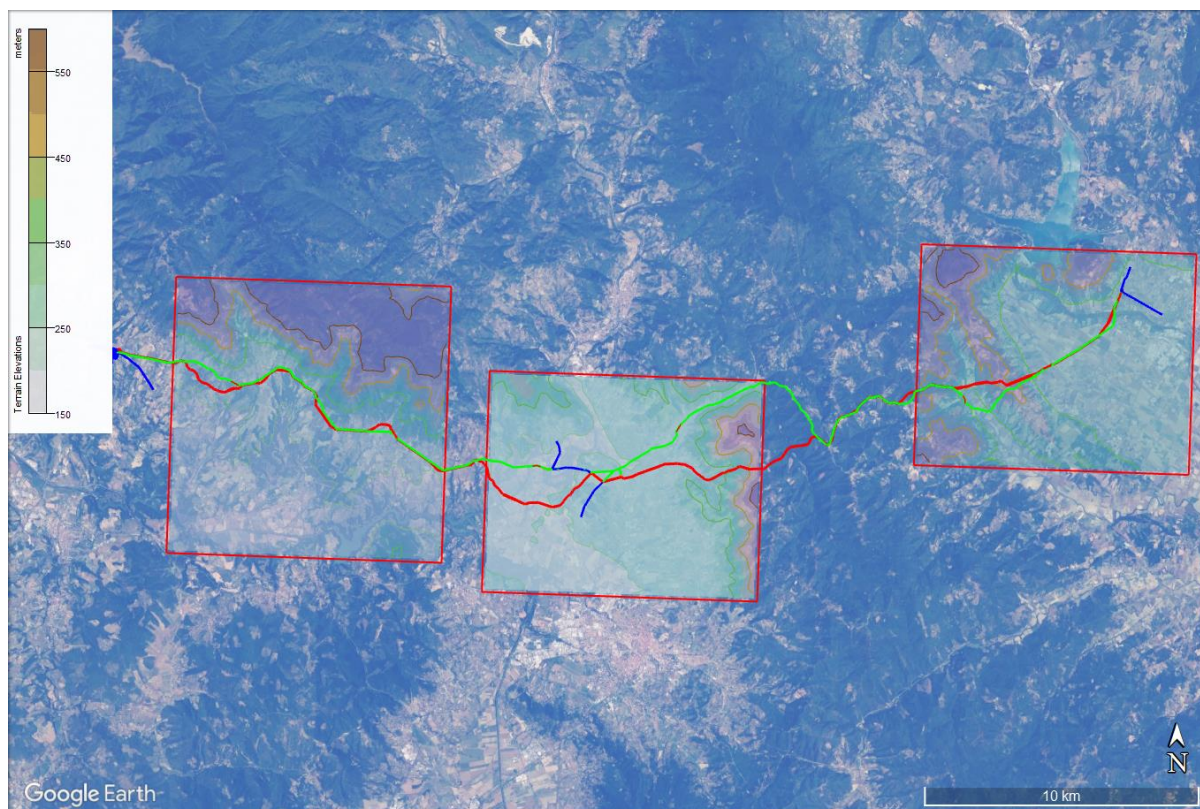
A partire dall'output del modello prognostico è stato creato il file meteo in formato CALMET per CALPUFF, utilizzando i dati relativi all'orografia e uso del suolo con risoluzione di 200 m. In particolare, considerando che il tratto di metanodotto oggetto di studio riguarda un'area di notevole estensione, si è ritenuto opportuno considerare tre domini distinti, definiti Ovest, Centro ed Est, su cui effettuare le simulazioni modellistiche.

Nella figura seguente si riporta l'orografia dei 3 domini di simulazione (cfr. Figura 5-1).

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 28 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Figura 5-1 – Orografia nei 3 domini di simulazione (ovest, centro, est)



I dati, relativi all'intero anno 2018, sono costituiti dai valori medi orari dei seguenti parametri:

- temperatura;
- direzione di provenienza del vento;
- intensità del vento;
- radiazione solare;
- classe di stabilità;
- lunghezza di Monin-Obukov;
- velocità di attrito;
- altezza dello strato di rimescolamento.

Nei paragrafi che seguono sono riportati alcuni grafici relativi ai parametri meteo sopra elencati, valutati in corrispondenza delle sorgenti emmissive identificate nel Capitolo 4, di cui si riportano in Tabella 5-1 alcune informazioni e in Figura 5-2 la localizzazione.

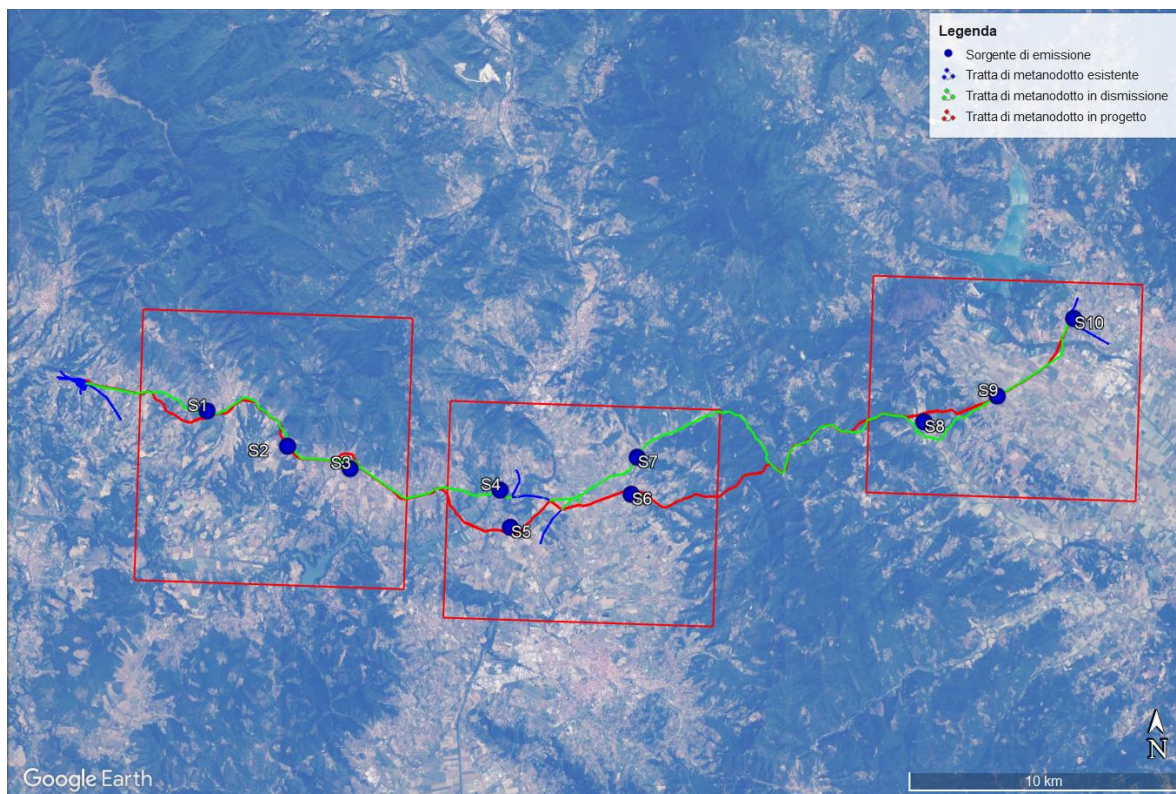
PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 29 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Tabella 5-1 – Sorgenti di emissione

Codice sorgente	Descrizione sorgente	Coordinate centro sorgente [WGS84 UTM 32N]	
		x [m]	y [m]
S1	In prossimità della località San Giustino	717746	4825230
S2	In prossimità del km 36 della linea in progetto	721034	4824143
S3	In prossimità del comune di Castiglion Fibocchi	723616	4823580
S4	In prossimità della località Castelluccio	728814	4822642
S5	In prossimità della località Campoluci	729441	4821154
S6	In prossimità della località Tregozzano	733730	4822874
S7	In prossimità della località Chiassa Superiore	733925	4824164
S8	In prossimità della località Tavernelle	744277	4825579
S9	In prossimità del km 4 della linea in progetto	747232	4826849
S10	In prossimità della località Gragnano	749768	4829486

Figura 5-2 – Localizzazione delle sorgenti di emissione



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 30 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

5.1 Analisi dei dati di vento

I dati di vento sono estremamente importanti in uno studio di dispersione in atmosfera. Come noto, la relazione che lega l'intensità del vento con la concentrazione degli inquinanti è di tipo inverso, nel senso che maggiore è l'intensità del vento e maggiore è il volume in cui questi ultimi si diluiscono, con una conseguente riduzione della concentrazione a parità di distanza dalla sorgente. Viceversa a calme di vento possono corrispondere periodi di accumulo degli inquinanti.

Di seguito si riportano le rose dei venti annuali a 10 m desunte dal campo meteorologico tridimensionale di CALMET in corrispondenza di ciascuna delle 10 situazioni simulate.

In generale, poiché il progetto in esame interessa un'area piuttosto vasta, si osservano rose dei venti differenti spostandosi lungo il tracciato e da un dominio all'altro.

Nel dominio ovest, la direzione prevalente di provenienza dei venti è per tutte le sorgenti dal quadrante nord nord-est.

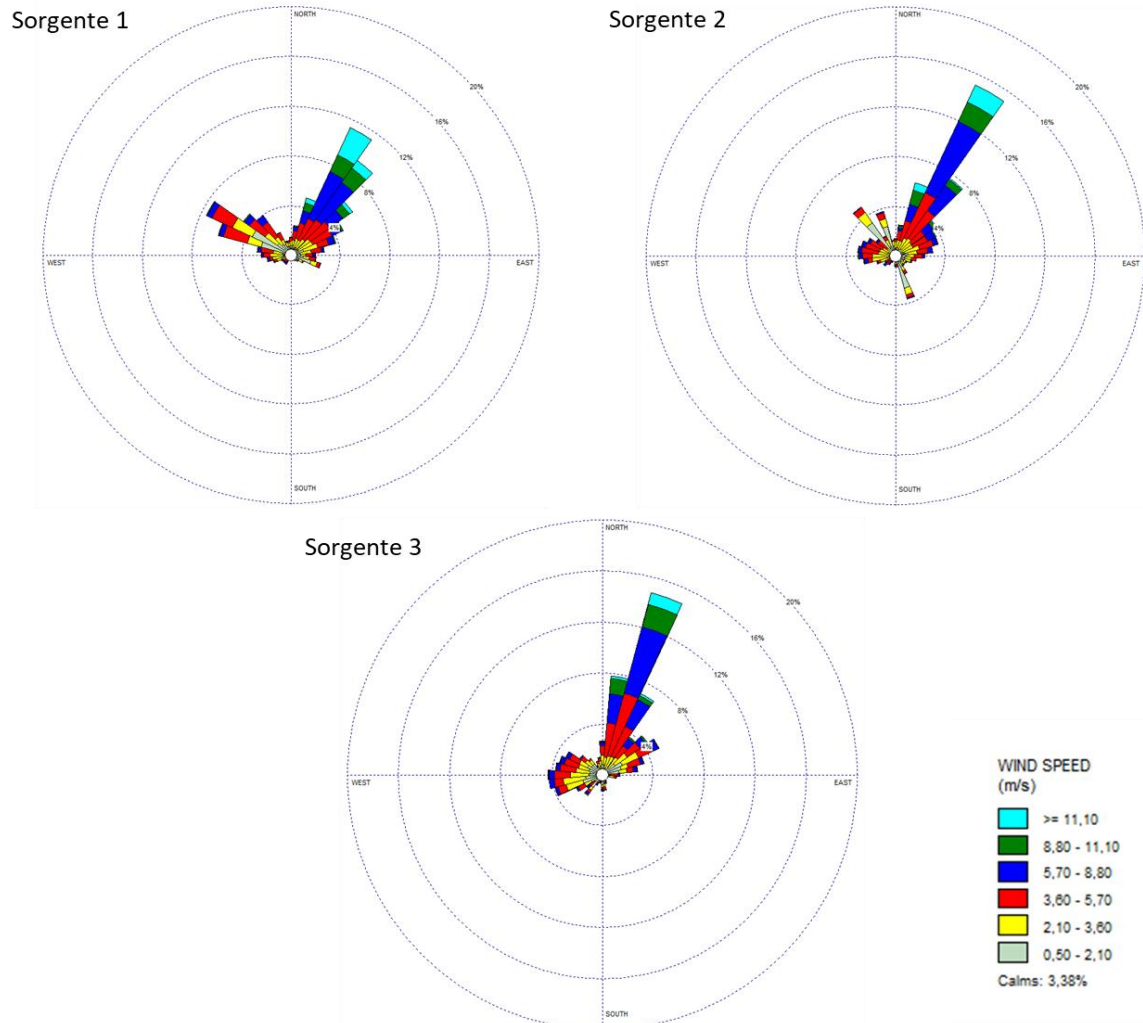
Nel dominio centrale le direzioni prevalenti di provenienza sono invece dal quadrante nord (Sorgente 4 e 5) e dal quadrante nord-ovest (Sorgente 6 e 7).

Infine, nel dominio est si osservano rose dei venti molto diverse, con una direzione prevalente di provenienza dal quadrante ovest sud-ovest per la Sorgente 8, nord nord-ovest per la Sorgente 9 e nord/nord-est per la Sorgente 10.

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 31 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

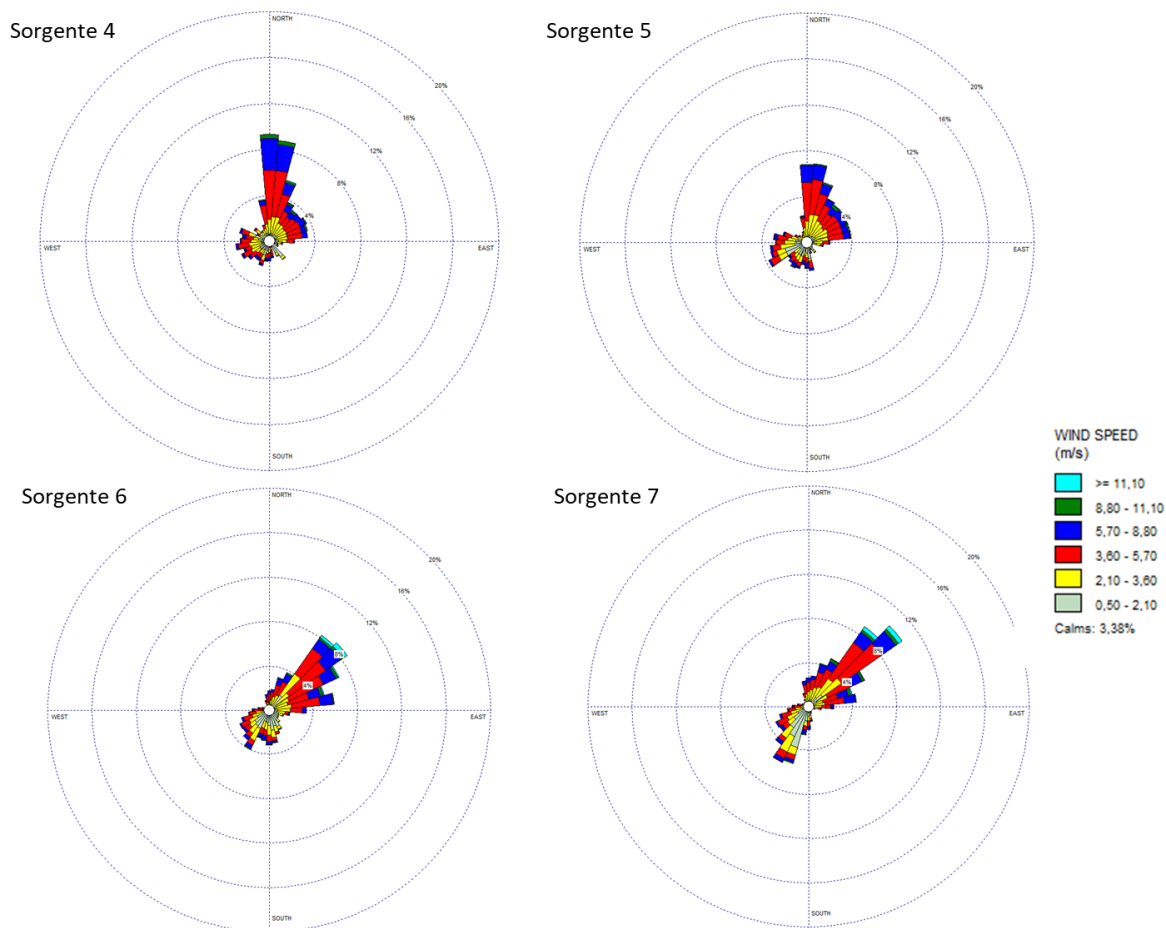
Figura 5-3 – Rose dei venti annuali (direzione di provenienza) nel dominio ovest



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 32 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

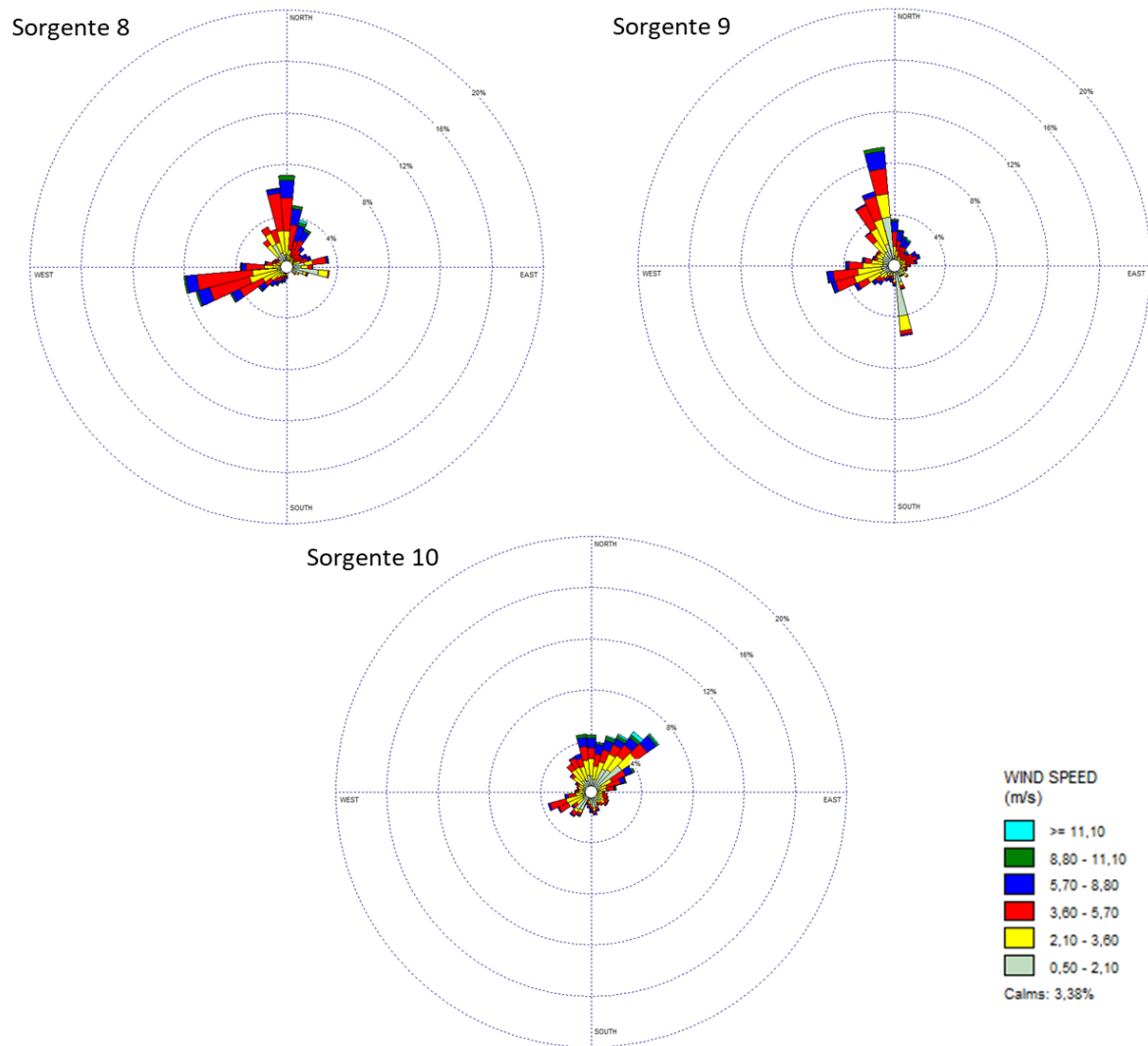
Figura 5-4 – Rose dei venti annuali (direzione di provenienza) nel dominio centrale



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 33 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Figura 5-5 – Rose dei venti annuali (direzione di provenienza) nel dominio est



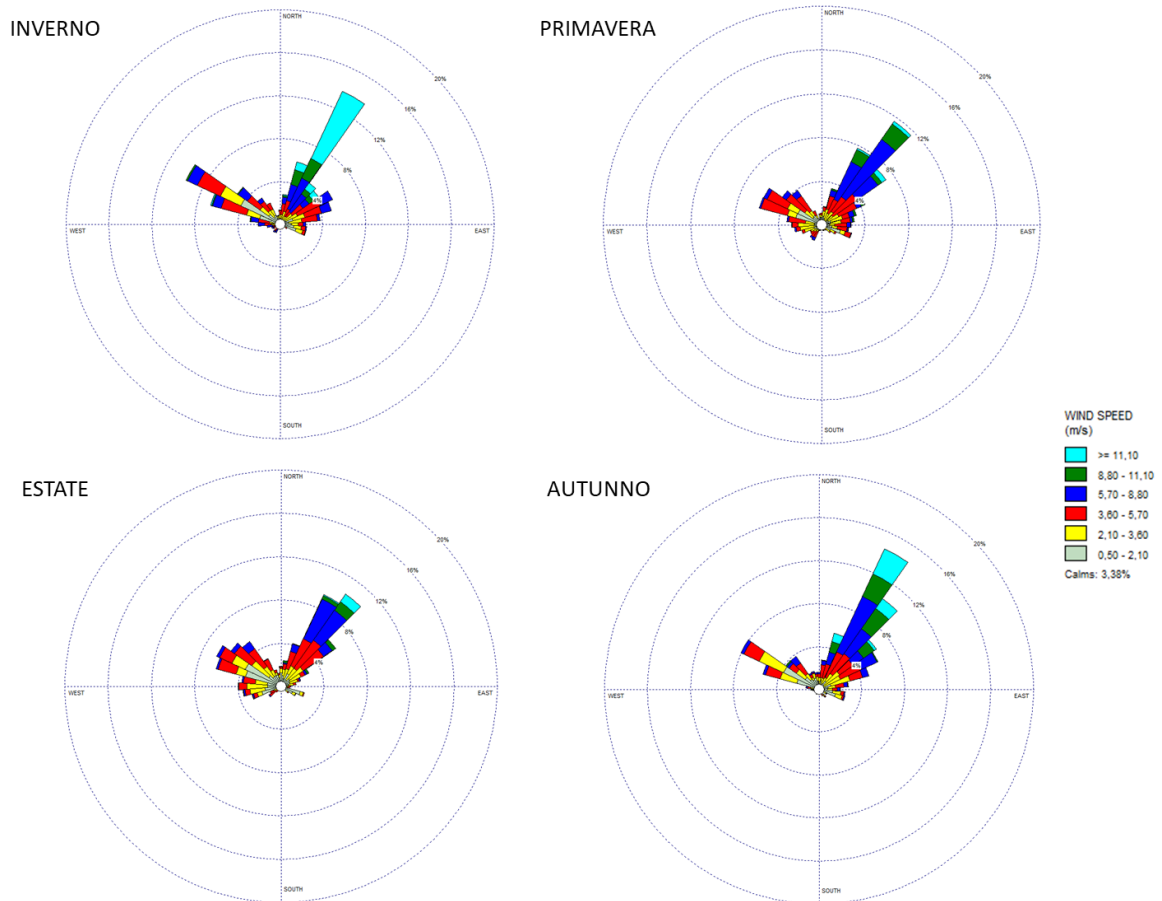
Inoltre, nelle figure seguenti si riportano anche le rose dei venti stagionali a 10 m in corrispondenza di ciascuna delle 10 situazioni simulate.

In generale, si osserva che la direzione prevalente di provenienza del vento nelle diverse rose dei venti rimane quella risultante dall'analisi della rosa annuale. Le principali differenze tra stagioni si riscontrano nella velocità e nella frequenza con cui si manifestano i venti.

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 34 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

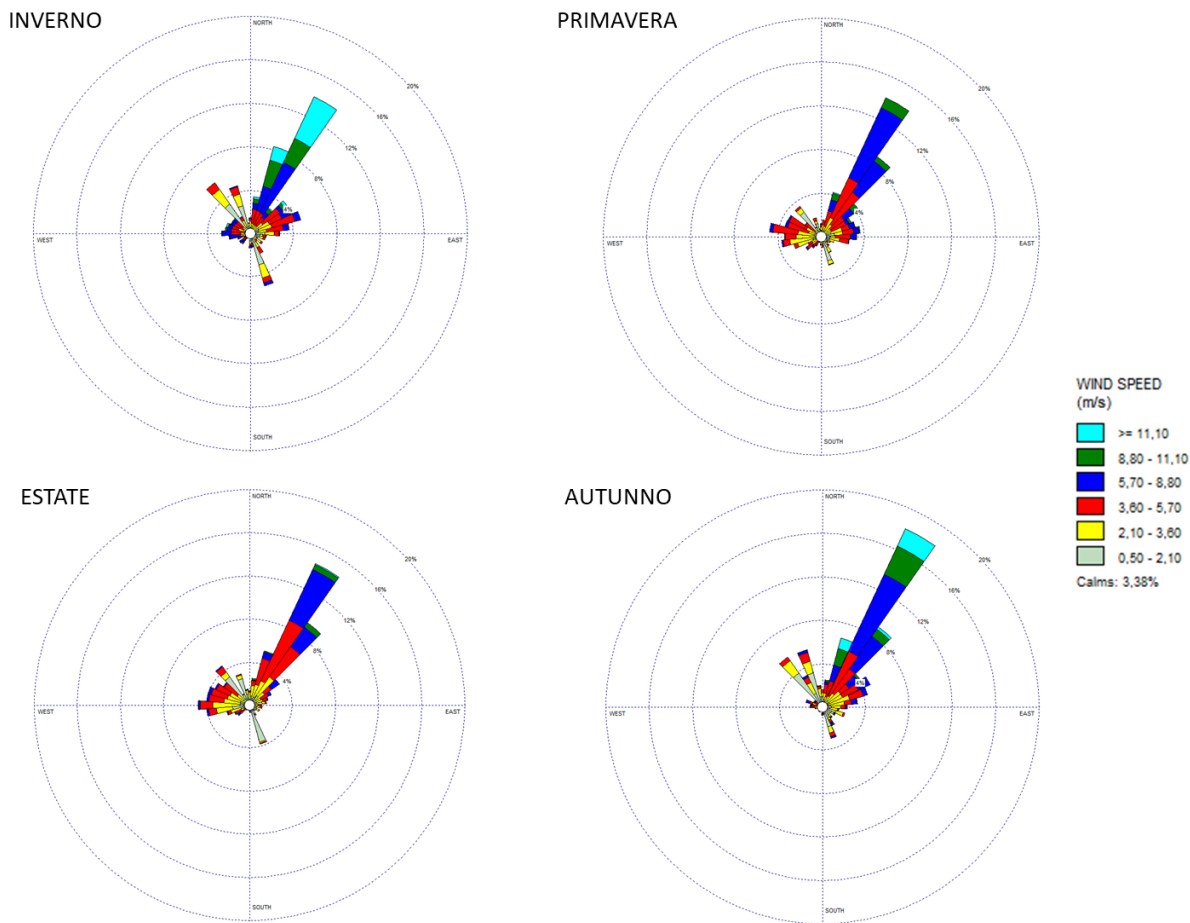
Figura 5-6 – Rose dei venti stagionali (direzione di provenienza) in corrispondenza della Sorgente 1



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 35 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

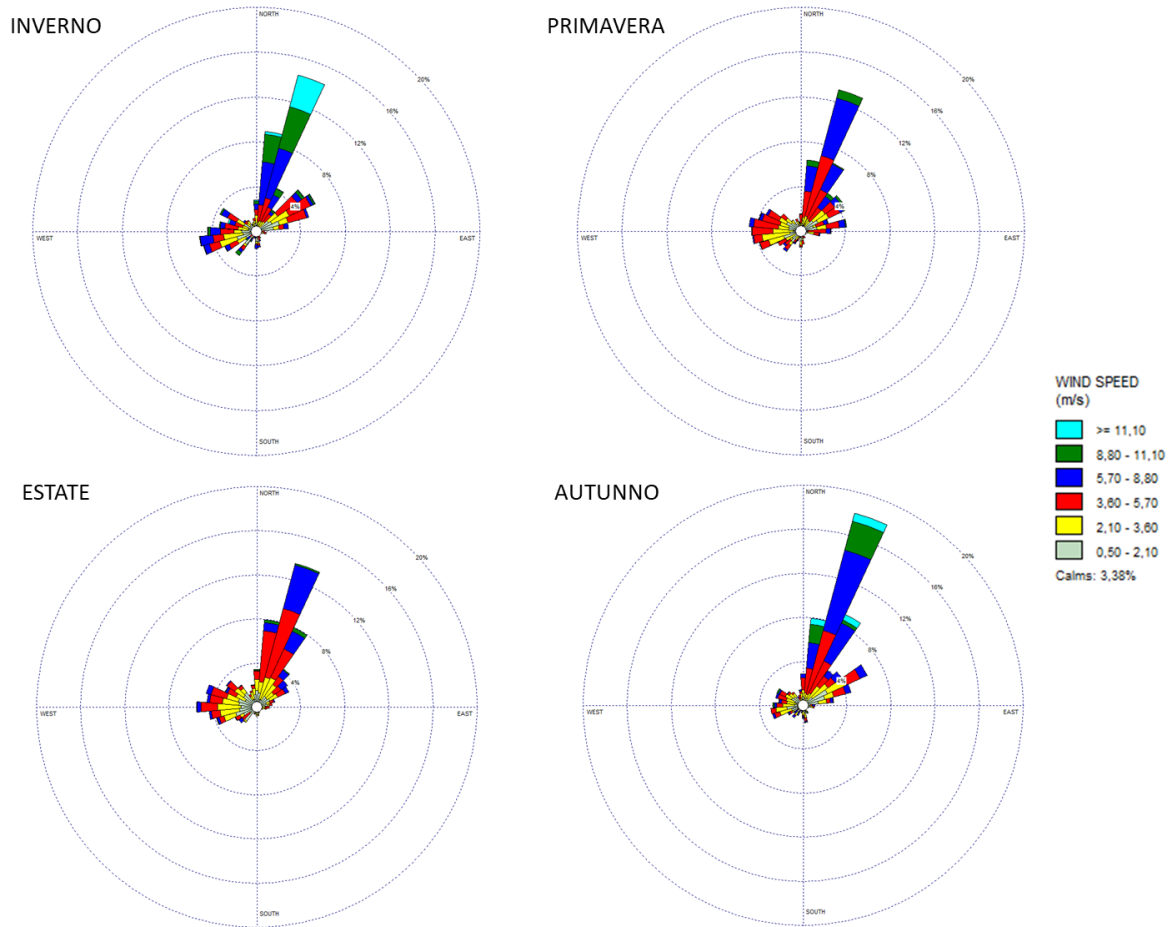
Figura 5-7 - Rose dei venti stagionali (direzione di provenienza) in corrispondenza della Sorgente 2



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 36 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

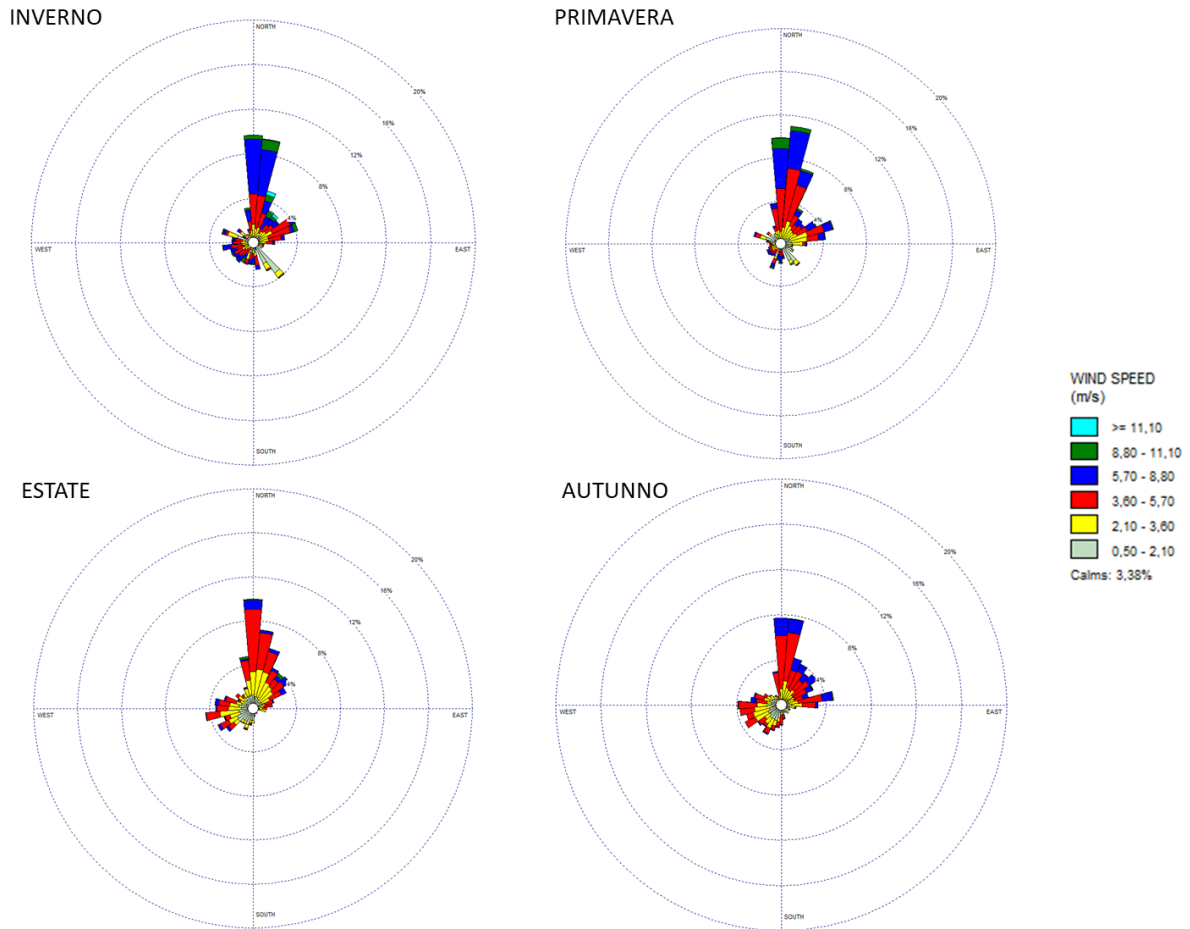
Figura 5-8 - Rose dei venti stagionali (direzione di provenienza) in corrispondenza della Sorgente 3



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 37 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

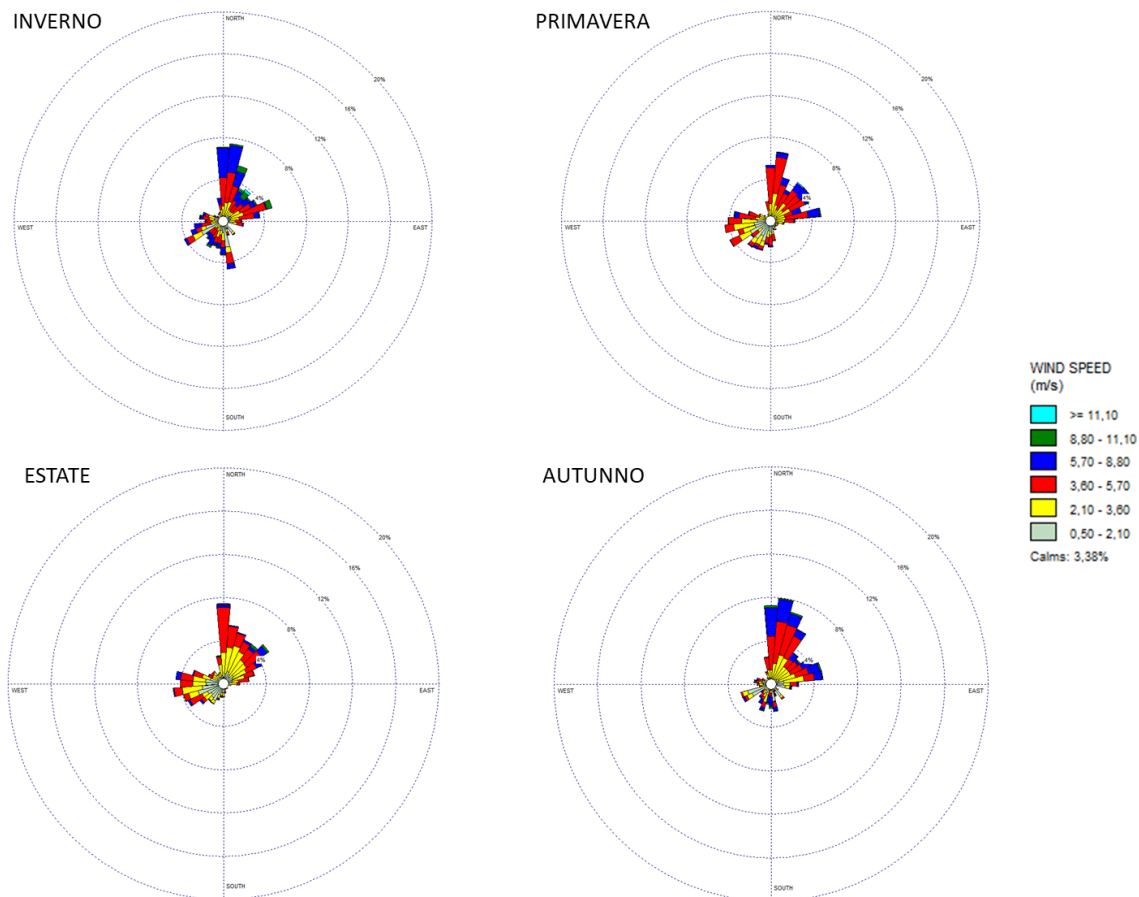
Figura 5-9 - Rose dei venti stagionali (direzione di provenienza) in corrispondenza della Sorgente 4



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 38 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

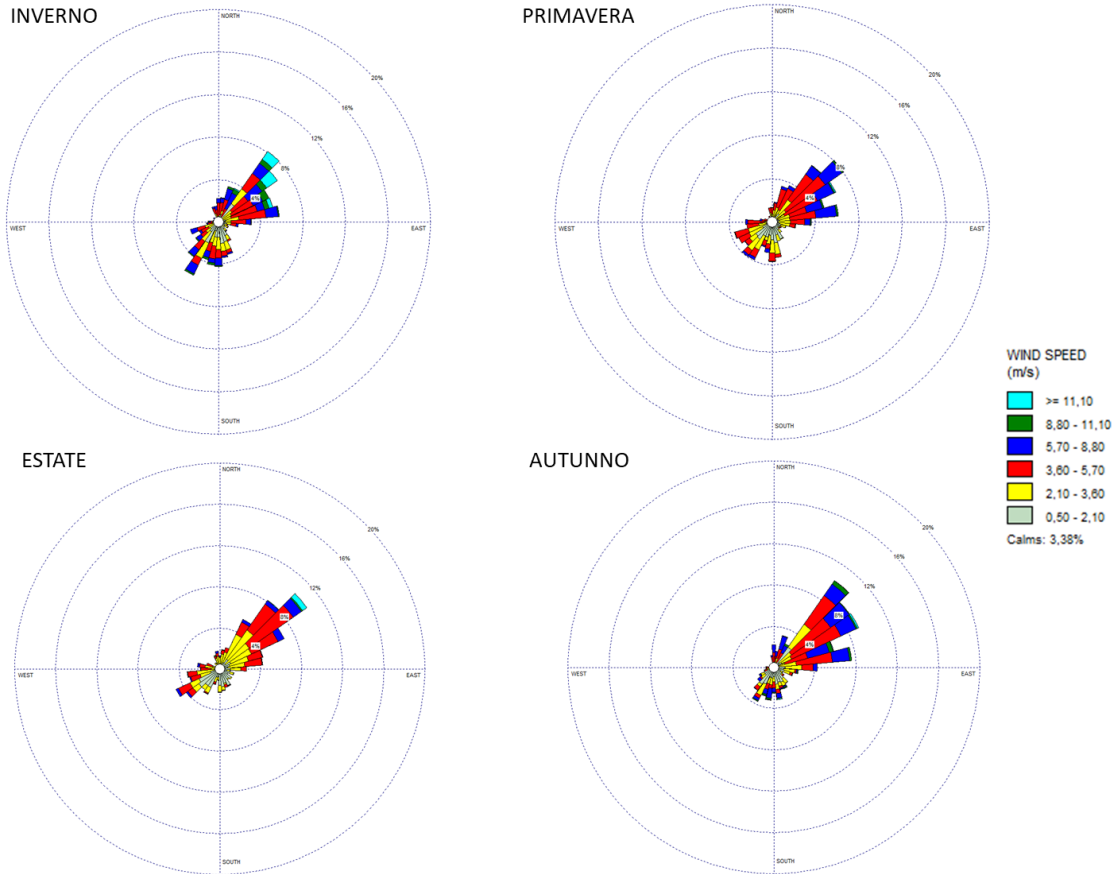
Figura 5-10 - Rose dei venti stagionali (direzione di provenienza) in corrispondenza della Sorgente 5



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 39 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

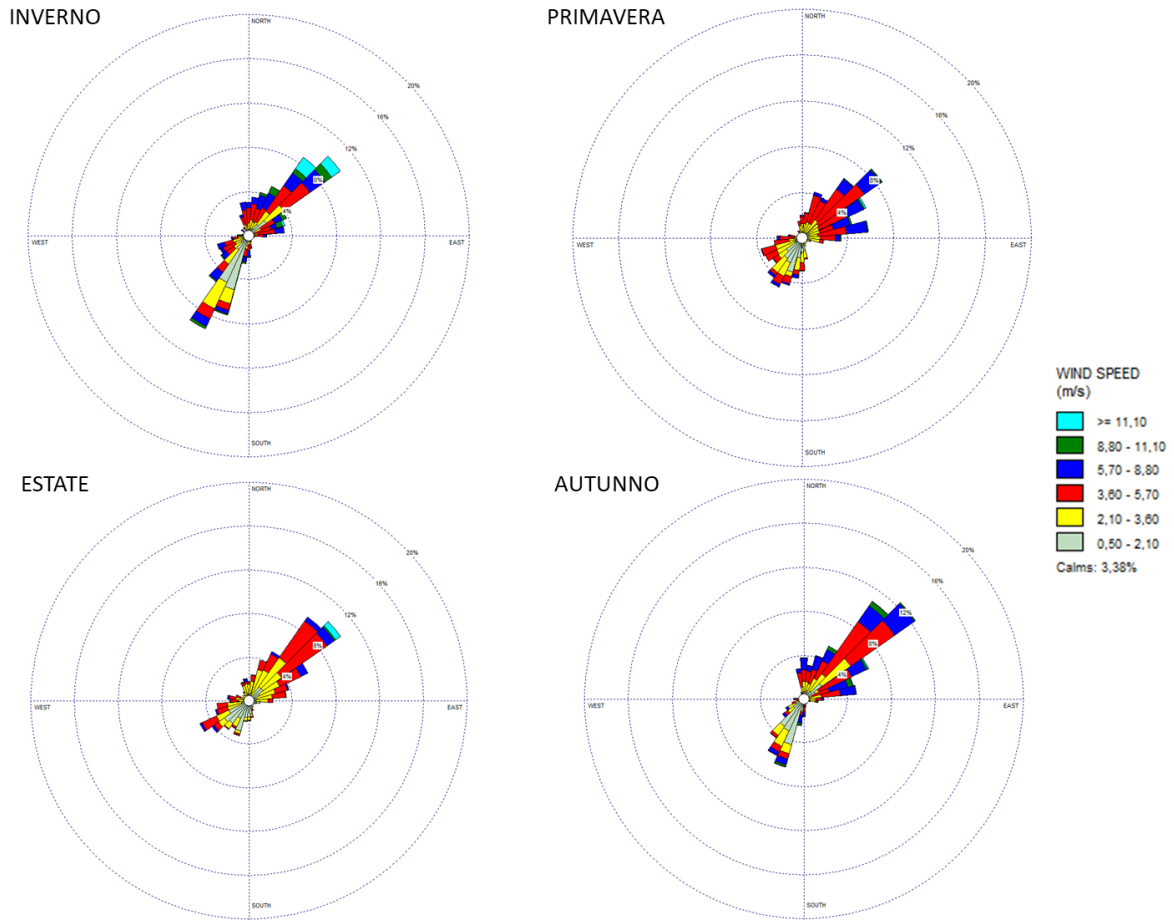
Figura 5-11 - Rose dei venti stagionali (direzione di provenienza) in corrispondenza della Sorgente 6



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 40 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

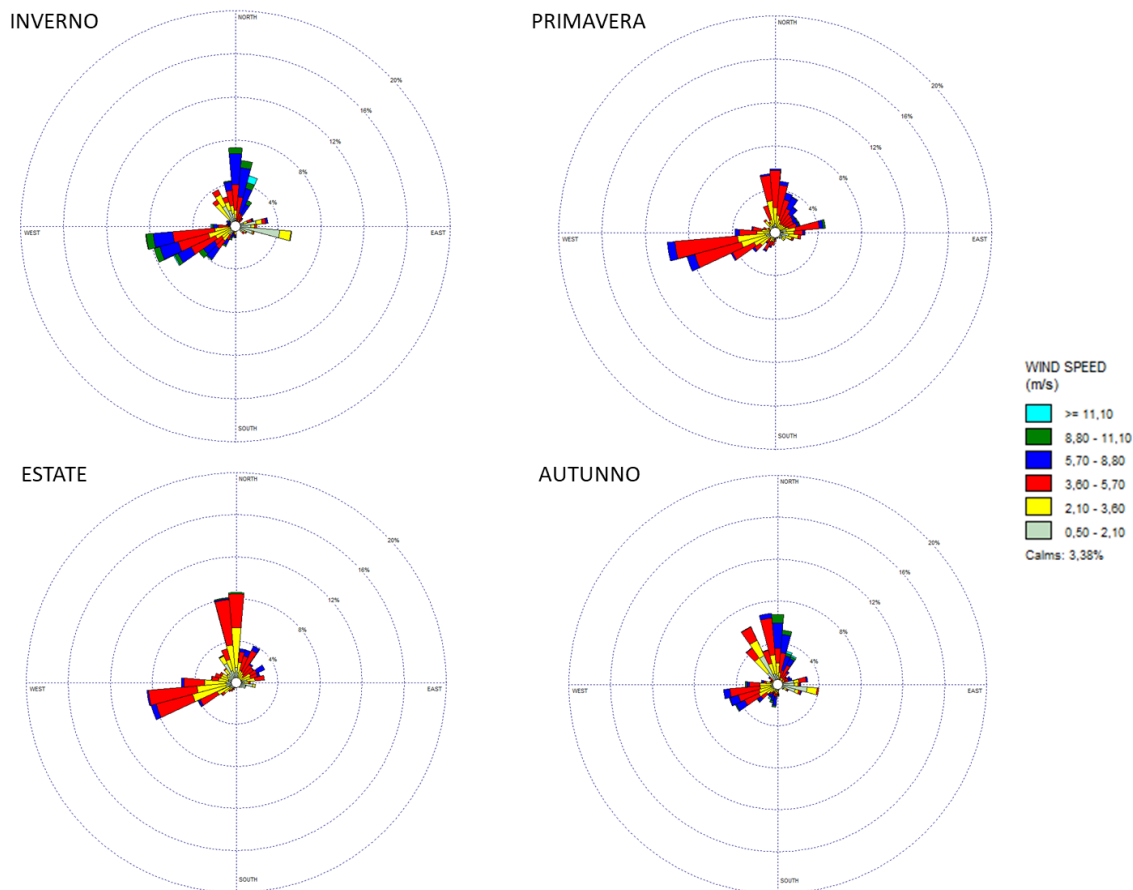
Figura 5-12 - Rose dei venti stagionali (direzione di provenienza) in corrispondenza della Sorgente 7



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 41 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

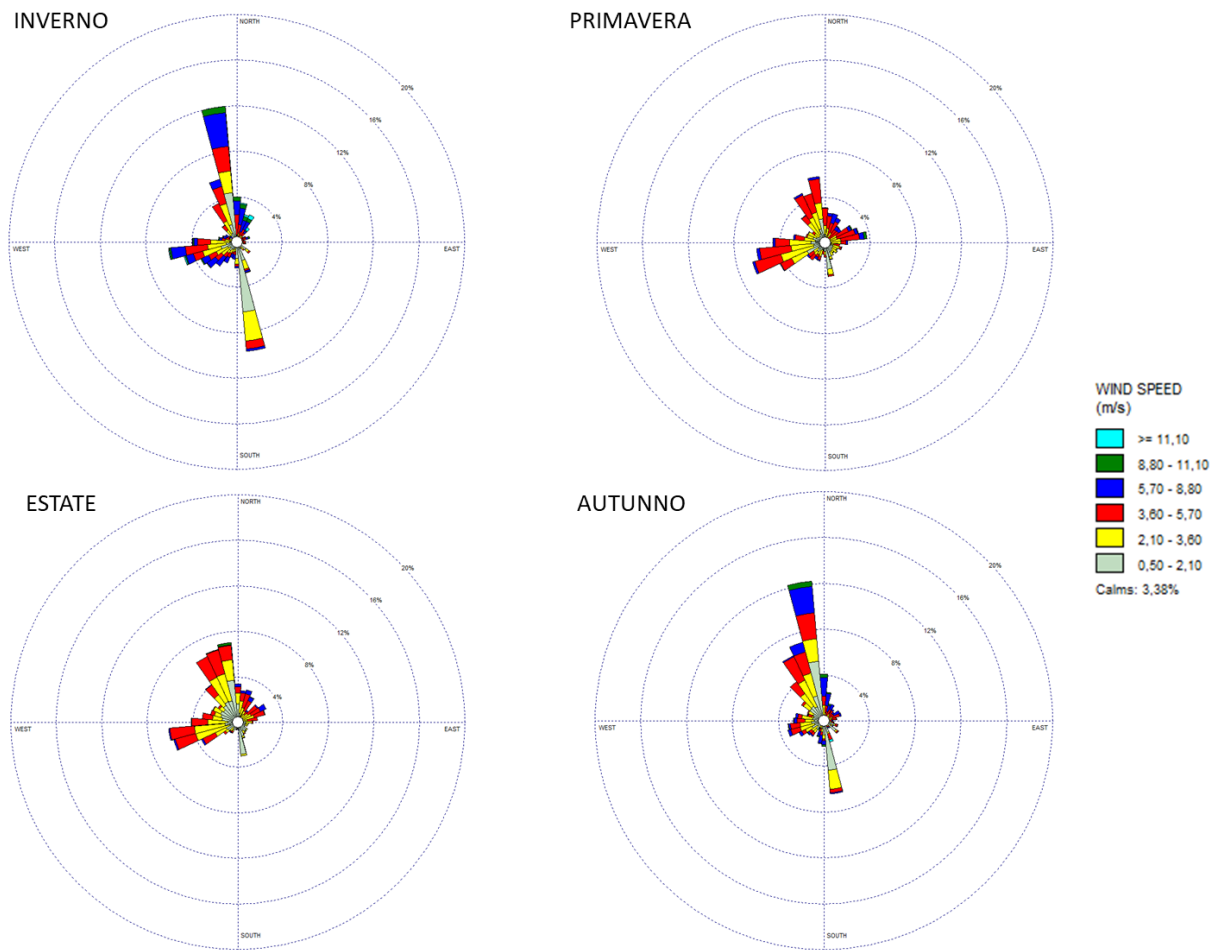
Figura 5-13 - Rose dei venti stagionali (direzione di provenienza) in corrispondenza della Sorgente 8



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 42 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

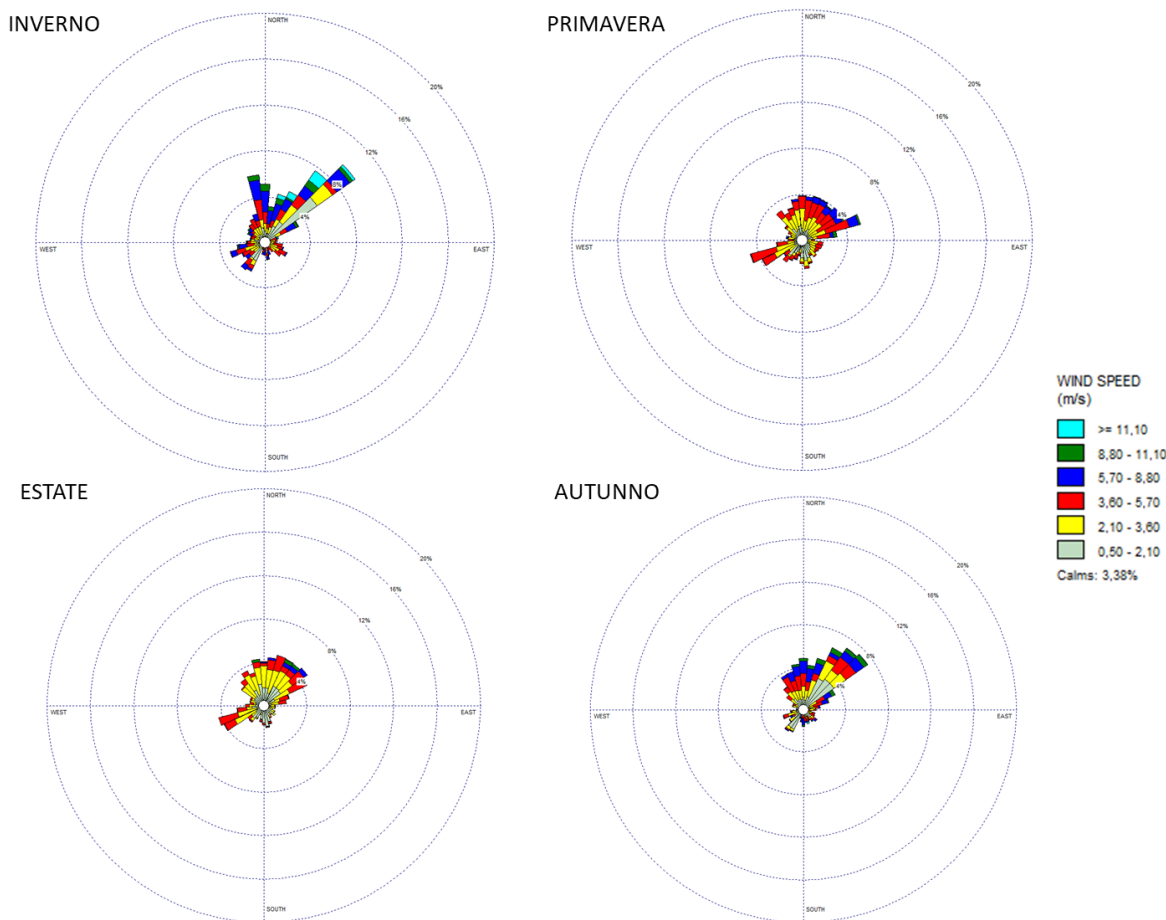
Figura 5-14 - Rose dei venti stagionali (direzione di provenienza) in corrispondenza della Sorgente 9



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 43 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Figura 5-15 - Rose dei venti stagionali (direzione di provenienza) in corrispondenza della Sorgente 10



5.2 Distribuzione di frequenza delle classi di velocità del vento

Di seguito è riportata la distribuzione di frequenza annuale delle classi di velocità del vento a 10 m desunta dal campo meteorologico tridimensionale di CALMET in corrispondenza di ciascuna delle 10 situazioni simulate.

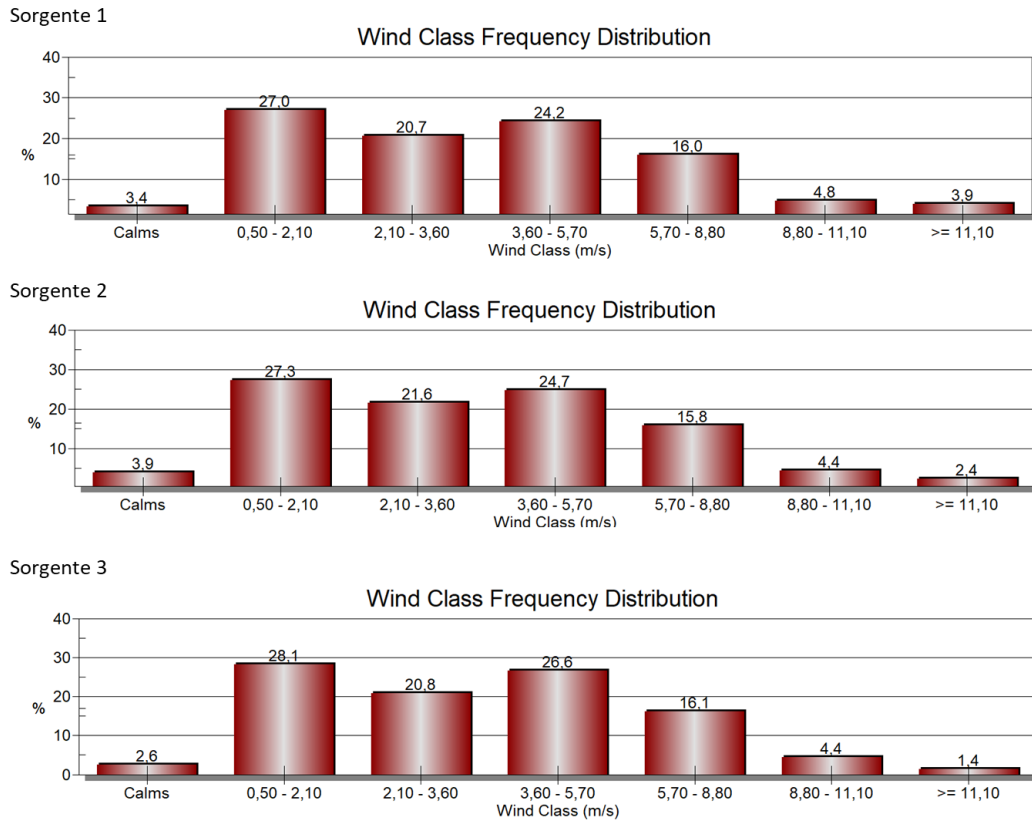
In generale, poiché il progetto in esame interessa un'area piuttosto vasta, si osservano alcune differenze spostandosi lungo il tracciato e da un dominio all'altro. In ogni caso, in ciascuna sorgente le intensità dei venti più frequenti sono quelle relative alle classi di vento 0.50-2.10, 2.10-3.60, e 3.60-5.70 m/s, con un range di frequenza tra il 20 e il 30%.

Le calme di vento si attestano su valori non eccessivamente bassi, con un range di frequenza che varia tra 2.5 e 8.5%. Velocità del vento superiori agli 8.80 m/s si manifestano con una frequenza inferiore al 5%.

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 44 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

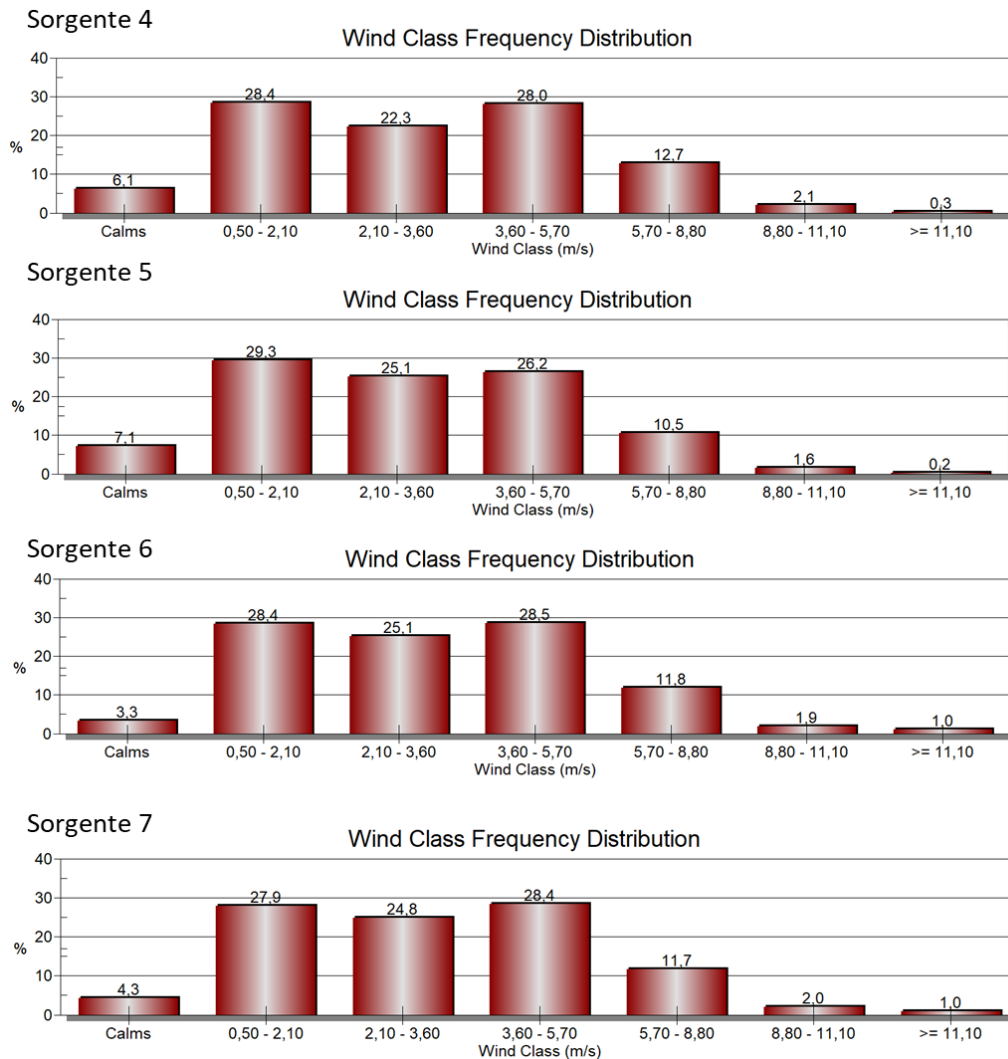
Figura 5-16 - Distribuzione di frequenza annuale delle classi di velocità del vento in corrispondenza del dominio ovest



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 45 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

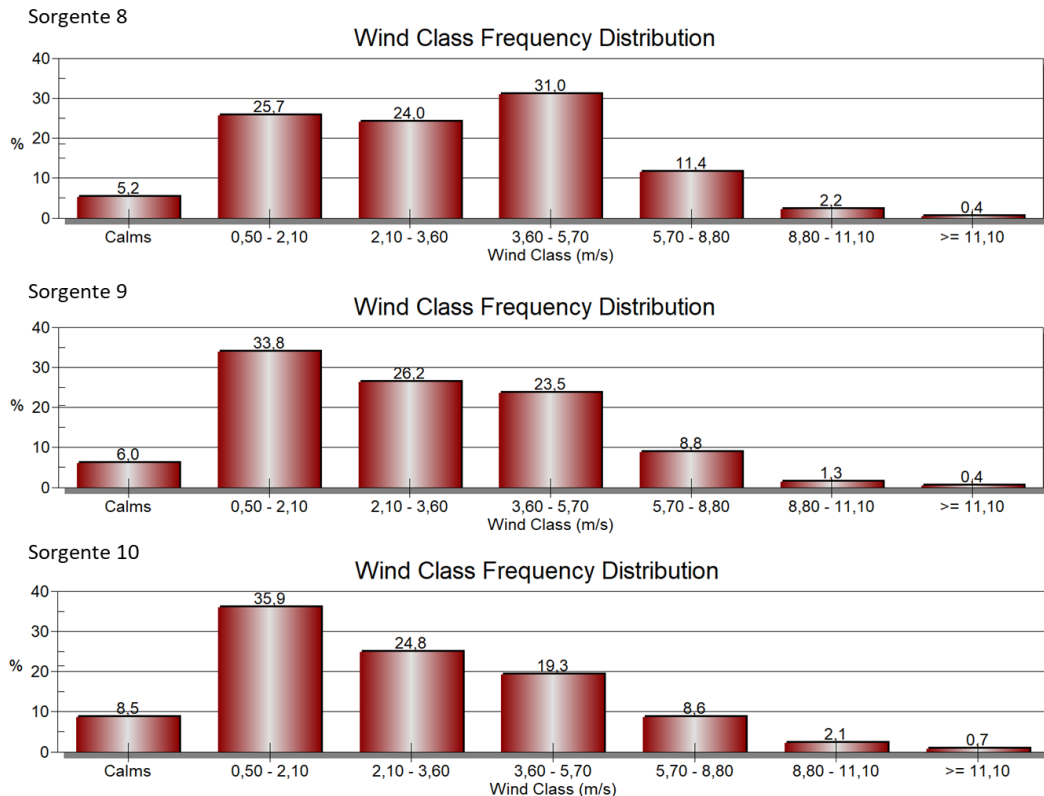
Figura 5-17 - Distribuzione di frequenza annuale delle classi di velocità del vento in corrispondenza del dominio centrale



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 46 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Figura 5-18 - Distribuzione di frequenza annuale delle classi di velocità del vento in corrispondenza del dominio est



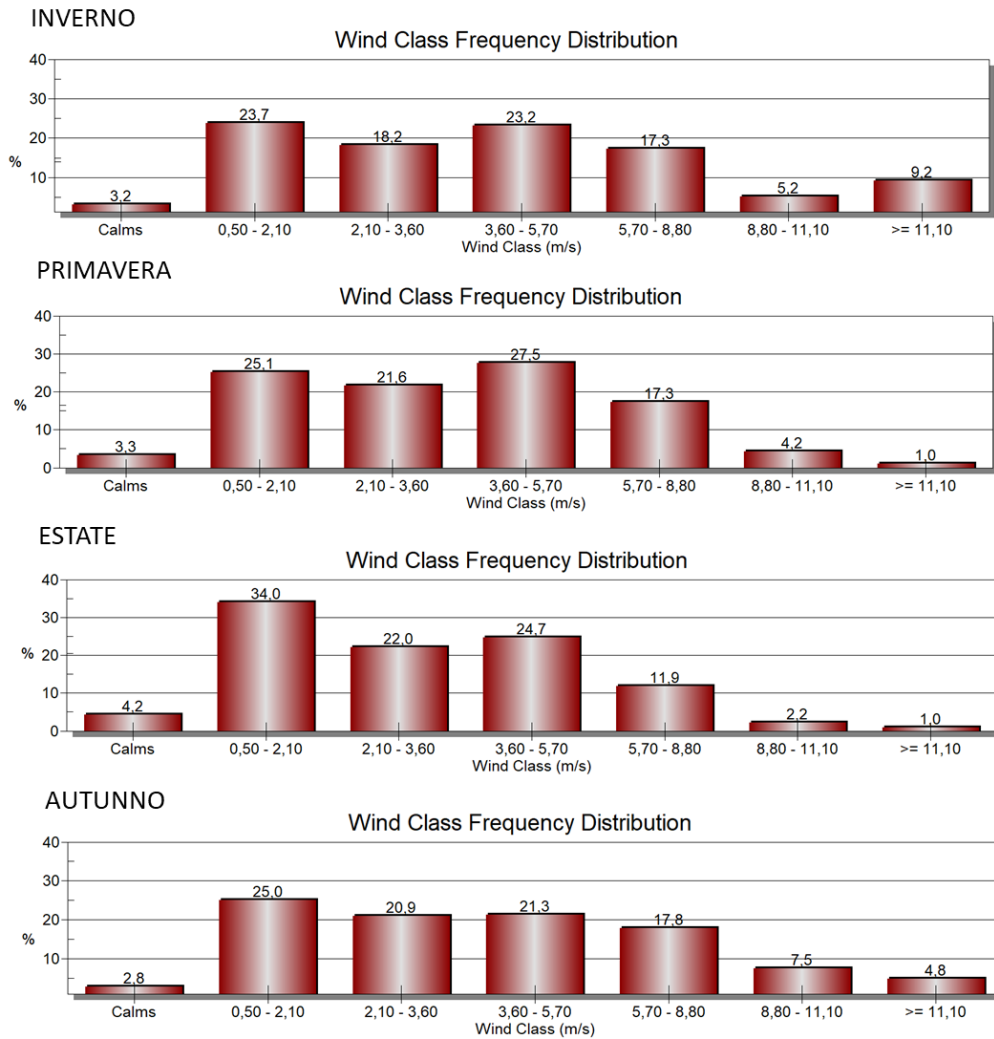
Inoltre, si riporta anche la distribuzione di frequenza stagionale delle classi di velocità del vento a 10 m in corrispondenza di ciascuna delle 10 situazioni simulate.

In generale, dalla distribuzione di frequenza delle classi di velocità del vento stagionale si osserva che in inverno e autunno si presentano con maggior frequenza velocità del vento più alte rispetto a primavera ed estate.

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 47 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

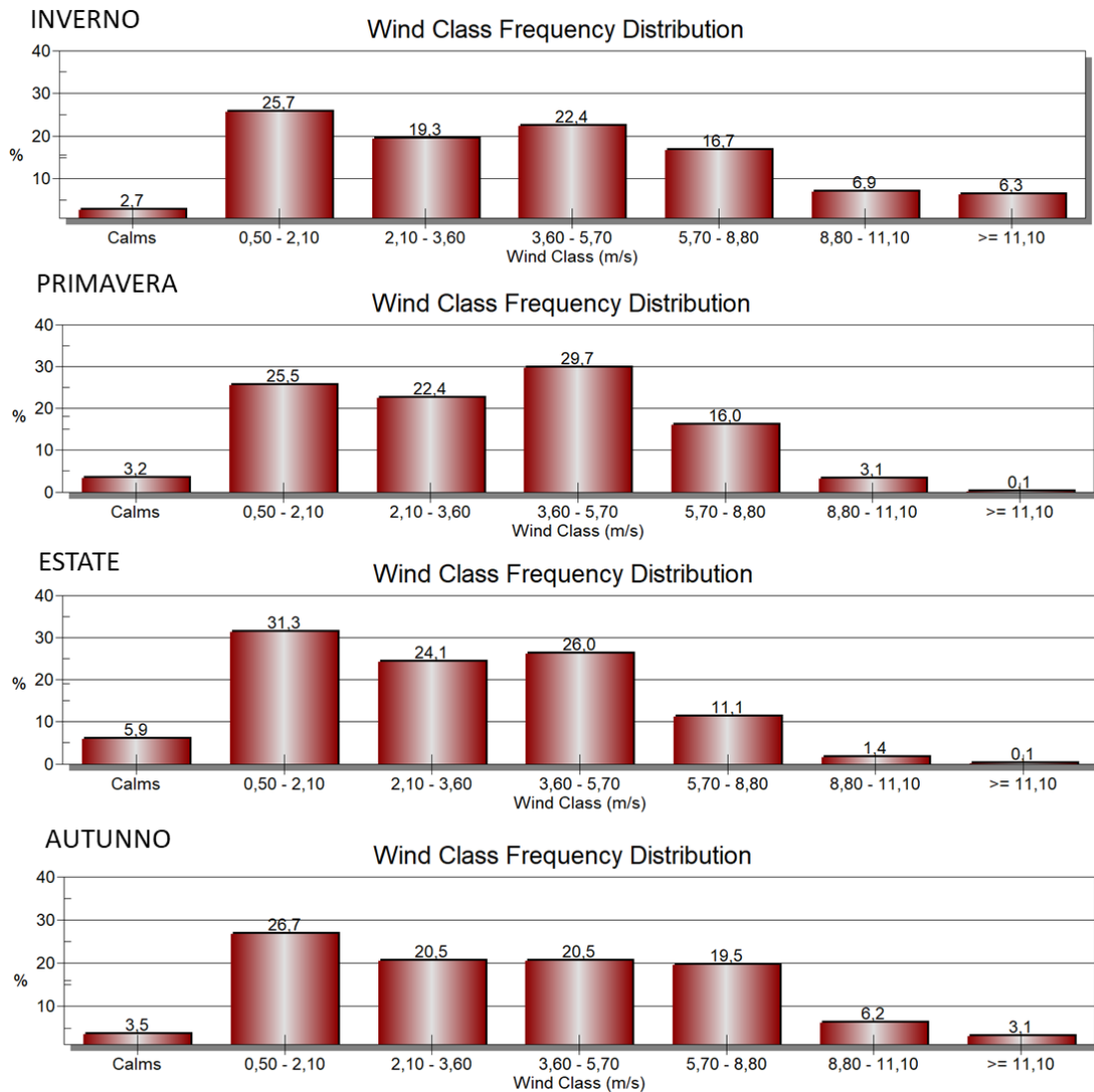
Figura 5-19 – Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di velocità del vento in corrispondenza della Sorgente 1



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 48 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

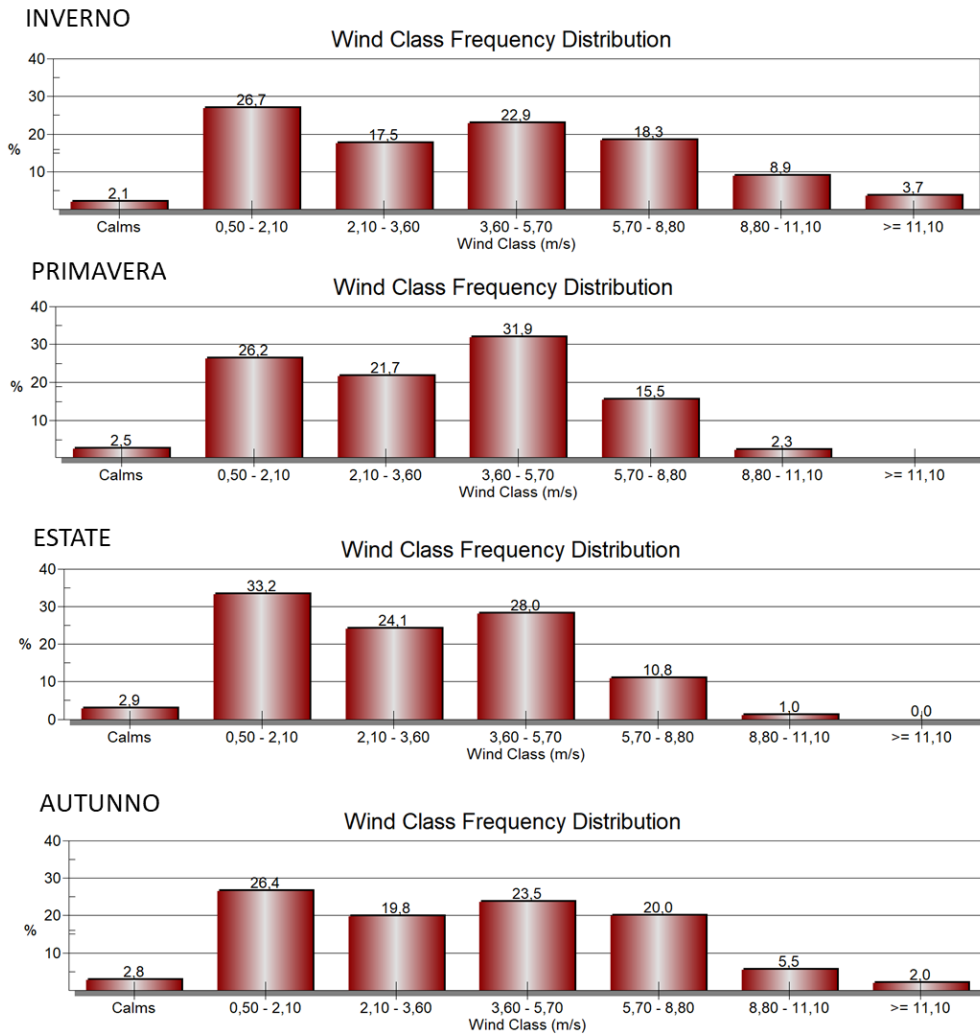
Figura 5-20 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di velocità del vento in corrispondenza della Sorgente 2



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 49 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

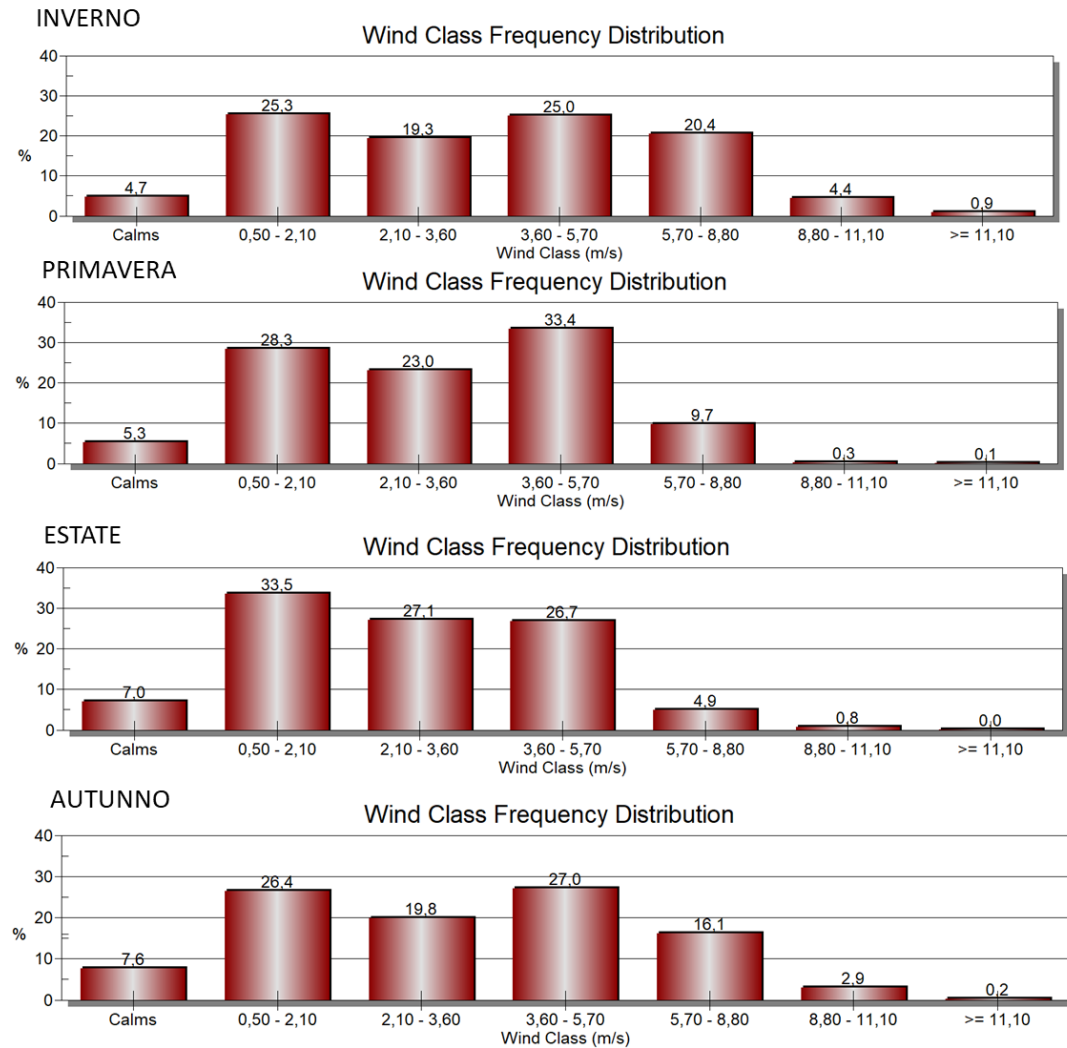
Figura 5-21 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di velocità del vento in corrispondenza della Sorgente 3



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 50 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

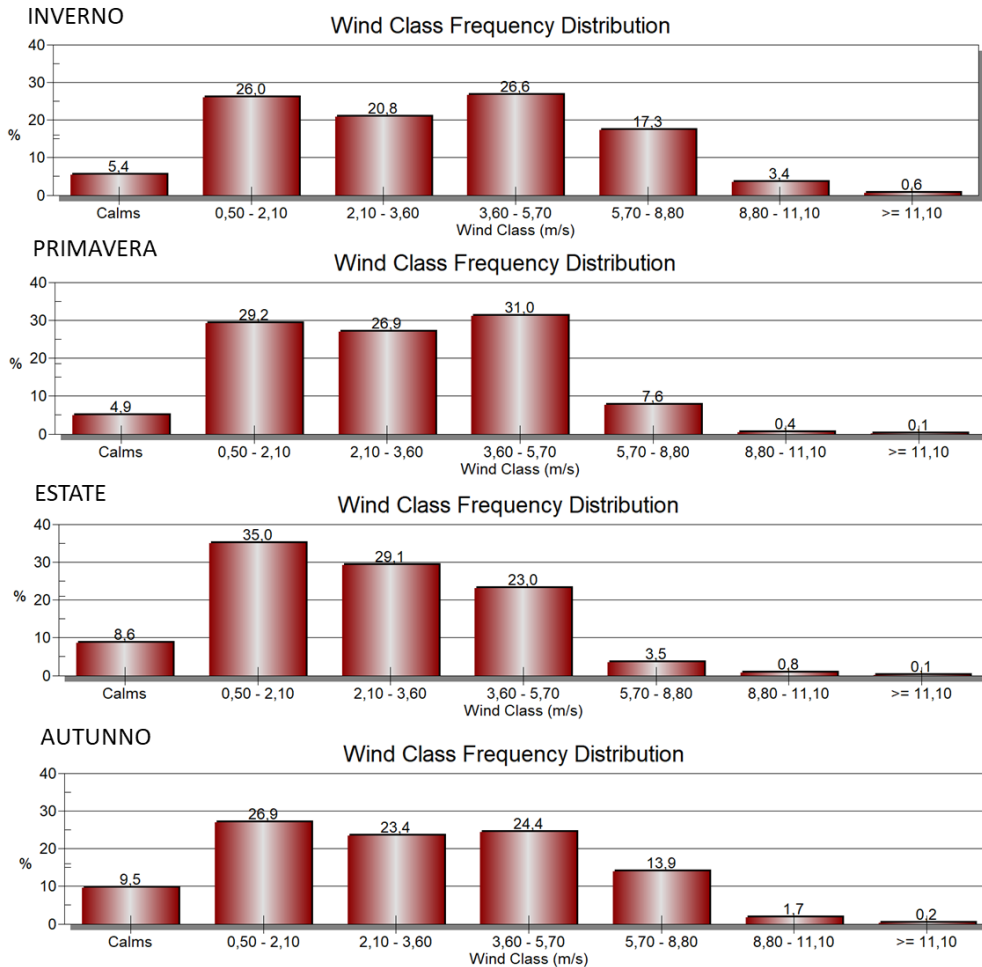
Figura 5-22 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di velocità del vento in corrispondenza della Sorgente 4



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 51 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

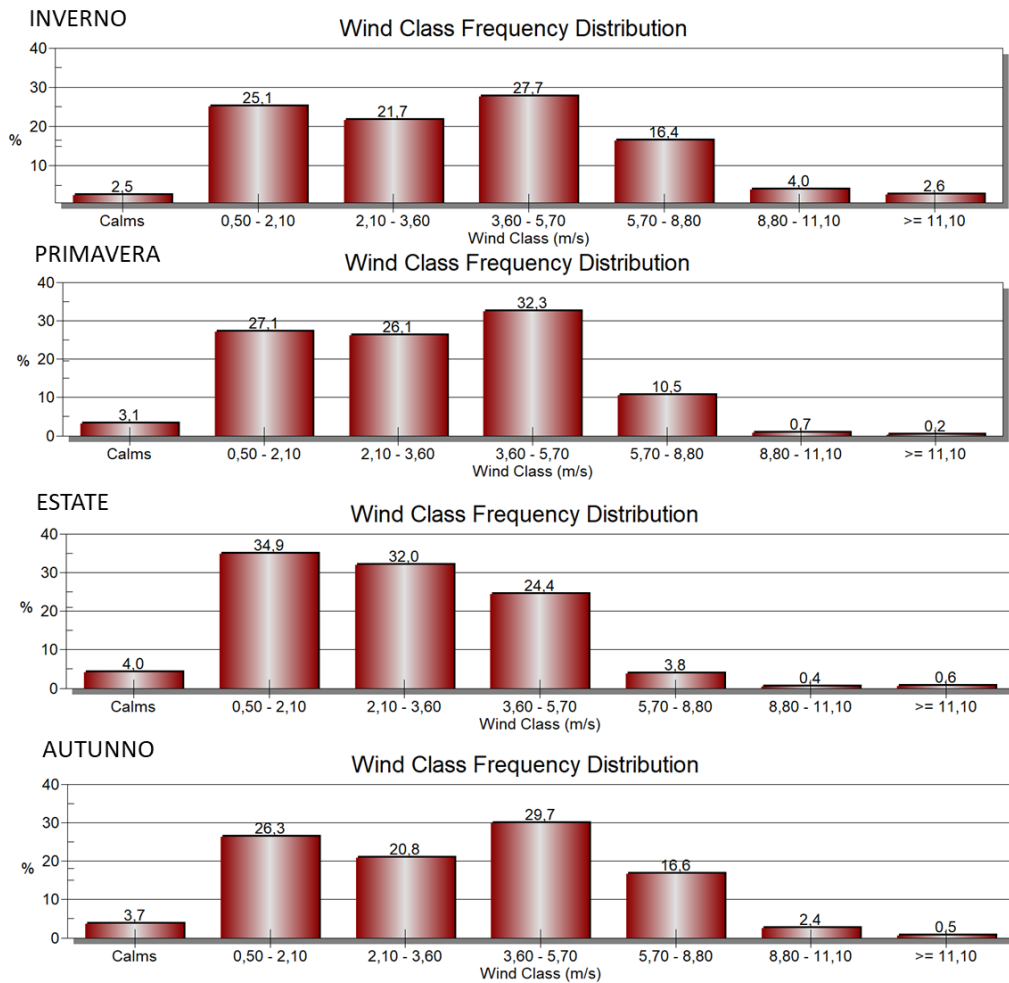
Figura 5-23 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di velocità del vento in corrispondenza della Sorgente 5



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 52 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

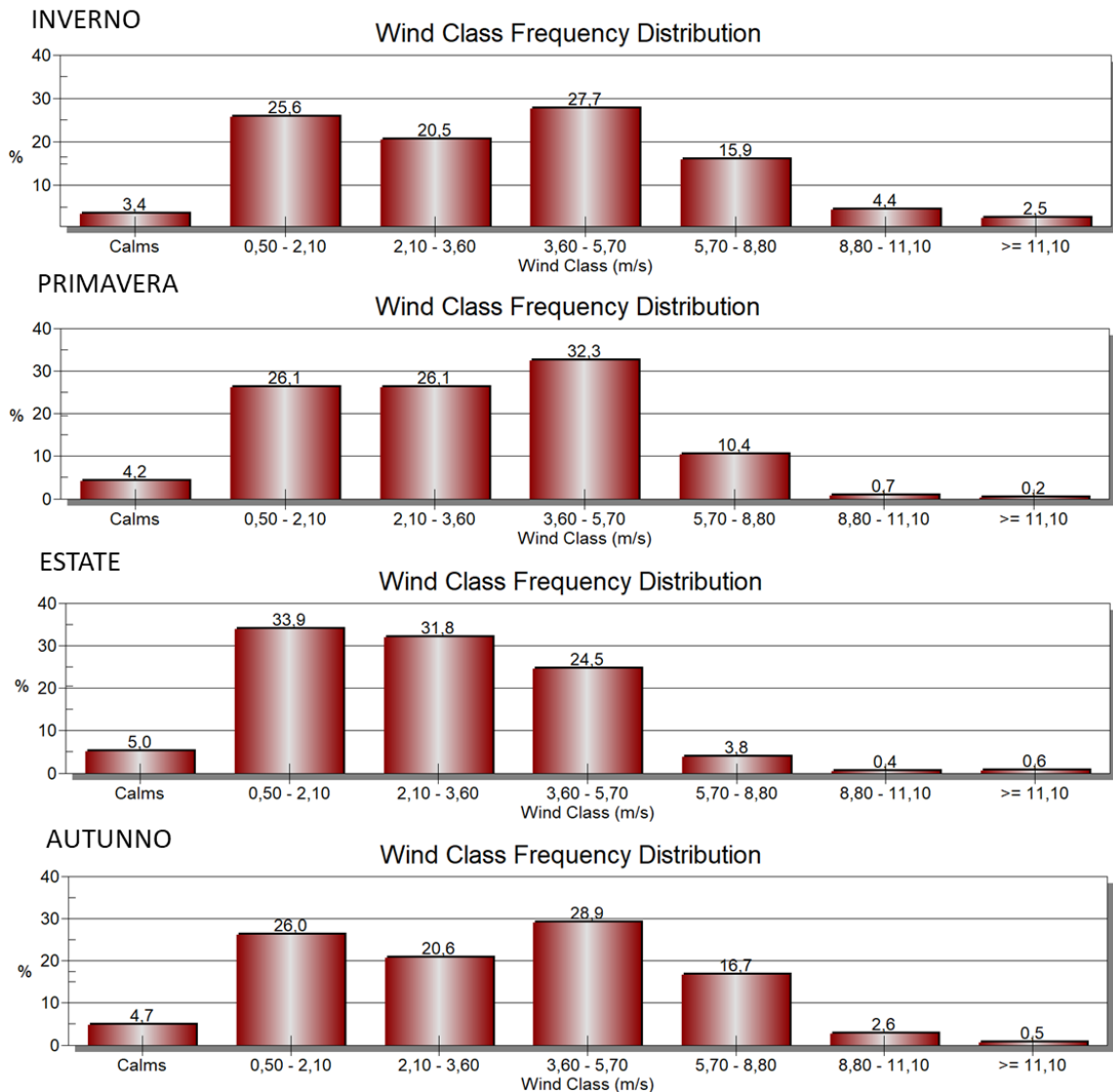
Figura 5-24 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di velocità del vento in corrispondenza della Sorgente 6



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 53 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

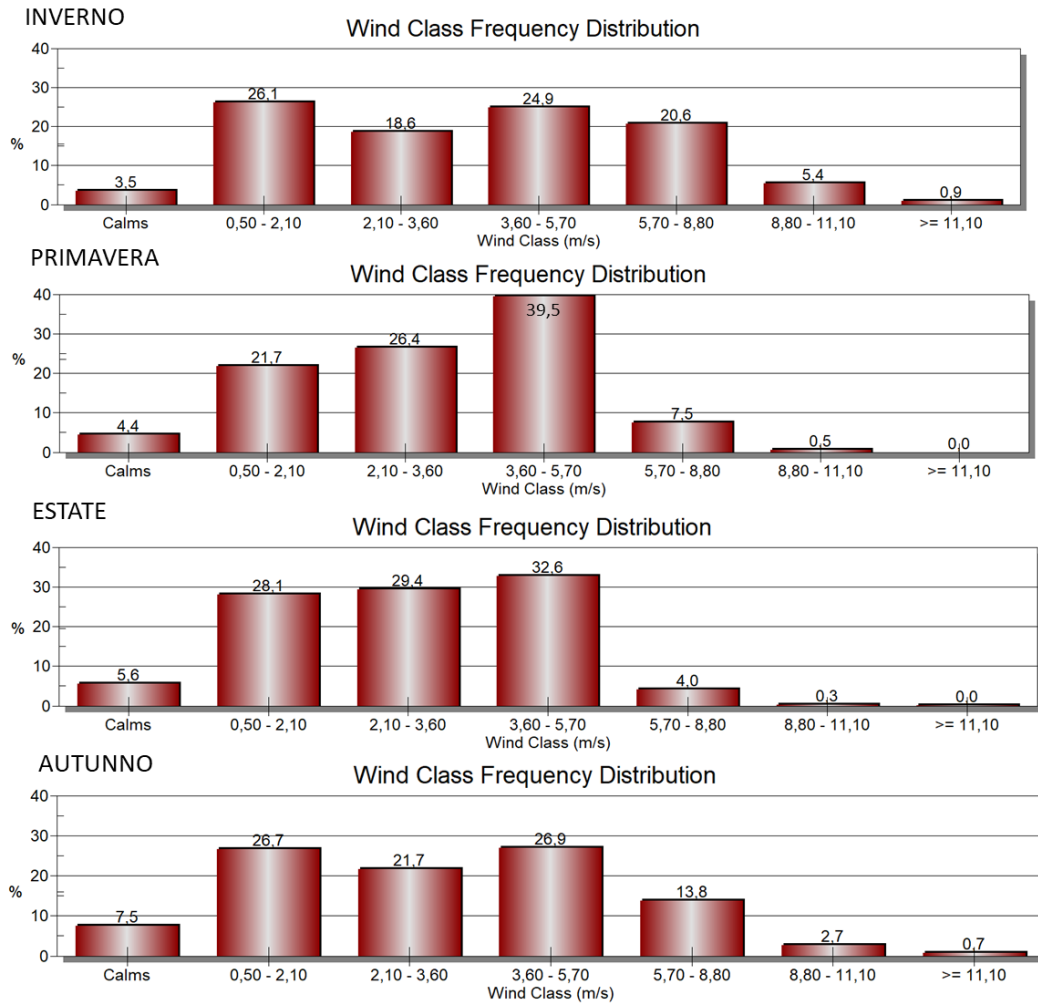
Figura 5-25 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di velocità del vento in corrispondenza della Sorgente 7



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 54 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

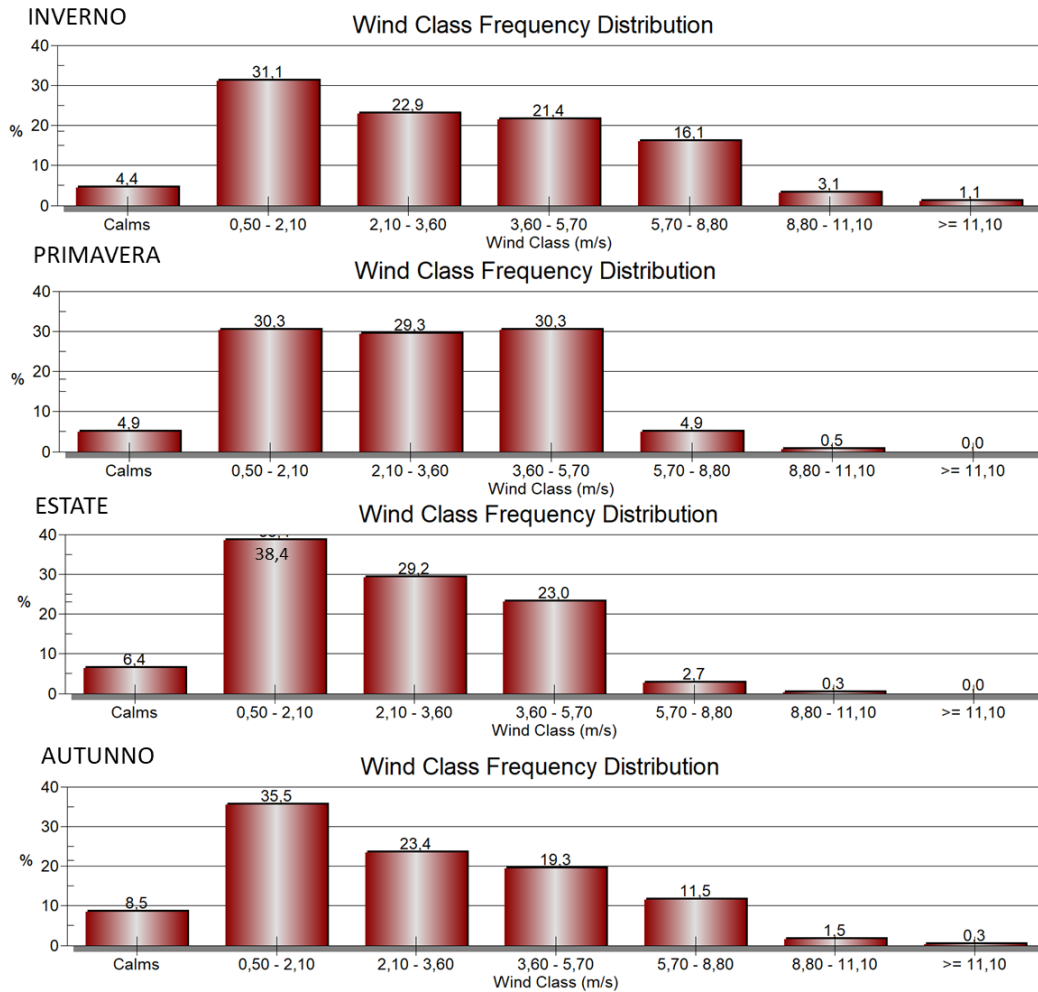
Figura 5-26 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di velocità del vento in corrispondenza della Sorgente 8



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 55 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

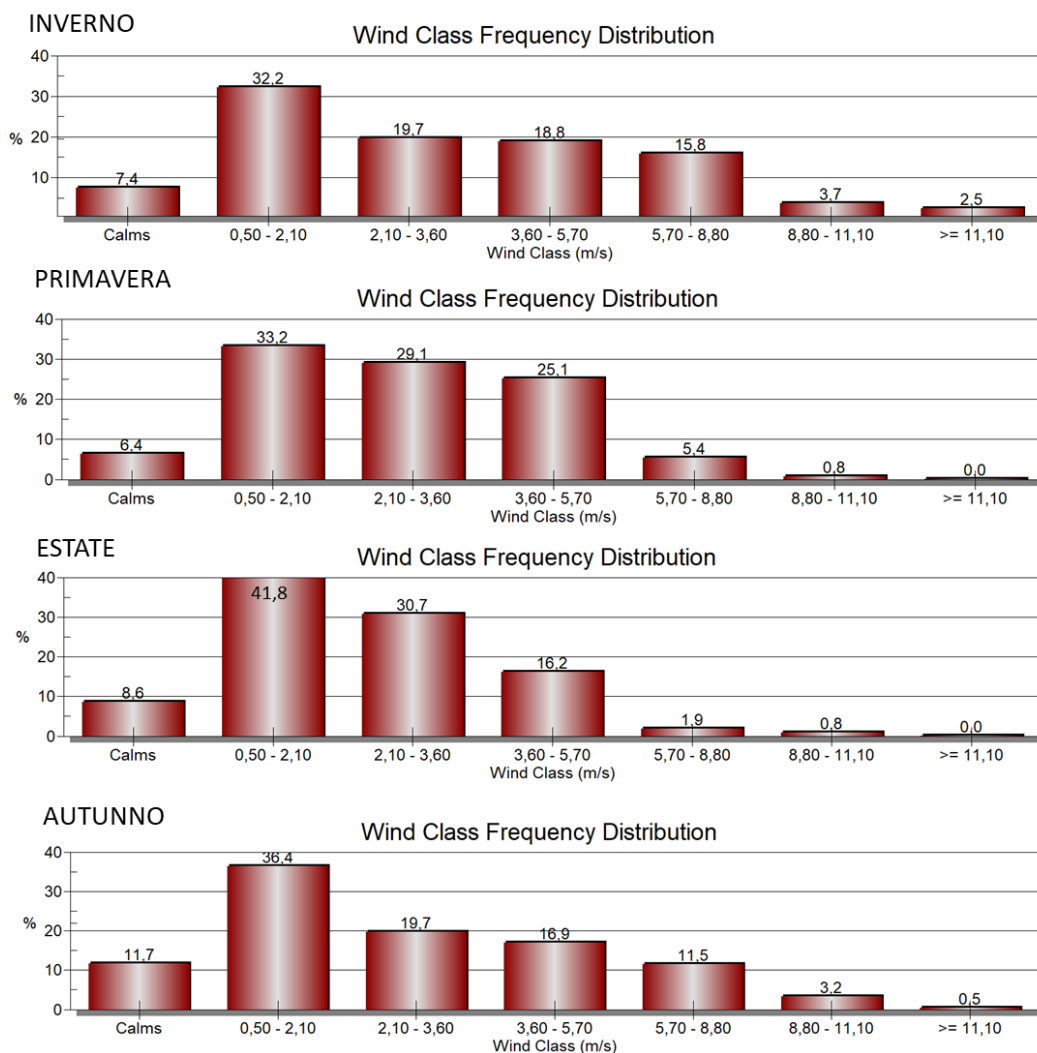
Figura 5-27 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di velocità del vento in corrispondenza della Sorgente 9



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 56 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Figura 5-28 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di velocità del vento in corrispondenza della Sorgente 10



5.3 Distribuzione di frequenza delle classi di stabilità

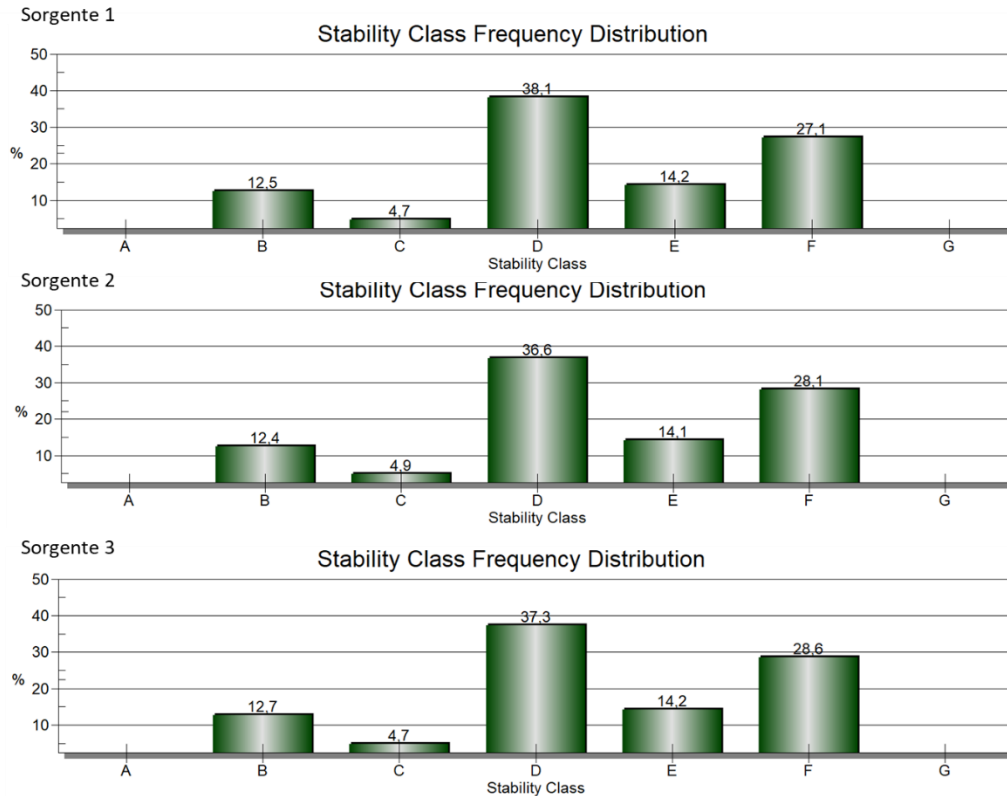
Di seguito è riportata la distribuzione di frequenza annuale delle classi di stabilità atmosferica (dalla A, la più instabile, alla G, la più stabile) a 10 m desunta dal campo meteorologico tridimensionale di CALMET in corrispondenza di ciascuna delle 10 situazioni simulate.

In generale, poiché il progetto in esame interessa un'area piuttosto vasta, si osservano alcune differenze spostandosi lungo il tracciato e da un dominio all'altro. La distribuzione di frequenza delle classi mostra la prevalenza della classe neutra D, con un range di frequenza tra 27 e 38%, e della classe F, con un range tra 19 e 36%.

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 57 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

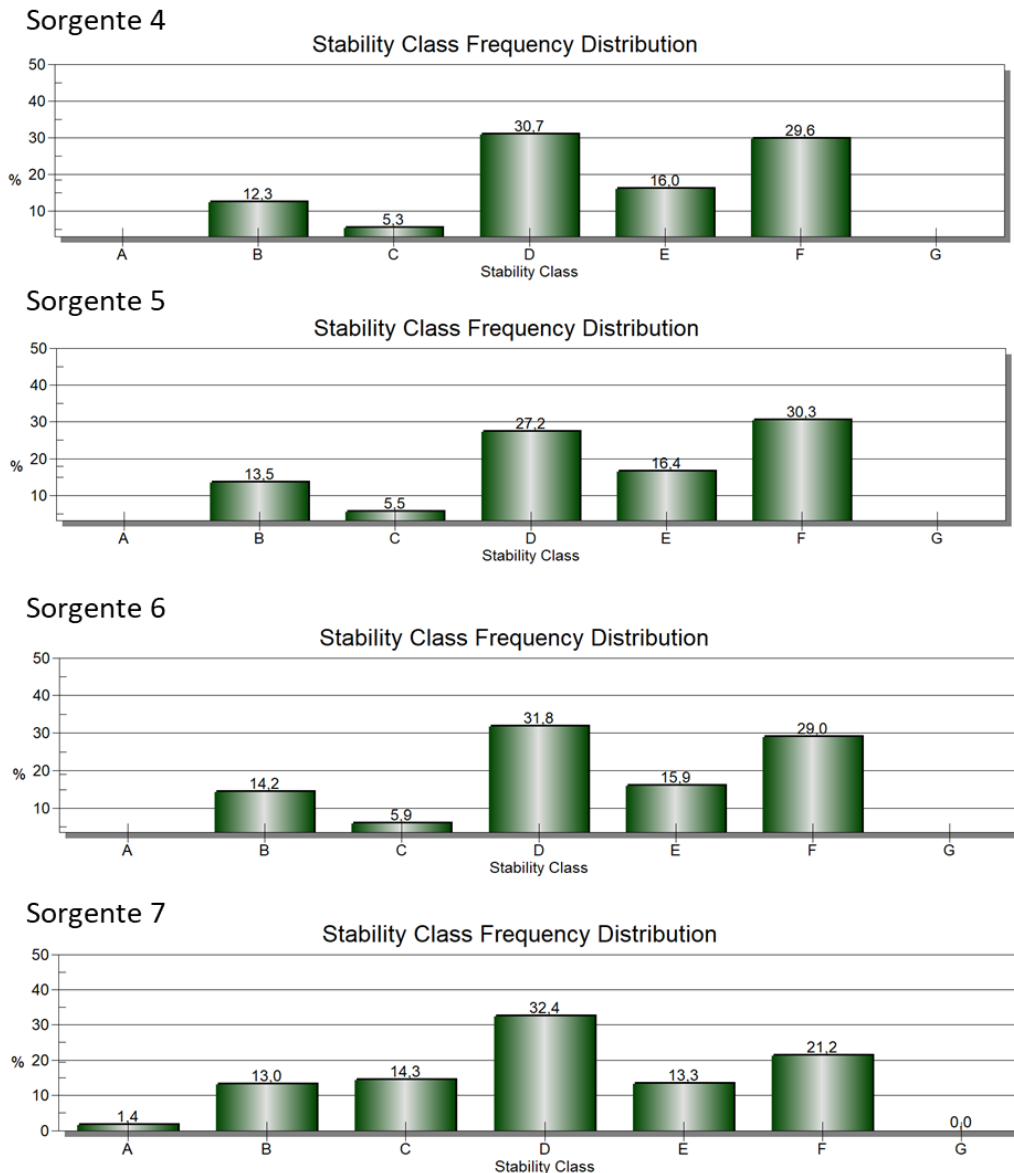
Figura 5-29 - Distribuzione di frequenza annuale delle classi di stabilità in corrispondenza del dominio ovest



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 58 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

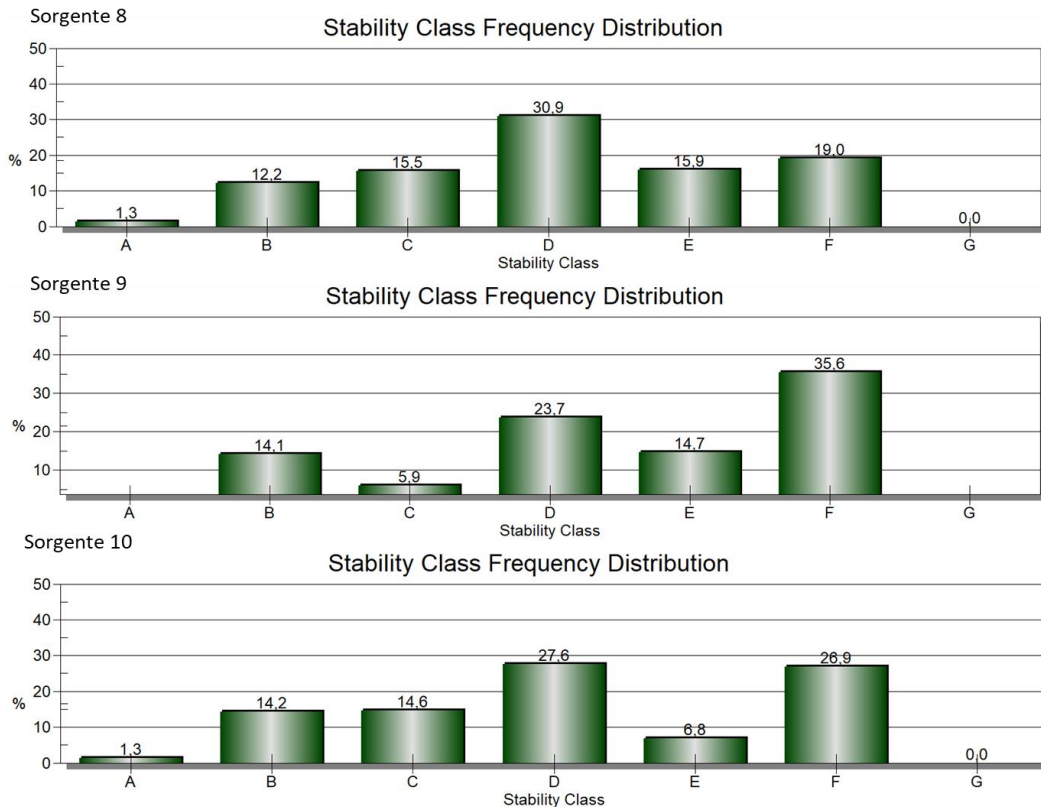
Figura 5-30 - Distribuzione di frequenza annuale delle classi di stabilità in corrispondenza del dominio centrale



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 59 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Figura 5-31 - Distribuzione di frequenza annuale delle classi di stabilità in corrispondenza del dominio est



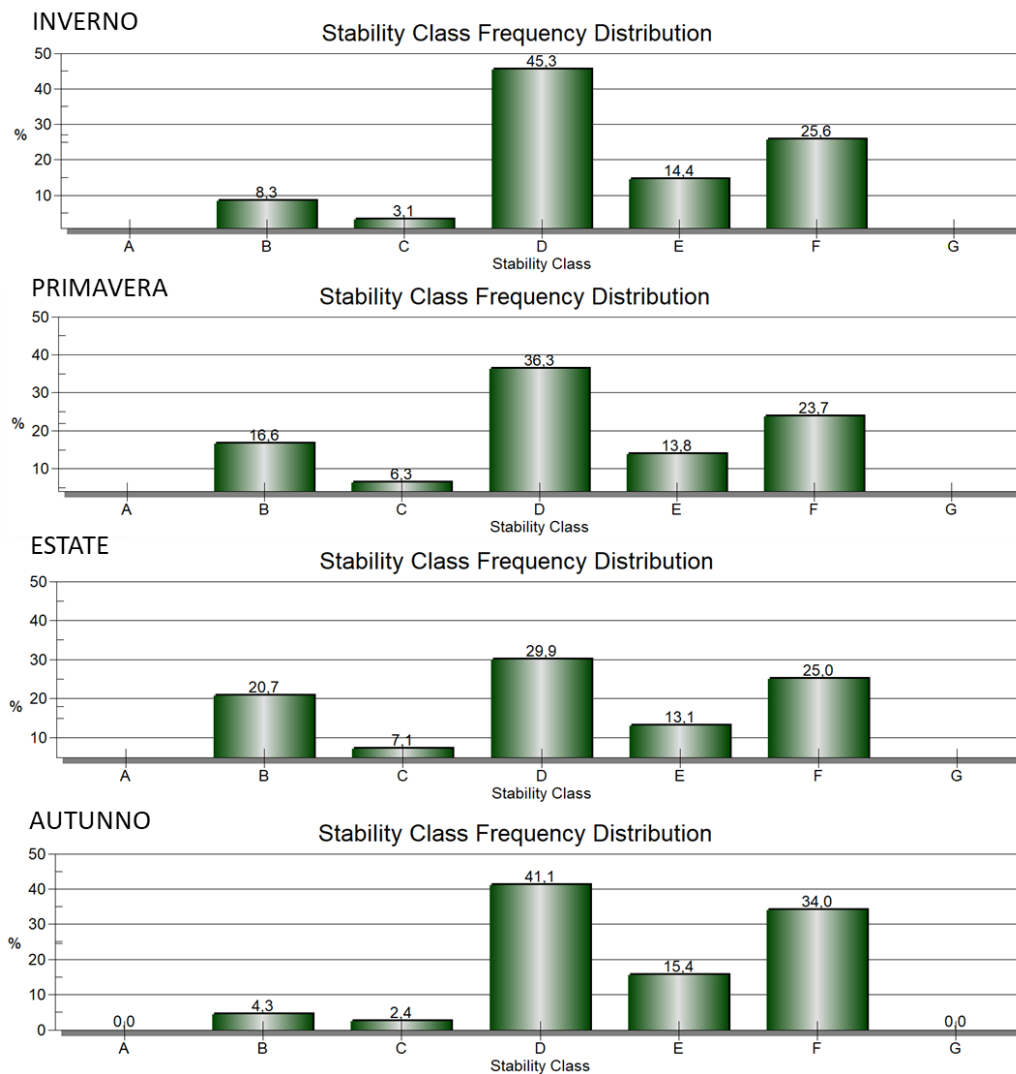
Inoltre, si riporta anche la distribuzione di frequenza annuale delle classi di stabilità atmosferica a 10 m in corrispondenza di ciascuna delle 10 situazioni simulate.

In generale, in inverno e autunno la prevalenza delle classi D ed F risulta più marcata rispetto a primavera ed estate, in cui, soprattutto nelle Sorgenti 7 e 8, la frequenza delle classi appare più omogenea.

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 60 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

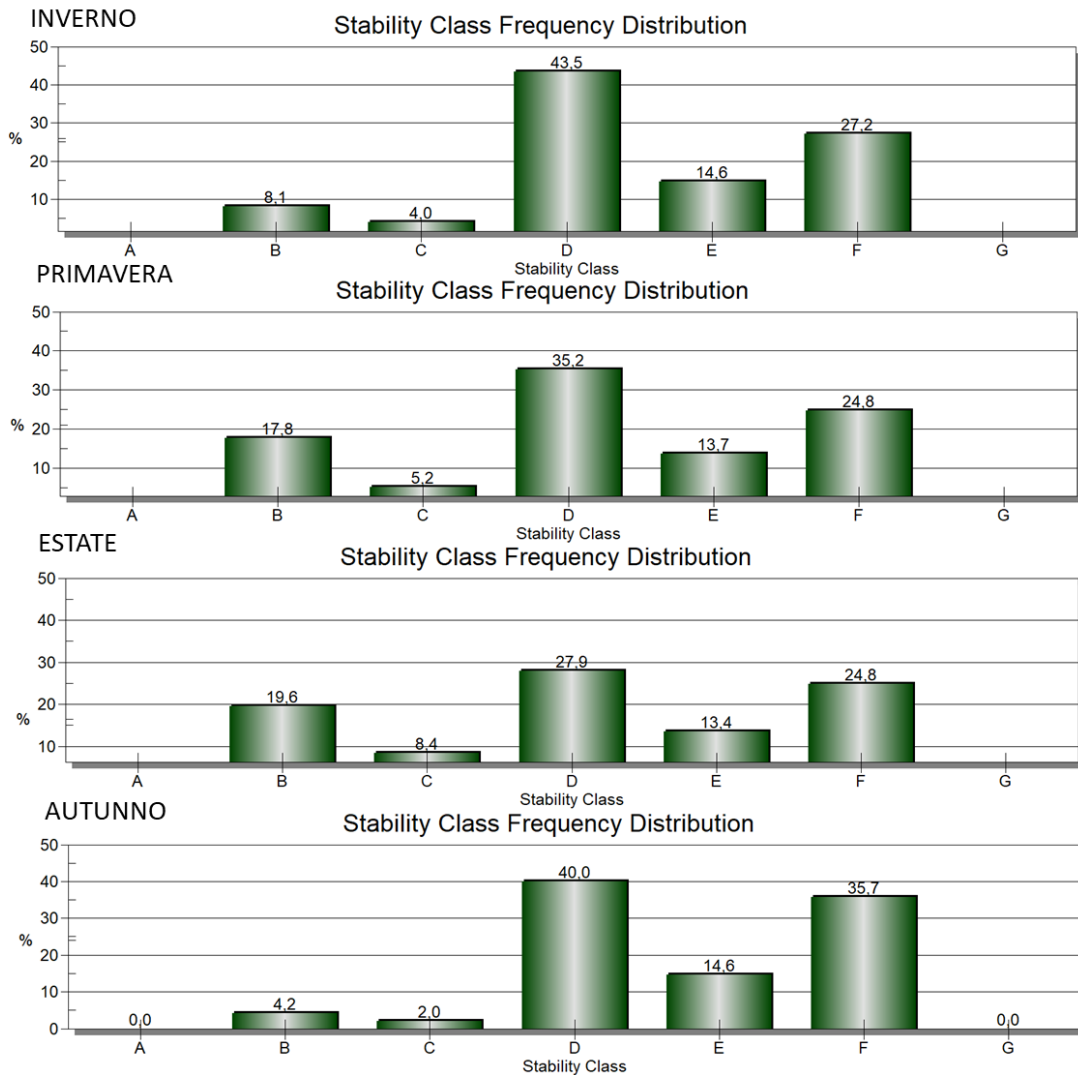
Figura 5-32 – Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di stabilità in corrispondenza della Sorgente 1



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 61 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

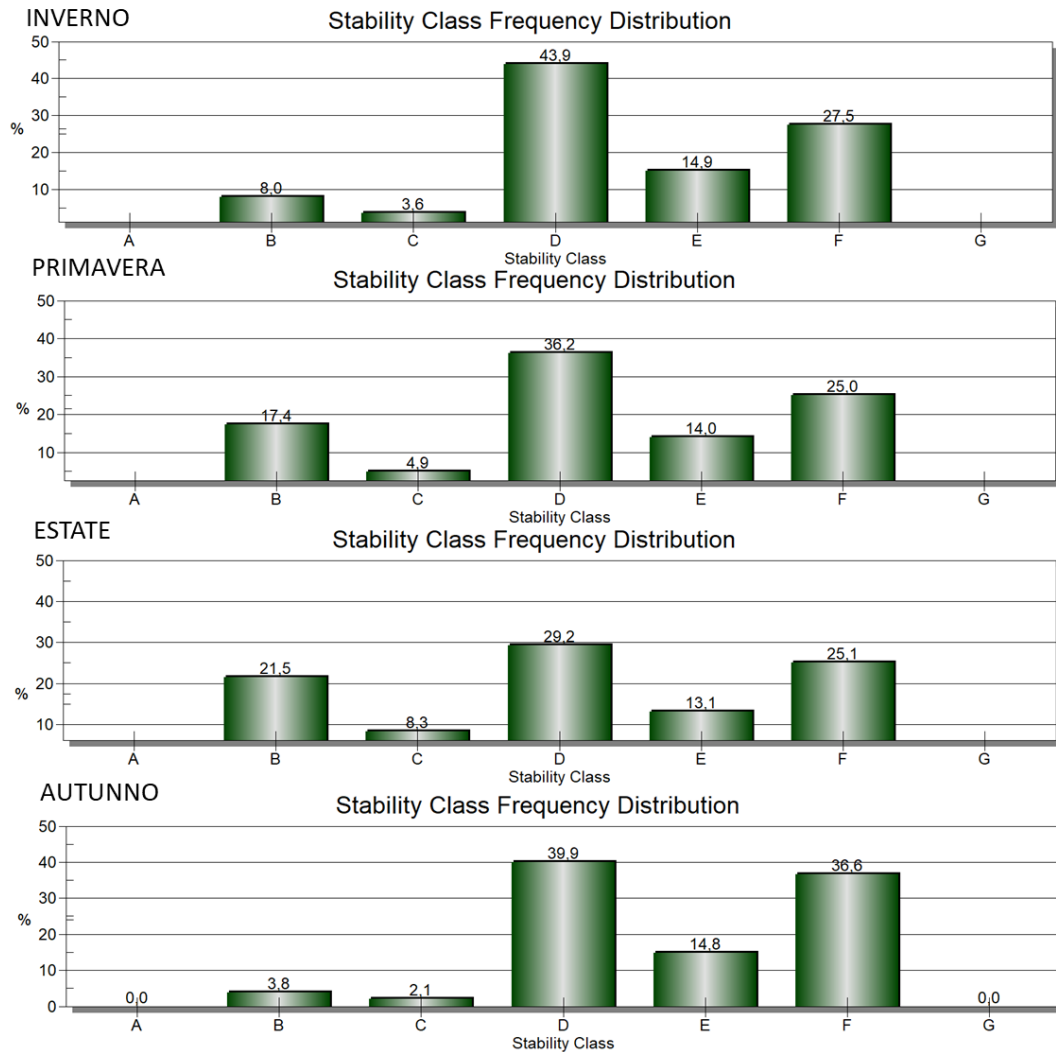
Figura 5-33 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di stabilità in corrispondenza della Sorgente 2



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 62 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

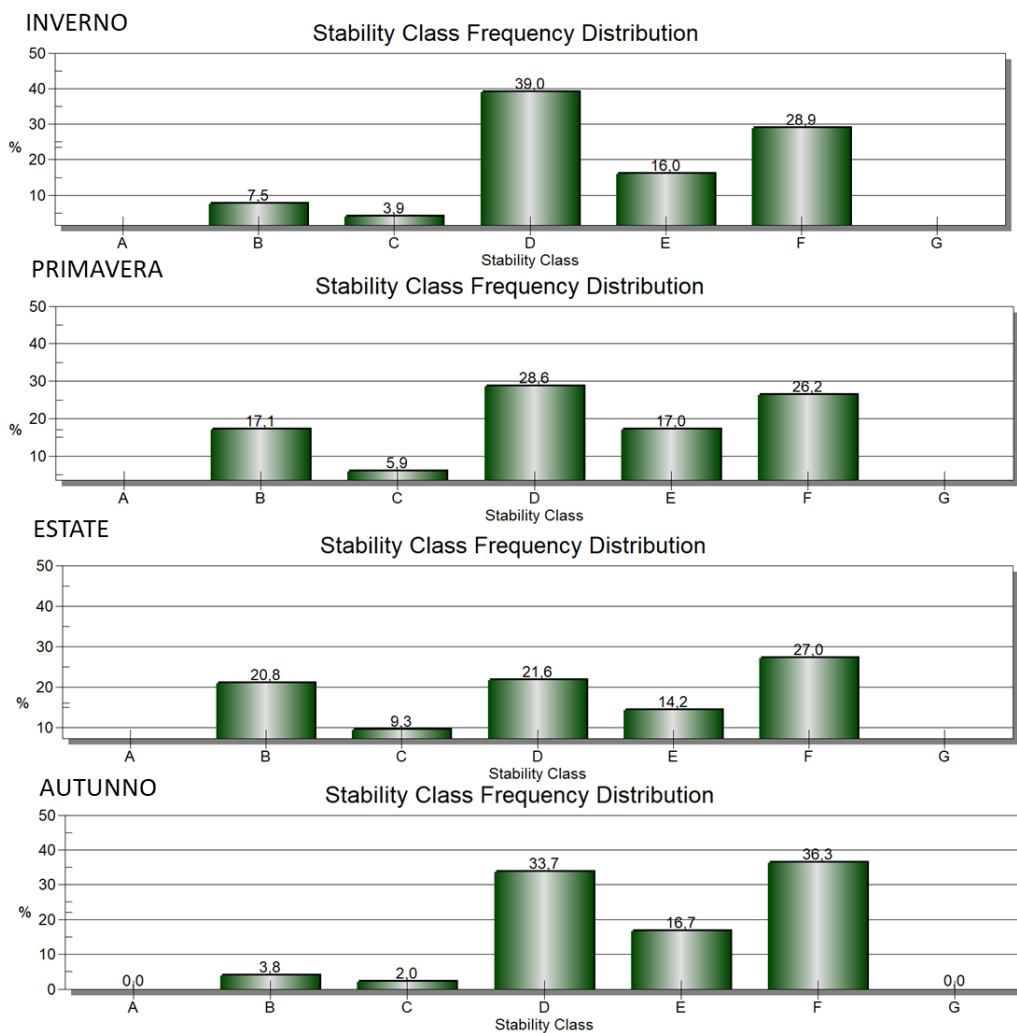
Figura 5-34 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di stabilità in corrispondenza della Sorgente 3



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 63 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

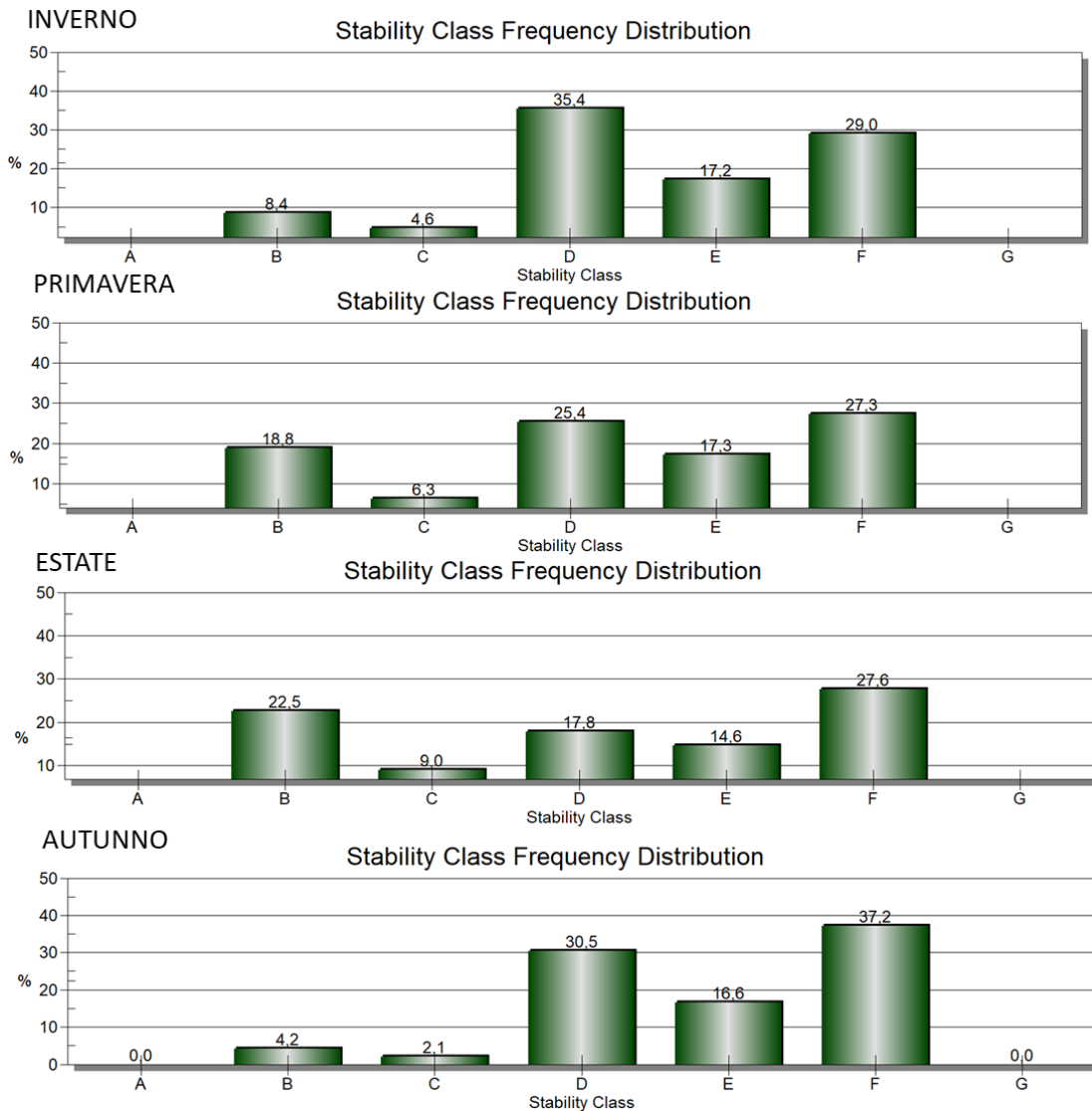
Figura 5-35 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di stabilità in corrispondenza della Sorgente 4



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 64 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

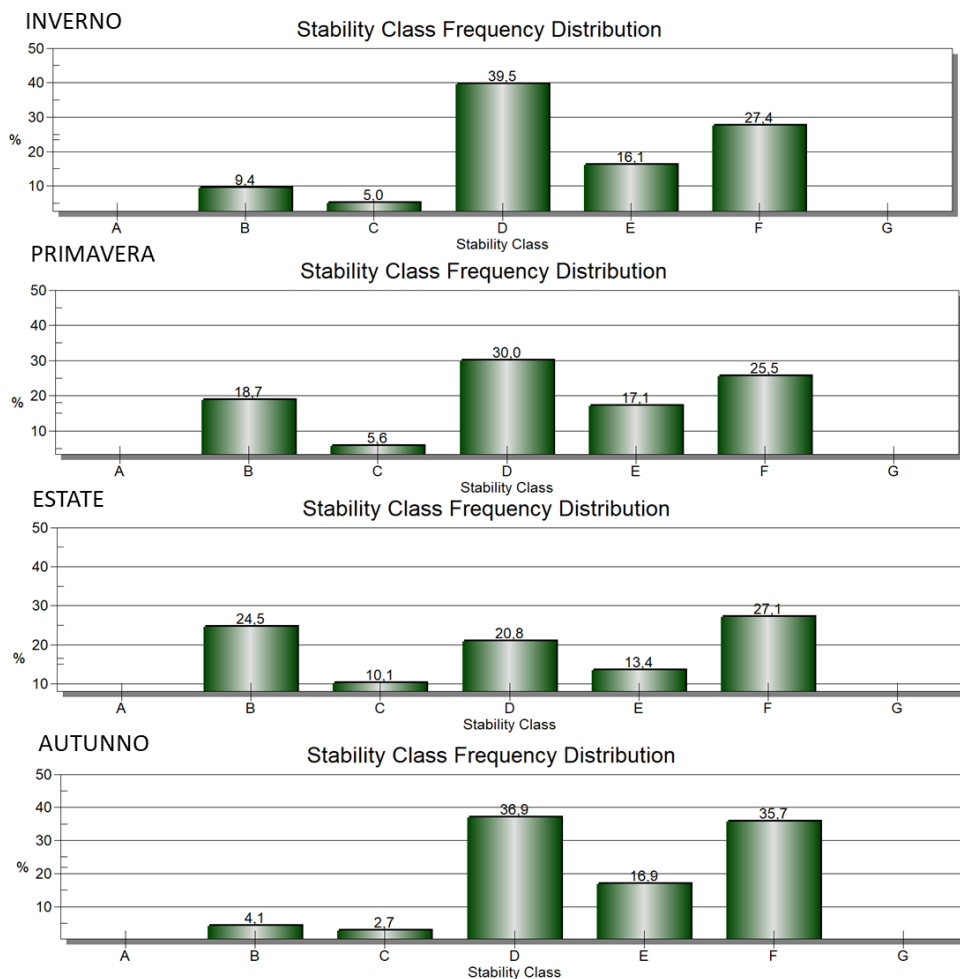
Figura 5-36 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di stabilità in corrispondenza della Sorgente 5



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 65 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

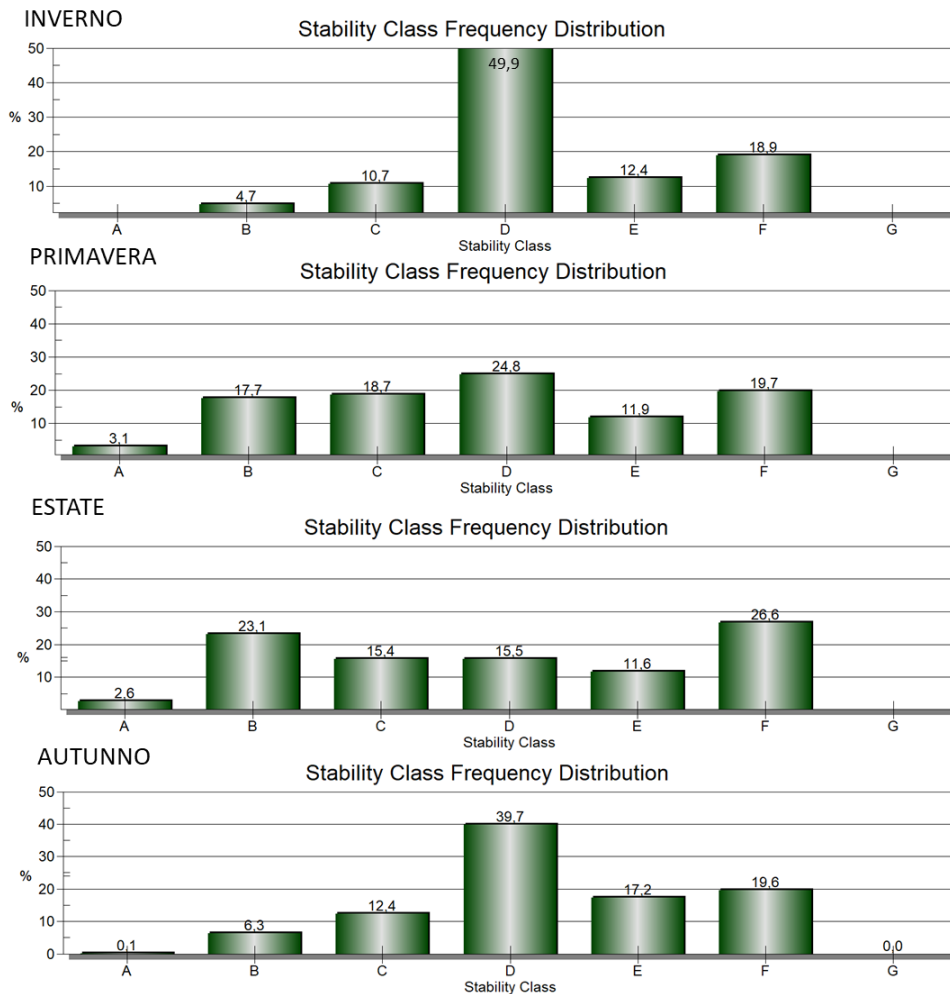
Figura 5-37 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di stabilità in corrispondenza della Sorgente 6



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 66 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

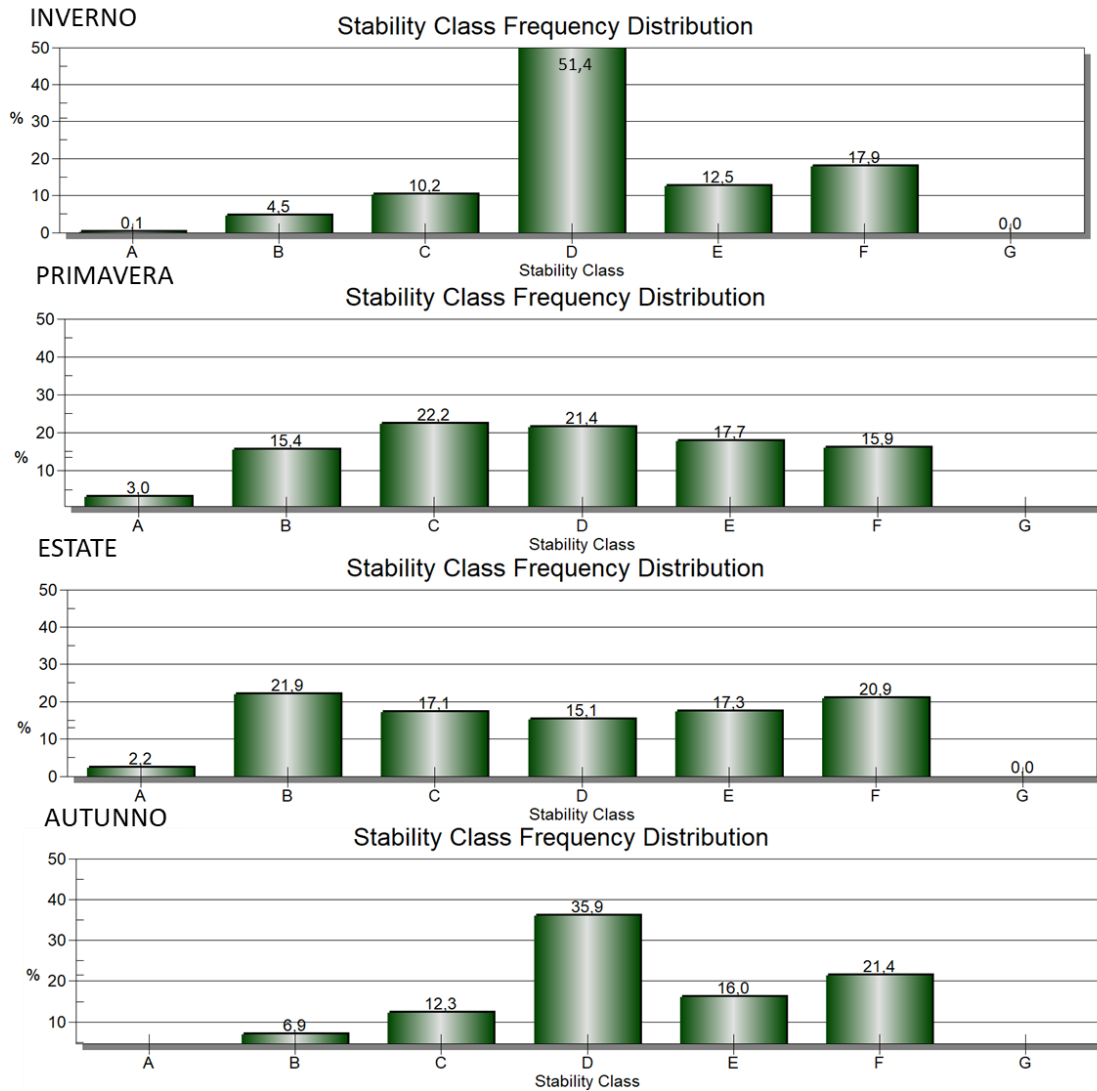
Figura 5-38 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di stabilità in corrispondenza della Sorgente 7



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 67 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

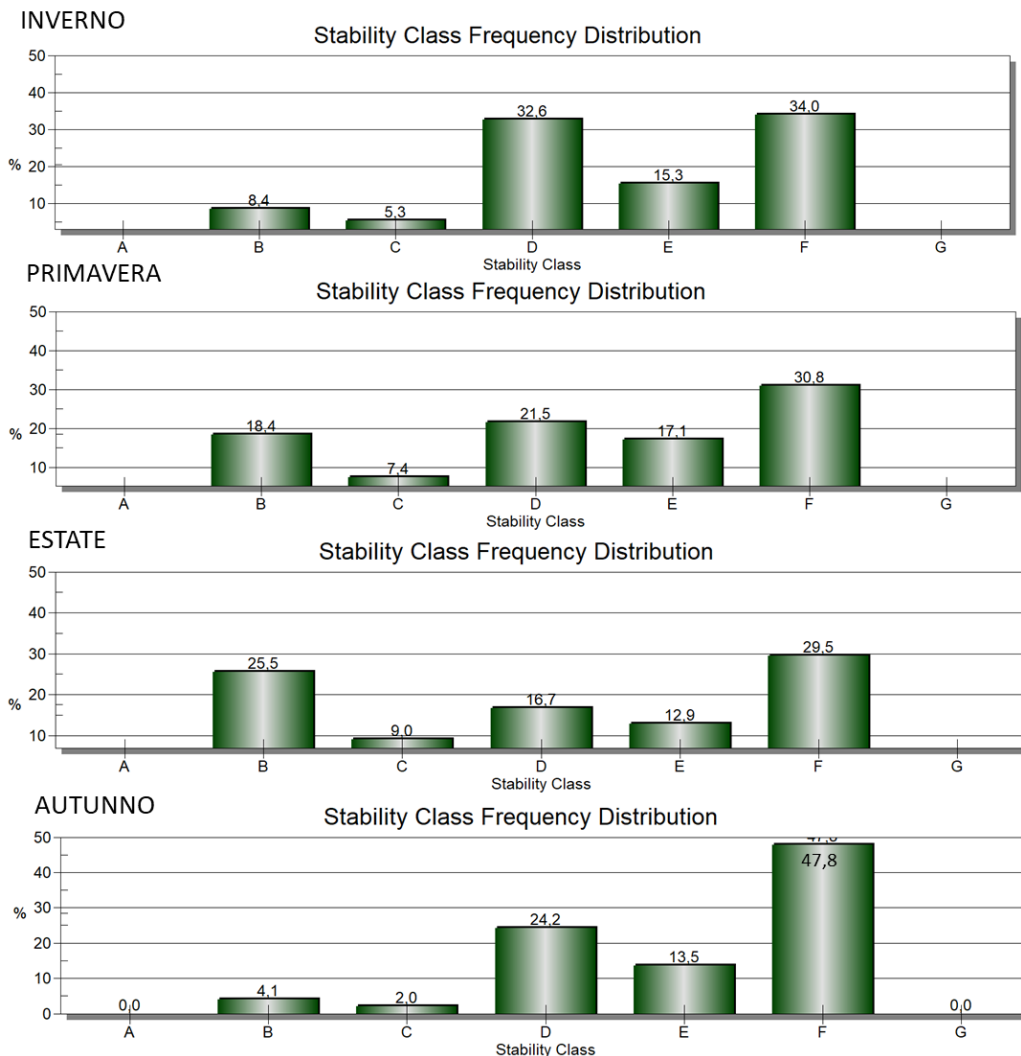
Figura 5-39 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di stabilità in corrispondenza della Sorgente 8



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 68 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

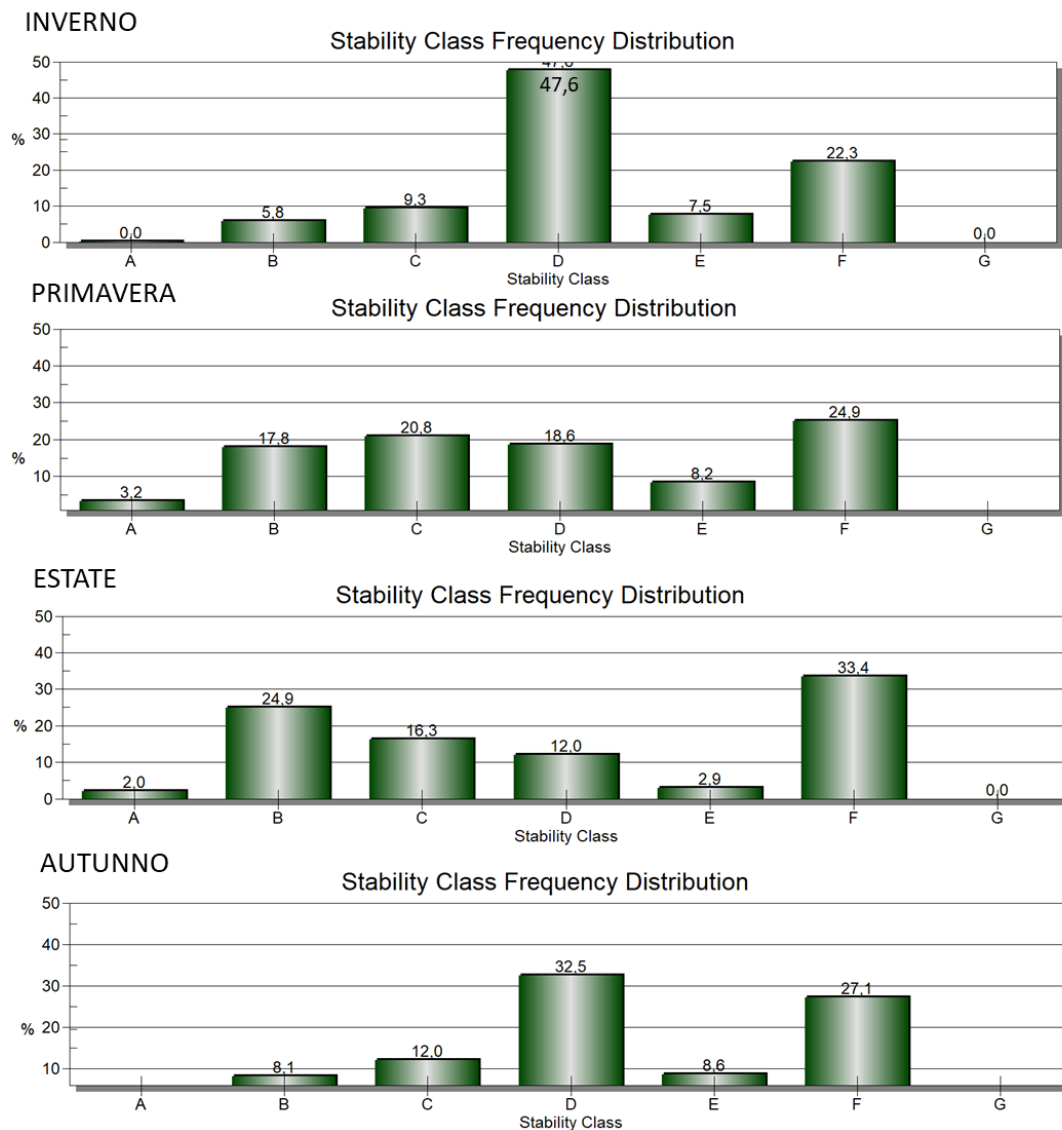
Figura 5-40 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di stabilità in corrispondenza della Sorgente 9



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 69 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Figura 5-41 - Distribuzione di frequenza stagionale delle classi di stabilità in corrispondenza della Sorgente 10



5.4 Conclusioni dell'analisi meteorologica

Il metanodotto in esame si colloca in un territorio la cui climatologia presenta una certa complessità dovuta principalmente all'orografia che condiziona il campo di vento e le altre grandezze meteorologiche rilevanti nella dispersione degli inquinanti, presentate nei precedenti paragrafi.

Per tale ragione si ritiene che, per lo studio della dispersione degli inquinanti in questo territorio, il modo più rigoroso di operare sia quello di far ricorso a una catena modellistica (modello

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 70 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

meteorologico e di qualità dell'aria) appositamente progettata per condizioni geografiche e orografiche complesse quale quella impiegata in questo studio e descritta nel capito successivo.

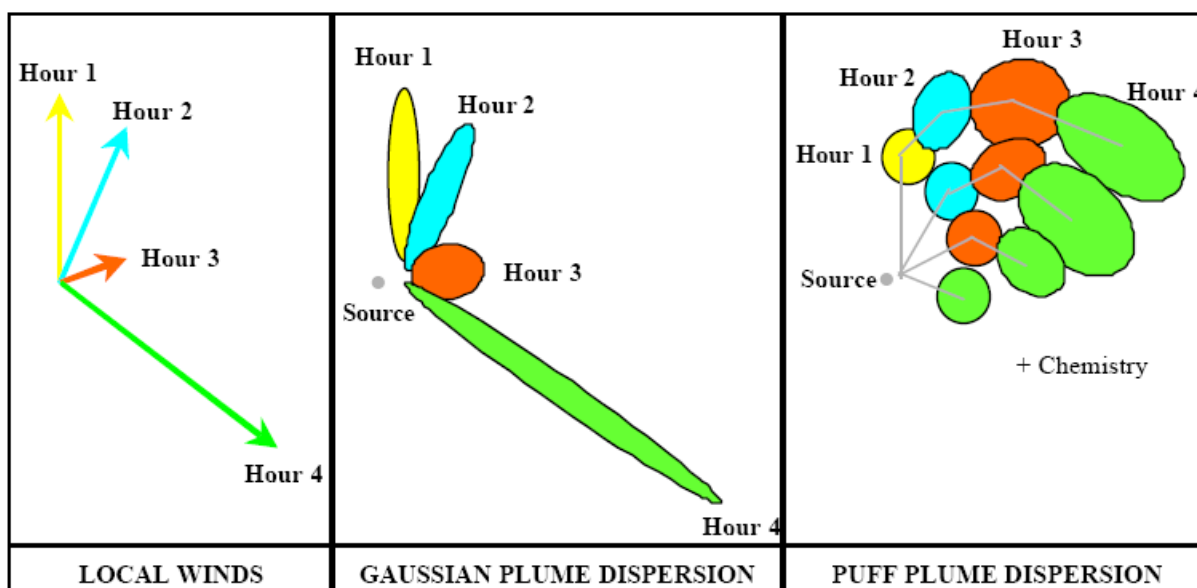
PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 71 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

6 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE

La simulazione numerica della dispersione degli inquinanti emessi durante la realizzazione/dismissione della condotta è stata eseguita con il sistema modellistico CALPUFF (U.S.EPA, 2006), che si compone di due moduli:

- CALMET, modello di simulazione del campo di vento e delle caratteristiche dello strato limite atmosferico
- CALPUFF, modello dispersivo a puff. A differenza dei modelli di prima generazione (modelli gaussiani a plume) Calpuff è un modello di dispersione non stazionario, cioè il calcolo della concentrazione su un ricettore al tempo t è funzione dell'emissione al tempo t e a tutti i tempi precedenti, come esemplificato nello schema seguente:



Calpuff rientra nella categoria dei regulatory model, cioè strumenti di calcolo di complessità intermedia che, a partire da misure meteorologiche di facile reperibilità (rilevate cioè in ogni stazione di campionamento) sono in grado di calcolare le concentrazioni al suolo e le deposizioni secche e umide.

Per una descrizione di dettaglio si rimanda a U.S. EPA, 2006- "The CALPUFF Modelling System", (<http://www.src.com/calpuff/calpuff1.htm>)

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 72 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

6.1 Applicazione del modello agli scenari emissivi e meteorologici analizzati

6.1.1 Definizione dei dati di input

Il modello di simulazione utilizzato richiede una caratterizzazione delle variabili anemologiche e meteorologiche al suolo e in quota, fino alla sommità dello strato limite planetario.

Il modello prognostico WRF è stato utilizzato per generare i dati meteo necessari per ricostruire le grandezze meteorologiche del sito (cfr. Capitolo 5). Infatti, partendo dall'output di tale modello è stato creato il file meteo in formato CALMET per CALPUFF, utilizzando i dati relativi all'orografia e uso del suolo con risoluzione di 200 m.

6.1.2 Definizione del dominio di calcolo

Considerando che il tratto di metanodotto oggetto di studio riguarda un'area di notevole estensione, si è ritenuto opportuno effettuare le simulazioni modellistiche in tre domini distinti definiti Ovest, Centro ed Est.

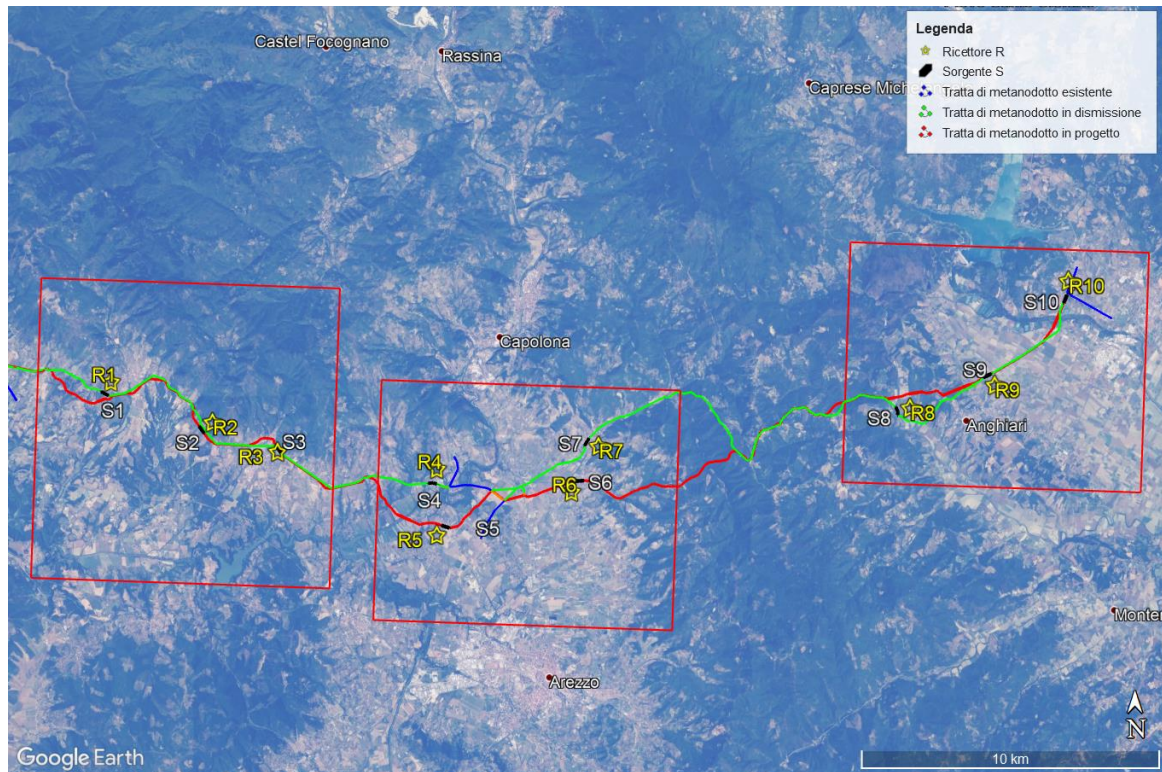
La Figura 6-1 mostra la localizzazione dei domini di progetto sul territorio. I domini centro ed est hanno un'estensione di 8x10 km², mentre il dominio ovest di 10x10 km². Tali domini sono stati utilizzati nel modello meteorologico di CALPUFF (utilizzando il modulo CALMET).

Per le simulazioni di dispersione con il modello CALPUFF sono stati definiti dei domini di calcolo centrati su ciascuna sorgente, costituiti da più griglie di ricettori innestate. Ogni dominio è costituito da una griglia più interna, con ricettori posti ad una distanza di 40 m l'uno dall'altro, che si sviluppa in modo uniforme attorno alla sorgente fino ad una distanza di 255 m. Segue una seconda griglia quadrata di lato pari a 500 m, con ricettori posti ad una distanza di 100 m l'uno dall'altro. L'ultima griglia, i cui ricettori sono posti ad una distanza di 200 m l'uno dall'altro, è quadrata e di lato pari a 1000 m.

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 73 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Figura 6-1: Domini di simulazione



PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 74 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

7 RISULTATI DELLO STUDIO

7.1 Scenari di dispersione

L'analisi della dispersione degli inquinanti in atmosfera ha riguardato gli Ossidi di Azoto e le Polveri Sottili (PM₁₀), che costituiscono i principali inquinanti emessi durante le attività di cantiere per la realizzazione del nuovo metanodotto e la dismissione di quello esistente.

Come parametri sono stati considerati il massimo orario di concentrazione per gli Ossidi di Azoto e il massimo giornaliero per le Polveri Sottili (PM₁₀), valutati sia su base annuale che stagionale.

I valori stimati rappresentano le concentrazioni nette indotte dall'opera sul territorio circostante. Per facilitare il controllo del rispetto dei limiti di legge, gli impatti indotti del progetto sono stati sommati alle attuali concentrazioni di fondo locali. In mancanza di informazioni più precise, la concentrazione di fondo è stata assunta pari alla media annuale delle concentrazioni misurate presso la centralina di qualità dell'aria di Chitignano (AR – Casa Stabbi), che per le sue caratteristiche (stazione di fondo rurale regionale) è stata considerata la più idonea alla stima.

Per i due inquinanti si fa riferimento ai seguenti valori limite per la protezione della salute umana (D. Lgs. 155/2010):

- NO₂: Valore limite orario per la protezione della salute umana pari a 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile;
- PM₁₀: Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana pari a 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile.

Poiché i limiti di legge per la protezione della salute umana riguardano il solo biossido di azoto (NO₂), per confrontare le concentrazioni stimate con i limiti normativi è necessario riportare i risultati modellistici di NO_x in NO₂. La stima degli NO₂ a partire dagli NO_x è descritta al Paragrafo 7.1.1.

I risultati di questa analisi sono pertanto presentati come segue:

- nelle tavole dell'Allegato I si riportano le mappe delle concentrazioni massime orarie su base annua di NO₂ e delle concentrazioni massime giornaliere su base annua di PM₁₀;
- nella Tabella 7-1 sono riportate le concentrazioni massime orarie su base stagionale di NO₂ calcolate presso il ricettore sensibile più vicino (concentrazioni nette) e le concentrazioni totali ottenute sommando agli stessi impatti indotti dall'opera i livelli di fondo calcolati come medie annuali delle concentrazioni misurate nella centralina di qualità dell'aria di Chitignano (AR – Casa Stabbi);
- nella Tabella 7-2 sono riportate le concentrazioni massime giornaliere su base stagionale di PM₁₀ calcolate presso il ricettore sensibile più vicino (concentrazioni nette) e le concentrazioni totali ottenute sommando agli stessi impatti indotti dall'opera i livelli di fondo calcolati come medie annuali delle concentrazioni misurate nella centralina di qualità dell'aria di Chitignano (AR – Casa Stabbi).

In generale, si può affermare che in tutti gli scenari di concentrazione simulati (per entrambi gli inquinanti e per ogni sito di interesse simulato) le concentrazioni massime sul dominio si rilevano

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 75 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

in corrispondenza della sorgente emissiva o a breve distanza da essa. Si osserva anche una certa direzionalità nell'andamento delle isolinee, la cui morfologia è influenzata dalla forma della sorgente emissiva e dalle condizioni meteorologiche del sito.

A parità di inquinante e tasso emissivo, la variabilità degli scenari annuali è dovuta alle disomogeneità topografiche e meteorologiche del territorio in cui si estendono i tracciati dei metanodotti.

Gli scenari dispersivi mostrano una certa variabilità stagionale in ogni sito d'interesse, non solo in termini di massimi raggiunti ma anche di estensione dell'area interessata a parità di concentrazione.

7.1.1 Biossido di Azoto (NO₂)

Rispetto agli ossidi di azoto, l'utilizzo dei modelli gaussiani richiede alcune accortezze. I limiti di legge per la protezione della salute umana riguardano infatti il solo biossido di azoto (NO₂), mentre le simulazioni modellistiche descritte considerano gli NO_x, cioè la miscela complessiva degli ossidi di azoto; e la metodologia modellistica gaussiana utilizzata in questo studio tratta il solo inquinamento primario. Per confrontare le concentrazioni stimate con i limiti normativi è dunque necessario riportare i risultati modellistici di NO_x in NO₂ in modo da verificare il rispetto dei limiti di legge.

La miscela inquinante NO_x (ossidi di azoto) in aria è composta in massima parte di due gas, monossido (NO) e biossido (NO₂) di azoto, in misura variabile che dipende tra l'altro dal sito, dalla meteorologia e dalla distanza dalle principali sorgenti. In altre parole, le reazioni fotochimiche che avvengono in atmosfera, e che portano alla trasformazione di NO in NO₂ e viceversa, dipendono tra l'altro: dalla presenza ed intensità della luce solare; dalla presenza di altri gas (ozono e composti organici) che interagiscono con tali trasformazioni; dalla relativa composizione della miscela NO_x presente all'emissione.

Come detto, tale composizione può dipendere a sua volta fortemente dalla distanza dalle eventuali sorgenti, in quanto negli ossidi di azoto, che sono un prodotto della combustione ad alta temperatura, l'NO è presente all'emissione in frazione preponderante (anche oltre il 90%), e tale frazione tende a diminuire velocemente mentre l'aria contenente il gas emesso è trasportata lontano, risultando all'osservazione generalmente compresa tra il 25% ed il 75%.

Una relazione semi-empirica dell'andamento di tale frazione in funzione dei livelli di NO_x è stata stabilita da alcuni studi, sulla base di una curva polinomiale di quarto ordine del logaritmo in base 10 della concentrazione di NO_x (Derwent & Middleton, 1996, Dixon et al., 2000).

In sostanza, detta [NO₂] la concentrazione di biossido di azoto (misurata in ppb o in µg/m³) e [NO_x] la concentrazione in aria di ossidi di azoto (misurata rispettivamente in ppb o in µg/m³ NO₂-equivalenti), è possibile stabilire la seguente relazione:

$$[NO_2] = [NO_x](a+bA+cA^2+dA^3+eA^4)$$

dove: $A = \log_{10}([NO_x])$ ed i coefficienti a, b, c, d, e sono determinati tramite regressione statistica della funzione sui dati misurati nel sito oggetto di studio.

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 76 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

In sintesi, assimilare a NO₂ tutti gli Ossidi di Azoto emessi è un'assunzione oltremodo conservativa e piuttosto lontana da quanto effettivamente accade. Per tale ragione è stata operata la scelta, più realistica, di stimare le concentrazioni di NO₂ a partire dai valori simulati di tutti gli ossidi di azoto (NO_x) applicando la relazione appena descritta.

Dall'analisi delle mappe delle concentrazioni massime orarie su base annua di NO₂ si evince che le massime concentrazioni raggiunte nei diversi domini si rilevano in corrispondenza della sorgente emissiva (area di cantiere) o in prossimità di essa. I massimi valori di concentrazione (tra i 56 e i 59 µg/m³) si verificano nei domini delle sorgenti S2, S3, S5, S6, S9 e S10, le quali presentano tassi emissivi più alti poiché rappresentano un tratto di realizzazione del metanodotto. In particolare, i massimi valori stimati in corrispondenza di un ricettore considerato risultano intorno ai 55 µg/m³ (56 µg/m³ al ricettore R5 e 55 µg/m³ al ricettore R2).

In ogni caso, tali valori massimi risultano ben al di sotto del limite di legge.

Per quanto riguarda le concentrazioni massime orarie su base stagionale di NO₂, i diversi scenari dispersivi mostrano una certa variabilità stagionale. In generale, a parità di sorgente in inverno e autunno si verificano concentrazioni più elevate. Questo perché nei periodi dell'anno con minor irraggiamento solare la dinamica dello Strato Limite Atmosferico tende a condizioni più stabili che inibiscono il rimescolamento verticale degli inquinanti, determinando la possibilità di un maggior accumulo degli inquinanti emessi in atmosfera. Nei periodi con un irraggiamento maggiore si hanno, invece, condizioni di turbolenza maggiormente sviluppata ed efficace nei confronti della diluizione degli inquinanti.

In Tabella 7-1 sono riportate, per ogni ricettore preso in considerazione nello studio, sia le concentrazioni nette indotte dall'opera in progetto (CA) espresse come massimo orario stagionale di NO₂, sia le concentrazioni totali (LF) ottenute sommando agli stessi impatti indotti dall'opera i livelli di fondo calcolati come medie annuali delle concentrazioni misurate nella centraline di qualità dell'aria di Chitignano (AR – Casa Stabbi).

Come si può osservare, sia per il basso valore di fondo (2 µg/m³), sia per la bassa entità degli impatti netti indotti dall'opera in progetto, il valore di 200 µg/m³ viene sempre ampiamente rispettato per ogni ricettore e per ogni stagione.

Per quanto riguarda il rispetto del limite su base annua, occorre fare un'ulteriore precisazione: i cantieri insistono sulla stessa area (di lunghezza pari a 300 m) soltanto per un giorno, per poi avanzare il giorno successivo. I valori massimi orari calcolati sono poco significativi in termini di concentrazione media annua di NO₂ del territorio in esame.

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 77 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Tabella 7-1 – Concentrazioni nette indotte dall'opera in progetto (CA) espresse come massimo orario stagionale di NO₂ e concentrazioni totali (LF)

Sorgente	Ricettore	Distanza sorgente-ricettore [m]	CA [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				LF [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
			IN	PR	ES	AU	IN	PR	ES	AU
S1	R1	20	46	45	45	45	48	47	47	47
S2	R2	16	56	52	55	55	58	54	57	57
S3	R3	45	56	45	53	53	58	47	55	55
S4	R4	22	50	46	50	51	52	48	52	53
S5	R5	80	56	54	56	57	58	56	58	59
S6	R6	30	52	43	50	55	54	45	52	57
S7	R7	8	36	19	23	39	38	21	25	41
S8	R8	50	45	28	35	45	47	30	37	47
S9	R9	42	56	52	55	56	58	54	57	58
S10	R10	195	34	28	38	40	36	30	40	42

7.1.2 Polveri sottili (PM₁₀)

Dall'analisi delle mappe delle concentrazioni massime giornaliere su base annua di PM₁₀ si evince che le massime concentrazioni raggiunte nei diversi domini si rilevano in corrispondenza della sorgente emissiva o in prossimità di essa. I massimi valori di concentrazione (intorno ai 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) si verificano nel dominio della sorgente S2.

Per quanto riguarda le concentrazioni massime giornaliere su base stagionale di PM₁₀, i diversi scenari dispersivi mostrano una certa variabilità stagionale. In generale, a parità di sorgente in inverno e autunno si verificano concentrazioni più elevate. Fanno eccezione le sorgenti S1 e S2, in cui si osservano valori particolarmente elevati nella stagione estiva.

In Tabella 7-2 sono riportate per ogni ricettore preso in considerazione nello studio, sia le concentrazioni nette indotte dall'opera in progetto (CA) espresse come massimo giornaliero stagionale di PM₁₀, sia le concentrazioni totali (LF) ottenute sommando agli stessi impatti indotti dall'opera i livelli di fondo calcolati come medie annuali delle concentrazioni misurate nella centralina di qualità dell'aria di Chitignano (AR – Casa Stabbi).

Come si può osservare, i valori di concentrazione indotti da alcune sorgenti emissive (S1, S2, S3, S4, e S5) sui ricettori più prossimi risultano particolarmente elevati. Di conseguenza, in corrispondenza di alcune stagioni è possibile che si verifichi un superamento del valore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Visto che il cantiere ha la durata di un solo giorno e visto il limitatissimo numero di giorni nei quali le stazioni di qualità dell'aria esistenti hanno registrato valori delle medie giornaliere maggiori di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, si può senz'altro affermare che il limite di legge (35 superamenti nell'arco dell'anno) sarà ampiamente rispettato.

In merito al rispetto del limite annuo, per le stesse considerazioni fatte per gli NO₂ sulla breve durata del cantiere, le concentrazioni massime giornaliere calcolate sono poco significative in relazione alla concentrazione in termini di media annua di PM₁₀ del territorio in esame.

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 78 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Tabella 7-2 - Concentrazioni nette indotte dall'opera in progetto (CA) espresse come massimo orario stagionale di PM10 e concentrazioni totali (LF)

Sorgente	Ricettore	Distanza sorgente-ricettore [m]	CA [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				LF [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
			IN	PR	E S	AU	IN	PR	E S	AU
S1	R1	20	31	28	39	32	42	39	50	43
S2	R2	16	38	31	41	39	49	42	52	50
S3	R3	45	23	15	21	24	34	26	32	35
S4	R4	22	33	29	34	48	44	40	45	59
S5	R5	80	27	19	26	44	38	30	37	55
S6	R6	30	20	17	24	25	31	28	35	36
S7	R7	8	18	10	11	21	29	21	22	32
S8	R8	50	16	11	15	14	27	22	26	25
S9	R9	42	25	11	17	26	36	22	28	37
S10	R10	195	6	5	6	11	17	16	17	22

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 79 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

8 CONCLUSIONI

La realizzazione del progetto “Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30”) – DP 75 bar ed opere connesse” comporterà prevalentemente l’emissione in atmosfera di:

- **Polveri Sottili (PM₁₀)**, prodotte dalla movimentazione del terreno, dal movimento dei mezzi impiegati nella realizzazione dell’opera e presenti nei fumi di scarico dei mezzi stessi;
- **Ossidi di Azoto (NO_x)**, presenti nei fumi di scarico dei mezzi impiegati nella realizzazione dell’opera.

La stima degli impatti delle attività di cantiere sulla qualità dell’aria ambiente, è stata eseguita, per i due inquinanti considerati, in base ai seguenti assunti:

- l’attività di cantiere si svolge per circa 10 ore/giorno (dalle 8:00 alle 18:00)
- il cantiere è assimilabile ad una superficie emissiva di tipo areale i cui contributi emissivi sono dovuti a:
 1. emissioni di fumi di scarico dei motori dei mezzi di cantiere;
 2. emissioni di polveri dovute alla movimentazione del terreno;
 3. emissioni di polveri causato dal movimento dei mezzi.
- l’emissione di ogni inquinante è stata distribuita uniformemente sull’area cantiere;
- i dati relativi alla qualità dell’aria attuale, è stata desunta dai dati provenienti dalla Rete regionale di rilevamento della Qualità dell’Aria della Toscana e, in particolare, dalle due centraline più vicine al tracciato di intervento: la stazione di Fondo Urbano “AR-Acropoli” nella città di Arezzo e la stazione di Fondo Rurale regionale “AR-Casa Stabbi” nel comune di Chitignano, che distano, rispettivamente, all’incirca 6,5 e 13 km.
- le condizioni meteorologiche sono state ricostruite su base oraria riferite all’anno 2018 mediante il modello prognostico WRF;
- allo scopo di valutare eventuali differenze stagionali sull’entità degli impatti, per ogni sito di interesse, sono state effettuate 4 simulazioni rappresentative di ogni stagione attraverso l’impiego della catena modellistica CALMET-CALPUFF;
- per entrambi gli inquinanti simulati emessi, è stata valutata la conformità delle concentrazioni in aria ambiente simulate con i limiti stabiliti dal D. Lgs.155/10.

In generale, si può affermare che in tutti gli scenari di concentrazione simulati (per entrambi gli inquinanti e per ogni sito di interesse simulato) le concentrazioni massime sul dominio si rilevano in corrispondenza della sorgente emissiva o a breve distanza da essa. Si osserva anche una certa direzionalità nell’andamento delle isolinee, la cui morfologia è influenzata dalla forma della sorgente emissiva e dalle condizioni meteorologiche del sito.

A parità di inquinante e tasso emissivo, la variabilità degli scenari annuali è dovuta alle disomogeneità topografiche e meteorologiche del territorio in cui si estende il tracciato del metanodotto.

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 80 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Gli scenari dispersivi mostrano una certa variabilità stagionale in ogni sito d'interesse, non solo in termini di massimi raggiunti ma anche di estensione dell'area interessata a parità di concentrazione.

Per facilitare il controllo del rispetto dei limiti di legge, gli impatti indotti del progetto sono stati sommati alle attuali concentrazioni di fondo locali. In mancanza di informazioni più precise, la concentrazione di fondo è stata assunta pari alla media annuale delle concentrazioni misurate presso la centralina di qualità dell'aria di Chitignano (AR – Casa Stabbi), che per le sue caratteristiche (stazione di fondo rurale regionale) è stata considerata la più idonea alla stima.

Inoltre, poiché i limiti di legge per la protezione della salute umana riguardano il solo biossido di azoto (NO₂), si è impiegata una relazione semi-empirica per stimare le concentrazioni di NO₂ a partire dalle concentrazioni simulate di NO_x.

Per quanto riguarda gli scenari simulati per gli NO₂, espressi come massimi orari di concentrazione (sia su base annua che stagionale), le massime concentrazioni stimate risultano inferiori ai 60 µg/m³ e si verificano in corrispondenza della sorgente di emissione (area di cantiere) o in prossimità di essa. I massimi valori stimati in corrispondenza di un ricettore risultano intorno ai 55 µg/m³.

Pertanto, sia per il basso valore di fondo (2 µg/m³), sia per la bassa entità degli impatti netti indotti dall'opera in progetto, il valore di 200 µg/m³ viene sempre ampiamente rispettato per ogni ricettore e per ogni stagione.

Inoltre, vista la durata limitata nel tempo dei cantieri (un giorno), i valori massimi orari calcolati sono poco significativi in termini di concentrazione media annua di NO₂ del territorio in esame.

Per quanto riguarda gli scenari dispersivi del PM₁₀, espresso come massimo giornaliero di concentrazione (sia su base annua che stagionale), le massime concentrazioni stimate risultano inferiori ai 50 µg/m³ e si verificano in corrispondenza della sorgente di emissione (area di cantiere) o in prossimità di essa.

I valori di concentrazione indotti da alcune sorgenti emmissive (S1, S2, S4, e S5) sui ricettori più prossimi risultano particolarmente elevati. Di conseguenza, se si sommano i valori di fondo, in corrispondenza di alcune stagioni è possibile che si verifichi un superamento del valore di 50 µg/m³. Visto che il cantiere ha la durata di un solo giorno e visto il limitatissimo numero di giorni nei quali le stazioni di qualità dell'aria esistenti hanno registrato valori delle medie giornaliere maggiori di 50 µg/m³, si può senz'altro affermare che il limite di legge (35 superamenti nell'arco dell'anno) sarà ampiamente rispettato.

Per le stesse considerazioni fatte per gli NO₂ sulla breve durata del cantiere, le concentrazioni massime giornaliere calcolate sono poco significative in relazione alla concentrazione in termini di media annua di PM₁₀ del territorio in esame.

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 81 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

Al fine di minimizzare i potenziali impatti valutati nella presente simulazione, effettuata in condizioni cautelative, verranno messi in pratica tutti quegli accorgimenti di buona pratica cantieristica, quali:

- evitare di tenere i mezzi inutilmente accesi;
- tenere i mezzi in buone condizioni di manutenzione;
- bagnatura delle gomme degli automezzi;
- umidificazione delle piste nelle aree di cantiere e dei cumuli di inerti¹;
- utilizzo di scivoli per lo scarico dei materiali;
- controllo e limitazione della velocità di transito dei mezzi².

¹ Efficienza indicativa di abbattimento dell'emissione di polveri (Countess Environmental, 2006) nel caso di bagnatura delle strade, almeno 2 volte al giorno pari a 55%.

² Efficienza indicativa di abbattimento dell'emissione di polveri (Countess Environmental, 2006) per mezzi che viaggiano a bassa velocità fino al 44%.

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 82 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

9 ALLEGATI

Allegato 1 – Mappe delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera

PROPRIETARIO 	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-AMB-005	
	PROGETTO / IMPIANTO Rif. Met. Sansepolcro – Terranuova Bracciolini DN 750 (30") - DP 75 bar ed opere connesse	Pag. 83 di 83	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3220-013

10 BIBLIOGRAFIA

ANPA, 2000 - "Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale – I fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia".

ARPAT, 2019 – "Relazione annuale sulla qualità dell'aria nella regione Toscana – Anno 2018".

Beyrich F., 1997 - "Mixing height estimation from SODAR data: a critical discussion", Atmospheric Environment, 31, 3941-3953.

CEQA, 2005 - "Air Quality Analysis Guidance Handbook - Off-Road Mobile Source Emission Factors" (<http://www.aqmd.gov/ceqa/handbook/offroad/offroad.html>).

Countess Environmental, 2006 - "WRAP fugitive dust Handbook".

Derwent, R. G., & Middleton, D. R. (1996). An empirical function for the ratio NO sub (2): NO sub (x). Clean Air, 26(3), 57-60.

Dixon, J., Middleton, D. R., & Derwent, R. G. (2000). Using measurements of nitrogen oxides to estimate the emission controls required to meet the UK nitrogen dioxide standard. *Environmental monitoring and assessment*, 65(1-2), 3-11.

U.S. EPA, 2006- "The CALPUFF Modelling System", (<http://www.src.com/calpuff/calpuff1.htm>).

U.S. EPA, 2007 - "AP 42, Volume I, Fifth Edition" (<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/>).

Seinfeld J.H., 1986, - "Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution", Wiley & Sons, Inc.