

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 1 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

GASDOTTO:

LUCERA – SAN PAOLO DI CIVITATE
Tratto APRICENA-SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4)
DN 300 (12”), DP 75 bar

STUDIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA
(ANALISI DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA)



0	Emissione per Enti	A.Giordano	R.Perini	A.Spadacini	09/04/2021
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 2 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

INDICE

1	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	3
2	SCOPO	4
3	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
4	DATI BASE	6
4.1	SORGENTI DI EMISSIONE	6
4.2	MEZZI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE	6
4.3	CARATTERISTICHE CLIMATICHE DELL’ARIA DI STUDIO	8
4.3.1	<i>Temperatura</i>	8
4.3.2	<i>Venti</i>	10
5	STIMA DELLE EMISSIONI	12
5.1	STIMA DEL SOLLEVAMENTO DI POLVERI PRODOTTO DURANTE LA FASE DI SCOTICO.....	12
5.2	STIMA DEL SOLLEVAMENTO DI POLVERI PRODOTTO DURANTE LA FASE DI SCAVO	12
5.3	STIMA DEL SOLLEVAMENTO DI POLVERI DOVUTO AL TRANSITO DEI MEZZI DI TRASPORTO SU STRADE NON PAVIMENTATE	14
5.4	STIMA DELLE POLVERI E DEI GAS ESAUSTI EMESSI DAI MEZZI DI CANTIERE.....	15
5.5	PORTATA TOTALE DEGLI INQUINANTI EMESSI	16
5.6	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE	17
6	RISULTATI	18
6.1	CONCENTRAZIONE DELLE POLVERI.....	18
6.2	CONCENTRAZIONE NO ₂	19
6.3	CONCENTRAZIONE SO ₂	20
6.4	CONCENTRAZIONE CO.....	21
7	CONCLUSIONI	22

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 3 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il presente studio sulle emissioni in atmosfera è sviluppato sul progetto del “Metanodotto Lucera -San Paolo di Civitate DN 300 (12”), DP 75 bar e opere connesse” che interessa la parte settentrionale della Puglia nella sola provincia di Foggia.

Il tracciato in progetto, completo delle opere connesse, ha una lunghezza complessiva di circa 92 km; non sono previste opere di dismissione e/o rimozione di metanodotti esistenti.

Il metanodotto principale, composto da 4 tratti, ha un diametro di 12” (DN 300) e si sviluppa per un totale di circa 70 km (Tabella 1-1): si stacca dal collegamento alle condotte esistenti in prossimità di Lucera con direzione di Foggia, poi si pone in direzione nord in parallelo all’autostrada A14 fino ad Apricena ed infine in direzione ovest si va a ricollegare alla rete SGI esistente nel comune di San Paolo Civitate.

Codice unità disegno	Denominazione metanodotto	Diametro	DP [bar]	Lunghezza (km)
001	Tratto Lucera - Foggia (Tratto 1)	DN 300 (12")	75	19.930
002	Tratto Foggia –San Severo (Tratto 2)	DN 300 (12")	75	11.000
003	Tratto San Severo -Apricena (Tratto 3)	DN 300 (12")	75	19.944
004	Tratto Apricena - San Paolo Di Civitate (Tratto 4)	DN 300 (12")	75	19.470

Tabella 1-1 Indicazione dei tratti principali in progetto

Oltre ai 4 tratti della linea principale, sono previste n. 3 bretelle aventi diametro DN 100 (4”), DP 75 bar che si sviluppano per una lunghezza complessiva pari a circa 22 km (Tabella 1-2).

Codice unità disegno	Denominazione metanodotto	Diametro	DP [bar]	Lunghezza (km)
005	Bretella 1 in Comune di Foggia	DN 100 (4")	75	8.525
006	Bretella 2 in Comune di San Severo	DN 100 (4")	75	6.709
007	Bretella 3 in Comune di Apricena	DN 100 (4")	75	6.658

Tabella 1-2 Indicazione delle bretelle in progetto

Il presente studio, in particolare, prende in esame il “Metanodotto Lucera – S. Paolo di Civitate Tratto Apricena – San Paolo di Civitate (Tratto 4)”.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 4 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

2 SCOPO

Lo scopo del presente studio è quello di valutare l'eventuale perturbazione della qualità dell'aria, dovuta alle emissioni in atmosfera generate dalla costruzione dell'opera.

In particolare, durante la fase di cantiere del Progetto, gli impatti sulla qualità dell'aria a livello locale sono legati alle seguenti attività:

- Emissione temporanea di polveri da movimentazione terra, scavi, transito di veicoli di cantiere su superfici non asfaltate;
- Emissione temporanea di gas di scarico in atmosfera da parte dei veicoli coinvolti nella costruzione del progetto (escavatori, trattori posa-tubi, ecc).

Gli impatti, derivanti da ognuna di queste attività sono stati valutati e confrontati con gli standard di qualità dell'aria vigenti attraverso la metodologia descritta nei capitoli seguenti.

Il presente studio fornisce, a partire dalla modellazione delle sorgenti di emissione, una analisi dell'andamento della concentrazione dei potenziali inquinanti, rispetto alla distanza dalla sorgente. In tale modo è possibile effettuare uno screening completo di tutte le aree limitrofe alla fascia interessata dai lavori.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 5 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

3 RIFERIMENTI NORMATIVI

Per quanto concerne le emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera, il principale riferimento legislativo, è il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155: “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”, riguardante i valori limite per il biossido di zolfo, biossido di azoto, monossido di carbonio, le particelle sospese (PM₁₀, PM_{2.5}, benzene, piombo) e i valori critici per la protezione della vegetazione per gli ossidi di zolfo e gli ossidi di azoto.

I valori limite degli inquinanti per la protezione della salute umana, i margini di tolleranza e le modalità di riduzione di tale margine sono definiti nel decreto nell'Allegato XI.

Nella Tabella 3-1 seguente sono indicati, per i vari inquinanti, il periodo di mediazione, il valore limite e l'entrata in vigore del limite.

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore limite	Entrata in vigore
SO ₂	1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per l'anno civile (corrisponde al 99.726 perc.)	1 ^o Gennaio 2005
	24 ore	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per l'anno civile (corrisponde al 99.178 perc.)	1 ^o Gennaio 2005
NO ₂	1 ora	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per l'anno civile (corrisponde al 99.794 perc.)	1 ^o Gennaio 2010
	Anno civile	40 µg/m ³ NO ₂	1 ^o Gennaio 2010
NO _x	Anno civile	30 µg/m ³ NO _x	-
PM ₁₀	24 ore	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per l'anno civile (corrisponde al 90.410 perc.)	1 ^o Gennaio 2005
	Anno civile	40 µg/m ³	1 ^o Gennaio 2005
PM _{2.5}	Anno civile	25 µg/m ³	1 ^o Gennaio 2015
Pb	Anno civile	0,5 µg/m ³	1 ^o Gennaio 2005
Benzene	Anno civile	5 µg/m ³	1 ^o Gennaio 2010
CO	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	1 ^o Gennaio 2005

Tabella 3-1 Valori limite per la protezione della salute umana (D.Lgs 155/2010 Allegato XI)

Le lavorazioni inerenti il metanodotto oggetto di studio comportano essenzialmente l'emissione in atmosfera di polveri e dei seguenti inquinanti: PM₁₀, NO₂, SO₂ e CO.

I valori limite che fanno riferimento a medie sull'anno civile sono di scarsa rilevanza per la presente analisi, poiché si considerano emissioni da sorgenti che si spostano con il cantiere (di durata pari a una giornata lavorativa) e ricadute che si esauriscono nell'ambito di alcune centinaia di metri dal cantiere stesso, quindi con sovrapposizioni praticamente nulle tra giorni successivi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 6 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

4 DATI BASE

4.1 Sorgenti di emissione

L'attività lavorativa oggetto del presente studio è quella che riguarda la realizzazione del metanodotto, in quanto è quella più impattante dal punto di vista delle emissioni. Sulla base di tale osservazione, ciascuna sorgente emissiva viene simulata come sorgente areale. Essa è rappresentativa del tratto di cantiere interessato dalle operazioni di ciascuna giornata di lavoro.

Ai fini della simulazione verranno considerate le seguenti dimensioni:

- lunghezza pari a 100 m corrispondente all'avanzamento giornaliero della pista di cantiere interessata dalle operazioni di scavo;
- larghezza pari a 18 m corrispondente alla porzione dell'area di cantiere effettivamente interessata dagli scavi e dal passaggio di mezzi pesanti;

Pertanto, l'area di ciascuna sorgente emissiva areale risulta pari a 1.800 m².

La quantificazione delle emissioni in atmosfera dovute alle varie lavorazioni (scotico superficiale, scavo e posa della condotta), consente di individuare i vari scenari emissivi e quindi di valutarne la dispersione al suolo ed il rispetto dei limiti normativi vigenti.

4.2 Mezzi coinvolti nelle attività di cantiere

Le attività di realizzazione dell'opera avvengono tramite un cantiere mobile in cui i mezzi operativi lavorano in sequenza, con apertura pista, posa delle tubazioni, rinterro dello scavo e ripristino dei luoghi, in momenti successivi lungo il tracciato.

L'entità degli impatti, pertanto, varia in base alle lavorazioni eseguite, nelle quali vengono impiegati diversi macchinari e mezzi.

Per tale motivo, la caratterizzazione delle emissioni è stata impostata prendendo come riferimento una composizione di mezzi ritenuta conservativa e considerando che questi siano in funzione contemporaneamente e nella stessa area identificativa del cantiere giornaliero.

Di seguito si riportano i mezzi e i macchinari considerati in funzione all'interno dell'area di cantiere (100 metri di linea) rappresentativa della giornata lavorativa (8 ore) per l'esecuzione di tutte le lavorazioni necessarie alla realizzazione del progetto che definiscono il caso conservativo dimensionante su cui eseguire lo studio di dispersione:

- n.1 escavatore;
- n.2 camion ribaltabili;
- n.1 motopompa;
- n.1 trivella;
- n.2 sidebooms (trattore posatubi);
- n.1 pompa alta pressione;
- n.1 pala meccanica;
- n.1 macchina sfilatubi;

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 7 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

- n.1 paywelder;
- n.1 pulmino;
- n.1 fuoristrada.

Ulteriori macchinari che potrebbero essere impiegati in cantiere (es. rig, sabbiatrice, ecc.), non vengono inseriti nella caratterizzazione del caso conservativo dimensionante del cantiere giornaliero in quanto non vengono utilizzati in contemporaneità con quelli indicati in precedenza.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 8 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

4.3 Caratteristiche climatiche dell'aria di studio

Le condizioni climatiche rappresentative dell'area oggetto del presente studio, identificate in base alle informazioni riportate nei seguenti paragrafi, sono le seguenti:

- Velocità del vento 4 m/s;
- Classe di Pasquill D.

4.3.1 Temperatura

La stazione ubicata nel comune di Foggia (Osservatorio), posta ad una quota di 82 m s.l.m. evidenzia un minimo termico nell'arco temporale compreso tra il 1990 e il 2019, nel mese di gennaio con 9,0°C di media, mentre la temperatura massima, sempre nello stesso arco temporale, si registra nel mese di agosto con 27,1°C.

Il dato medio di temperatura nel corso dell'anno è pari a 17,3°C.

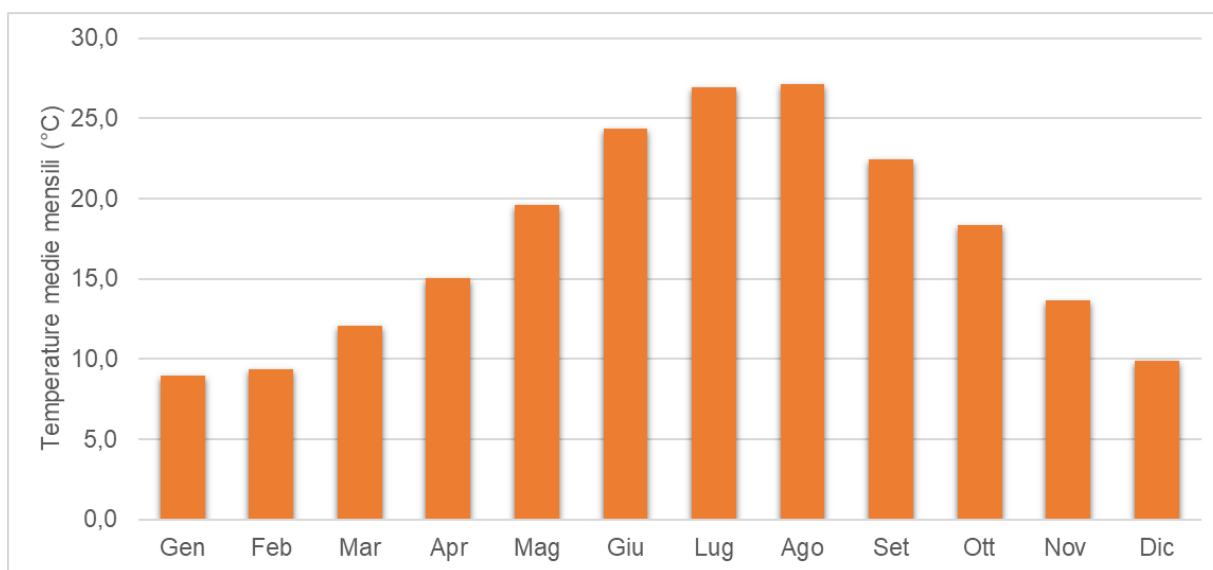


Figura 4-1 Dati Termometrici relativi alla stazione di Foggia (Osservatorio)

Analizzando la stazione di Lucera il minimo termico nel periodo 1990-2019 risulta essere a gennaio con 8,4°C, mentre la temperatura massima, sempre nello stesso arco temporale, si registra nel mese di agosto con 27,1°C. Il dato medio di temperatura nel corso dell'anno è pari a 17,3°C.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 9 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

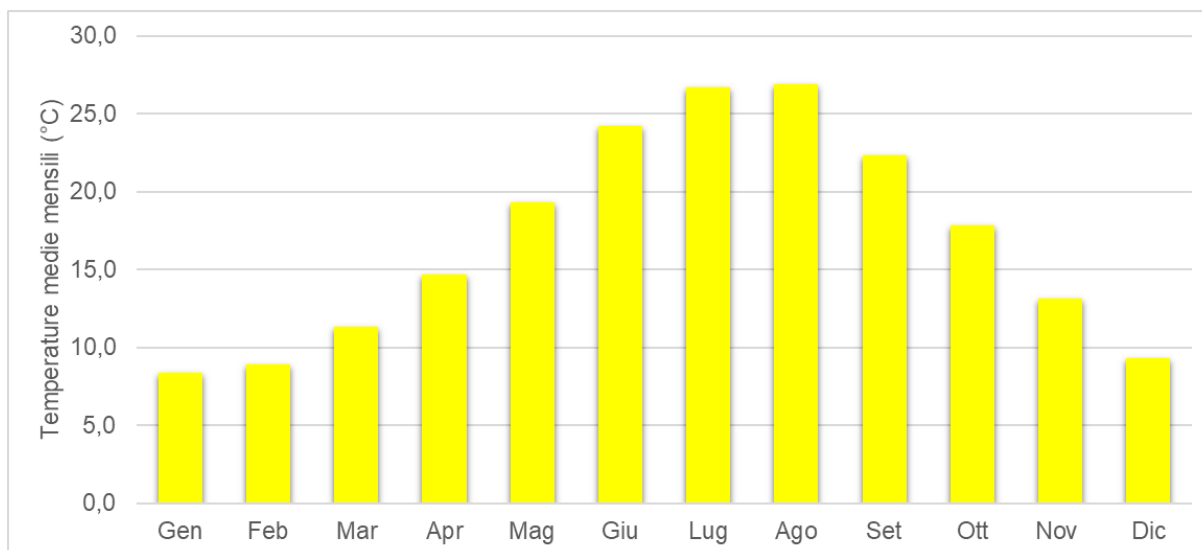


Figura 4-2 Dati Termometrici relativi alla stazione di Lucera

Per la stazione di San Severo, posta ad una quota di 97 m s.l.m., con periodo di riferimento 1990-2019, si osserva come la temperatura media annua sia comparabile con quella della stazione di Lucera. Il valore minimo termico si registra a gennaio con 8,3°C, mentre la temperatura media mensile più alta si ha nei mesi di luglio e agosto con 26,3°C.

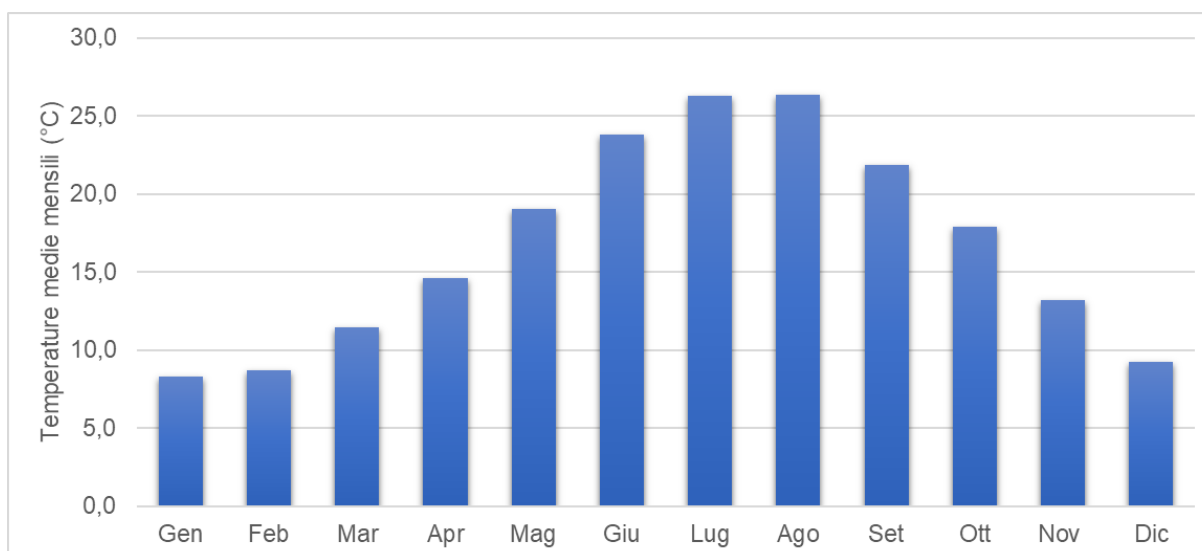


Figura 4-3 Dati Termometrici relativi alla stazione di San Severo

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 10 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

4.3.2 Venti

I dati di seguito riportati provengono dalla stazione di rilevazione di Casalnuovo Monterotaro (comune di Casalnuovo Monterotaro, Lat. 41°35' N; Long. 15°05" E, Alt. 507 m s.l.m.), posta ad una distanza in linea d'aria di circa 16 Km dal tracciato di progetto.

I dati sono riferiti ad un periodo di osservazione dal 20/03/2000 al 31/02/2002 e sono suddivisi in 16 direzioni di provenienza dei venti, una ogni 22,5°.

Nella (Tabella 4-1) sono riportati i risultati dei rilievi anemologici presi in considerazione.

DATI ANEMOLOGICI - CASALNUOVO MONTEROTARO					
Direzione di Provenienza (Settori)	CLASSI DI VELOCITÀ (m/s)				
	0,1 - 7,9	8 - 15,9	16 - 23,9	24 - 31,9	32 - 39,9
N	3,60%	1,68%	0,27%	0,00%	0,00%
NNE	3,94%	0,45%	0,00%	0,00%	0,00%
NE	1,78%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%
ENE	2,73%	0,55%	0,02%	0,00%	0,00%
E	2,03%	0,09%	0,00%	0,00%	0,00%
ESE	3,10%	0,73%	0,02%	0,00%	0,00%
SE	2,61%	0,44%	0,01%	0,00%	0,00%
SSE	3,32%	0,72%	0,00%	0,00%	0,00%
S	3,02%	0,95%	0,08%	0,00%	0,00%
SSO	7,69%	7,36%	0,91%	0,04%	0,00%
SO	14,91%	8,40%	2,14%	0,19%	0,03%
OSO	7,01%	0,41%	0,04%	0,00%	0,00%
O	4,33%	0,08%	0,00%	0,00%	0,00%
ONO	3,43%	0,42%	0,02%	0,00%	0,00%
NO	3,71%	1,23%	0,00%	0,00%	0,00%
NNO	2,89%	2,54%	0,02%	0,00%	0,00%

Tabella 4-1 Valori anemometrici per la stazione di Casalnuovo Monterotaro

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 11 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

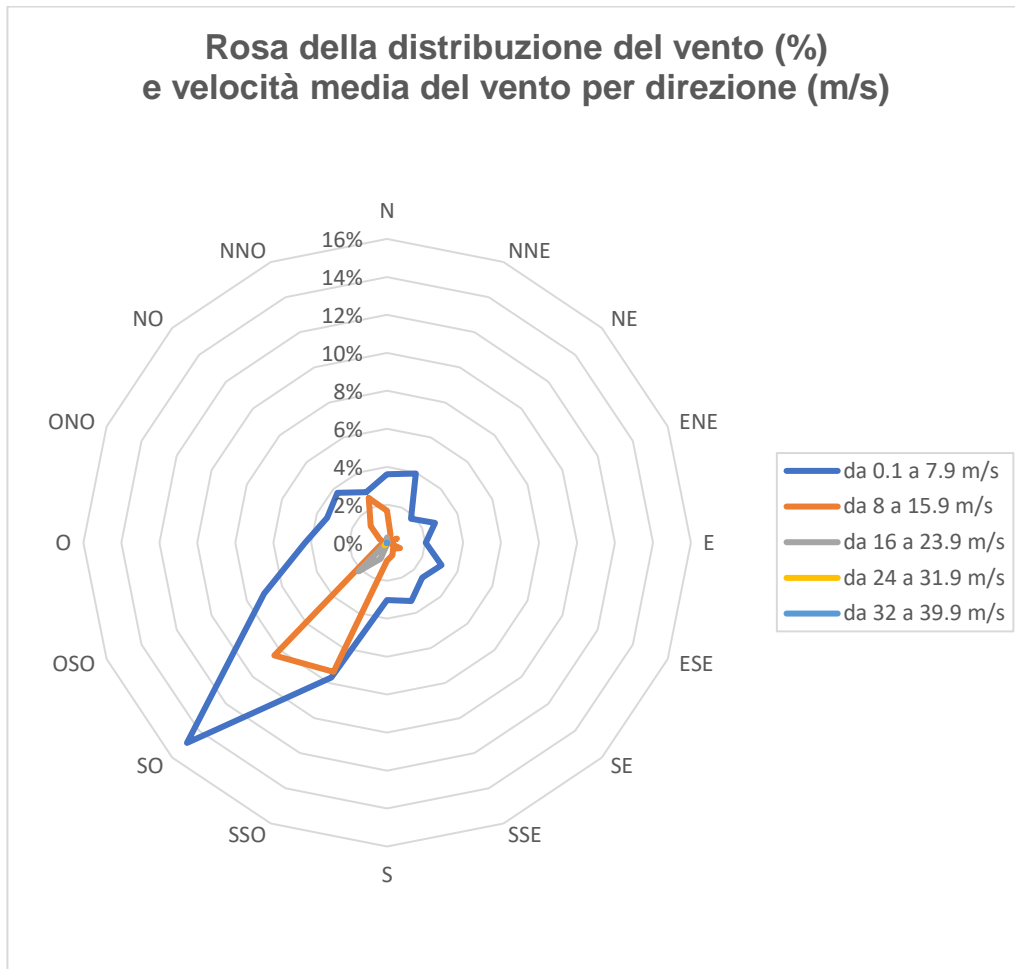


Figura 4-4 Rosa della distribuzione del vento e della velocità media per direzione, dalla stazione di rilevazione di Casalnuovo Monterotaro

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 12 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

5 STIMA DELLE EMISSIONI

Nel presente studio si analizza la dispersione di inquinanti in atmosfera emessi durante i lavori di realizzazione dell'opera. Tali emissioni sono determinate dalle seguenti tipologie di attività:

- Sollevamento di polveri prodotto durante la fase di scotico;
- Sollevamento di polveri prodotto durante la fase di scavo;
- Sollevamento di polveri dovuto al transito dei mezzi di trasporto su strade non pavimentate;
- Emissione di polveri e dei gas esausti emessi dai mezzi di cantiere.

5.1 Stima del sollevamento di polveri prodotto durante la fase di scotico

L'attività di scotico (rimozione degli strati superficiali del terreno) e sbancamento del materiale superficiale viene generalmente effettuata con ruspa o escavatore lungo tutta la pista di cantiere.

Secondo quanto indicato al paragrafo 13.2.3 “Heavy construction operations” dell'AP-42, tale fase produce delle emissioni di polveri sottili (PTS) con un rateo di 5.7 kg/km. Tale fattore è assegnato per le polveri totali; per riferirsi al PM₁₀ si considera cautelativamente l'emissione costituita circa il 40% PM₁₀.

Nel caso in esame, considerando la lunghezza della pista di lavoro interessata giornalmente pari a 100 m, si ha un'emissione di **0,228 kg/giorno PM₁₀**.

5.2 Stima del sollevamento di polveri prodotto durante la fase di scavo

La stima delle emissioni di polveri associate alla fase di scavo e movimentazione di terre è stata effettuata in base al volume di scavo, calcolato in funzione della sezione di scavo prevista (Figura 5-1).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 13 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

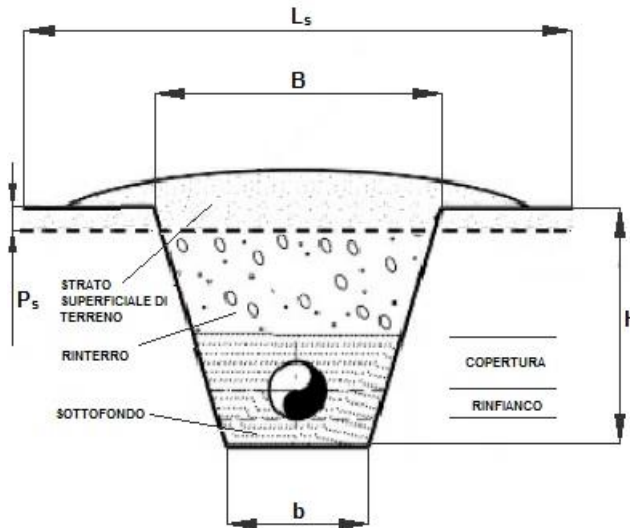


Figura 5-1 Sezione tipo dello scavo per l'alloggiamento delle condotte

Per la stima della quantità di particolato fine (PM_{10}) sollevato in atmosfera durante le attività di scavo e movimentazione terra si fa riferimento alla metodologia “AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.2: Miscellaneous Sources – Aggregate Handling And Storage Piles” (USEPA 2006), che permette di definire i fattori di emissione, durante l’operazione di formazione e stoccaggio del materiale in cumuli, mediante l’utilizzo della seguente equazione empirica:

$$E = k \cdot (0,0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

Dove:

- E = fattore di emissione PM_{10} (kg/ton materiale rimosso);
- U = velocità media del vento [m/s];
- M = contenuto in percentuale di umidità del suolo (assunto pari a 10%, valore tipico dei suoli sabbio-limosi);
- K = fattore moltiplicativo che dipende dalle dimensioni del particolato (per il PM_{10} , $K=0,35$).

Tali parametri sono stati assunti, in modo conservativo, in accordo alla metodologia “AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.4: Miscellaneous Sources – Aggregate Handling And Storage Piles” (USEPA 2006).

Il fattore U, relativo alla velocità media del vento, è stato assunto pari a 4 m/s come indicato nel paragrafo 4.3.2.

Il calcolo delle tonnellate di terra movimentate è stato effettuato considerando una densità media del terreno pari a 1800 kg/m^3 e un avanzamento giornaliero di 100 m di linea.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 14 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

Nella tabella seguente (Tabella 5-1), considerando la sezione dello scavo in Figura 5-1 si riporta il calcolo del volume di materiale movimentato relativo ai tratti di cantiere giornaliero.

Base Maggiore scavo (B)	2,53 m
Base minore scavo (b)	1 m
Altezza scavo (H)	2,1 m
Larghezza scotico (L _s)	18 m
Profondità scotico (P _s)	30 cm
Avanzamento giornaliero (L)	100 m
Densità terreno (ρ)	1800 kg/m ³
Volume terreno movimentato (V _t)	910,5 m ³
Massa terreno movimentato (m _t)	1638,92 ton

Tabella 5-1 Calcolo del volume e della massa di terreno movimentato

Pertanto, il fattore di emissione che si ottiene applicando l'equazione empirica sopra esposta è pari a **0,209 kg/ giorno PM₁₀**.

5.3 Stima del sollevamento di polveri dovuto al transito dei mezzi di trasporto su strade non pavimentate

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 13.2.2: Miscellaneous Sources – Unpaved Roads” (USEPA 2006).

La quantità di particolato emesso in seguito al transito di un veicolo pesante su un tratto di strada non asfaltata (e asciutta) dipende dalle caratteristiche della strada (tipo di terreno), dalla tipologia dei veicoli e dal flusso di traffico.

La metodologia AP-42 propone la seguente equazione di stima della massa di particolato rilasciati dal transito dei mezzi pesanti all'interno del cantiere:

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

Dove:

- E = kg PM₁₀ sollevato/ km percorso da ogni mezzo (si assume che il fuoristrada, il pulmino, la pala meccanica e l'autocarro percorrano 600m all'interno dell'area di lavoro giornaliero, mentre gli altri mezzi 300 m);
- K = costante pari a 0,423;
- s = contenuto di silt (%), si è ipotizzato 10% (valore tipico per un terreno agricolo);
- W = peso medio del veicolo, assunto pari a 30 ton per trattori, autocarri, pala meccanica ed escavatori e pari a 2 ton per i mezzi di trasporto;
- a = costante pari a 0,9;
- b = costante pari a 0,45.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 15 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

Considerato che la superficie interessata dai lavori verrà bagnata al fine di limitare la dispersione di polveri e che l'efficienza media della bagnatura è normalmente superiore al 80% e ipotizzando un coefficiente di contemporaneità di esercizio dei mezzi pari al 50%, le polveri dovute al transito dei mezzi di trasporto su strade non pavimentate risultano pari a **0,53 kg/giorno PM₁₀**.

5.4 Stima delle polveri e dei gas esausti emessi dai mezzi di cantiere

Il traffico e l'attività dei veicoli pesanti e delle macchine operatrici durante la fase di cantiere determina il rilascio in atmosfera di gas e polveri, che si disperdono nell'area di interesse.

La stima quantitativa delle emissioni di gas e particolato esausti dai tubi di scarico dei mezzi pesanti viene di seguito condotta utilizzando i fattori di emissione contenuti nell'Inventario Nazionale delle Emissioni dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). I dati sul trasporto stradale fanno riferimento all'anno 2018.

Nel caso dell'autocarro si stimano le emissioni giornaliere utilizzando i fattori di emissione per i *veicoli pesanti diesel*, mentre per il pulmino e i fuoristrada si fa riferimento ai *veicoli commerciali leggeri diesel* (Tabella 5-2). I dati riportati si riferiscono al caso di circolazione urbana, che rappresenta il caso più conservativo in termini di emissioni di inquinanti.

Tipologia Veicolo	Emissione PM ₁₀ [g/km]	Emissione NO _x [g/km]	Emissione SO ₂ [g/km]	Emissione CO [g/km]
Autocarro (camion ribaltabile)	0,153	3,132	0,0031	0,972
Pulmino	0,066	1,027	0,0011	0,363
Fuoristrada	0,066	1,027	0,0011	0,363

Tabella 5-2 Fattori di emissione mezzi di cantiere

Per la stima quantitativa delle emissioni (Tabella 5-3) si ipotizza che in una normale giornata di cantiere i mezzi di trasporto percorrano un tragitto medio pari a 600 m/giorno all'interno dell'area di interesse della sorgente.

	Emissione PM ₁₀ [kg/giorno]	Emissione NO _x [kg/giorno]	Emissione SO ₂ [kg/giorno]	Emissione CO [kg/giorno]
TOTALE	0,000263	0,004991	0,000005	0,001602

Tabella 5-3 Emissione degli inquinanti in atmosfera da traffico veicolare

Per quanto riguarda la stima delle emissioni di inquinanti, rilasciate dagli escavatori e dalle altre macchine operatrici durante le attività lavorative, si fa riferimento alla metodologia americana definita AQMD "Air Quality Analysis Guidance Handbook" (Handbook) *Off-Roads Mobile Source Emission Factors*:

$$E = n \cdot H \cdot EF$$

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 16 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

Dove:

- E = emissione di inquinante [lb/giorno];
- n = numero di macchine operatrici;
- H = ore di lavoro per ciascuna macchina operatrice [h/giorno]
- EF = fattore di emissione per le ciascuna macchina operatrice [lb/h] facendo riferimento all'anno 2021 (Tabella 5-4).

Tipologia Veicolo	Emissione PM ₁₀ [lb/h]	Emissione NO _x [lb/h]	Emissione SO ₂ [lb/h]	Emissione CO [lb/h]
Trattore posa tubi	0,0131	0,3814	0,0019	0,3430
Escavatore	0,0134	0,3891	0,0018	0,3258
Pala meccanica	0,0131	0,3814	0,0019	0,3430
Macchina sfilatubi	0,0131	0,3814	0,0019	0,3430
Trivella	0,0134	0,3891	0,0018	0,3258
Motopompa	0,0108	0,2404	0,0004	0,2490
Pompa ad alta pressione	0,0108	0,2404	0,0004	0,2490
Pay-welder	0,0123	0,3907	0,0013	0,2269

Tabella 5-4 Fattori di emissione macchine operatrici

Ipotizzando un coefficiente di contemporaneità di esercizio dei mezzi pari al 50% e dei cicli di lavoro di 3 ore per ciascuna macchina, si ottengono i seguenti valori di emissione giornaliera per ciascun inquinante (Tabella 5-5).

	Emissione PM ₁₀ [kg/giorno]	Emissione NO _x [kg/giorno]	Emissione SO ₂ [kg/giorno]	Emissione CO [kg/giorno]
TOTALE	0,077	2,162	0,009	1,872

Tabella 5-5 Emissione degli inquinanti causate dalle Macchine Operatrici

5.5 Portata totale degli inquinanti emessi

La tabella seguente (Tabella 5-6) riassume i valori delle emissioni, calcolati considerando i dati e le ipotesi descritte precedentemente, utilizzati ai fini della modellazione della dispersione.

Per quanto riguarda gli ossidi di azoto, i riferimenti normativi per la tutela della salute umana sono fissati solo per il biossido di azoto. Il rapporto NO₂/NO_x non è stabile, ma varia nel tempo e quindi con la distanza dell'inquinante dalla sorgente, in particolare tende a 1 (a una distanza pari a diverse decine di km), in quanto l'NO si ossida per la quasi totalità in NO₂. Pertanto, considerando l'entità delle portate di emissione, si può assumere conservativamente che la frazione di NO₂ è mediamente il 20% (dato ricorrente nella letteratura tecnica) della emissione totale degli NO_x e che quindi il valore di portata emessa di NO₂ è pari a **0,433 kg/giorno**.

Emissione PM ₁₀ [kg/giorno]	Emissione NO ₂ [kg/giorno]	Emissione SO ₂ [kg/giorno]	Emissione CO [kg/giorno]
1,048	0,433	0,009	1,873

Tabella 5-6 Totale emissione Macchine

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 17 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

5.6 Descrizione del modello di simulazione

La simulazione numerica è stata condotta con il software SCREEN View. Tale software è stato sviluppato dalla Lakes Environmental. La modellazione viene dettagliata nel documento "Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources" (EPA 1995d) e fornisce uno screening preliminare basato su un modello di dispersione gaussiana del plume, con sorgente areale singola. In particolare il modello alla base si chiama US EPA SCREEN3, tra quelli approvati da EPA.

Con la presente metodologia e modellazione i risultati ottenuti non solo limitati ad un'analisi in determinati punti (recettori) ma è rappresentativa (conservativamente) di tutta l'estensione della linea oggetto dello studio garantendo pertanto che i limiti vigenti siano rispettati per l'intero progetto.

La quota dal suolo a cui viene calcolata la concentrazione delle sostanze inquinanti ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), in funzione della distanza dalla sorgente, è pari a 1,5 m.

Il dominio di calcolo è stato impostato da 0 m a 500 m dalla sorgente. Ciascuna sorgente emissiva viene simulata come sorgente areale a partire dai seguenti parametri:

- larghezza e lunghezza dell'area rettangolare di emissione (m);
- portata di emissione di ciascun inquinante emesso ($\text{g}/\text{s}/\text{m}^2$);
- classe di Pasquill;
- velocità del vento (m/s).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 18 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

6 RISULTATI

Le simulazioni riguardanti la concentrazione delle PM₁₀ e degli inquinanti gassosi nell'area circostante il cantiere sono state effettuate sulla base dei dati di emissione indicati nel capitolo precedente.

6.1 Concentrazione delle polveri

La normativa vigente fissa valori limite di concentrazione per le polveri sottili con diametro inferiore ai 10 µm (PM₁₀), in

- PM₁₀ - 50 µg/m³ - media giornaliera – 90,4 percentile – Tutela della salute umana; ammettendo non più di 18 superamenti per anno civile.

Nella seguente immagine sono riportati i risultati ottenuti:

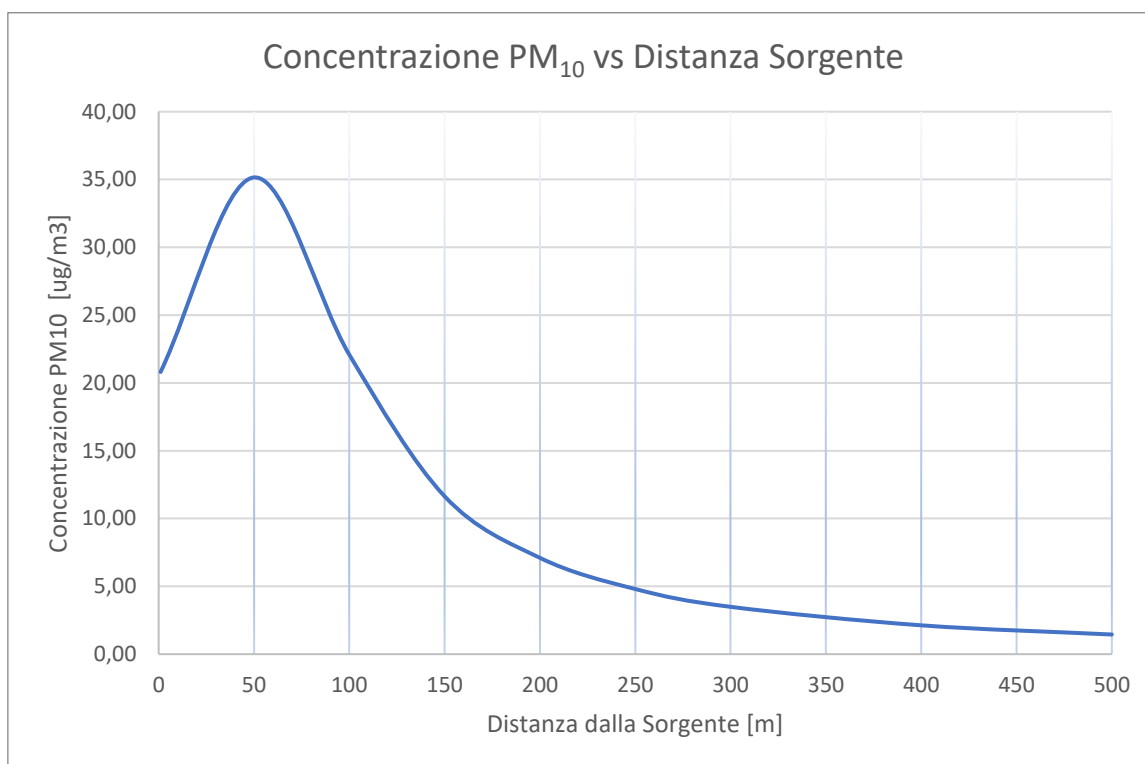


Figura 6-1 Concentrazione PM10 vs Distanza dalla sorgente

Come è ragionevole aspettarsi, la concentrazione dell'inquinante risulta più elevata in prossimità della sorgente e diminuisce man mano che ci si allontana da essa.

Il grafico (Figura 6-1) evidenzia **il pieno rispetto della normativa vigente** in termini di concentrazione emessa.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 19 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

6.2 Concentrazione NO₂

La normativa vigente fissa valori limite di concentrazione per il biossido di azoto in:

- 200 µg/m³ - 99,8 percentile della media oraria di NO₂ – Tutela della salute umana;

Nella seguente immagine sono riportati i risultati ottenuti:

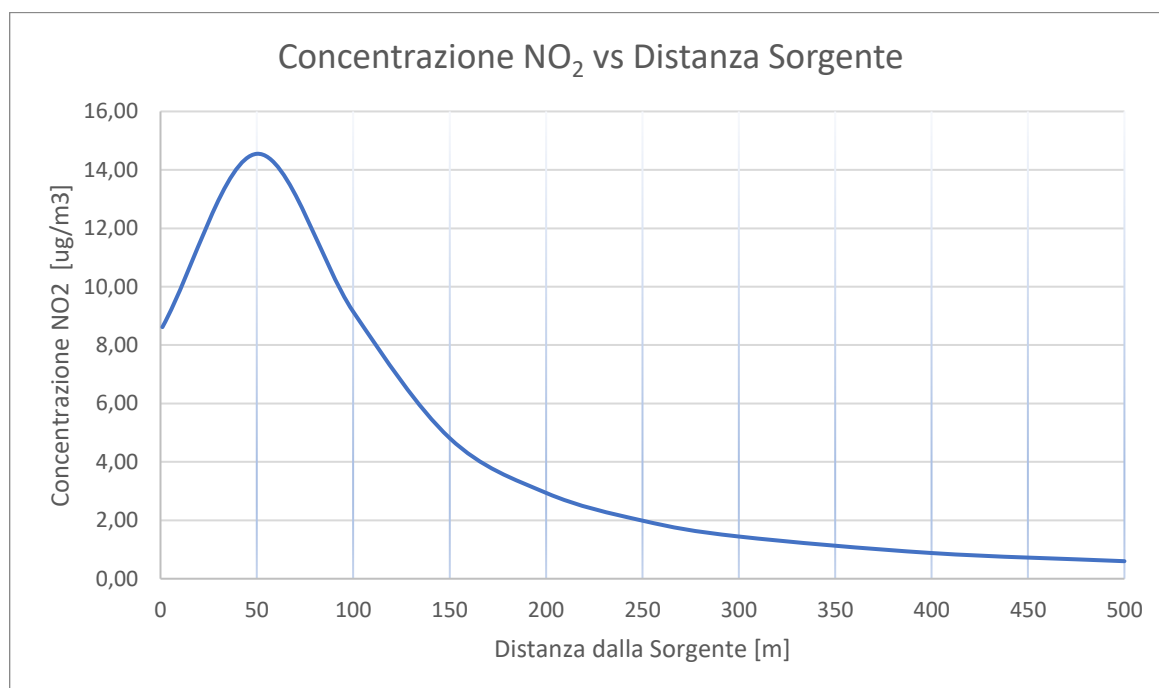


Figura 6-2 Concentrazione NO₂ vs Distanza dalla sorgente

Come è ragionevole aspettarsi, la concentrazione dell'inquinante risulta più elevata in prossimità della sorgente e diminuisce man mano che ci si allontana da essa.

Il grafico (Figura 6-2) evidenzia **il pieno rispetto della normativa vigente** in termini di concentrazione emessa.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 20 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

6.3 Concentrazione SO₂

La normativa vigente fissa valori limite di concentrazione di biossido di zolfo in:

- 350 µg/m³ - 99,7 percentile della media oraria– Tutela della salute umana;
- 125 µg/m³ - 99,2 percentile della media giornaliera– Tutela della salute umana;

Nella seguente immagine sono riportati i risultati ottenuti:

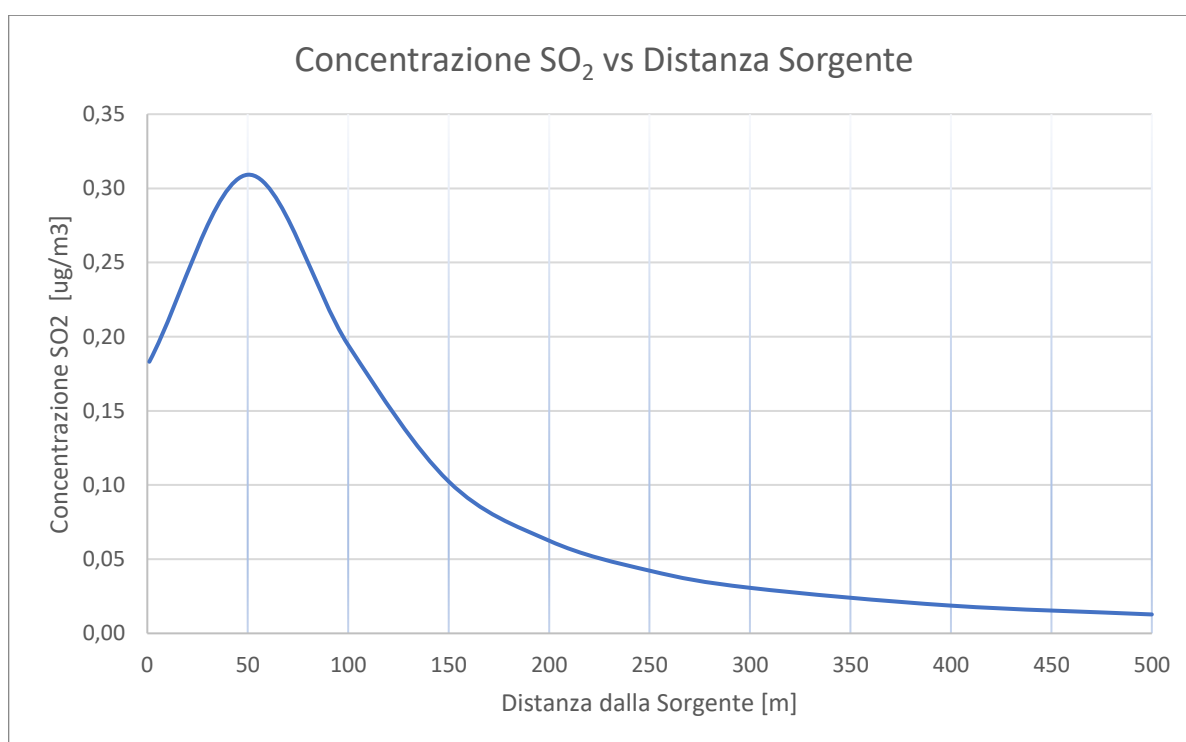


Figura 6-3 Concentrazione SO₂ vs Distanza dalla sorgente

Come è ragionevole aspettarsi, la concentrazione dell'inquinante risulta più elevata in prossimità della sorgente e diminuisce man mano che ci si allontana da essa.

Il grafico (Figura 6-3) evidenzia **il pieno rispetto della normativa vigente** in termini di concentrazione emessa.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 21 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

6.4 Concentrazione CO

La normativa vigente fissa valori limite di concentrazione di monossido di carbonio in:

- 10 mg/m³ (10.000 µg/m³) -media giornaliera max su 8 ore- Tutela della salute umana;

Nella seguente immagine sono riportati i risultati ottenuti:

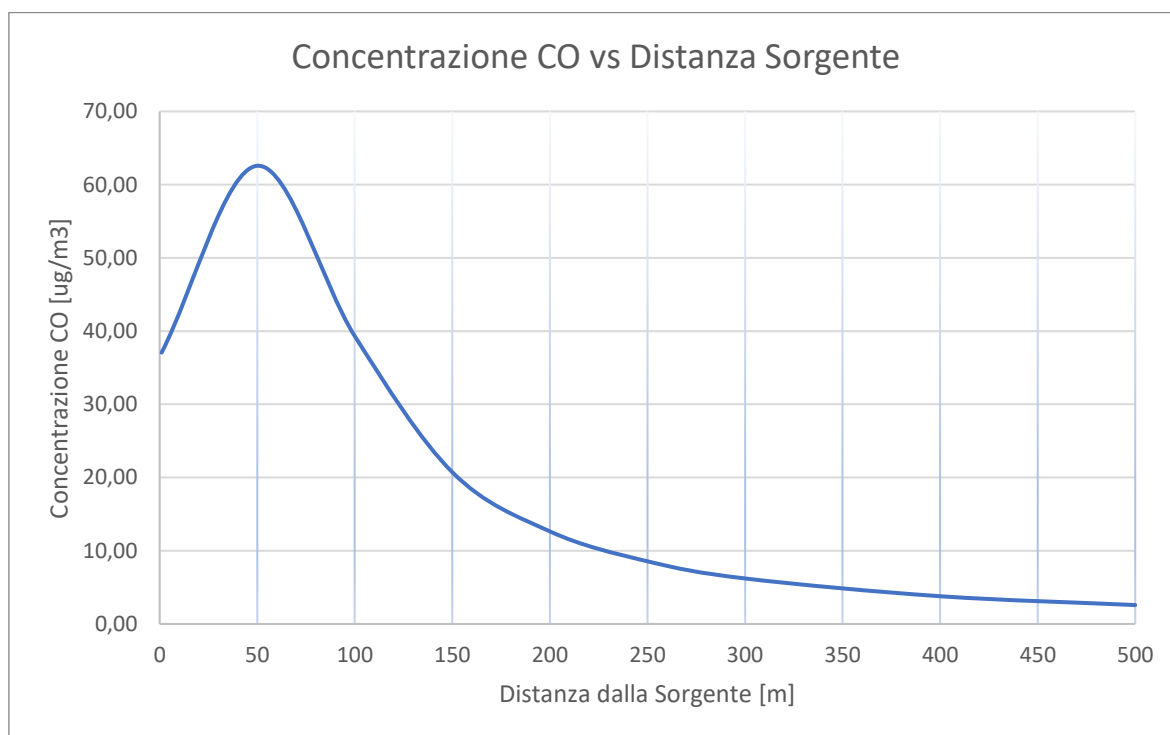


Figura 6-4 Concentrazione CO vs Distanza dalla sorgente

Come è ragionevole aspettarsi, la concentrazione dell'inquinante risulta più elevata in prossimità della sorgente e diminuisce man mano che ci si allontana da essa.

Il grafico (Figura 6-4) evidenzia **il pieno rispetto della normativa vigente** in termini di concentrazione emessa.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 004
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	SPC. RT-D-0024	
	PROGETTO Metanodotto Lucera – San Paolo di Civitate Tratto APRICENA - SAN PAOLO DI CIVITATE (TRATTO 4) DN 300 (12”), DP 75 bar	Pagina 22 di 22	Rev. 0

Rif. TFM: 110009-4D-RT-E-5024

7 CONCLUSIONI

Lo studio relativo alla valutazione degli impatti sulla qualità dell’aria, indotti dalle attività di cantiere associate al metanodotto in oggetto, non ha evidenziato rischi di superamento dei limiti normativi vigenti circa la concentrazione di PM₁₀, NO₂, SO₂, CO.

La realizzazione di un gasdotto, per sua natura, si completa tramite cantieri mobili, anche non consecutivi e comunque di breve durata (massimo qualche giorno), che consentono in breve tempo il completo recupero dei terreni interessati, e un limitato disturbo all’ambiente circostante.

Pertanto, data l’estrema temporaneità dei tratti di cantiere simulati, rappresentativi dell’avanzamento giornaliero della linea e le condizioni conservative utilizzate per le simulazioni, **si può affermare che gli impatti sulla qualità dell’aria saranno del tutto trascurabili, temporanei e reversibili.**