

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 1 di 37	Rev. 0

**Metanodotto Pontremoli - Cortemaggiore
DN 900 (36"), P 75 bar**

Studio di impatto ambientale

**APPROFONDIMENTI TEMATICI RELATIVI ALLA RICHIESTA MATTM DEL 14.10.2010
E
OTTIMIZZAZIONI PROGETTUALI**

Percorrenza nel territorio della Regione Toscana

**Annesso B
Emissioni Atmosferiche**

0	Emissione	Catani	Valentini	Buongarzo	Giu 2011
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 2 di 37	Rev. 0

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3	CONDIZIONI METEOCLIMATICHE – SERIE STORICHE ENEL/AM	5
4	STIMA DELLE EMISSIONI	10
	4.1 Polveri sottili	11
	4.2 Gas esausti (NO _x)	14
5	STIMA DEGLI IMPATTI	15
	5.1 Metodologia	15
	5.2 Modello di simulazione	17
	5.3 Individuazione delle condizioni meteorologiche di riferimento	18
6	RISULTATI DELL'ANALISI DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI	21
	6.1 Scenari di dispersione per le Polveri Sottili (PM10)	22
	6.2 Scenari di dispersione per gli Ossidi di Azoto (NO _x)	23
7	CONCLUSIONI	24
8	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	26
	ANNESSO I - POLVERI PM₁₀: RAPPRESENTAZIONE DEGLI ISOLIVELLI DI CONCENTRAZIONE	27
	ANNESSO II – BISSIDO DI AZOTO NO₂: RAPPRESENTAZIONE DEGLI ISOLIVELLI DI CONCENTRAZIONE	34

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 3 di 37	Rev. 0

1 PREMESSA

Scopo del presente documento è la valutazione degli impatti che saranno indotti sulla qualità dell'*aria ambiente* durante la realizzazione del metanodotto Pontremoli Cortemaggiore e la dismissione del metanodotto esistente ad esso limitrofo. In particolare saranno calcolate le concentrazioni 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) prodotti dalle macchine operatrici destinate alla realizzazione dell'opera.

Aria Ambiente: l'aria esterna presente nella troposfera, ad esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro (D.Lgs. Governo n° 351 del 04/08/1999).

Trattandosi di un cantiere mobile, sarà caratterizzato da varie fasi in ciascuna delle quali saranno impegnati un certo numero di mezzi e sarà movimentato un ben definito volume di terreno. Ai fini della valutazione degli impatti si farà riferimento alla fase/i che prevede la maggiore emissione degli inquinanti considerati, in modo da avere stime comunque conservative.

La stima degli impatti sarà eseguita con il modello Calpuff (U.S.EPA, 2006) che appartiene alla famiglia dei modelli tridimensionali lagrangiani a puff.

I risultati delle simulazioni modellistiche permetteranno di verificare la conformità delle concentrazioni in aria ambiente con i limiti stabiliti dal D.Lgs.155/10 e di individuare le eventuali aree critiche lungo il tracciato.

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 4 di 37	Rev. 0

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La norma nazionale attualmente di riferimento per la qualità dell'aria ambiente 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".

Il D.Lgs n. 155/10, entrato in vigore il 30 settembre 2010, abroga una serie di precedenti decreti e norme giuridiche in vigore fino alla data di attuazione dello stesso tra cui:

- Decreto Ministeriale n. 60 del 02/04/2002 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".
- Decreto Ministeriale del 25/11/1994 "Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinamenti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994".

I valori limite di concentrazione in aria ambiente per gli ossidi di azoto (NO₂ e NO_x) e le polveri sono riportati in Tabella 2/A.

Inquinante	Destinazione del limite	Periodo di mediazione	Parametro di riferimento	Valore Limite [µg/m ³]
NO ₂	salute umana	1 ora	99,8 percentile	200 (da non superare più di 18 volte l'anno civile)
		anno civile	media	40
NO _x	vegetazione	anno civile	media	30 (livello critico)
PM10	salute umana	24 ore	90,4 percentile	50 (da non superare più di 35 volte l'anno civile)
		anno civile	media	40
PM2,5	salute umana	anno civile	media	25

Tabella 2/A – D.Lgs n. 155/10: valori di riferimento delle concentrazioni in aria ambiente

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana		SPC 00-BG-E-94704
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore		Fg. 5 di 37

3 CONDIZIONI METEOCLIMATICHE – SERIE STORICHE ENEL/AM

L'analisi delle condizioni meteo climatiche dell'area interessata dal passaggio del metanodotto in progetto e di quello in dismissione, è stata condotta a partire dai dati storici misurati nella stazione ENEL/AM di Passo della Cisa (Regione Toscana) (Fig. 3/A).

La stazione meteorologica A.M. 124 – PASSO DELLA CISA, è ubicata alla latitudine di 44°28', longitudine di 9°56' e ad una altitudine di 1040 m. s.l.m. Le statistiche fornite da ENEL/AM per questa stazione si riferiscono al periodo di osservazione gennaio 1951-dicembre 1991.

La Figura 3/B mostra la rosa dei venti calcolata, per la stazione meteorologica di cui sopra, sull'intero periodo di misura, mentre nella Tabella 3/A è riportata la distribuzione percentuale delle frequenze di Velocità e Direzione del Vento.

Dall'analisi di tali dati emerge come l'area limitrofa risulti caratterizzata da velocità del vento piuttosto consistenti con oltre il 60% delle osservazioni aventi velocità del vento superiore a 4 m/s. In particolare sono presenti eventi con intensità del vento maggiore di 12 m/s che sono stati registrati con una frequenza di circa l'11%.

La calma di vento non rappresenta una situazione di grande frequenza, con circa il 9% delle osservazioni. Risultano prevalenti i venti con direzione di provenienza S, N e NNE.

Nelle Tabelle 3/B-C viene riportata la distribuzione percentuale delle frequenze di Velocità e Direzione del Vento nel caso di Atmosfera INSTABILE (insieme di condizioni A, B, C) e STABILE (insieme di condizioni D, E, F e Nebbie).

La stazione mostra un comportamento prevalentemente caratterizzato da condizioni atmosferiche stabili (87% dei casi) cioè da quelle condizioni in cui la circolazione orizzontale ha intensità maggiore di quella verticale e dove il gradiente di temperatura è minore di quello adiabatico secco (diminuzione di 1 °C ogni 100 m di quota) o addirittura positivo (inversione: aumento della temperatura con la distanza dal suolo, atmosfera estremamente stabile). Nelle condizioni di atmosfera stabile gli inquinanti emessi tendono a diluirsi poco e raggiungono le massime distanze dal punto di emissione, come si evince dal caso (c) della Fig. 3/C, in cui si riporta il comportamento di un inquinante emesso da una sorgente puntuale in condizioni atmosferiche INSTABILI (a), vicine alla NEUTRALITA' (b) e STABILI (c).

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 6 di 37	Rev. 0

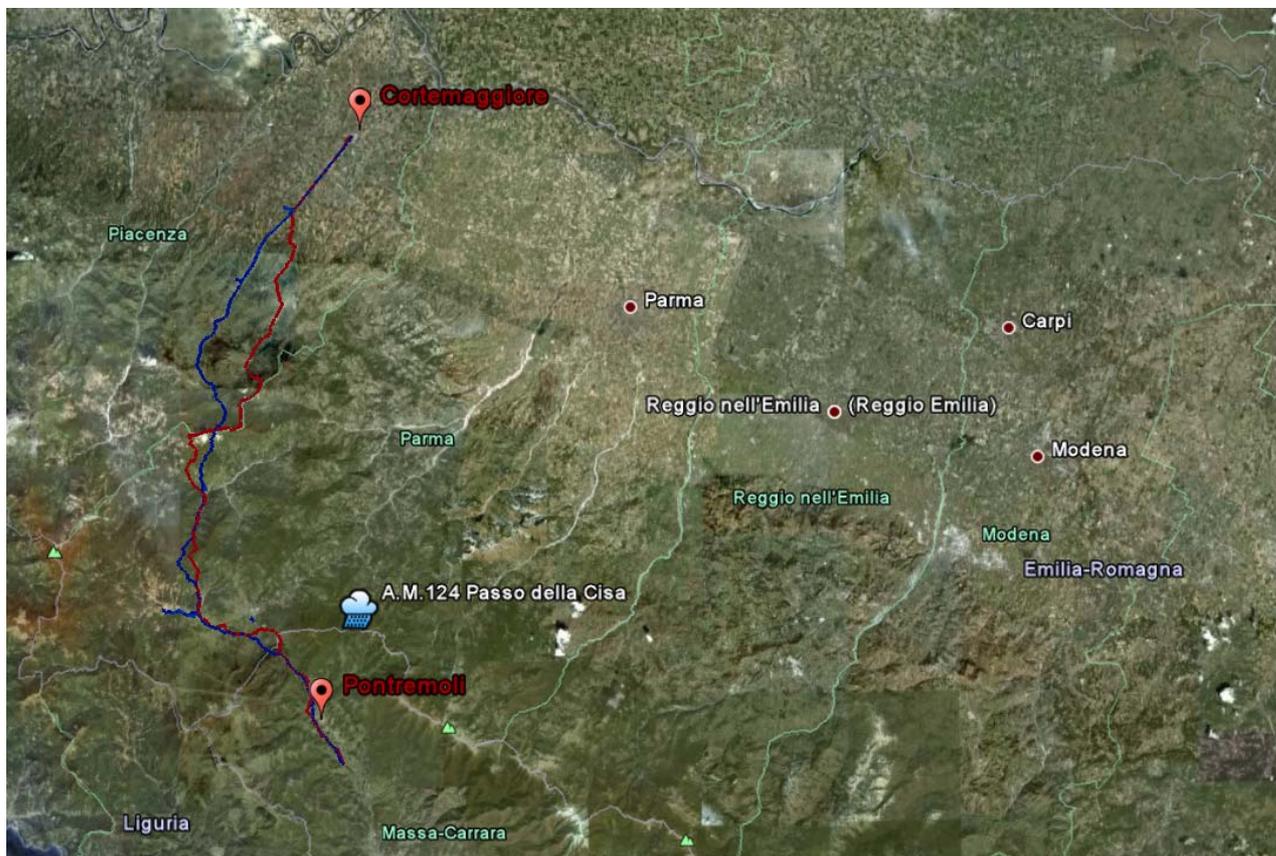
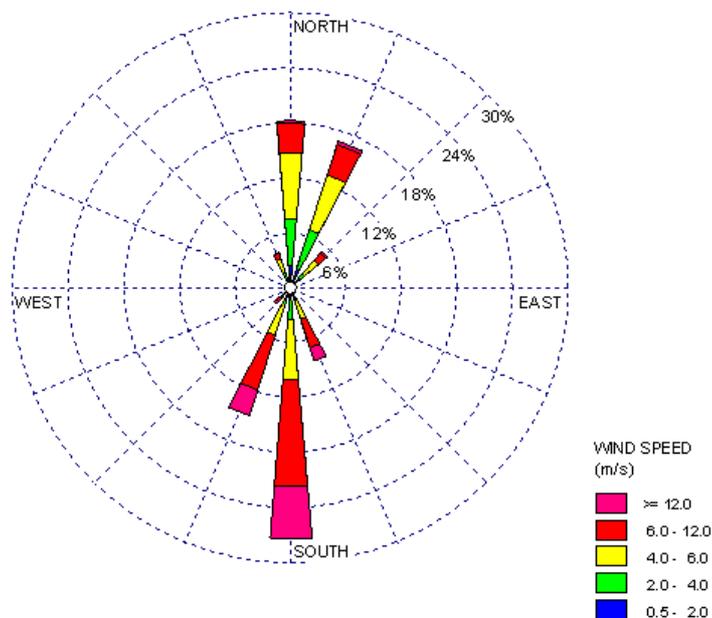


Fig. 3/A - Ubicazione della stazione meteorologica A.M 124 – PASSO DELLA CISA.

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 7 di 37	Rev. 0

Fig. 3/B - A.M. 124 – PASSO DELLA CISA. Rosa dei venti



A.M.124-PASSO DELLA CISA, periodo 1951-1991

Tab. 3/A - A.M. 124 – PASSO DELLA CISA. Distribuzione percentuale delle frequenze di Velocità e Direzione del Vento (N.O.89705)

A.M.124		Classi di velocità						
N.	Gradi	<0,5	0,5-2	2-4	4-6	6-12	>12	Totale
1	-11,25 - 11,25		2,22	4,51	6,55	2,83	0,27	16,4
2	11,25 - 33,75		2,07	4,13	5,86	3,24	0,34	15,6
3	33,75 - 56,25		0,56	1,25	1,70	0,88	0,19	4,6
4	56,25 - 78,75		0,09	0,17	0,14	0,06	0,02	0,5
5	78,75 - 101,25		0,05	0,05	0,06	0,04	0,01	0,2
6	101,25 - 123,75		0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,1
7	123,75 - 146,25		0,07	0,10	0,11	0,23	0,09	0,6
8	146,25 - 168,75		0,48	0,93	2,00	3,02	1,40	7,8
9	168,75 - 191,25		0,95	2,22	5,84	10,41	5,10	24,5
10	191,25 - 213,75		0,52	1,24	3,34	5,81	2,72	13,6
11	213,75 - 236,25		0,12	0,24	0,59	0,76	0,28	2,0
12	236,25 - 258,75		0,02	0,04	0,06	0,08	0,02	0,2
13	258,75 - 281,25		0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,1
14	281,25 - 303,75		0,03	0,04	0,03	0,03	0,01	0,1
15	303,75 - 326,25		0,10	0,18	0,19	0,11	0,02	0,6
16	326,25 - 248,75		0,48	1,21	1,42	0,60	0,07	3,8
Calma di vento (velocità<0.5 m/s)		9,2						9,2
Totale		9,15	7,80	16,37	27,96	28,16	10,57	100,0

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 8 di 37	Rev. 0

Tab. 3/B - A.M. 124 – PASSO DELLA CISA Distribuzione percentuale delle frequenze di Velocità e Direzione del Vento nel caso di atmosfera **INSTABILE** (N.O. 6496)

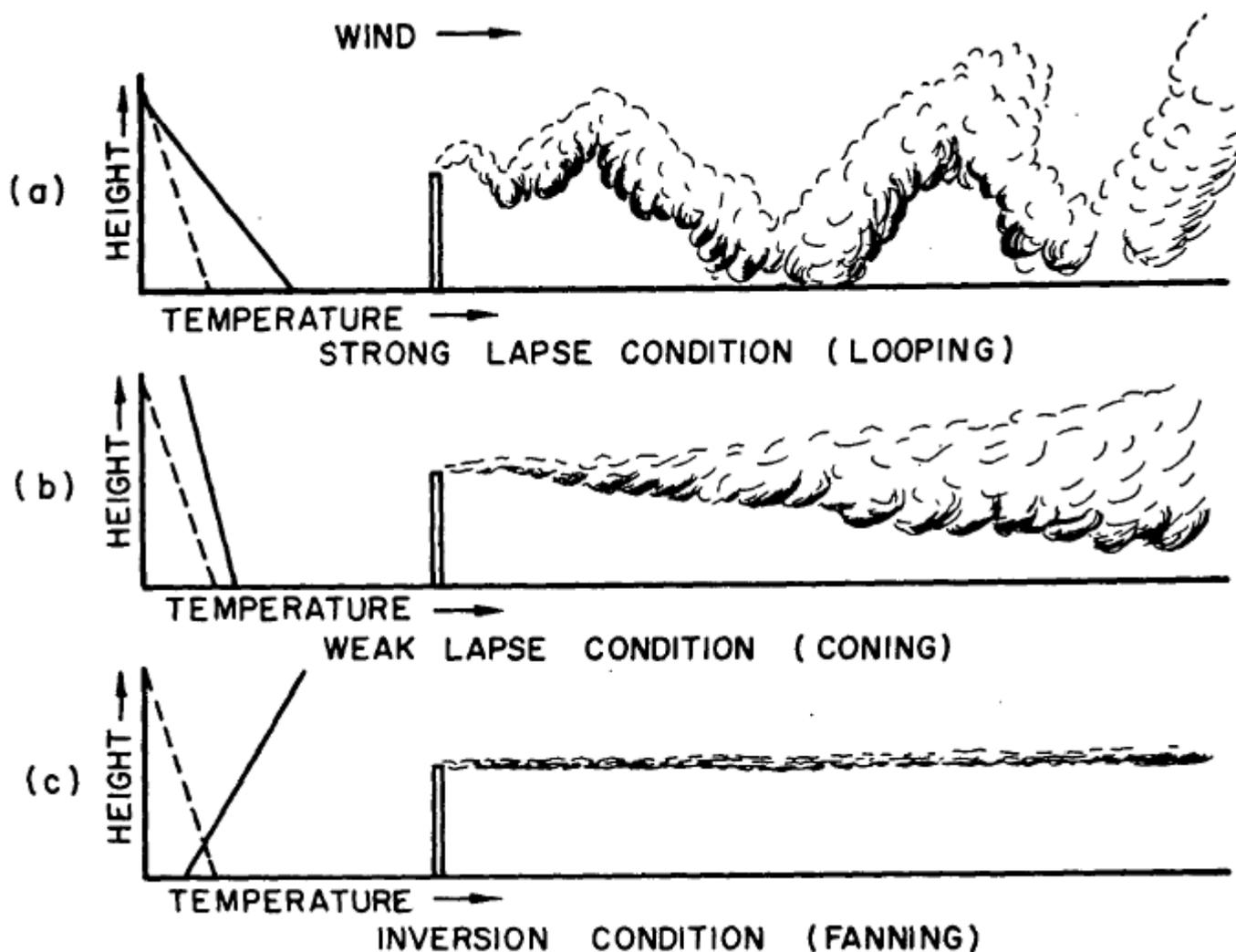
A.M.124		Classi di velocità						
N.	Gradi	<0,5	0,5-2	2-4	4-6	6-12	>12	Totale
1	-11,25 - 11,25		0,54	0,97	0,71	0,06	0,00	2,3
2	11,25 - 33,75		0,65	1,12	0,81	0,04	0,00	2,6
3	33,75 - 56,25		0,20	0,40	0,24	0,02	0,00	0,9
4	56,25 - 78,75		0,02	0,06	0,02	0,00	0,00	0,1
5	78,75 - 101,25		0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,0
6	101,25 - 123,75		0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,0
7	123,75 - 146,25		0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,1
8	146,25 - 168,75		0,12	0,24	0,36	0,12	0,02	0,9
9	168,75 - 191,25		0,23	0,49	1,05	0,50	0,07	2,4
10	191,25 - 213,75		0,11	0,22	0,60	0,29	0,03	1,3
11	213,75 - 236,25		0,03	0,04	0,08	0,03	0,00	0,2
12	236,25 - 258,75		0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0
13	258,75 - 281,25		0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0
14	281,25 - 303,75		0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0
15	303,75 - 326,25		0,02	0,03	0,02	0,00	0,00	0,1
16	326,25 - 248,75		0,11	0,21	0,15	0,01	0,00	0,5
Calma di vento (velocità<0.5 m/s)		1,9						1,9
Totale		1,88	2,08	3,85	4,08	1,09	0,13	13,1

Tab. 3/C A.M. 124 – PASSO DELLA CISA Distribuzione percentuale delle frequenze di Velocità e Direzione del Vento nel caso di atmosfera **STABILE** (N.O. 43071)

A.M.124		Classi di velocità						
N.	Gradi	<0,5	0,5-2	2-4	4-6	6-12	>12	Totale
1	-11,25 - 11,25		1,59	3,49	6,13	2,87	0,23	14,3
2	11,25 - 33,75		1,44	3,05	5,22	2,96	0,25	12,9
3	33,75 - 56,25		0,36	0,91	1,51	0,81	0,16	3,7
4	56,25 - 78,75		0,07	0,14	0,13	0,06	0,01	0,4
5	78,75 - 101,25		0,05	0,05	0,07	0,04	0,01	0,2
6	101,25 - 123,75		0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,1
7	123,75 - 146,25		0,03	0,07	0,08	0,22	0,08	0,5
8	146,25 - 168,75		0,35	0,64	1,51	3,00	1,37	6,9
9	168,75 - 191,25		0,71	1,64	4,63	10,30	4,96	22,2
10	191,25 - 213,75		0,41	1,06	2,83	5,76	2,54	12,6
11	213,75 - 236,25		0,11	0,18	0,53	0,70	0,23	1,7
12	236,25 - 258,75		0,02	0,04	0,05	0,08	0,02	0,2
13	258,75 - 281,25		0,02	0,03	0,03	0,04	0,02	0,1
14	281,25 - 303,75		0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,1
15	303,75 - 326,25		0,07	0,13	0,18	0,10	0,01	0,5
16	326,25 - 248,75		0,43	0,98	1,44	0,63	0,06	3,5
Calma di vento (velocità<0.5 m/s)		6,7						6,7
Totale		6,75	5,72	12,45	24,39	27,62	9,97	86,9

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 9 di 37	Rev. 0

Fig. 3/C – Comportamento di un inquinante emesso da una sorgente puntuale in condizioni atmosferiche INSTABILI (a), vicine alla NEUTRALITA' (b) e STABILI (c)



 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 10 di 37	Rev. 0

4 STIMA DELLE EMISSIONI

Le emissioni di polveri in atmosfera durante le attività di posa della condotta (fase ritenuta maggiormente impattante rispetto alle altre) sono costituite dalla somma di tre contributi:

1. emissioni di polveri presenti nei 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.

Ai fini della valutazione dell'impatto si è assunto che tutta l'emissione di polveri sia costituita da polveri sottili (PM₁₀).

Oltre alle emissioni di polveri, nei gas esausti dei mezzi di cantiere saranno presenti anche ossidi di azoto (NO_x).

Per la stima delle emissioni è stato considerato il seguente cantiere-tipo:

Linea principale in progetto

- ogni giorno di lavoro (10 ore) vengono posati 300 m di linea;
- il cantiere è assimilabile ad un rettangolo di area 300 mx30 m = 9000 m²;
- la sezione dello scavo è assimilabile a un trapezio isoscele di area pari a 7,875 m² (b= base minore = 1,3 m; B= base maggiore = 4,5 m; h = altezza = 2,6 m);
- il volume giornaliero di terreno movimentato è pari a circa 2362,5 m³/giorno; considerando una densità media del terreno pari a 1600 kg/m³, risultano circa 3780 ton/giorno di terreno movimentato.

Linea principale in dismissione

- ogni giorno di lavoro (10 ore) vengono posati 300 m di linea;
- il cantiere è assimilabile ad un rettangolo di area 300 mx30 m = 9000 m²;
- la sezione dello scavo è assimilabile a un trapezio isoscele di area pari a 5,1 m² (b= base minore = 1,0 m; B= base maggiore = 4,0 m; h = altezza = 2,0 m);
- il volume giornaliero di terreno movimentato è pari a circa 1530 m³/giorno; considerando una densità media del terreno pari a 1600 kg/m³, risultano circa 2448 ton/giorno di terreno movimentato.

Linee secondarie (dismissione e progetto)

- ogni giorno di lavoro (10 ore) vengono posati 300 m di linea;
- il cantiere è assimilabile ad un rettangolo di area 300 mx30 m = 9000 m²;
- la sezione dello scavo è assimilabile a un trapezio isoscele di area pari a 3,4 m² (b= base minore = 0,75 m; B= base maggiore = 2,7 m; h = altezza = 1,95 m);
- il volume giornaliero di terreno movimentato è pari a circa 1009,1 m³/giorno; considerando una densità media del terreno pari a 1600 kg/m³, risultano circa 1615 ton/giorno di terreno movimentato.

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 11 di 37	Rev. 0

Per la valutazione delle emissioni è stata considerata la seguente configurazione di automezzi di cantiere:

Linee principali e linee secondarie (allacciamenti)

		numero
Veicoli commerciali	autocarro	1
	pulmino	1
	fuoristrada	2
Macchine operatrici	trattori posatubi (side-boom)	6
	escavatore	1
	pala meccanica	1

4.1 Polveri sottili

Stima delle emissioni di Polveri Sottili dai fumi di scarico

Veicoli commerciali: per la stima delle polveri emesse dai fumi di scarico dei veicoli commerciali si è adottata la metodologia COPERT (ANPA, 2000) che esprime i fattori di emissione in g/veicolo-km. In particolare per i veicoli diesel il fattore di emissione per le polveri, che fa riferimento alle Polveri Totali Sospese (PTS), è pari a 0,66 g/veicolo-km.

- Linee principali e linee secondarie (progetto e dismissione)

Si ipotizza che in una normale giornata di cantiere i veicoli commerciali percorrano complessivamente 10 km, associando un percorso medio di 2,5 km/veicolo, per cui l'emissione di polveri ammonta a 0,0066 Kg/giorno.

Macchine operatrici: per la stima delle polveri emesse dai fumi di scarico dei mezzi pesanti si fa riferimento ai dati stimati dal California Environmental Quality Act (CEQA, 2005). I fattori di emissione considerati si riferiscono a macchine operatrici pesanti di potenza pari 120 hp (horse power) e valgono rispettivamente 0,07 libbre/ora per l'escavatore (Excavators), 0,086 libbre/ora per il trattore posatubi (Tractors/Loaders/Backhoes) e 0,106 libbre/ora per la pala meccanica (Crawler tractors).

- Linee principali e linee secondarie (progetto e dismissione)

Ipotizzando, conservativamente, che tutte le macchine operatrici presenti siano contemporaneamente in funzione per l'intera giornata lavorativa (10 ore) il loro contributo emissivo è pari a 3,14 Kg/giorno, sia per le linee principali che per le linee secondarie.

Riassumendo, l'emissione di polveri dai fumi di scarico dei mezzi di cantiere è pari a **3,15 Kg/giorno**, sia per le linee principali che per le linee secondarie del tracciato in progetto e del tracciato in dismissione. Tale quantità è conservativamente assimilata a polveri PM₁₀.

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 12 di 37	Rev. 0

Emissioni di Polveri Sottili dovute alla movimentazione del terreno

Per quanto riguarda la stima della quantità di particolato fine (PM₁₀) sollevato in atmosfera durante le attività di scavo dalle macchine operatrici presenti nel cantiere 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", fornisce il seguente fattore di emissione per le polveri emesse durante lo scavo:

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

dove

- E = fattore di emissione espresso in kg di polveri per tonnellata di materiale rimosso;
 U = velocità del vento, assunta pari a 6 m/s; infatti dalla Tabella 3/A si vede che solo nel 39% dei casi la velocità è minore di tali valori;
 M = contenuto percentuale di umidità del suolo, in mancanza di informazioni tale valore è stato assunto pari all'1%;
 k = fattore che dipende dalle dimensioni del particolato; k=0,35 per il PM₁₀

In particolare si ottiene un coefficiente di emissione pari a *0.005446 kg di polveri per tonnellata* di materiale rimosso.

Come già visto, per le attività di posa o rimozione della condotta è previsto uno scavo che comporta una quantità di terreno movimentato pari a:

linea principale in progetto, circa 3780 ton/giorno,
 linea principale in dismissione, circa 2448 ton/giorno,
 linee secondarie (progetto e dismissione), circa 1615 ton/giorno.

L'emissione di polveri sottili derivanti dalla movimentazione del terreno ammonta pertanto a:

Sorgenti da S1 a S5 (rif. Fig.6/A)

linea principale in progetto, circa 20,59 kg/giorno (S4, S5);
 linea principale in dismissione, circa 13,33 kg/giorno (S1, S2, S3);
 linee secondarie (progetto e dismissione), circa 8,79 kg/giorno

Emissioni di Polveri Sottili causato dal movimento dei mezzi

Anche 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", fornisce il seguente fattore di emissione per le polveri emesse dal transito dei veicoli all'interno del cantiere:

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 13 di 37	Rev. 0

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

dove

- E = fattore di emissione espresso in libbre per miglia (1 lb/mile = 281,9 g/km);
- k = fattore che dipende dalle dimensioni del particolato; k=1,5 per il PM₁₀;
- 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 dalle dimensioni del particolato; a=0,9 per il PM₁₀;
- b = esponente che dipende dalle dimensioni del particolato; b=0,45 per il PM₁₀;

Nella valutazione della quantità di polveri che vengono emesse durante il transito dei mezzi vengono presi in considerazione soltanto i *veicoli commerciali* in quanto il movimento dei mezzi pesanti (macchine operatrici) - a causa degli spostamenti minimi e delle velocità limitate - non produce emissioni significative di polveri in atmosfera.

- Linee principali e linee secondarie (progetto e dismissione)

Nell'ipotesi che in una normale giornata di cantiere i veicoli commerciali percorrano complessivamente 10 km, si ottiene una emissione totale di PM₁₀ sollevata dai mezzi di cantiere pari a **3,87 kg/giorno**.

Sommando i vari contributi emissivi si ottiene che l'emissione complessiva di polveri durante le attività di cantiere ammonta a circa **27,6 kg/giorno** per la linea principale in progetto, a circa **20,4 kg/giorno** per la linea principale in dismissione ed a circa **15,8 kg/giorno** per le linee secondarie.

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 14 di 37	Rev. 0

4.2 Gas esausti (NO_x)

Per la stima delle emissioni di ossidi di azoto dai fumi di scarico dei veicoli commerciali si è adottata la metodologia COPERT (ANPA, 2000), mentre per la stima delle emissioni dalle macchine operatrici si è fatto riferimento ai dati stimati dal California Environmental Quality Act (CEQA, 2005). La Tabella 4.2/A riporta i valori di emissione unitari e i totali giornalieri per ogni tipologia di mezzo di cantiere.

Nella stima vengono mantenute le ipotesi del §4.1:

- in una normale giornata di cantiere i veicoli commerciali percorrono complessivamente 10 km sia lungo le linee principali che lungo le linee secondarie;
- in una normale giornata di lavoro il cantiere è operativo per 10 ore.

Tab. 4.2/A: Stima delle emissioni giornaliere di NO_x dei mezzi di cantiere (linee principali e secondarie)

		numero	Emissione unitaria			NO _x
			g/veicolo-km	libbra/h	g/h	kg/giorno
Veicoli commerciali	autocarro	1	8,35			0,0208
	pulmino	1	8,35			0,0208
	fuoristrada	2	8,35			0,0417
Macchine operatrici	trattori posatubi	6		0,858	389,2	23,4
	escavatore	1		1,302	590,6	5,9
	Pala meccanica	1		1,617	733,5	7,3

Sommando i vari contributi si ottiene che l'emissione complessiva di ossidi di azoto durante le attività di cantiere ammonta a circa **36,7 kg/giorno** sia per le linee principali che per le linee secondarie del tracciato in progetto e di quello in dismissione.

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 15 di 37	Rev. 0

5 STIMA DEGLI IMPATTI

5.1 Metodologia

La stima degli impatti sulla qualità dell'aria ambiente indotti dalla posa della condotta saranno determinati in due fasi:

- individuazione dello scenario meteorologico peggiore, cioè quello che, fissato lo scenario emissivo, determina le massime concentrazione al suolo;
- attribuzione delle condizioni meteorologiche, determinate al punto a), all'intera giornata lavorativa.

Lo scenario emissivo di riferimento è il seguente: si considera una sorgente areale di estensione pari all'area di cantiere (9000 m² sia per le linee principali che per le linee secondarie) in cui l'emissione di ogni inquinante viene distribuita uniformemente sull'area stessa.

Questo corrisponde ad una emissione di polveri pari a:

8,5 x 10⁻⁵ g/m²/s per la linea principale in progetto,
 6,3 x 10⁻⁵ g/m²/s per la linea principale in dismissione,
 4,9 x 10⁻⁵ g/m²/s per le linee secondarie

e ad una emissione di ossidi di azoto pari a:

11,3 x 10⁻⁵ g/m²/s, sia per le linee principali che per le linee secondarie.

a) Individuazione dello scenario meteorologico peggiore

Si considerano tutte le possibili combinazioni di velocità del vento e stabilità atmosferica fisicamente realizzabili in atmosfera (Tab. 5.1/B) individuando quella che determina le massime concentrazione al suolo. Questo calcolo viene ripetuto per 120 direzioni del vento (intervallate cioè di 3°) fissando l'altezza di rimescolamento a 1000 metri (essendo l'emissione al suolo si ritiene che il valore dell'altezza di rimescolamento non incida sui risultati). Si analizzano cioè 120x124 = 14880 combinazioni meteorologiche (di cui 120x37=4440 per condizioni Instabili e 120x87=10440 per condizioni Stabili) andando a determinare quella che comporti le massime concentrazione al suolo. La probabilità di accadimento dello scenario così individuato (meteorologia di riferimento) sarà deducibile dalle Tabelle 3/B-C.

Le combinazioni meteorologiche di cui sopra sono state definite in base agli scenari meteorologici che caratterizzano la stabilità atmosferica secondo Pasquill riportata in Tabella 5.1/A.

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 16 di 37	Rev. 0

Tab. 5.1/A Condizioni meteorologiche che caratterizzano la stabilità atmosferica secondo Pasquill.

Velocità del vento m/s	Periodo diurno Radiazione solare globale			Periodo notturno Copertura nuvolosa	
	Forte	Moderato	Debole	> 50%	< 50%
<2	A	A-B	B	E	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Tab. 5.1/B – Scenari meteorologici considerati

Condizioni Atmosferiche	Classi di velocità del vento	Numero di scenari
Instabili-A	da 0,5 a 3 m/s con passo di 0,5 m/s	6
Instabili-B	da 0,5 a 6 m/s con passo di 0,5 m/s	12
Instabili-C	da 1 a 10 m/s con passo di 0,5 m/s	19
Totale scenari Instabili		37
Neutre-D	da 1 a 15 m/s con passo di 0,5 m/s	29
Stabili-E	da 1 a 15 m/s con passo di 0,5 m/s	29
Stabili-F	da 1 a 15 m/s con passo di 0,5 m/s	29
Totale scenari Stabili		87
Totale scenari		124

Altezza di rimescolamento (Beyrich, 1997): è definita come l'altezza di quello strato di atmosfera adiacente al suolo in cui gli inquinanti e ogni altra sostanza emessi nel suo interno o inglobati per entrainment divengono ben rimescolati, per convezione o per turbolenza meccanica, con un tempo di scala dell'ordine dell'ora. Valori tipici sono i seguenti: 100-200 m. di notte, 1000-2000 m. di giorno.

b) Attribuzione delle condizioni meteorologiche, determinate al punto a, all'intera giornata lavorativa.

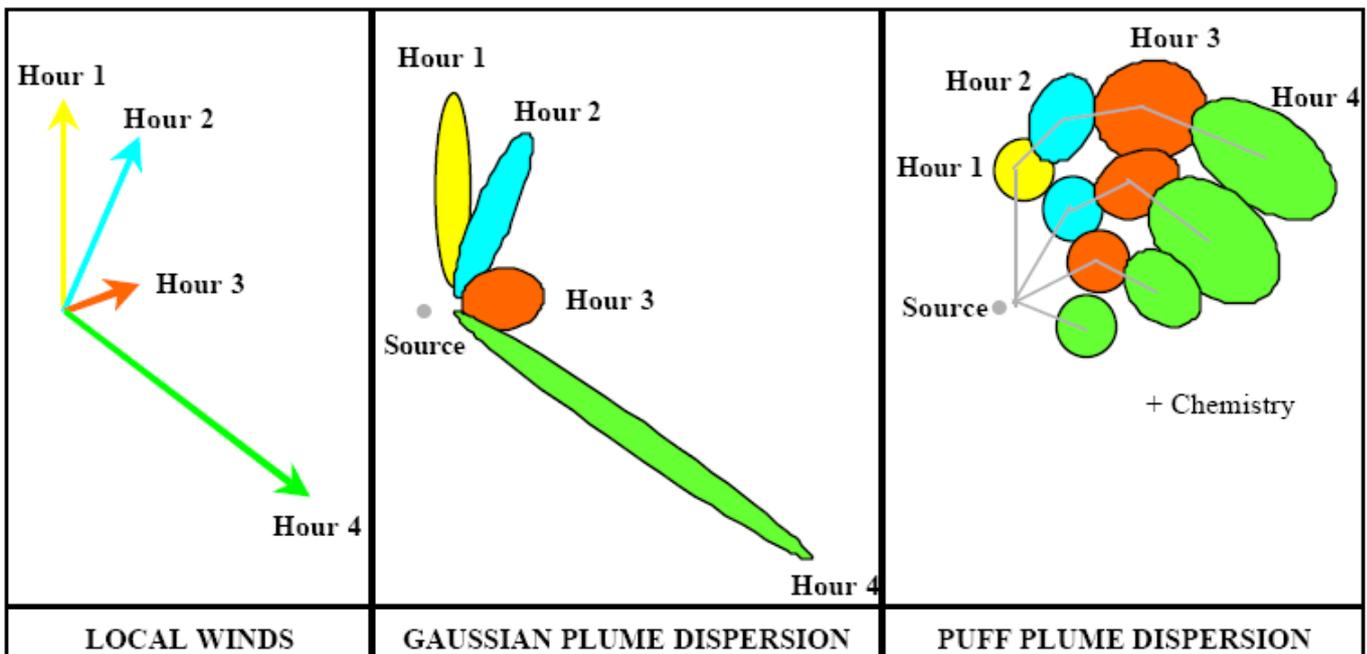
Si ipotizza che le condizioni meteorologiche determinate al punto a) (meteorologia di riferimento) persistano per l'intera giornata lavorativa; in queste condizioni si vanno a calcolare le concentrazioni in aria ambiente di polveri e ossidi di azoto e la loro distribuzione spaziale.

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 17 di 37	Rev. 0

5.2 Modello di simulazione

La simulazione numerica della dispersione degli inquinanti emessi durante la posa della condotta è stata condotta 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 ricevitore 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.

I limiti di validità degli algoritmi implementati nel modello Calpuff corrispondono alla seguente condizione: le scale spaziali e temporali di variazione dei valori medi della concentrazione devono essere molto maggiori delle corrispondenti scale turbolente. I criteri di validità non sono rispettati in prossimità delle sorgenti di emissione (Seinfeld, 1986). Operativamente questo significa che la diffusione degli inquinanti nei primi 400-500 metri dal punto di emissione 'non è vista dal modello', rappresenta il cosiddetto "sottogriglia" e non può essere simulato.

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 18 di 37	Rev. 0

5.3 Individuazione delle condizioni meteorologiche di riferimento

Il calcolo delle concentrazioni al suolo per gli scenari meteorologici definiti al §5.1 ha individuato le seguenti condizioni meteorologiche come quelle che danno luogo alle massime concentrazioni:

condizioni di atmosfera stabile, velocità del vento di 1 m/s e direzione del vento parallela al lato maggiore del rettangolo.

La probabilità di accadimento di uno scenario di questo tipo si ottiene dalla Tabella 3/C. Ad esempio nel caso in cui la direzione della condotta coincida con la direzione NE-SO la meteorologia di riferimento sarà la seguente:

- condizioni di atmosfera stabile, velocità del vento di 1 m/s e direzione del vento da NE (probabilità di accadimento 0,36% Tabella 3/C);

oppure la seguente (avendo schematizzato la sorgente di emissione con un rettangolo, lo scenario peggiore si ottiene infatti per due direzioni del vento che differiscono fra di loro di 180°):

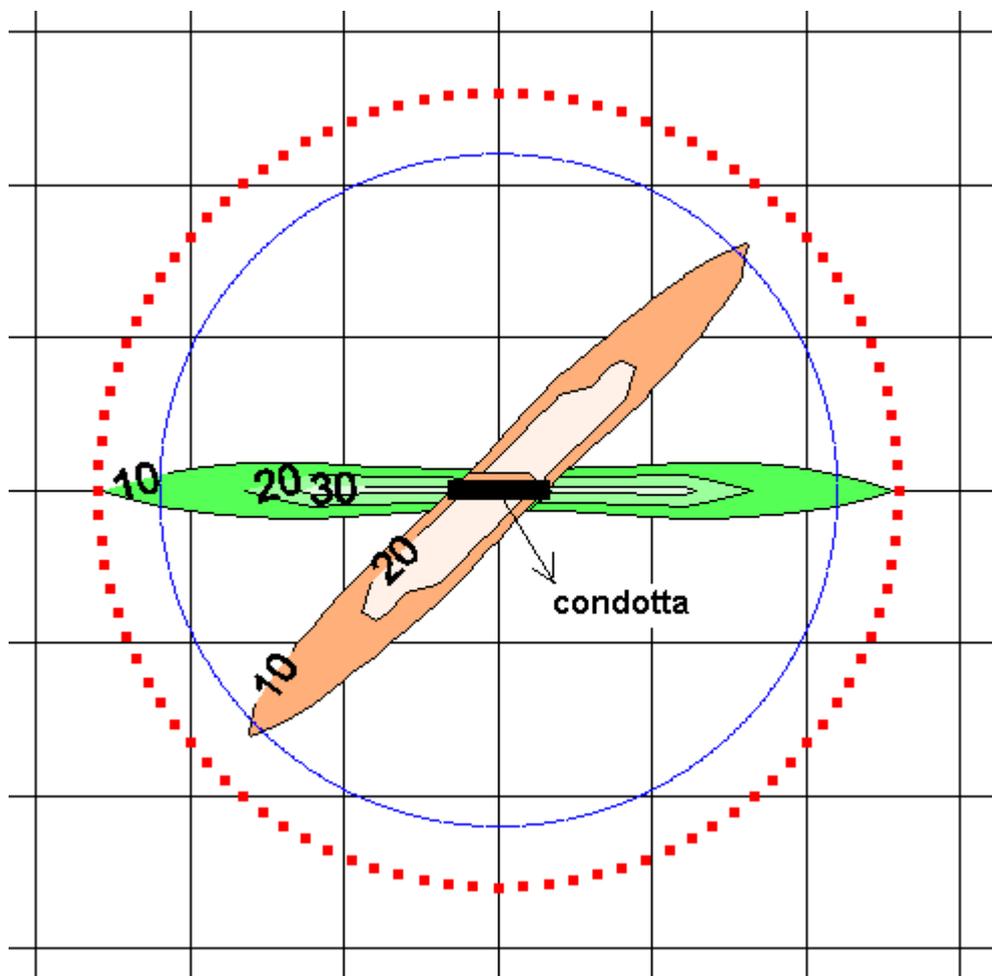
- condizioni di atmosfera stabile, velocità del vento di 1 m/s e direzione del vento da SO (probabilità di accadimento 0,11% Tabella 3/C).

Nella figura 5.3/A si mettono a confronto le ricadute al suolo indotte dall'emissione di un cantiere la cui direzione è Est-Ovest, nel caso di direzione del vento parallela al lato maggiore del rettangolo con cui si è schematizzato il cantiere (scenario verde) e di condizioni meteorologiche che differiscono da quelle di riferimento solo per la direzione del vento che si assume formare un angolo di 45° con l'asse della condotta (scenario marrone). Dalla figura si evince che lo scenario "verde" fornisce, per le ricadute al suolo, una maggior estensione spaziale e valori maggiori di concentrazione.

Si fa notare inoltre come le due circonferenze delimitino l'estensione massima dell'area interessata dalle ricadute, *per ogni possibile orientamento della condotta.*

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 19 di 37	Rev. 0

Fig. 5.3/A – Confronto fra due scenari di dispersione



direzione della condotta: est-ovest

scenario 'verde': condizioni di atmosfera stabile, velocità del vento di 1 m/s, direzione di provenienza del vento: 90°N e 270°N.

scenario 'marrone': condizioni di atmosfera stabile, velocità del vento di 1 m/s, direzione di provenienza del vento: 45°N e 225°N.

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 20 di 37	Rev. 0

Lo scenario “verde” non è tuttavia sempre il più probabile ma, per ogni sorgente considerata, la sua probabilità dipende dall’orientamento del lato maggiore del rettangolo che rappresenta il cantiere e quindi dalla probabilità associata alla direzione del vento ad esso parallelo.

Per tale motivo lo scenario meteorologico (meteorologia di riferimento) considerato per la valutazione degli impatti lungo i vari punti della condotta è caratterizzato da:

- condizioni di atmosfera stabile, velocità del vento di 1 m/s e direzione del vento variabile; in base a quanto precisato sopra infatti, è evidente che le massime concentrazioni si ottengono quando l’angolo tra la direzione del vento e la direzione della condotta (lato maggiore del rettangolo che rappresenta l’area di cantiere) è minimo, ovvero sono pressochè paralleli.

Per il calcolo degli impatti indotti durante la posa della condotta si ipotizza che tale meteorologia di riferimento persista per l’intera giornata lavorativa in modo da avere stime conservative per la qualità dell’aria ambiente.

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 21 di 37	Rev. 0

6 RISULTATI DELL'ANALISI DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI

Lungo il tracciato del metanodotto che attraversa la Regione Toscana sono stati selezionati n°5 ricettori (Figura 6/A); per ogni ricettore è stato individuato il punto del metanodotto più vicino e si è considerata come sorgente l'area di cantiere con baricentro in questo punto.

Lo scenario emissivo di riferimento (§5.1) considera una sorgente areale di estensione pari all'area di cantiere associata ad ogni ricettore in cui l'emissione di ogni inquinante viene distribuita uniformemente sull'area stessa.

La meteorologia di riferimento (§ 5.3) considera condizioni di atmosfera stabile, velocità del vento di 1 m/s con direzione di provenienza del vento sempre parallela alla direzione prevalente del cantiere, quindi variabile per ogni sorgente considerata; si ipotizza che queste condizioni meteorologiche persistano per l'intera giornata lavorativa.

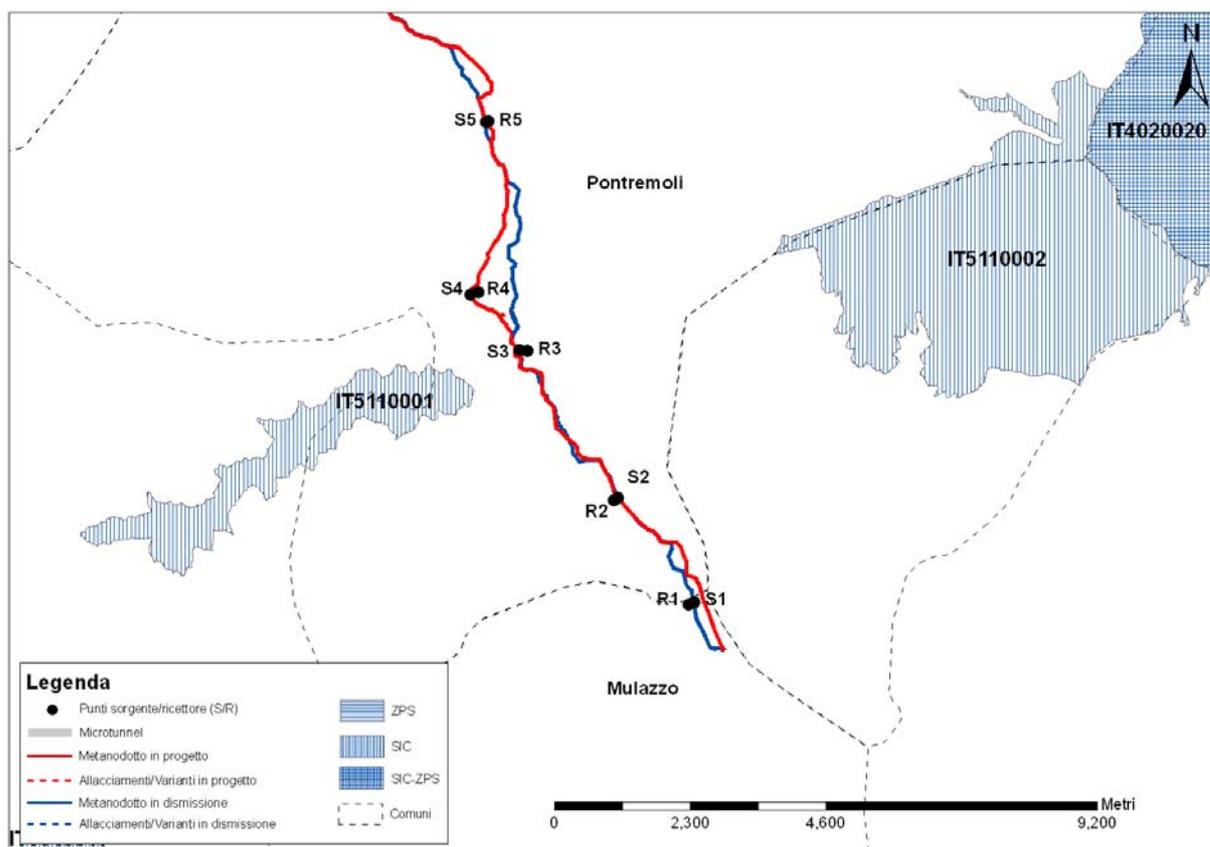


Fig. 6/A – Regione Toscana - Ubicazione dei ricettori e delle sorgenti

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 22 di 37	Rev. 0

6.1 Scenari di dispersione per le Polveri Sottili (PM10)

Le tavole riportate in Annesso I mostrano la distribuzione delle concentrazioni al suolo di PM₁₀ calcolate nelle condizioni meteorologiche più cautelative (meteorologia di riferimento) che risultano pari a

- Atmosfera Stabile;
- Velocità del vento = 1 m/s;
- Direzione del vento = variabile, sempre parallela al lato maggiore dell'area di cantiere.

Linea principale in progetto

In generale, i valori maggiori di concentrazione media giornaliera al suolo vengono registrati lungo la linea principale in progetto dove, per ragioni legate alle dimensioni della sezione di scavo, le emissioni di polveri stimate sono maggiori (0,000085 g/m²/s). Le sorgenti considerate sono: S04, S05.

In entrambi i punti di emissione il valore massimo della concentrazione ammonta a circa 39 µg/m³, valore ubicato sempre lungo la linea principale di progetto, a circa 400 m dal baricentro dell'area di cantiere, nella direzione parallela alla condotta stessa; tale valore risulta inferiore al limite di legge stabilito dal D.Lgs. 155/10 e pari a 50 µg/m³

Linea principale in dismissione

In generale, i valori di concentrazione media giornaliera al suolo lungo la linea principale in dismissione risultano inferiori a quelli calcolati per le sorgenti lungo la linea principale in progetto, in relazione al fatto che le emissioni di polveri stimate sono minori (0,000063 g/m²/s). Le sorgenti considerate sono S01, S02, S03.

Il valore massimo maggiore si ha in corrispondenza della sorgente S03 ed è pari a ca. 34 µg/m³ mentre in corrispondenza delle sorgenti S01 ed S02 il valore massimo è pari a 28,5 µg/m³. Tali valori risultano ubicati lungo la linea principale in dismissione, a circa 400-500 m dal baricentro dell'area di cantiere, nella direzione parallela alla condotta stessa e risultano inferiori al limite di legge stabilito dal D.Lgs. 155/10 e pari a 50 µg/m³.

Linee secondarie

In generale, i valori di concentrazione al suolo registrati lungo le linee secondarie risultano inferiori a quelli calcolati per le sorgenti lungo le linee principali, in relazione alle minori emissioni che caratterizzano il cantiere (0,000049 g/m²/s a fronte di 0,000063 g/m²/s e 0,000085 g/m²/s per le linee principali, rispettivamente in dismissione ed in progetto). Le concentrazioni attese per le ricadute al suolo rappresenteranno una frazione di quelle stimate per le linee principali, deducibile dal rapporto fra le rispettive le emissioni. Per tale motivo non sono state effettuate simulazioni lungo tali linee.

Si osserva come i valori massimi delle concentrazioni di PM₁₀ discussi sopra e che caratterizzano un giorno tipo di lavoro durante il quale le attività si protraggono per 10 ore su 24, andrebbero poi mediati nelle 24 ore in quanto il limite di legge stabilito dal D.Lgs.155/10 e pari a 50 µg/m³ fa di fatto riferimento al 90,4 percentile delle medie giornaliere annuali.

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 23 di 37	Rev. 0

Da ciò deriva come il confronto con il limite di legge discusso sopra sia molto cautelativo in quanto: 1) i valori calcolati andrebbero mediati nelle 24 ore; 2) presuppone che il primo massimo annuale coincida con il 35-esimo (90,4 percentile) massimo annuale; 3) la meteorologia di riferimento è stata considerata costante per l'intera giornata lavorativa.

6.2 Scenari di dispersione per gli Ossidi di Azoto (NO_x)

L'emissione degli ossidi di azoto è sempre maggiore rispetto all'emissione di polveri (§4.2); ipotizzando cautelativamente che tutti gli NO_x vengano trasformati in NO₂ al momento dell'emissione, si ottiene una distribuzione spaziale simile a quella determinata per le polveri con valori di concentrazione proporzionalmente maggiori. In particolare il valore massimo calcolato varia da circa 51 a circa 61 µg/m³ ed è sempre ubicato a circa 400-500 m dal baricentro della condotta.

Nei processi di combustione gli ossidi di azoto emessi consistono per circa il 95% di NO e solo per il 5% di NO₂. Una volta emessi, gli ossidi di azoto vengono mescolati con l'aria circostante (dispersione turbolenta) e reagiscono con le altre molecole presenti in aria andando a modificare la proporzionalità iniziale fra NO ed NO₂ (Vila-Gueraude de Arellano et al. 1990). Il rapporto NO₂/NO_x tende ad aumentare con la distanza dalla sorgente (Tabella 6.2/A), ma nello stesso tempo aumenta la diluizione in aria, riducendo così la concentrazione degli ossidi di azoto al suolo.

Dalla Tabella 6.2/A risulta che a 500 m dal punto di emissione solo il 14% degli ossidi di azoto si è trasformato in NO₂, pertanto le concentrazioni massime di NO₂ in aria ambiente risultano nella realtà di *un ordine di grandezza inferiore al valore limite di legge* (D.Lgs.155/10, 99,8 percentile pari a 200 µg/m³), nell'ipotesi cautelativa che il valore massimo orario coincida con il 18-esimo massimo orario (99,8 percentile).

Tab. 6.2/A - Valori stimati del rapporto NO₂/NO_x in funzione della distanza da punto di emissione

d (m)	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000
$\frac{NO_2}{NO_x}$	0,14	0,21	0,29	0,33	0,35	0,39	0,48	0,57

Le tavole riportate in Annexo II mostrano la distribuzione delle concentrazioni al suolo di NO₂ per alcune delle sorgenti considerate (S03-linea principale in dismissione ed S04-linea principale in progetto), individuate in quanto rappresentative del potenziale impatto del cantiere.

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 24 di 37	Rev. 0

7 CONCLUSIONI

La realizzazione del metanodotto Pontremoli Cortemaggiore e la dismissione del metanodotto esistente comporterà l'emissione in atmosfera di:

- Polveri presenti nei fumi di scarico dei mezzi di cantiere, prodotte dalla movimentazione del terreno, prodotte dal movimento dei mezzi impiegati nella realizzazione dell'opera. Ai fini della valutazione dell'impatto si è assunto che tutta l'emissione di polveri sia costituita da polveri sottili (PM₁₀);
- Ossidi di Azoto (NO_x) prodotti dalle macchine operatrici destinate alla realizzazione dell'opera.

La stima degli impatti indotti dalle attività di cantiere sulla qualità dell'aria ambiente, è stata eseguita nelle seguenti ipotesi:

- il cantiere è assimilabile ad un rettangolo di area 300m x30m = 9000 m² sia per le linee principali che per le linee secondarie;
- ogni giorno di lavoro (10 ore) vengono posati/rimossi 300 m di condotta sia lungo le linee principali che lungo le linee secondarie;
- vengono movimentate circa 3780, 2448 e 1615 ton/giorno di terreno rispettivamente lungo la linea principale in progetto, lungo la linea principale in dismissione e lungo le linee secondarie;
- l'emissione di ogni inquinante viene distribuita uniformemente sull'area di cantiere;
- le condizioni meteorologiche di riferimento nell'area di studio persistono per l'intera giornata lavorativa.

Per entrambi gli inquinanti emessi, la stima degli impatti, eseguita con il modello Calpuff, ha permesso di valutare la conformità delle concentrazioni in aria ambiente con i limiti stabiliti dal D.Lgs.155/10 per la salute umana

In base ai risultati ottenuti non si evidenziano criticità, né per le polveri PM₁₀ né per gli ossidi di azoto, assimilabili ad NO₂. Per quanto riguarda le polveri le ricadute al suolo stimate possono variare tra ca. 28,5 e 39 µg/m³: le maggiori ricadute sono individuabili lungo la linea principale in progetto, in quanto caratterizzata dalle maggiori emissioni. Le ricadute al suolo di polveri di cui sopra, una volta mediate nelle 24 ore, si riducono a valori significativamente inferiori al limite di legge, pari a 50 µg/m³ e riferito al 90,4 percentile dei valori medi giornalieri.

Per quanto riguarda gli ossidi di azoto le ricadute al suolo stimate possono variare tra ca. 51 e 61 µg/m³: assimilando gli NO_x ad NO₂ (Tabella 6.2/A) tali valori si riducono, a valori di un ordine di grandezza inferiore al limite di legge, pari a 200 µg/m³ e riferito al 99,8 percentile dei valori orari.

Tenuto conto del carattere temporaneo delle attività prese in esame, dell'entità delle ricadute al suolo che generalmente non compromettono nessuno fra i ricettori analizzati, arrecando quindi una perturbazione di lieve entità sull'ambiente esterno, si ritiene che l'impatto associato al cantiere sia trascurabile, temporaneo, reversibile, a breve termine e a scala locale.

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 25 di 37	Rev. 0

Per tale motivo, si ritiene che non siano necessarie particolari misure di mitigazione, se non l'implementazione delle normali procedure operative di buona pratica cantieristica, finalizzate al controllo delle polveri diffuse ed alla riduzione in generale delle emissioni, quali:

- evitare di tenere i mezzi inutilmente accesi;
- tenere i mezzi in buone condizioni di manutenzione;
- utilizzo di scivoli per lo scarico dei materiali;
- bagnatura delle gomme degli automezzi provenienti dalle piste non asfaltate quando questi si immettono sulla pubblica via;
- controllo e limitazione della velocità di transito dei mezzi (velocità inferiori a 25 mph, possono comportare un abbattimento del 44% -Rif. Table 6-6 "WRAP Fugitive Dust Handbook – Countess Environmental September 2006);
- umidificazione del terreno nelle aree di cantiere e dei cumuli di inerti per ridurre l'emissione di polvere. A titolo di esempio si riporta la Figura 7/A che mostra come la periodica bagnatura delle piste possa fornire un abbattimento delle polveri sollevabili che aumenta con il rapporto M tra il contenuto di umidità della strada trattata (bagnata) e non trattata (asciutta) (rif. "Chapter 6" del documento "WRAP Fugitive Dust Handbook – Countess Environmental September 2006").

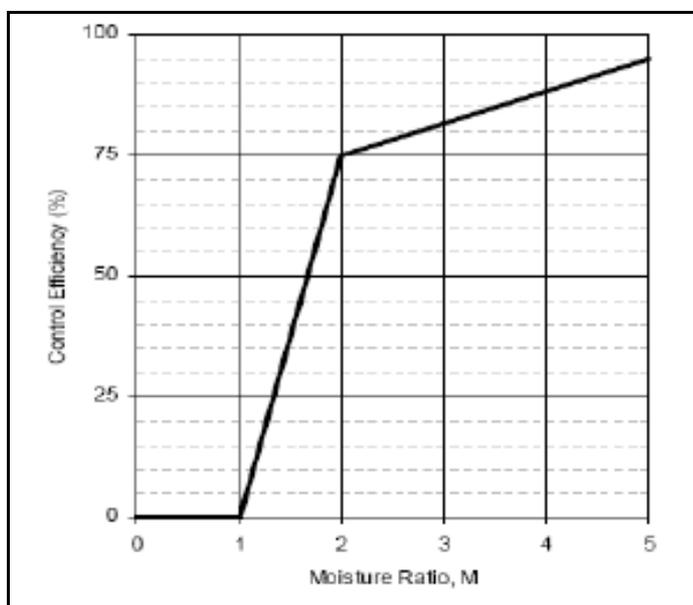


Figura 7/A: Andamento dell'efficienza di abbattimento delle emissioni in funzione del rapporto fra il contenuto di umidità del suolo dopo e prima del trattamento di bagnatura

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 26 di 37	Rev. 0

8 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

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

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

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

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

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

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

Vilà-Guerau de Arellano J., Talmon A.M., Builtjes P.J.H., 1990, - "A chemically reactive plume model for the NO-NO₂-O₃ system", Atmospheric Environment, 24A, 2237-2246

Countess Environmental, 2006 - "WRAP fugitive dust Handbook"

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 27 di 37	Rev. 0

**ANNESSO I - POLVERI PM₁₀: RAPPRESENTAZIONE
DEGLI ISOLIVELLI DI CONCENTRAZIONE**

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 28 di 37	Rev. 0

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Ricettore R1, distribuzione al suolo delle massime concentrazioni di PM₁₀

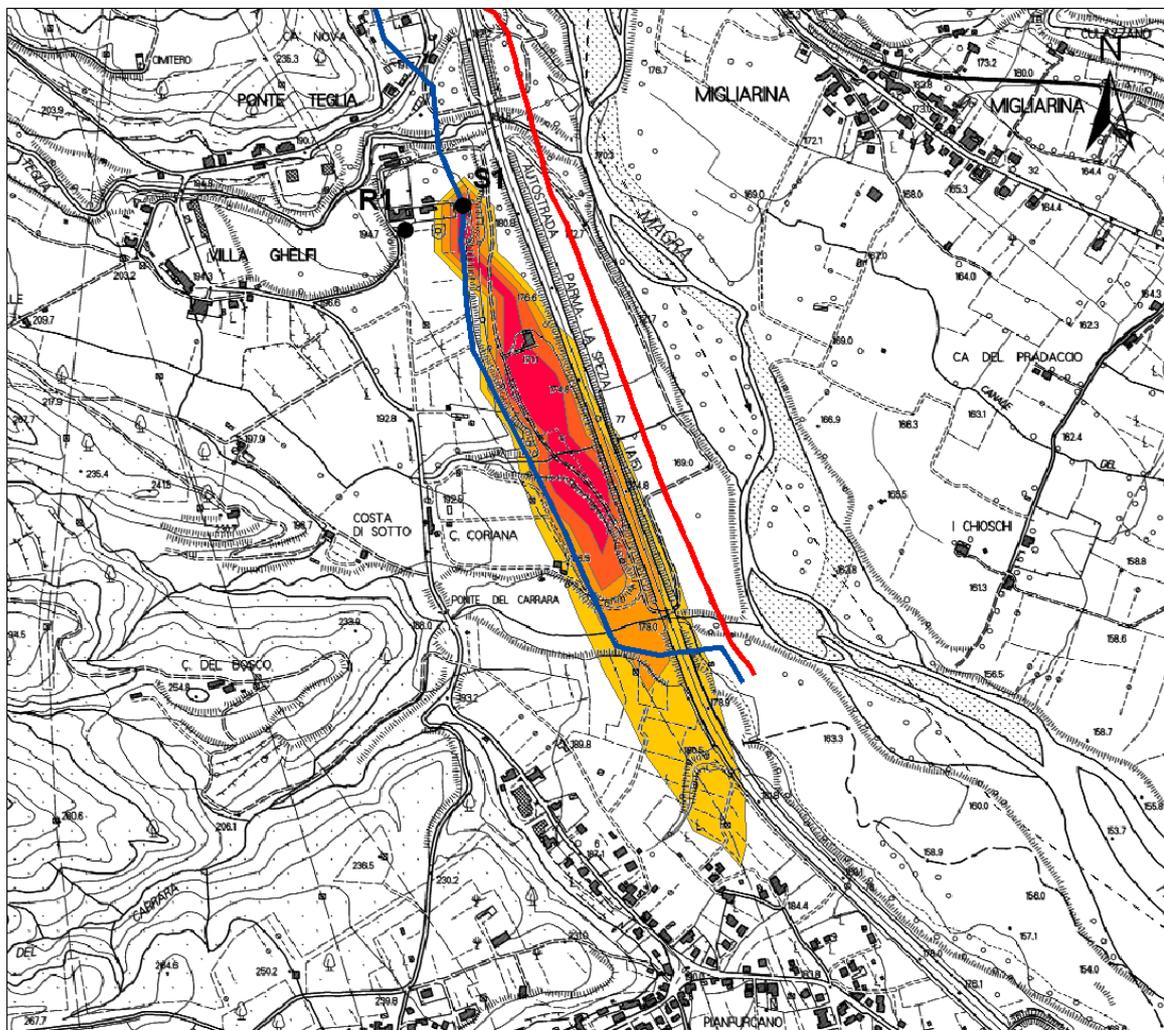
Figura 2: Ricettore R2, distribuzione al suolo delle massime concentrazioni di PM₁₀

Figura 3: Ricettore R3, distribuzione al suolo delle massime concentrazioni di PM₁₀

Figura 4: Ricettore R4, distribuzione al suolo delle massime concentrazioni di PM₁₀

Figura 5: Ricettore R5, distribuzione al suolo delle massime concentrazioni di PM₁₀

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 66900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 29 di 37	Rev. 0



Legenda

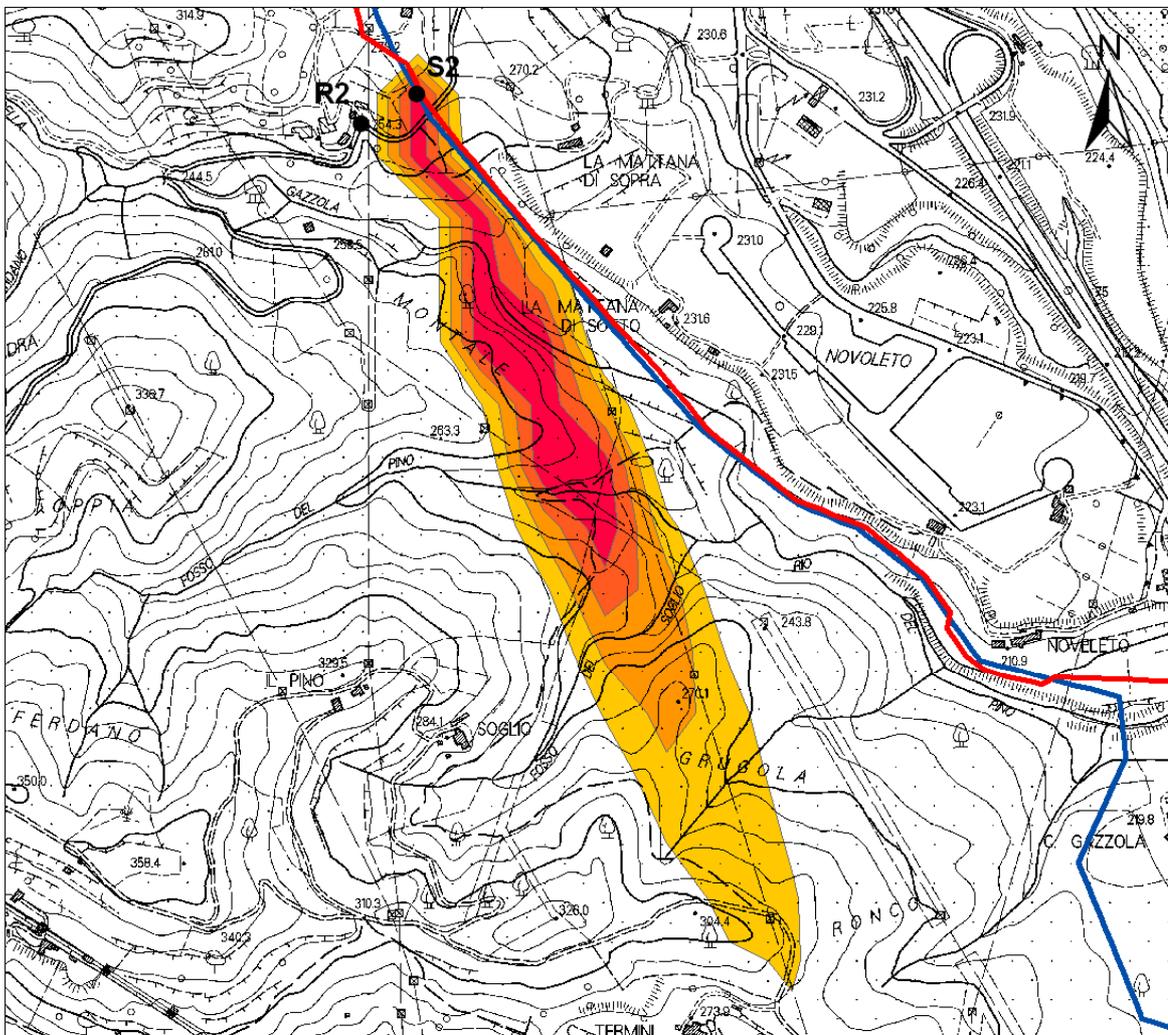
Concentrazione PM₁₀ (µg/mc)



- Punti sorgente/ricettore (S/R)
- Microtunnel
- Metanodotto in progetto
- - - Allacciamenti/Varianti in progetto
- Metanodotto in dismissione
- - - Allacciamenti/Varianti in dismissione
- ▨ ZPS
- ▨ SIC
- ▨ SIC-ZPS
- ▭ Comuni

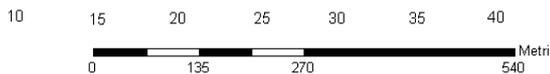
Figura 1 - Ricettore R1- Distribuzione al suolo delle massime concentrazioni di PM₁₀

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 30 di 37	Rev. 0



Legenda

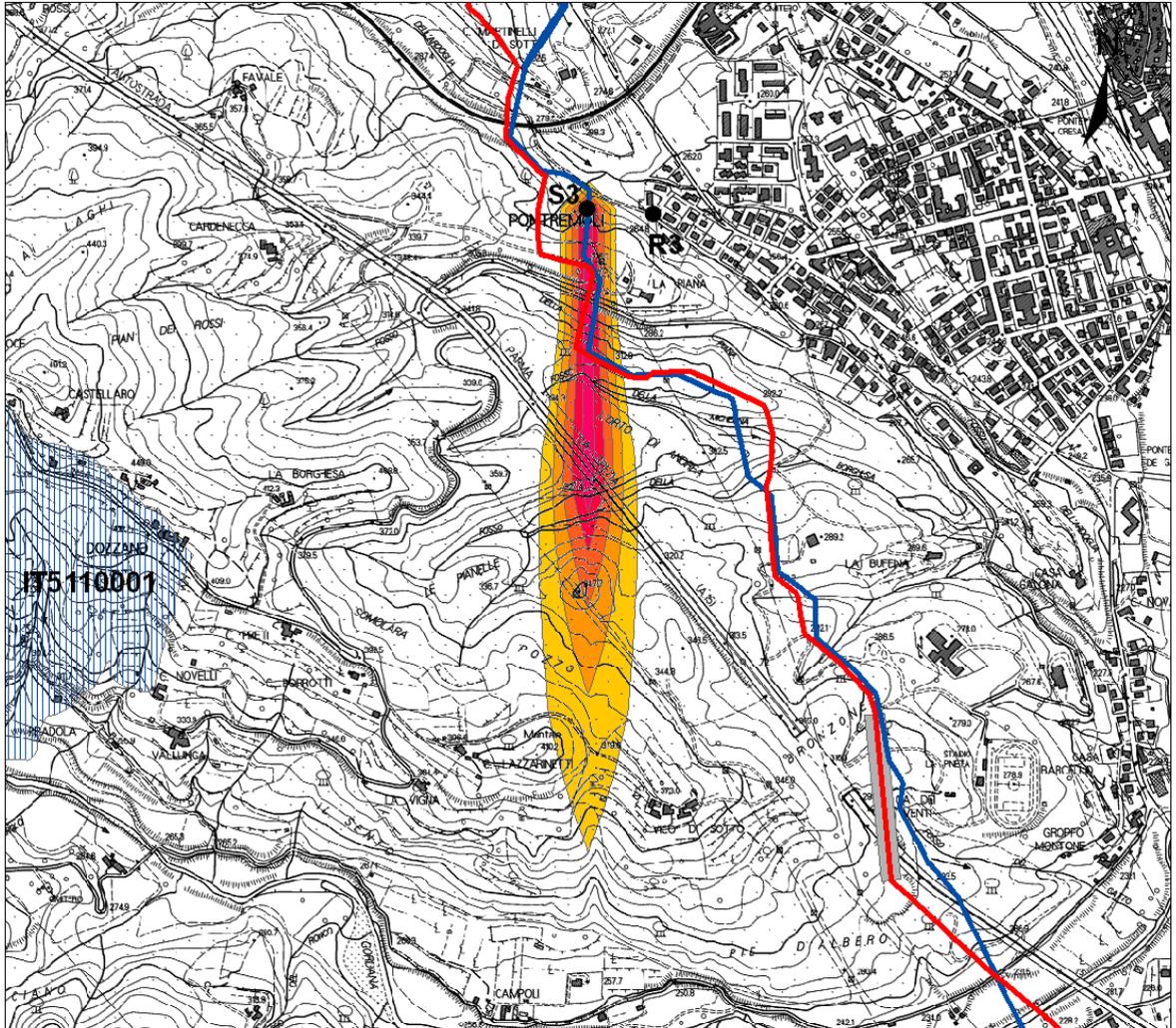
Concentrazione PM10 ($\mu\text{g}/\text{mc}$)



- Punti sorgente/ricettore (S/R)
- Microtunnel
- Metanodotto in progetto
- - - Allacciamenti/Varianti in progetto
- Metanodotto in dismissione
- - - Allacciamenti/Varianti in dismissione
- ▨ ZPS
- ▨ SIC
- ▨ SIC-ZPS
- ▭ Comuni

Figura 2 - Ricettore R2 - Distribuzione al suolo delle massime concentrazioni di PM₁₀

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 66900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 31 di 37	Rev. 0



Legenda

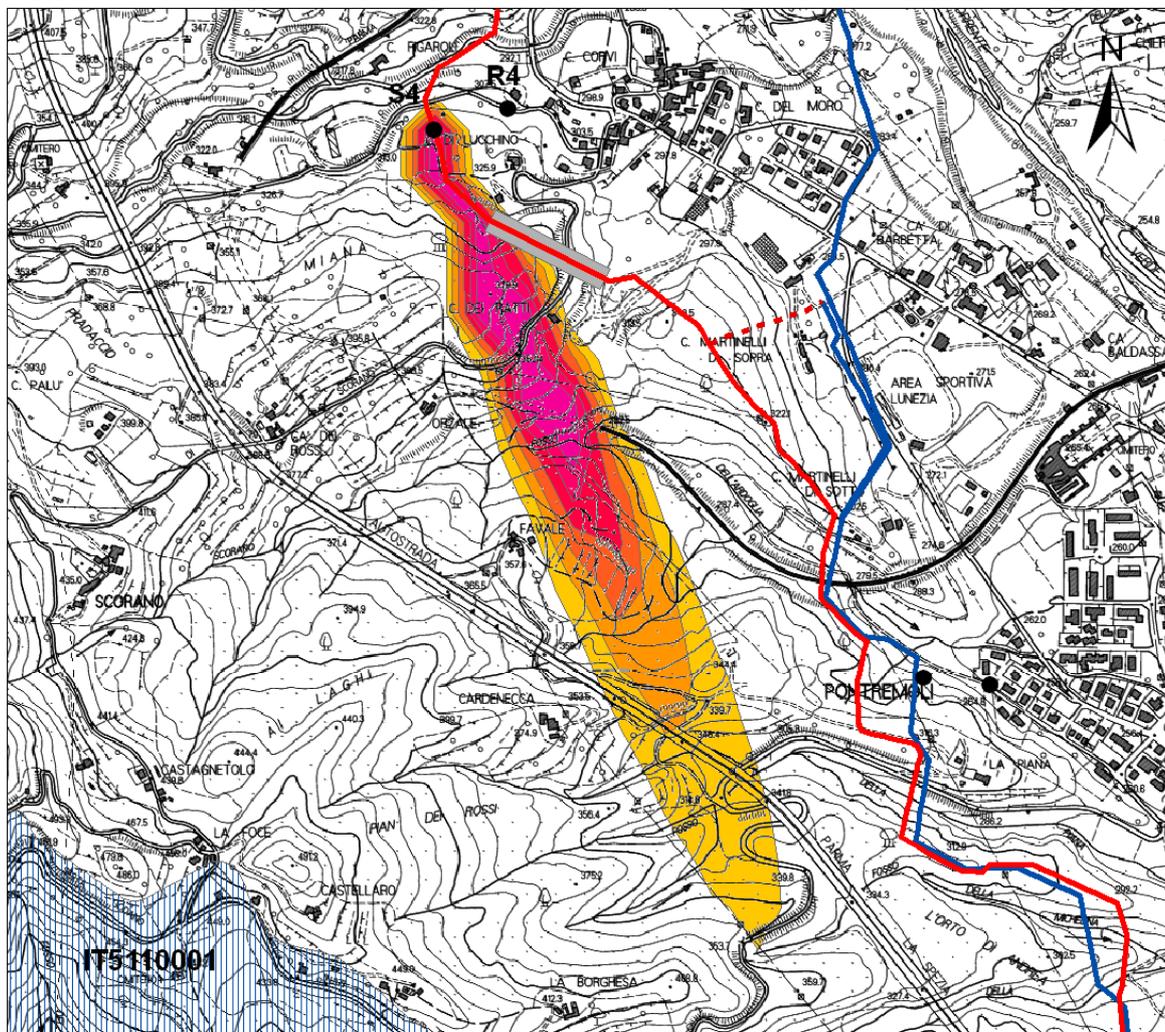
Concentrazione PM₁₀ (µg/mc)



- Punti sorgente/ricettore (S/R)
- Microtunnel
- Metanodotto in progetto
- - - Allacciamenti/Varianti in progetto
- Metanodotto in dismissione
- - - Allacciamenti/Varianti in dismissione
- ▨ ZPS
- ▨ SIC
- ▨ SIC-ZPS
- - - Comuni

Figura 3 - Ricettore R3 - Distribuzione al suolo delle massime concentrazioni di PM₁₀

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 66900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 32 di 37	Rev. 0



Legenda

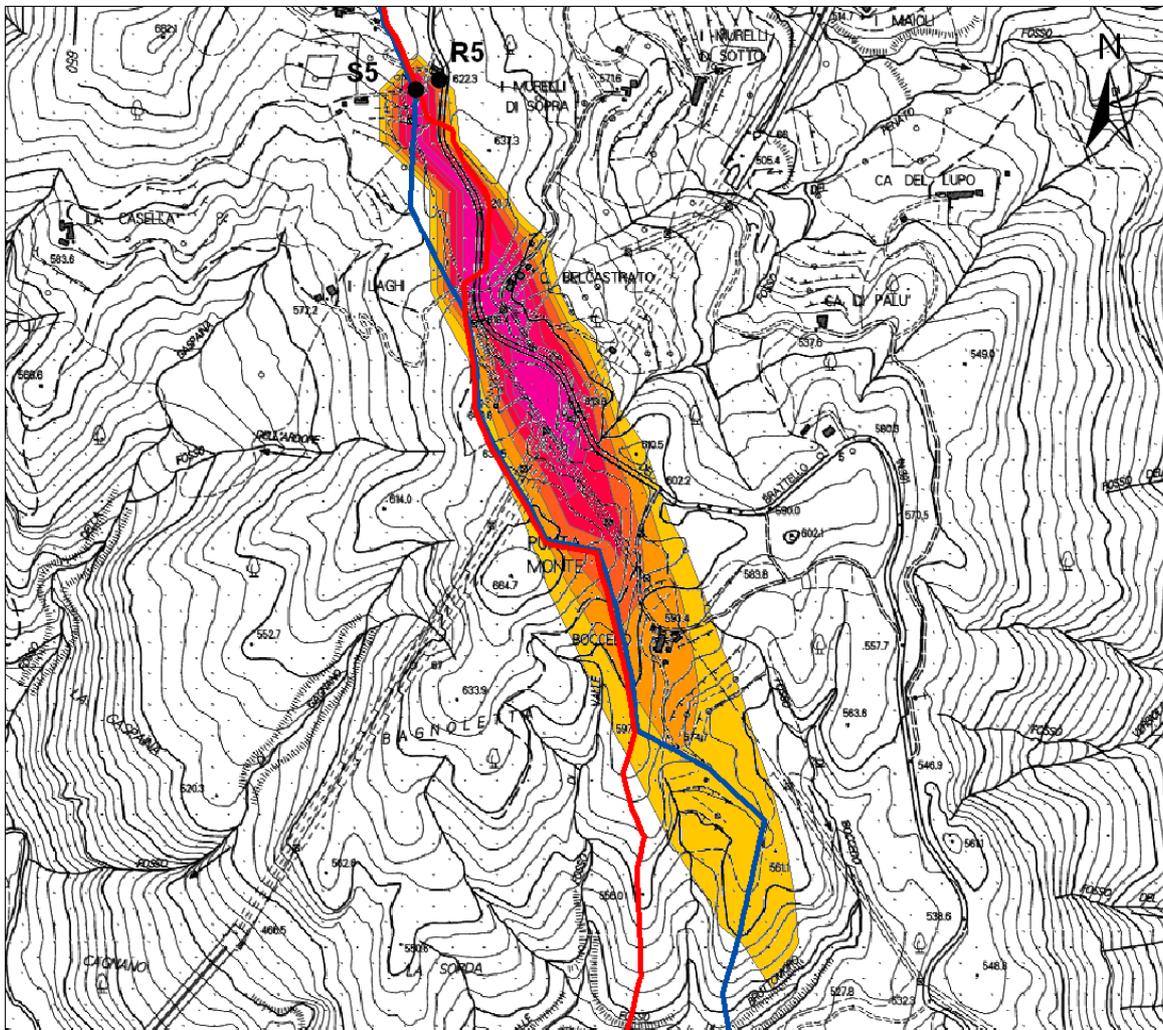
Concentrazione PM10 ($\mu\text{g}/\text{mc}$)



- Punti sorgente/ricettore (S/R)
- Microtunnel
- Metanodotto in progetto
- - - Allacciamenti/Varianti in progetto
- Metanodotto in dismissione
- - - Allacciamenti/Varianti in dismissione
-  ZPS
-  SIC
-  SIC-ZPS
- - - Comuni

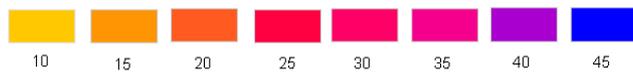
Figura 4 - Ricettore R4 - Distribuzione al suolo delle massime concentrazioni di PM₁₀

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 66900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 33 di 37	Rev. 0



Legenda

Concentrazione PM10 ($\mu\text{g}/\text{mc}$)



10

15

20

25

30

35

40

45

0 175 350 700 Metri

- Punti sorgente/ricettore (S/R)
- Microtunnel
- Metanodotto in progetto
- Allacciamenti/Varianti in progetto
- Metanodotto in dismissione
- Allacciamenti/Varianti in dismissione
- ZPS
- SIC
- SIC-ZPS
- Comuni

Figura 5 - Ricettore R5 - Distribuzione al suolo delle massime concentrazioni di PM₁₀

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 34 di 37	Rev. 0

**ANNESSO II – BISSIDO DI AZOTO NO₂:
RAPPRESENTAZIONE DEGLI ISOLIVELLI DI
CONCENTRAZIONE**

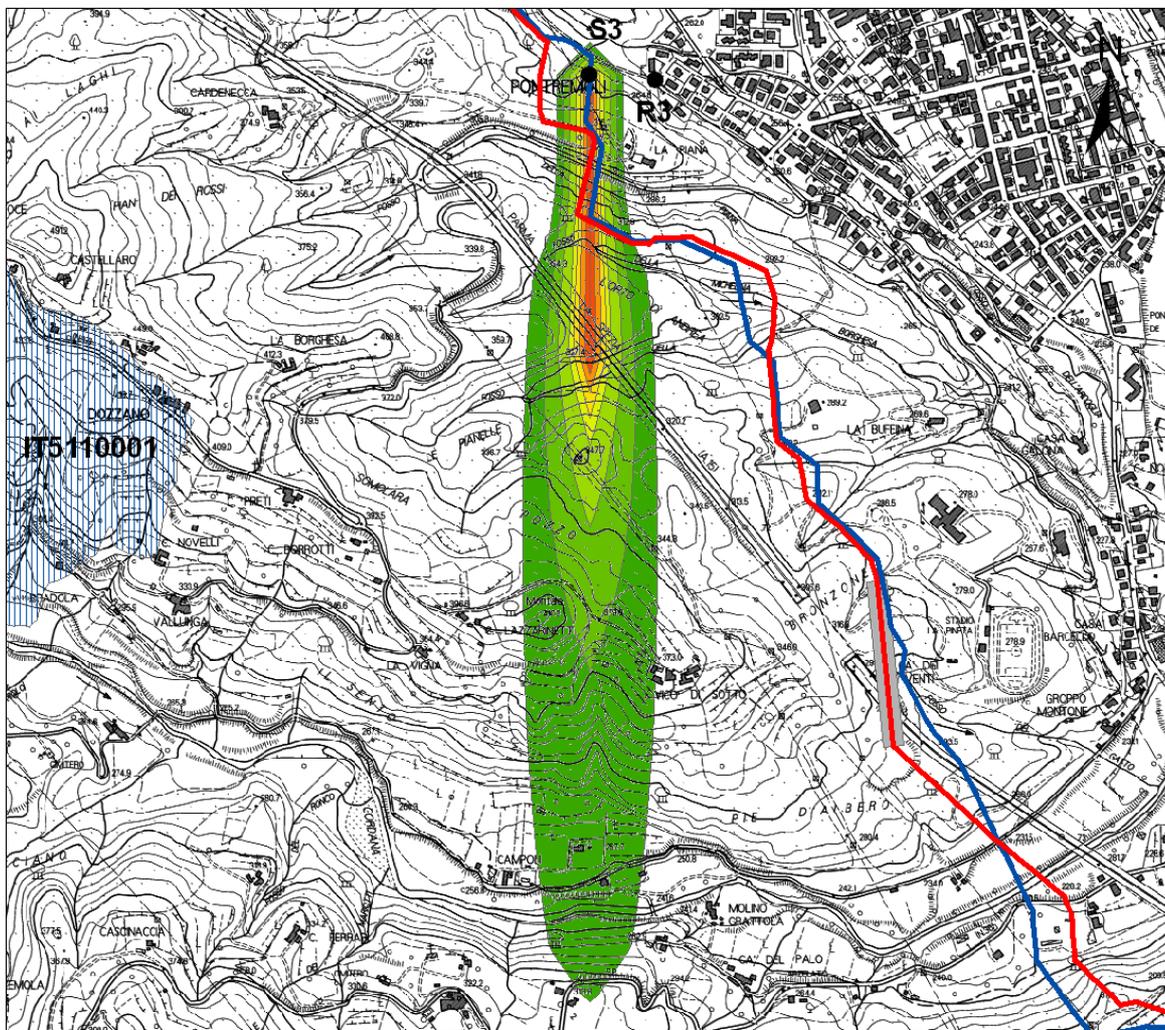
 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 35 di 37	Rev. 0

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Ricettore R3, distribuzione al suolo delle massime concentrazioni di NO₂

Figura 2: Ricettore R4, distribuzione al suolo delle massime concentrazioni di NO₂

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 669900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 36 di 37	Rev. 0



Legenda

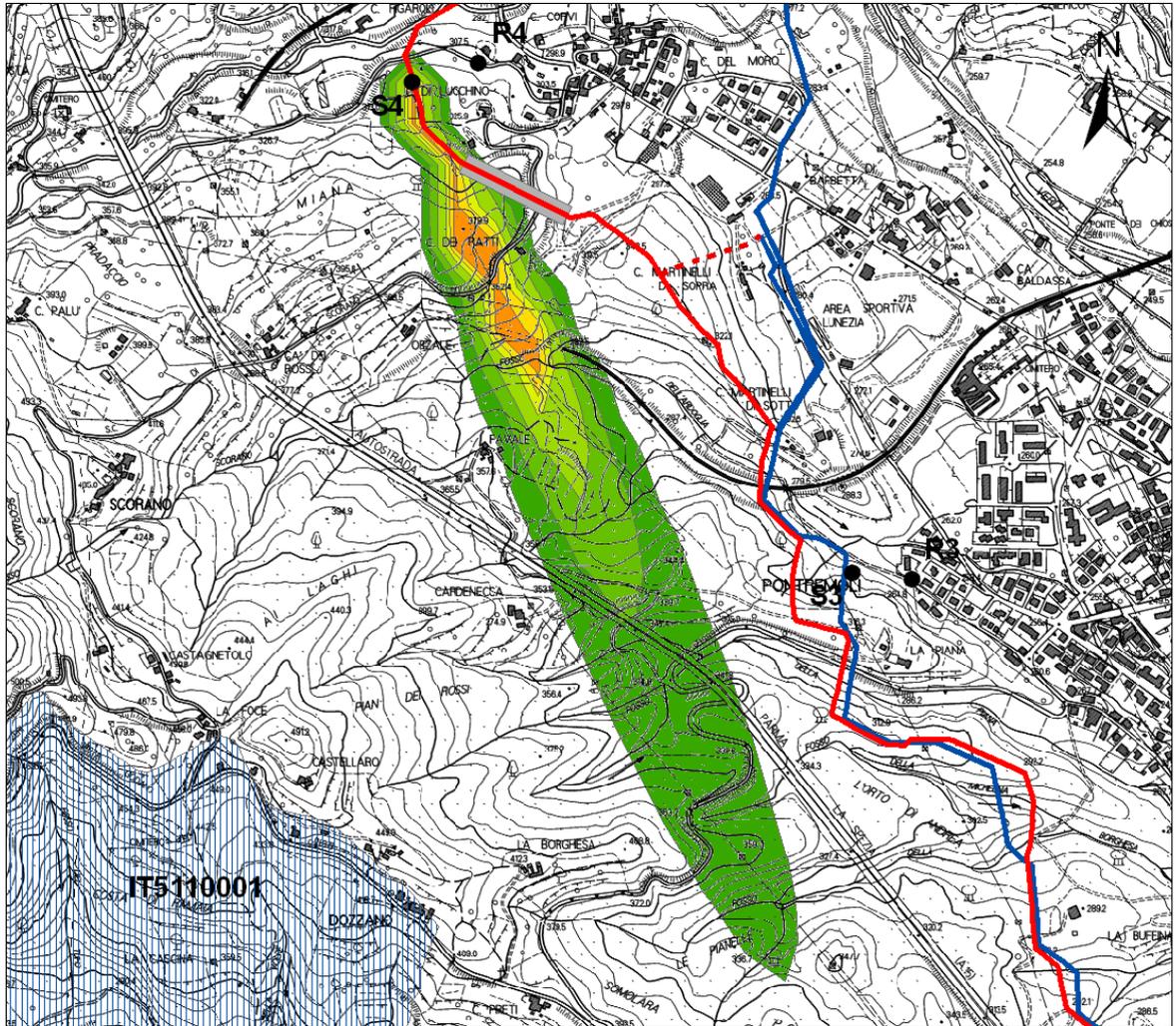
Concentrazione NO₂ (µg/mc)



- Punti sorgente/ricettore (S/R)
- Microtunnel
- Metanodotto in progetto
- - - Allacciamenti/Varianti in progetto
- Metanodotto in dismissione
- - - Allacciamenti/Varianti in dismissione
-  ZPS
-  SIC
-  SIC-ZPS
-  Comuni

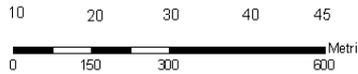
Figura 1: Ricettore R3, distribuzione al suolo delle massime concentrazioni di NO₂

 	PROGETTISTA  Snamprogetti	COMMESSA 66900	UNITÀ 000
	LOCALITÀ Regione Toscana	SPC 00-BG-E-94704	
	PROGETTO Metanodotto Pontremoli Cortemaggiore	Fg. 37 di 37	Rev. 0



Legenda

Concentrazione NO₂ (µg/mc)



- Punti sorgente/ricettore (S/R)
- Microtunnel
- Metanodotto in progetto
- - - Allacciamenti/Varianti in progetto
- Metanodotto in dismissione
- - - Allacciamenti/Varianti in dismissione
-  ZPS
-  SIC
-  SIC-ZPS
- Comuni

Figura 2: Ricettore R4, distribuzione al suolo delle massime concentrazioni di NO₂