

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 1 di 156 | Rev. 0 |

Progetto:

RIFACIMENTO METANODOTTO SANSEPOLCRO – FOLIGNO
E OPERE CONNESSE

STUDIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA
 Analisi delle emissioni indotte dalla fase di costruzione
 dell'opera nell'atmosfera

OPERE IN PROGETTO

| | | | | | |
|-------------|--------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------|
| | | | | | |
| 0 | Emissione | Vanzini | Urbellini | Luminari | 30/09/2021 |
| Rev. | Descrizione | Elaborato | Verificato | Approvato | Data |

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 2 di 156 | Rev. 0 |

INDICE

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | GENERALITÀ..... | 7 |
| 1.1 | Opere in progetto..... | 9 |
| 1.2 | Comuni attraversati | 11 |
| 1.3 | Interferenza con aree naturali | 13 |
| 2 | SCOPO | 14 |
| 3 | RIFERIMENTI NORMATIVI..... | 15 |
| 4 | DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ..... | 18 |
| 4.1 | Quadro sintetico delle attività svolte | 18 |
| 4.2 | Recettori | 19 |
| 4.2.1 | Recettori di tipo P (residenziali/produttivi) – condotta principale..... | 19 |
| 4.2.2 | Recettori di tipo N (naturalistici) – condotta principale | 20 |
| 4.2.3 | Recettori di tipo PA (residenziali/produttivi) – opere connesse | 20 |
| 5 | STATO ATTUALE | 24 |
| 5.1 | Caratterizzazione morfologica. | 24 |
| 5.2 | Caratterizzazione meteorologica | 26 |
| 5.3 | Analisi dei dati meteo | 31 |
| 5.3.1 | Analisi dei dati temperatura e umidità relativa..... | 35 |
| 5.3.2 | Andamenti stagionali della velocità del vento delle stazioni considerate: | 41 |
| 5.3.3 | Riportiamo gli andamenti stagionali della pressione delle stazioni considerate:..... | 44 |
| 5.3.4 | Analisi dei dati di precipitazioni atmosferiche | 46 |
| 5.3.5 | Regime anemometrico..... | 51 |
| 5.4 | Caratterizzazione della qualità dell'aria..... | 67 |
| 5.4.1 | Regione Toscana..... | 67 |
| 5.4.2 | Regione Umbria..... | 69 |
| 5.4.3 | Dati di fondo ricavati dai dati delle stazioni di misura fisse prossime all'area progetto..... | 71 |
| 6 | DESCRIZIONE DEL MODELLO PREVISIONALE | 72 |
| 6.1 | Ipotesi modellistiche..... | 77 |
| 6.2 | Algoritmi di calcolo..... | 78 |
| 6.2.1 | Sollevamento di polveri prodotte durante la fase di scortico | 78 |
| 6.2.2 | Formazione e stoccaggio di cumuli di inerti..... | 78 |
| 6.2.3 | Emissioni movimento dei mezzi su piste non asfaltate. | 79 |
| 6.2.4 | Emissioni delle macchine operatrici. | 81 |

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFORNITA LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 3 di 156 | Rev. 0 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 6.2.5 | Emissioni veicolari dei mezzi stradali | 83 |
| 6.3 | Le fasi di cantiere..... | 83 |
| 6.3.1 | Scavo a cielo aperto | 84 |
| 6.3.2 | Microtunnel | 84 |
| 6.3.3 | TOC | 85 |
| 7 | EMISSIONI MEDIANTE SCAVO A CIELO APERTO - COND. PRINCIPALE ... | 86 |
| 7.1 | Sorgenti di emissione..... | 86 |
| 7.1.1 | Caratteristiche delle sorgenti emmissive | 86 |
| 7.1.2 | Mezzi coinvolti nelle attività di cantiere..... | 89 |
| 7.1.3 | Inquinanti emessi..... | 90 |
| 7.2 | Stima della fase apertura pista | 90 |
| 7.2.1 | Scotico superficiale..... | 90 |
| 7.2.2 | Polveri scavo e movimentazione | 91 |
| 7.2.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate..... | 91 |
| 7.2.4 | Emissioni delle macchine operatrici da cantiere e mezzi stradali per trasporto persone..... | 91 |
| 7.3 | Stima della fase scavo..... | 92 |
| 7.3.1 | Scotico superficiale..... | 92 |
| 7.3.2 | Polveri scavo e movimentazione | 92 |
| 7.3.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate..... | 92 |
| 7.3.4 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali..... | 92 |
| 7.4 | Stima della fase saldatura | 94 |
| 7.4.1 | Scotico superficiale..... | 94 |
| 7.4.2 | Polveri scavo e movimentazione | 94 |
| 7.4.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate..... | 94 |
| 7.4.4 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali..... | 94 |
| 7.5 | Stima della fase posa..... | 95 |
| 7.5.1 | Scotico superficiale..... | 95 |
| 7.5.2 | Polveri scavo e movimentazione | 95 |
| 7.5.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate..... | 95 |
| 7.5.4 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali..... | 95 |
| 7.6 | Stima della fase rinterro e ripristino | 96 |
| 7.6.1 | Scotico superficiale..... | 96 |
| 7.6.2 | Polveri scavo e movimentazione | 96 |
| 7.6.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate..... | 96 |
| 7.6.4 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali..... | 96 |
| 7.7 | Portata degli inquinanti emessi | 98 |
| 8 | EMISSIONI MEDIANTE SCAVO A CIELO APERTO – DER. PER PERUGIA. | 100 |
| 8.1 | Sorgenti di emissione..... | 100 |
| 8.1.1 | Caratteristiche delle sorgenti emmissive | 100 |

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 4 di 156 | Rev. 0 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 8.1.2 | Mezzi coinvolti nelle attività di cantiere..... | 102 |
| 8.1.3 | Inquinanti emessi..... | 103 |
| 8.2 | Stima della fase apertura pista | 103 |
| 8.2.1 | Scotico superficiale..... | 103 |
| 8.2.2 | Polveri scavo e movimentazione | 103 |
| 8.2.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate..... | 104 |
| 8.2.4 | Emissioni delle macchine operatrici da cantiere e mezzi stradali da trasporto persone | 104 |
| 8.3 | Stima della fase scavo | 104 |
| 8.3.1 | Scotico superficiale..... | 104 |
| 8.3.2 | Polveri scavo e movimentazione | 105 |
| 8.3.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate..... | 105 |
| 8.3.4 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali..... | 105 |
| 8.4 | Stima della fase saldatura | 107 |
| 8.4.1 | Scotico superficiale..... | 107 |
| 8.4.2 | Polveri scavo e movimentazione | 107 |
| 8.4.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate..... | 107 |
| 8.4.4 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali..... | 107 |
| 8.5 | Stima della fase posa..... | 108 |
| 8.5.1 | Scotico superficiale..... | 108 |
| 8.5.2 | Polveri scavo e movimentazione | 108 |
| 8.5.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate..... | 108 |
| 8.5.4 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali..... | 108 |
| 8.6 | Stima della fase rinterro e ripristino | 109 |
| 8.6.1 | Scotico superficiale..... | 109 |
| 8.6.2 | Polveri scavo e movimentazione | 109 |
| 8.6.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate..... | 109 |
| 8.6.4 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali..... | 110 |
| 8.7 | Portata degli inquinanti emessi | 111 |
| 9 | EMISSIONI MEDIANTE MICROTUNNEL - CONDOTTA DN 400..... | 113 |
| 9.1 | Sorgenti di emissione..... | 113 |
| 9.1.1 | Caratteristiche delle sorgenti emissive | 113 |
| 9.1.2 | Mezzi coinvolti nelle attività di cantiere..... | 116 |
| 9.1.3 | Inquinanti emessi..... | 117 |
| 9.2 | Infissione palancole e scavo stazioni di spinta e di arrivo | 117 |
| 9.2.1 | Scotico superficiale..... | 117 |
| 9.2.2 | Polveri scavo e movimentazione | 117 |
| 9.2.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate..... | 118 |
| 9.2.4 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali..... | 118 |
| 9.3 | Perforazione | 119 |
| 9.3.1 | Scotico superficiale..... | 119 |
| 9.3.2 | Polveri scavo e movimentazione | 119 |

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 5 di 156 | Rev. 0 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 9.3.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate | 119 |
| 9.3.4 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali | 119 |
| 9.4 | Saldatura, posa e tiro condotta..... | 120 |
| 9.4.1 | Scotico superficiale | 120 |
| 9.4.2 | Polveri scavo e movimentazione | 120 |
| 9.4.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate | 120 |
| 9.4.4 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali | 120 |
| 9.5 | Portata degli inquinanti emessi | 121 |
| 10 | EMISSIONI MEDIANTE TOC - CONDOTTA DN 400..... | 122 |
| 10.1 | Sorgenti di emissione..... | 122 |
| 10.1.1 | Caratteristiche delle sorgenti emissive | 122 |
| 10.1.2 | Mezzi coinvolti nelle attività di cantiere..... | 124 |
| 10.1.3 | Inquinanti emessi..... | 124 |
| 10.2 | Perforazione foro pilota..... | 126 |
| 10.2.1 | Scotico superficiale | 126 |
| 10.2.2 | Polveri scavo e movimentazione | 126 |
| 10.2.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate | 126 |
| 10.2.4 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali | 126 |
| 10.3 | Infilaggio tubo cantiere..... | 127 |
| 10.3.1 | Scotico superficiale | 127 |
| 10.3.2 | Polveri scavo e movimentazione | 127 |
| 10.3.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate cantiere principale | 127 |
| 10.3.4 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate area di varo..... | 127 |
| 10.3.5 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali cantiere principale | 128 |
| 10.3.6 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali nell'area di varo. | 128 |
| 10.4 | Portata degli inquinanti emessi | 129 |
| 11 | EMISSIONI SCAVO A CIELO APERTO – ALL. SECONDARI - DN 100..... | 131 |
| 11.1 | Sorgenti di emissione..... | 131 |
| 11.1.1 | Geometria delle sorgenti emissive | 131 |
| 11.1.2 | Mezzi coinvolti nelle attività di cantiere..... | 133 |
| 11.1.3 | Inquinanti emessi..... | 134 |
| 11.2 | Stima della fase apertura pista | 134 |
| 11.2.1 | Scotico superficiale | 134 |
| 11.2.2 | Polveri scavo e movimentazione | 134 |
| 11.2.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate | 135 |
| 11.2.4 | Emissioni delle macchine operatrici da cantiere e mezzi stradali da trasporto | 135 |
| 11.3 | Stima della fase scavo | 135 |
| 11.3.1 | Scotico superficiale | 135 |
| 11.3.2 | Polveri scavo e movimentazione | 136 |

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 6 di 156 | Rev. 0 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 11.3.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate..... | 136 |
| 11.3.4 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali..... | 136 |
| 11.4 | Stima della fase saldatura | 138 |
| 11.4.1 | Scotico superficiale..... | 138 |
| 11.4.2 | Polveri scavo e movimentazione | 138 |
| 11.4.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate..... | 138 |
| 11.4.4 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali..... | 138 |
| 11.5 | Stima della fase posa..... | 139 |
| 11.5.1 | Scotico superficiale..... | 139 |
| 11.5.2 | Polveri scavo e movimentazione | 139 |
| 11.5.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate..... | 139 |
| 11.5.4 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali..... | 139 |
| 11.6 | Stima della fase rinterro e ripristino | 140 |
| 11.6.1 | Scotico superficiale..... | 140 |
| 11.6.2 | Polveri scavo e movimentazione | 140 |
| 11.6.3 | Polveri transito mezzi strade non pavimentate..... | 140 |
| 11.6.4 | Emissioni delle macchine operatrici e stradali..... | 141 |
| 11.7 | Portata degli inquinanti emessi | 142 |
| 12 | RISULTATI DELLE SIMULAZIONI | 144 |
| 12.1 | Concentrazione delle polveri PM10 | 145 |
| 12.1.1 | Recettori di tipo naturalistico (siglati con N) – condotta principale..... | 145 |
| 12.1.2 | Recettori di tipo residenziale (siglati con P) – condotta principale..... | 146 |
| 12.1.3 | Recettori di tipo residenziale (siglati con P e PA) - TOC lato cantiere principale..... | 147 |
| 12.1.4 | Recettori di tipo residenziale (siglati con P e PA) - TOC lato area varo..... | 147 |
| 12.1.5 | Recettori di tipo residenziale (siglati con P e PA) - microtunnel..... | 147 |
| 12.1.6 | Recettori di tipo residenziale (siglati con PA) - allacciamenti..... | 148 |
| 12.2 | Concentrazione del biossido di azoto NO₂..... | 149 |
| 12.2.1 | Recettori di tipo naturalistico (siglati con N) - condotta principale..... | 149 |
| 12.2.2 | Recettori di tipo residenziale (siglati con P) - condotta principale..... | 150 |
| 12.2.3 | Recettori di tipo residenziale (siglati con P e pA) - TOC lato cantiere principale..... | 151 |
| 12.2.4 | Recettori di tipo residenziale (siglati con P e PA) - TOC lato area varo..... | 152 |
| 12.2.5 | Recettori di tipo residenziale (siglati con P e PA) - microtunnel..... | 152 |
| 13 | MISURE DI MITIGAZIONE DA ATTIVARE IN FASE DI CANTIERE | 153 |
| 14 | CONCLUSIONI..... | 154 |
| 15 | BIBLIOGRAFIA | 155 |
| | ELENCO ALLEGATI..... | 156 |

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 7 di 156 | Rev. 0 |

1 GENERALITÀ

Il progetto denominato “Rifacimento Sansepolcro Foligno e opere connesse” consiste nella realizzazione del “Metanodotto Sansepolcro - Foligno DN 400 (16”) - DP 75 bar, che sostituisce la linea esistente “*Sansepolcro - Foligno DN 250 (10”) – MOP 70 (35) bar*” di lunghezza complessiva pari a circa 94,3 km, al fine di eliminare le criticità emerse a fronte dell’antropizzazione del territorio attraversato, continuare a garantire l’ispezionabilità del metanodotto, potenziare la rete esistente, adeguare la stessa alle future esigenze di mercato.

Il tracciato della nuova condotta principale DN 400 (16”), di circa 96,8 km di lunghezza, interessa la Provincia di Arezzo nella Regione Toscana e la Provincia di Perugia nella Regione Umbria.

L’opera riguarderà anche la realizzazione di una serie di metanodotti, alcuni dei quali derivanti direttamente dal metanodotto principale, di diametro e lunghezze variabili, per una lunghezza complessiva pari a circa 31,5 km.

La scelta del tracciato è stata effettuata dopo un attento esame dei luoghi; sono state analizzate e studiate tutte le situazioni particolari, siano esse di origine naturale oppure di natura antropica, che potrebbero rappresentare delle criticità, sia per la realizzazione dell’opera e per la sua successiva gestione, sia per l’ambiente in cui la stessa s’inserisce.

La realizzazione delle opere in progetto comporterà la messa fuori esercizio dei rispettivi tratti di tubazioni/impianti esistenti per i quali è prevista la rimozione.

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 8 di 156 | Rev. 0 |



Figura 1-A Inquadramento generale delle opere in progetto (in rosso)

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 9 di 156 | Rev. 0 |

1.1 OPERE IN PROGETTO

Le “OPERE IN PROGETTO” oggetto del presente studio sono le seguenti:

| Metanodotto principale in progetto | | | |
|------------------------------------|------------|-----------|----------------|
| Denominazione metanodotto | Diametro | DP (bar) | Lunghezza (km) |
| Met. Sansepolcro-Foligno | 400 | 75 | 96,742 |

| Opere connesse in progetto | | | |
|--|----------|----------|----------------|
| Denominazione metanodotto | Diametro | DP (bar) | Lunghezza (km) |
| Der. Per Perugia | 400 | 75 | 6,210 |
| All. Centrale Compr. Piccini Sansepolcro | 100 | 75 | 0,274 |
| Ric. All. Centrale Compr. Piccini | 100 | 75 | 0,026 |
| Ric. All. Nestlè IT Sansepolcro | 100 | 75 | 0,061 |
| Ric. All. Comune Citerna | 100 | 75 | 0,015 |
| All. Comune S. Giustino | 100 | 75 | 0,028 |
| Der. per S. Giustino | 100 | 75 | 1,323 |
| Ric. All. Comune di Città di Castello 3 [^] Pr. | 100 | 75 | 0,046 |
| Ric. All. Piccini Paolo | 100 | 75 | 0,057 |
| All. Com. Città di Castello 1 [^] Pr. | 100 | 75 | 0,081 |
| All. Sacofgas | 100 | 75 | 0,229 |
| All. Centrale metano Piccini | 100 | 75 | 0,433 |
| All. Com. Città di Castello 2 [^] Pr. | 100 | 75 | 0,163 |
| Ric. All. Com. di Umbertide 3 [^] Pr. | 100 | 75 | 0,096 |
| All. Com. di Umbertide 1 [^] Pr. | 100 | 75 | 0,453 |
| Ric. Derivazione per Gubbio | 200 | 75 | 0,177 |
| Ric. All. Comune di Perugia 5 [^] Pr. | 150 | 75 | 0,586 |
| Ric. All. Comune di Perugia 4 [^] Pr. | 100 | 75 | 0,038 |
| Ric. Pot. All. Comune di Perugia 2 [^] Pr. | 150 | 75 | 0,131 |
| All. Luxenia Umbro Tiberina | 100 | 75 | 2,088 |
| All. Colussi SPA | 100 | 75 | 5,406 |
| Der. per Bastia Umbra | 150 | 75 | 3,095 |
| All. Com. Assisi 1 [^] Pr. | 100 | 75 | 2,523 |
| All. Bonaca-Cannara | 100 | 75 | 2,184 |
| All. Ceramica Falcinelli | 100 | 75 | 2,325 |

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 10 di 156 | Rev. 0 |

| Denominazione metanodotto | Diametro | DP (bar) | Lunghezza (km) |
|---|----------|----------|----------------|
| All. Com. di Spello | 100 | 75 | 0,06 |
| All. Nestlè IT Sansepolcro | 100 | 75 | 0,458 |
| All. Buitoni S.p.A | 100 | 75 | 0,006 |
| All. Centria SRL | 100 | 75 | 0,041 |
| All. Officine Selci | 100 | 75 | 0,030 |
| All. Nardi Francesco e figli Spa | 100 | 75 | 0,424 |
| All. Com. Umbertide 2 ^a Pr. | 100 | 75 | 0,252 |
| Ric. All. Com. Perugia 2 ^a Pr. | 100 | 75 | 0,019 |
| All. Deltafina Spa | 100 | 75 | 0,184 |
| All. Metano Auto RO.LA | 100 | 75 | 0,372 |
| All. Mignini e Petrini Spa | 100 | 75 | 0,068 |
| All. Assisi Gestione e Servizi Srl | 100 | 75 | 0,097 |
| Ric.All. Olivi di Bastia Umbra | 100 | 75 | 0,036 |
| All. Com. di Bastia Umbra | 100 | 75 | 0,102 |
| All. Com. Assisi 3 ^a Pr. | 100 | 75 | 0,888 |
| All. Ferro Italia | 100 | 75 | 0,518 |
| Lunghezza complessiva | | | 31,603 |

Tabella 1-A Opere in progetto.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 11 di 156 | Rev. 0 |

1.2 COMUNI ATTRAVERSATI

La Tabella 1-B Comuni attraversati dall'opera in progettoriasse, per ciascuna provincia interessata, i territori comunali attraversati dall'opera in progetto, mentre le successive immagini rappresentano sinteticamente lo sviluppo delle stesse opere nei comuni (Figura 1-B e Figura 1-C).

| Regione | Provincia | Comune |
|---------|-----------|-------------------|
| Toscana | Arezzo | Sansepolcro |
| Umbria | Perugia | San Giustino |
| | | Città di Castello |
| | | Umbertide |
| | | Montone |
| | | Perugia |
| | | Bastia |
| | | Torgiano |
| | | Assisi |
| | | Spello |
| | | Cannara |

Tabella 1-B Comuni attraversati dall'opera in progetto

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>consulenza (materiali - impianti) - assistenza progettazione - direzione lavori</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 12 di 156 | Rev. 0 |

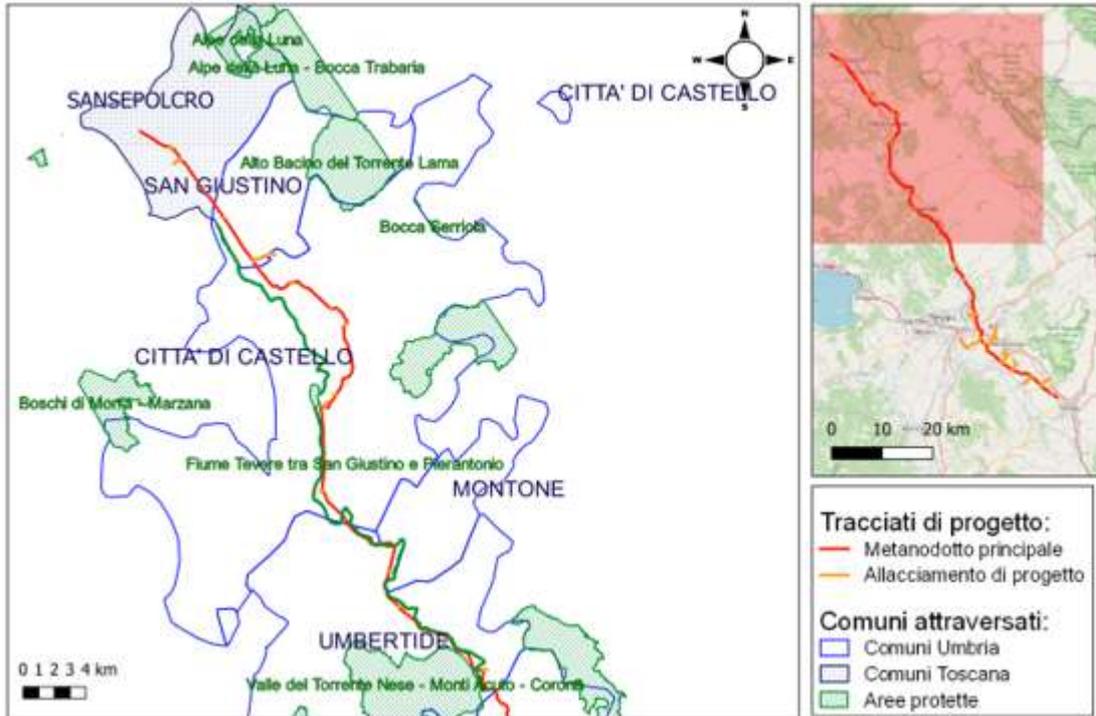


Figura 1-B Comuni attraversati parte nord del tracciato

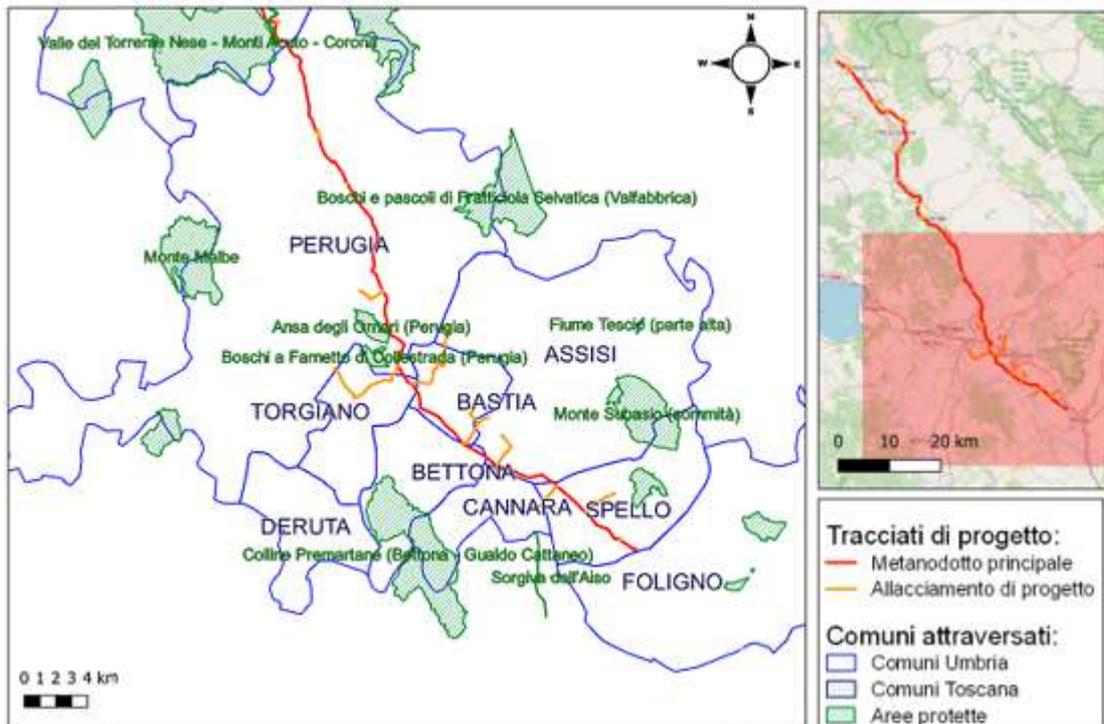


Figura 1-C Comuni attraversati parte sud del tracciato

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 13 di 156 | Rev. 0 |

1.3 INTERFERENZA CON AREE NATURALI

Le interferenze del **metanodotto principale** in progetto con le aree della rete Natura 2000 sono riepilogate nelle tabelle successive.

| Metanodotto Sansepolcro – Foligno DN 400 (16") – DP 75 bar (km 96,742) | | | | |
|---|--------------|-------------|-------------------------|------------------------|
| ZSC IT5210003 Fiume Tevere tra San Giustino e Pierantonio | | | | |
| Denominazione | Da km | A km | Perco rr. km | Comune |
| <i>Attraversamento trenchless Tevere 1</i> | 34,194 | 34,314 | 0,120 | Città di Castello (PG) |
| <i>Attraversamento trenchless Tevere 2</i> | 36,938 | 37,019 | 0,081 | Umbertide (PG) |
| | 37,019 | 37,095 | 0,076 | Montone (PG) |
| <i>Attraversamento trenchless Tevere 3</i> | 38,399 | 38,450 | 0,051 | Umbertide (PG) |
| | 38,450 | 38,507 | 0,057 | |
| <i>Attraversamento trenchless Niccone</i> | 40,946 | 41,084 | 0,138 | Umbertide (PG) |
| <i>Attraversamento trenchless Tevere 4</i> | 49,832 | 49,932 | 0,100 | |
| <i>Percorrenza in vincolo</i> | | | 0,623 | |

Tabella 1-C Interferenze tracciato metanodotto principale in progetto con Siti Natura 2000

| Der. Per Perugia DN 400 (16") - DP 75 bar (6,21 km) | | | | |
|---|------------------|-------------|------------------------|---------------|
| ZSC IT5210077 Boschi a Farnetto di Collestrada (Perugia) | | | | |
| Denominazione | Da km | A km | Percorr. km | Comune |
| <i>Alternativa di tracciato "A"</i> | 0,972 | 2,065 | 1,093 | Perugia (PG) |
| <i>Percorrenza in vincolo</i> | | | 1,093 | |

Tabella 1-D – Interferenze tracciati opere connesse in progetto con Siti Natura 2000

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 14 di 156 | Rev. 0 |

2 SCOPO

Lo scopo del presente studio è quello di valutare l'eventuale perturbazione della qualità dell'aria, dovuta alle emissioni in atmosfera generate dagli interventi di realizzazione delle opere. Gli interventi di maggiore impatto ai fini dello studio dei fenomeni di dispersione degli inquinanti consistono nella realizzazione dei tratti principali e, pertanto, ad essi si farà riferimento per la valutazione delle perturbazioni ambientali dovute a tali attività.

In generale, durante la fase di cantiere, 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 realizzazione dell'opera (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 delle metodologie elencate che verranno meglio descritte nei capitoli seguenti:

- Quantificazione delle emissioni rilasciate durante le attività di cantiere.
- Caratterizzazione meteo-diffusiva dell'area oggetto delle operazioni di cantiere.
- Simulazione modellistica mediante modello CALPUFF delle concentrazioni medie orarie e medie giornaliere attese nell'area.
- Calcolo delle concentrazioni totali attese nell'area, sommando il contributo del cantiere al livello di fondo misurato dalle centraline di qualità dell'aria attualmente presenti.
- Valutazione dei risultati in relazione ai limiti normativi vigenti.

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI LEGALI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 15 di 156 | Rev. 0 |

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 e 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.

La maggior parte dei limiti di legge ivi indicati sono entrati in vigore a partire dall' 1 Gennaio 2005, altri dall' 1 Gennaio 2010. Nella Tabella 3-A seguente sono indicati, per i vari inquinanti, il periodo di mediazione, il valore limite e la data entro la quale il limite deve essere raggiunto.

| Inquinante | Periodo di mediazione | Valore limite | Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto |
|-------------------|------------------------------------|---|--|
| 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 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 Gennaio 2005 |
| NO ₂ | 1 ora | 200 µg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per l'anno civile (corrisponde al 99.794 perc.) | 1 Gennaio 2010 |
| | Anno civile | 40 µg/m ³ NO ₂ | 1 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 Gennaio 2005 |
| | Anno civile | 40 µg/m ³ | 1 Gennaio 2005 |
| PM _{2.5} | Anno civile | 25 µg/m ³ | 1 Gennaio 2015 |
| Pb | Anno civile | 0.5 µg/m ³ | 1 Gennaio 2005 |
| Benzene | Anno civile | 5 µg/m ³ | 1 Gennaio 2010 |
| CO | Media massima giornaliera su 8 ore | 10 mg/m ³ | 1 Gennaio 2005 |

Tabella 3-A: Valori limite per la protezione della salute umana (D. Lgs n. 155/2010).

Si riportano, inoltre, i livelli critici per la protezione della vegetazione, definiti dallo stesso decreto, per SO_x e NO_x.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 16 di 156 | Rev. 0 |

| Inquinante | Livello di protezione | Periodo di mediazione | Valore limite | Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto |
|-----------------------|---|--|--------------------------------------|--|
| SO_x | Valore limite per la protezione degli ecosistemi | Anno civile e Inverno (1 Ottobre – 31 Marzo) | 20 µg/m ³ | - |
| NO_x | Valore limite per la protezione della vegetazione | Anno civile | 30 µg/m ³ NO _x | - |

Tabella 3-B Livelli critici per la protezione della vegetazione (D. Lgs 155/2010).

A livello Regionale, **la Regione Toscana** ha promulgato le seguenti norme:

- Normativa Regionale Delibera di Giunta n.1182 del 09/12/2015 - Nuova identificazione delle aree di superamento, dei Comuni soggetti all'elaborazione ed approvazione dei PAC e delle situazioni a rischio di superamento, ai sensi della L.R. 9/2010. Revoca DGR 1025/2010, DGR 22/2011.
- Normativa Regionale Legge Regionale n. 9 del 11/02/2010 Norme per la tutela della qualità dell'aria ambiente.
- Normativa Regionale Deliberazione n. 22 del 17/01/2011 - L.R. 9/2010 art.2, comma 2, lettera g - Definizione delle situazioni a rischio di inquinamento atmosferico: criteri per l'attivazione dei provvedimenti e modalità di gestione.
- Deliberazione Giunta Regionale Toscana n. 528 del 01/07/2013 - Requisiti tecnici delle postazioni in altezza per il prelievo e la misura delle emissioni in atmosfera.
- Normativa Regionale Deliberazione Giunta Regionale n. 964 del 12/10/2015 - Nuova zonizzazione e classificazione del territorio regionale, nuova struttura della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria e adozione del programma di valutazione ai sensi della L.R. 9/2010 e del D. Lgs. 155/2010.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 17 di 156 | Rev. 0 |

La **Regione Umbria**, invece, ha emesso le seguenti norme:

- Piano Regionale per la Qualità dell'Aria (PRQA) – Approvato con Deliberazione dell'Assemblea legislativa n° 296 del 17/12/2013.
- Deliberazione della Giunta Regionale n° 488 del 16/05/2011 Zonizzazione e classificazione del territorio regionale e progetto di modifica della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria – Adempimenti.
- Deliberazione della Giunta Regionale n° 151 del 15/02/2016 D. Lgs 155/2010 - rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria - Programma di Valutazione – approvazione.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 18 di 156 | Rev. 0 |

4 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ

4.1 QUADRO SINTETICO DELLE ATTIVITÀ SVOLTE

Per la caratterizzazione della dispersione degli inquinanti responsabili dell'impatto sulla qualità dell'aria per l'opera in esame sono state considerate esclusivamente le emissioni in fase di cantiere, rappresentate dalle sorgenti associate ai mezzi operanti per posa dei metanodotti.

L'entità delle emissioni varia con le diverse fasi di lavoro a seconda dei mezzi pesanti utilizzati e a seconda della specifica fase in atto.

La natura stessa dell'opera è tale per cui in fase di esercizio non vengono prodotte emissioni, quindi non si rende necessario estendere lo studio di impatto anche per tale fase.

Come recettori sono stati considerati 53 punti, descritti in dettaglio nel paragrafo 4.2 corrispondenti ai recettori, localizzati di solito ad una distanza massima dall'asse della condotta pari a 200 m, individuati sia lungo il tracciato principale che lungo gli allacciamenti.

Si precisa che sono stati considerati come recettori le seguenti tipologie:

- Edifici prevalentemente residenziali.
- Aree naturali protette (Rete Natura 2000 e Parchi).
- Edifici di culto.
- Attività commerciali.

Successivamente si è proceduto nella valutazione previsionale della dispersione degli inquinanti (PM₁₀ e NO_x) determinata da ciascuna sorgente emissiva di cantiere prossima ai recettori in esame come indicato dal paragrafo 7 al paragrafo 11.

In conclusione sono stati confrontati i risultati delle simulazioni con i limiti normativi vigenti.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - IRRADIAZIONE LUMINOSA</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 19 di 156 | Rev. 0 |

4.2 RECETTORI

Ai fini delle simulazioni modellistiche di dispersione degli inquinanti in atmosfera, sono considerati come ricettori sensibili gli “elementi” antropici e naturali collocati in punti che si trovano nelle immediate vicinanze dell’area di cantiere, ad una distanza non superiore a 300 m, con lo scopo di verificare se, e a quale distanza dall’area di lavoro, si verificano eventuali superamenti della soglia di concentrazione dei vari inquinanti.

Sono stati individuati, sulla base della cartografia aerofotogrammetrica, i ricettori che rispondessero ai requisiti di vicinanza alle future aree di cantiere:

4.2.1 RECETTORI DI TIPO P (RESIDENZIALI/PRODUTTIVI) – CONDOTTA PRINCIPALE

| Sigla recettore | Posizione WGS 84/UTM Z33N | | | Tipo recettore | Comune di appartenenza |
|-----------------|---------------------------|---------|----|---------------------|------------------------|
| | X | Y | PK | | |
| P1 | 266530 | 4828541 | 1 | Civile abitazione | Sansepolcro |
| P2 | 269269 | 4825455 | 5 | Civile abitazione | Sansepolcro |
| P2 BIS | 269523 | 4825195 | 5 | Civile abitazione | Sansepolcro |
| P3 | 270759 | 4823693 | 7 | Civile abitazione | San Giustino |
| P4 | 271944 | 4821746 | 10 | Civile abitazione | San Giustino |
| P5 | 273436 | 4819506 | 12 | Civile abitazione | Città di Castello |
| P6 | 274833 | 4819391 | 14 | Civile abitazione | Città di Castello |
| P7 | 276387 | 4818840 | 16 | Civile abitazione | Città di Castello |
| P8 | 277016 | 4818255 | 17 | Civile abitazione | Città di Castello |
| P9 | 278311 | 4817130 | 19 | Civile abitazione | Città di Castello |
| P10 | 278730 | 4816898 | 19 | Civile abitazione | Città di Castello |
| P11 | 278249 | 4816239 | 20 | Civile abitazione | Città di Castello |
| P12 BIS | 278477 | 4815763 | 20 | Civile abitazione | Città di Castello |
| P12 | 278617 | 4815566 | 21 | Civile abitazione | Città di Castello |
| P13 | 279044 | 4813976 | 22 | Civile abitazione | Città di Castello |
| P14 | 278217 | 4812726 | 24 | Civile abitazione | Città di Castello |
| P15 | 277441 | 4811528 | 25 | Civile abitazione | Città di Castello |
| P16 | 280243 | 4802611 | 37 | Civile abitazione | Umbertide |
| P17 | 281452 | 4801842 | 39 | Civile abitazione | Umbertide |
| P18 | 281999 | 4798407 | 43 | Civile abitazione | Umbertide |
| P19 | 282794 | 4797571 | 44 | Civile abitazione | Umbertide |
| P20 | 285472 | 4795683 | 47 | Struttura recettiva | Umbertide |
| P21 | 287559 | 4793257 | 51 | Civile abitazione | Umbertide |

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 20 di 156 | Rev. 0 |

| Sigla recettore | Posizione WGS 84/UTM Z33N | | | Tipo recettore | Comune di appartenenza |
|-----------------|---------------------------|---------|----|-------------------|------------------------|
| | X | Y | PK | | |
| P22 | 288871 | 4791280 | 54 | Civile abitazione | Perugia |
| P23 | 289383 | 4788881 | 56 | Civile abitazione | Perugia |
| P24 | 290963 | 4785378 | 61 | Civile abitazione | Perugia |
| P25 | 293576 | 4781427 | 65 | Agriturismo | Perugia |
| P26 | 293698 | 4780656 | 66 | Civile abitazione | Perugia |
| P27 | 294116 | 4777018 | 70 | Civile abitazione | Perugia |
| P28 | 295242 | 4773289 | 75 | Civile abitazione | Perugia |
| P29 | 295343 | 4771986 | 76 | Civile abitazione | Perugia |
| P30 | 296976 | 4769477 | 79 | Civile abitazione | Bastia |
| P31 | 298212 | 4768514 | 81 | Civile abitazione | Bastia |
| P32 | 305266 | 4764495 | 90 | Civile abitazione | Spello |
| P33 | 307661 | 4762365 | 93 | Civile abitazione | Spello |
| P34 | 308850 | 4761328 | 95 | Civile abitazione | Spello |
| P35 | 309697 | 4760831 | 96 | Civile abitazione | Spello |

4.2.2 RECETTORI DI TIPO N (NATURALISTICI) – CONDOTTA PRINCIPALE

| Sigla recettore | Posizione WGS 84/UTM Z33N | | | Tipo recettore | Comune di appartenenza |
|-----------------|---------------------------|---------|----|--------------------|------------------------|
| | X | Y | PK | | |
| N1 | 277061 | 4808480 | 29 | Area naturalistica | Città di Castello |
| N2 | 278217 | 4804363 | 34 | Area naturalistica | Città di Castello |
| N3 | 281412 | 4802448 | 38 | Area naturalistica | Montone |
| N4 | 281190 | 4799455 | 41 | Area naturalistica | Umbertide |
| N5 | 294417 | 4774376 | 73 | Area naturalistica | Perugia |

4.2.3 RECETTORI DI TIPO PA (RESIDENZIALI/PRODUTTIVI) – OPERE CONNESSE

| Sigla recettore | Posizione WGS 84/UTM Z33N | | | Tipo recettore | Comune di appartenenza |
|-----------------|---------------------------|---------|----|---------------------|------------------------|
| | X | Y | PK | | |
| PA1 | 273215 | 4820858 | - | Civile abitazione | San Giustino |
| PA2 | 293350 | 4776694 | - | Struttura Ricettiva | Perugia |
| PA3 | 297809 | 4773210 | - | Civile abitazione | Bastia |

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 21 di 156 | Rev. 0 |

| | | | | | |
|------|--------|---------|---|---------------------|----------|
| PA4 | 297653 | 4771732 | - | Civile abitazione | Bastia |
| PA5 | 290936 | 4772218 | - | Civile abitazione | Perugia |
| PA6 | 291829 | 4770916 | - | Civile abitazione | Torgiano |
| PA7 | 294439 | 4771507 | - | Civile abitazione | Torgiano |
| PA8 | 296675 | 4771329 | - | Civile abitazione | Bastia |
| PA9 | 301845 | 4766587 | - | Struttura recettiva | Assisi |
| PA10 | 304302 | 4763686 | - | Civile abitazione | Spello |
| PA11 | 308092 | 4763883 | - | Struttura Ricettiva | Spello |

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>consulenza (materiali) - ingegneria - architettura progettazione - direzione lavori</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 22 di 156 | Rev. 0 |

Nelle successive immagini si riportano la posizione dei recettori individuati

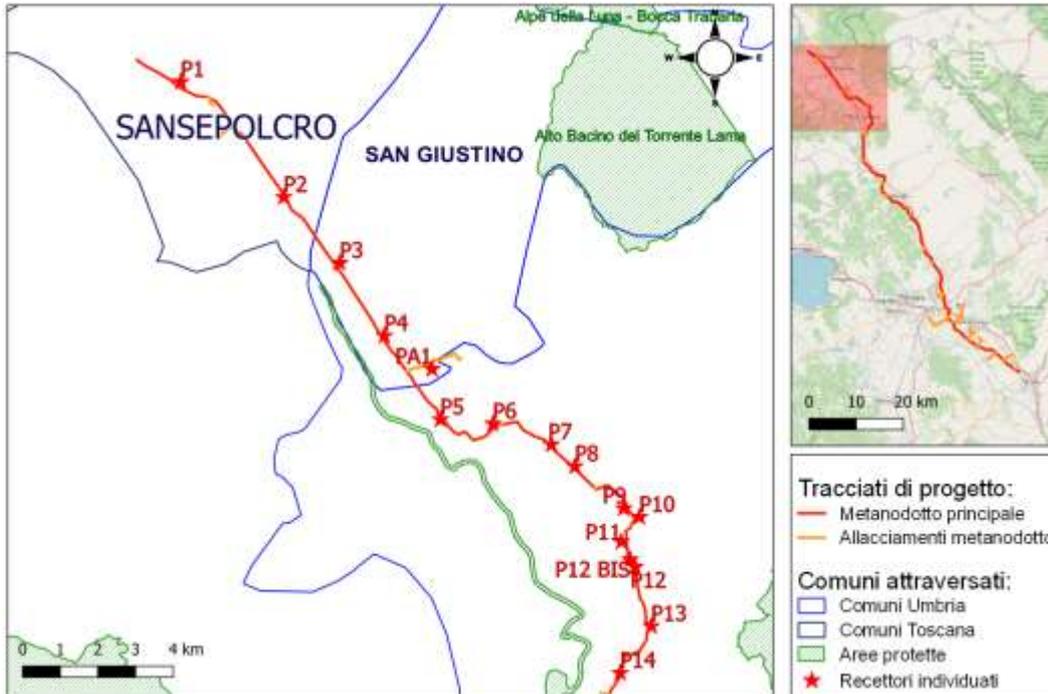


Figura 4-A Localizzazione dei recettori individuati da P1 a P14 e PA1.

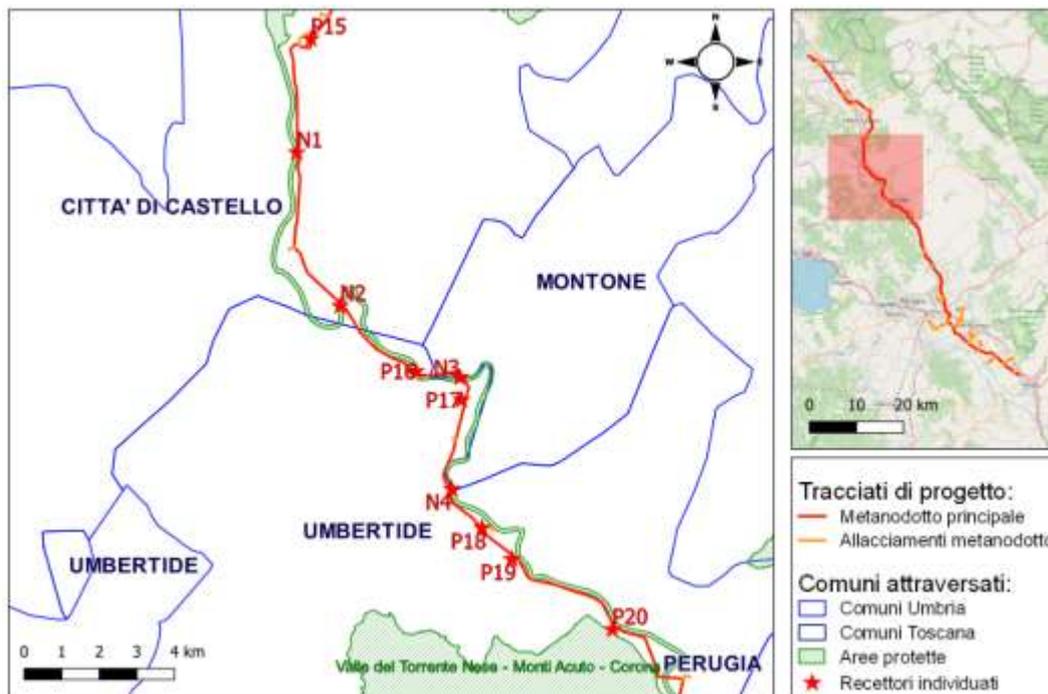


Figura 4-B Localizzazione dei recettori individuati da P15 a P20, da N1 a N4.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>consulenza (materiali) - ingegneria - architettura progettazione - direzione lavori</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 23 di 156 | Rev. 0 |

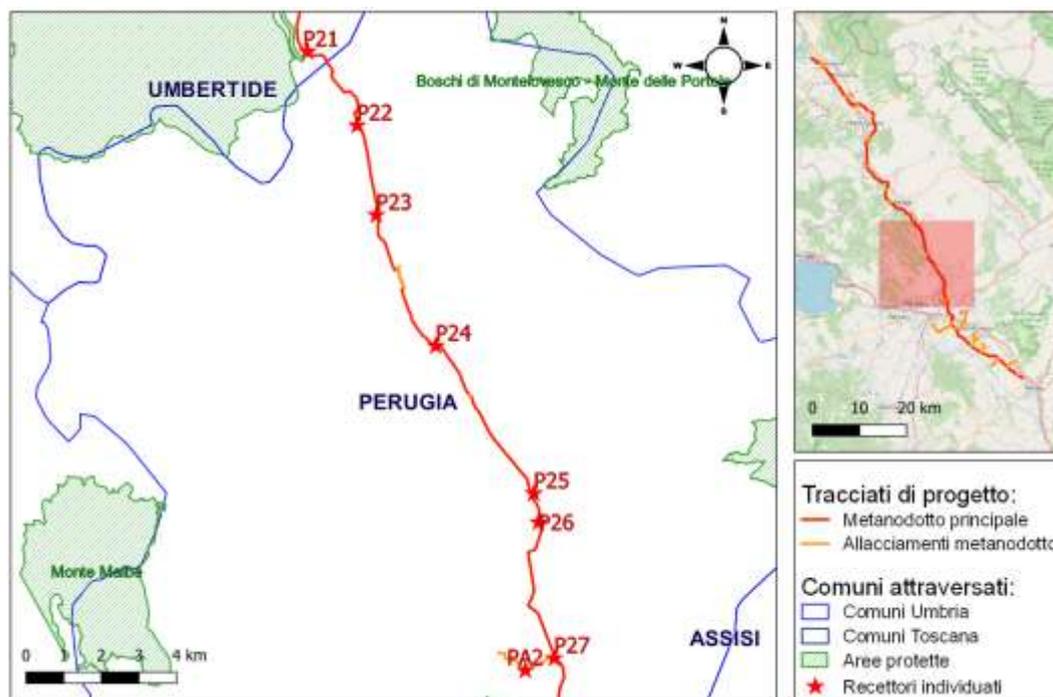


Figura 4-C Localizzazione dei recettori individuati da P21 a P27 e PA2.

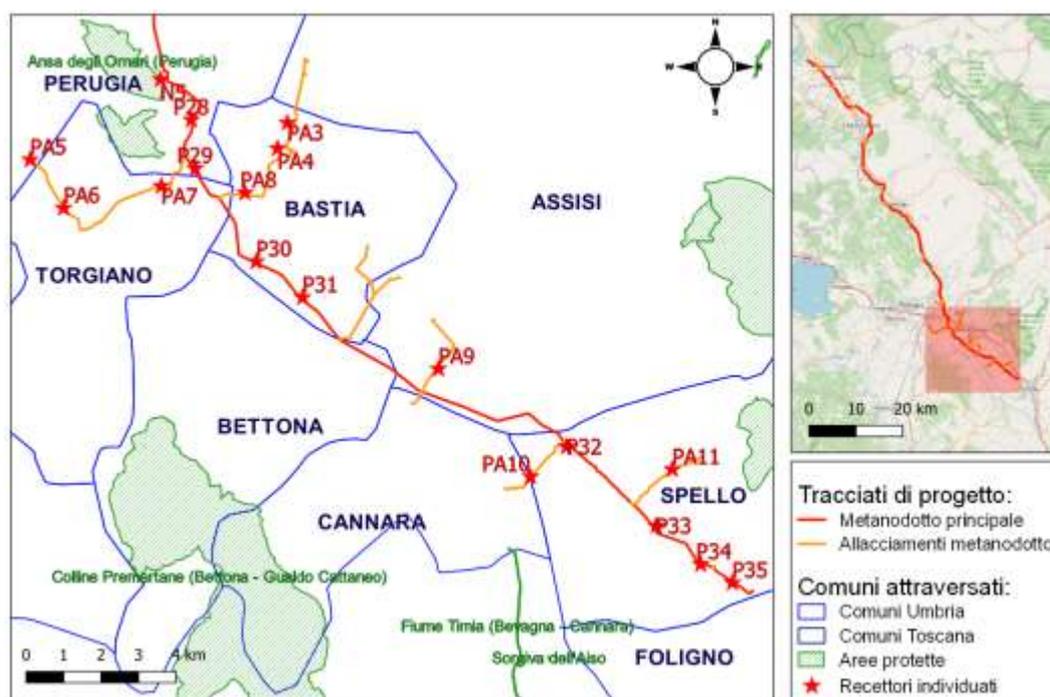


Figura 4-D Localizzazione dei recettori individuati da P28 a P35 e da PA3 a PA11 infine N5.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 24 di 156 | Rev. 0 |

5 STATO ATTUALE

Il metanodotto si sviluppa sull'asse nord ovest - sud est partendo dal territorio comunale di Sansepolcro e proseguendo fino alla periferia nord di Foligno.

Al fine del presente studio sono stati considerati i seguenti aspetti specifici dell'area del progetto:

- Caratterizzare morfologicamente l'area attraverso l'estrazione delle isolinee a passo di 10 m e 100 m in tutta l'area di simulazione.
- Caratterizzazione della dinamica meteorologica per valutare gli aspetti di dispersione degli inquinanti.
- Caratterizzazione dello stato della qualità dell'aria della zona oggetto della valutazione; a tale scopo sono stati impiegati i dati relativi alla rete ARPA Toscana e Umbria.

5.1 CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA.

L'area in oggetto è caratterizzata da un'orografia complessa con elevazioni minori in corrispondenza dell'alveo del Tevere che gradualmente si elevano ad est e a ovest dello stesso. Il tracciato segue il corso del fiume Tevere mantenendo le stesse elevazioni. Nelle prossime immagini si ripropone il modello digitale del terreno relativamente alle tre aree in cui si è diviso il tracciato per le successive elaborazioni meteo climatiche (domini).

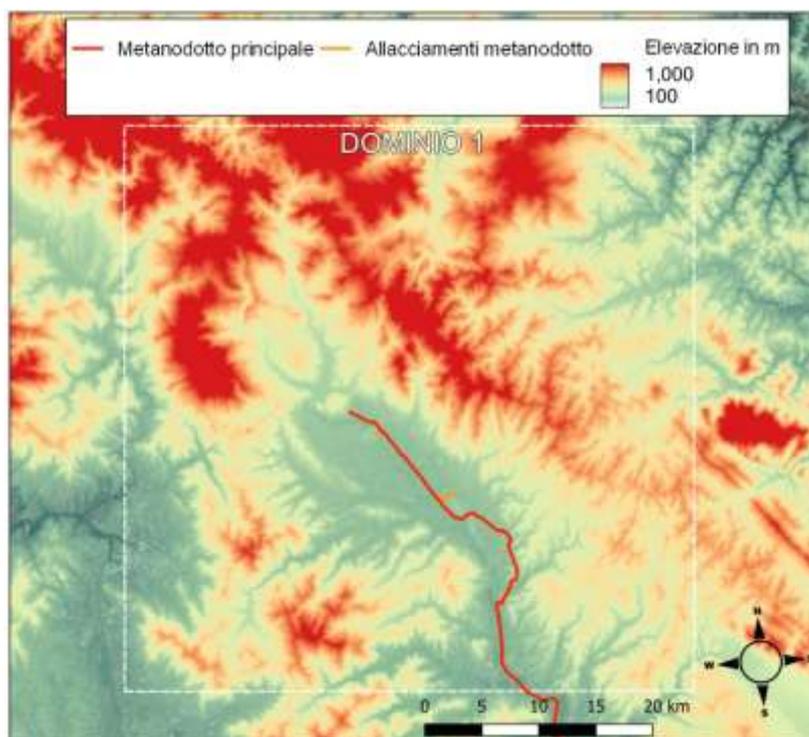


Figura 5-A: Rappresentazione del modello digitale del terreno del 1° dominio.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|----------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFORNITA' LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITA' 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 25 di 156 | Rev. 0 |

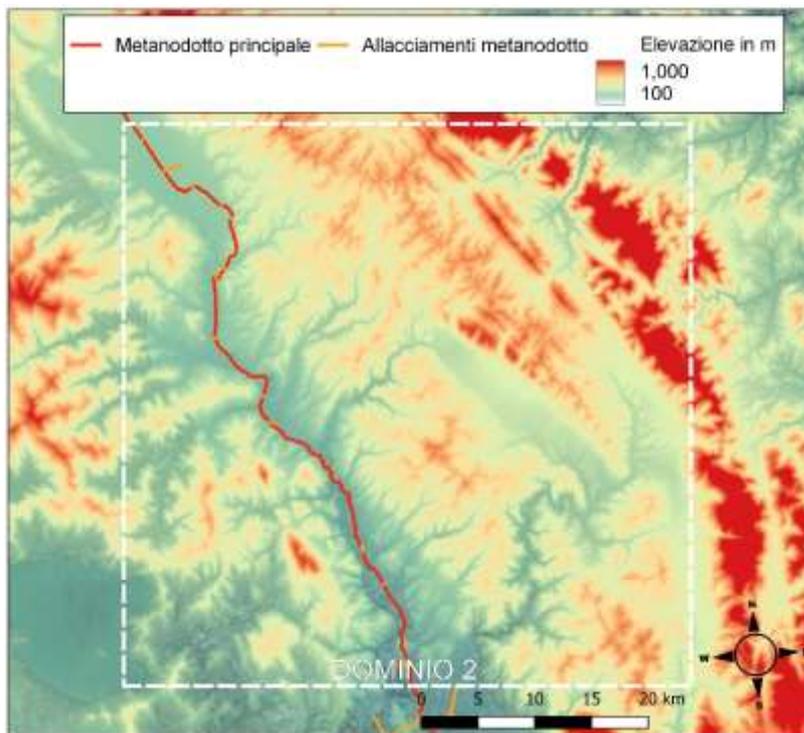


Figura 5-B: Rappresentazione del modello digitale del terreno del 2° dominio.

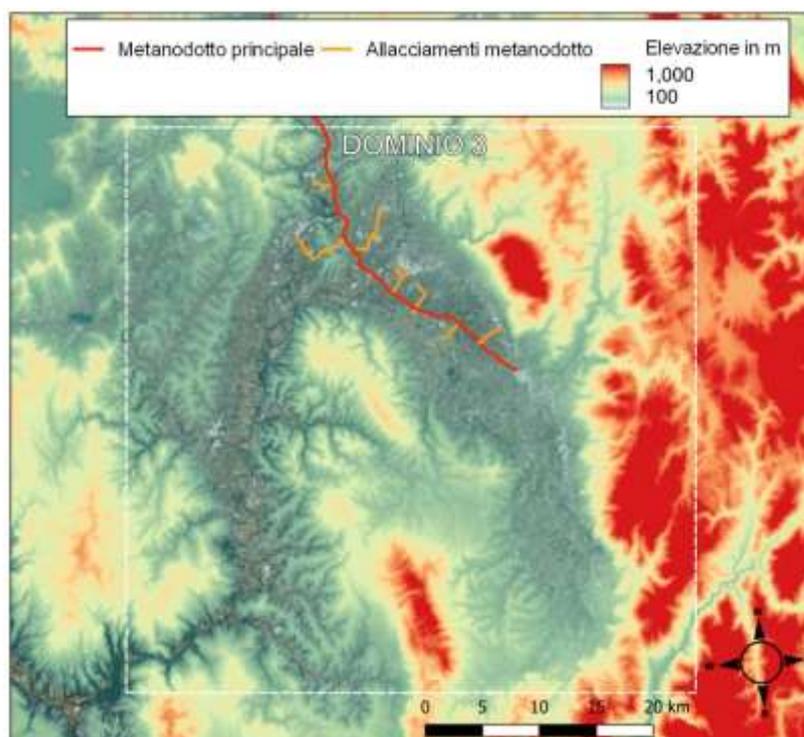


Figura 5-C: Rappresentazione del modello digitale del terreno del 3° dominio.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 26 di 156 | Rev. 0 |

5.2 CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA

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 attraverso l'impiego di input meteorologici campionati in situ dei quali verrà fatta una preliminare analisi allo scopo di individuare i fenomeni meteorologici più significativi, quali:

- le calme di vento per il loro limitato potere di diluizione orizzontale degli inquinanti;
- le condizioni di stabilità atmosferica che inibiscono il rimescolamento verticale degli inquinanti;
- le condizioni di circolazione a larga scala (vento sinottico).

I dati utilizzati per lo studio sono i seguenti:

- le caratteristiche meteo-climatiche e meteodiffusive dell'area, utilizzate per lo studio modellistico di dispersione degli inquinanti, si riferiscono all'intero anno 2020.
- I dati elaborati contengono le informazioni delle condizioni meteodiffusive (campo di moto tridimensionale, temperatura e parametri della turbolenza atmosferica).

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 27 di 156 | Rev. 0 |

In particolare i dataset dei dati meteo superficiali utilizzati sono indicati nella tabella seguente:

| ID | ID staz | Rete stazione | X cord. (Km) | Y cord. (Km) | UTM | Altezza anemometro(m) |
|----|---------|---------------|--------------|--------------|-----|-----------------------|
| 1 | 10037 | Sir Toscana | 242.547 | 4799.885 | 33 | 10 |
| 2 | 10078 | Sir Toscana | 235.452 | 4829.330 | 33 | 10 |
| 3 | 10653 | Sir Toscana | 249.999 | 4829.832 | 33 | 10 |
| 4 | 60051 | Reg. Umbria | 309.970 | 4767.600 | 33 | 10 |
| 5 | 66022 | Reg. Umbria | 275.113 | 4821.001 | 33 | 10 |
| 6 | 66026 | Reg. Umbria | 310.693 | 4758.153 | 33 | 10 |
| 7 | 66029 | Reg. Umbria | 302.471 | 4801.550 | 33 | 10 |
| 8 | 66049 | Reg. Umbria | 286.522 | 4775.835 | 33 | 10 |
| 9 | 161720 | SYNOP-ICAO | 245.194 | 4817.496 | 33 | 10 |
| 10 | 161810 | SYNOP-ICAO | 297.600 | 4774.477 | 33 | 10 |
| 11 | 510002 | ERA5 | 283.997 | 4764.222 | 33 | 10 |
| 12 | 510124 | ERA5 | 285.052 | 4797.540 | 33 | 10 |
| 13 | 510214 | ERA5 | 265.739 | 4825.980 | 33 | 10 |

Tabella 5-A Dataset utilizzati per i dati superficiali.

Mentre il dataset dei dati meteo profilometrici utilizzato è:

| ID | ID staz | Rete stazione | X cord. (Km) | Y cord. (Km) | UTM |
|----|---------|---------------|--------------|--------------|-----|
| 1 | 1410 | ERA5 | 246.291 | 4737.714 | 33 |
| 2 | 1411 | ERA5 | 249.375 | 4821.010 | 33 |
| 3 | 1510 | ERA5 | 307.676 | 4735.731 | 33 |
| 4 | 1511 | ERA5 | 310.012 | 4819.024 | 33 |

Tabella 5-B: Dataset utilizzati per i dati profilometrici.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 28 di 156 | Rev. 0 |

Infine i dataset dei dati meteo superficiali relativi alla precipitazione atmosferiche sono:

| ID | ID staz | Rete stazione | X cord. (Km) | Y cord. (Km) | UTM |
|----|---------|---------------|--------------|--------------|-----|
| 1 | 10037 | Sir Toscana | 242.547 | 4799.885 | 33 |
| 2 | 10078 | Sir Toscana | 235.452 | 4829.330 | 33 |
| 3 | 10653 | Sir Toscana | 249.999 | 4829.832 | 33 |
| 4 | 60051 | Reg. Umbria | 309.970 | 4767.600 | 33 |
| 5 | 66022 | Reg. Umbria | 275.113 | 4821.001 | 33 |
| 6 | 66026 | Reg. Umbria | 310.693 | 4758.153 | 33 |
| 7 | 66029 | Reg. Umbria | 302.471 | 4801.550 | 33 |
| 8 | 66049 | Reg. Umbria | 286.522 | 4775.835 | 33 |
| 9 | 161720 | SYNOP-ICAO | 245.194 | 4817.496 | 33 |
| 10 | 510002 | ERA5 | 283.997 | 4764.222 | 33 |
| 11 | 510124 | ERA5 | 285.052 | 4797.540 | 33 |
| 12 | 510214 | ERA5 | 265.739 | 4825.980 | 33 |

Tabella 5-C Dataset utilizzati per i dati di precipitazione atmosferica.

I dataset meteo utilizzati, contengono le informazioni orarie di tipo standard sulle condizioni meteo-diffusive dell'atmosfera rappresentative dell'area di studio.

I parametri meteorologici considerati nella valutazione e forniti in input al modello sono:

- Temperatura (K).
- Direzione del vento (misurata in gradi, contando in senso orario a partire da Nord).
- Velocità del vento (m/s).
- Altezza della base dello strato nuvoloso (centinaia di piedi).
- Copertura del cielo (in decimi).
- Pressione atmosferica.
- Precipitazione atmosferica.
- Profilazione verticale dei principali parametri meteo (ogni 12 ore).

I dati sono stati elaborati al fine di produrre i file necessari per eseguire l'elaborazione dei campi meteo tridimensionali prodotti con l'utilizzo di CALMET:

- Dati profilometrico (file.up).
- Dati superficiali (file.surf).
- Dati di precipitazioni (file.prec).
- File orografico e uso del suolo (file.geo).

Quest'ultimo contiene:

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFORNITA' LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITA 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 29 di 156 | Rev. 0 |

- Orografia.
- Uso suolo.
- Rugosità superficiale.
- Albedo.
- Rapporto di Bowen.
- Flusso di calore del suolo.
- Flusso di calore antropico.
- Indice di superficie fogliare.

Considerando che i tratti di metanodotto oggetto di studio riguardano un'area di notevole estensione, si è ritenuto opportuno effettuare le simulazioni modellistiche in tre domini meteo distinti distribuiti da nord a sud; ognuno di essi contiene diversi dataset meteorologici al suo interno.

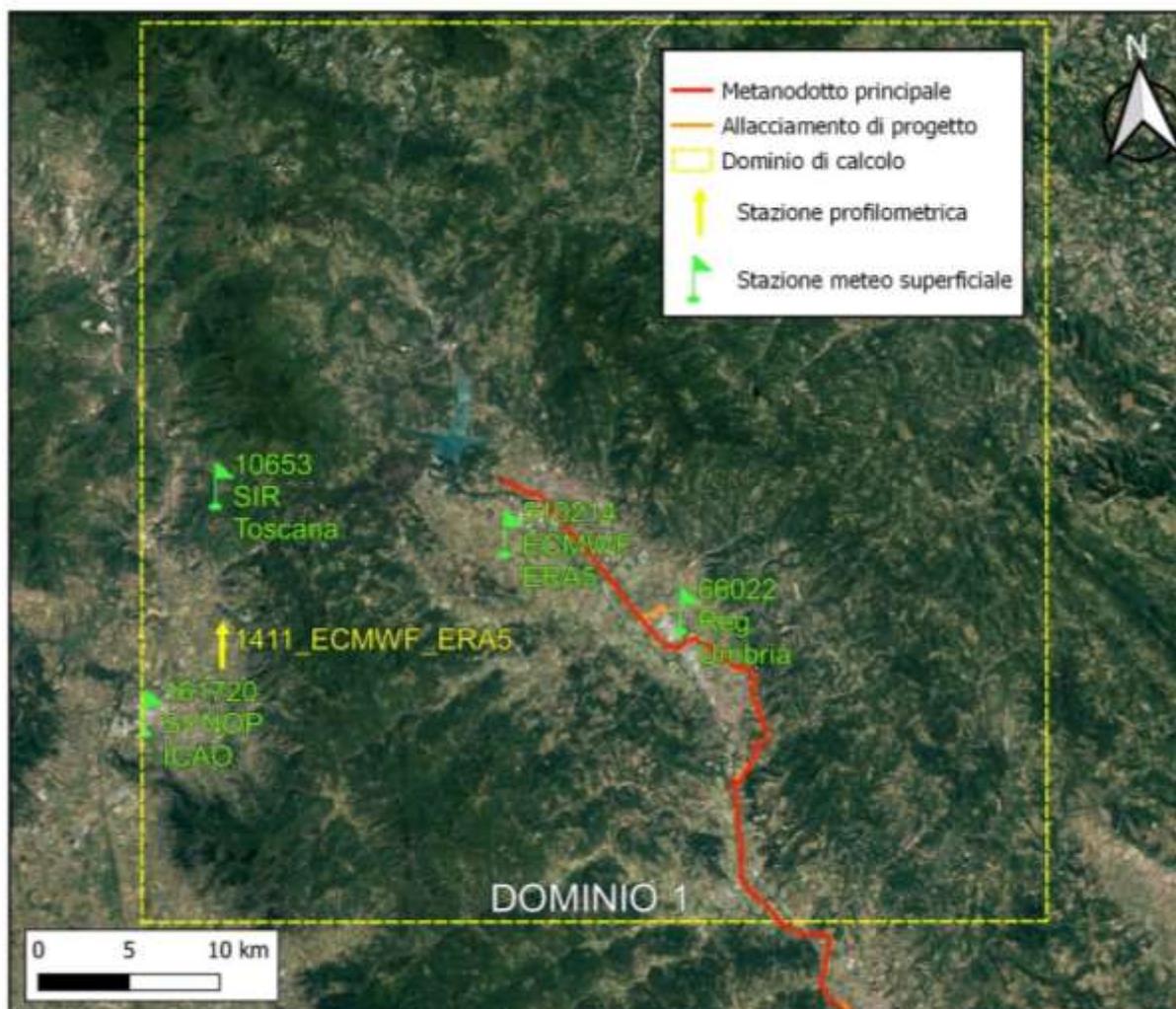


Figura 5-D Estensione del primo dominio di calcolo.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI SANI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 30 di 156 | Rev. 0 |

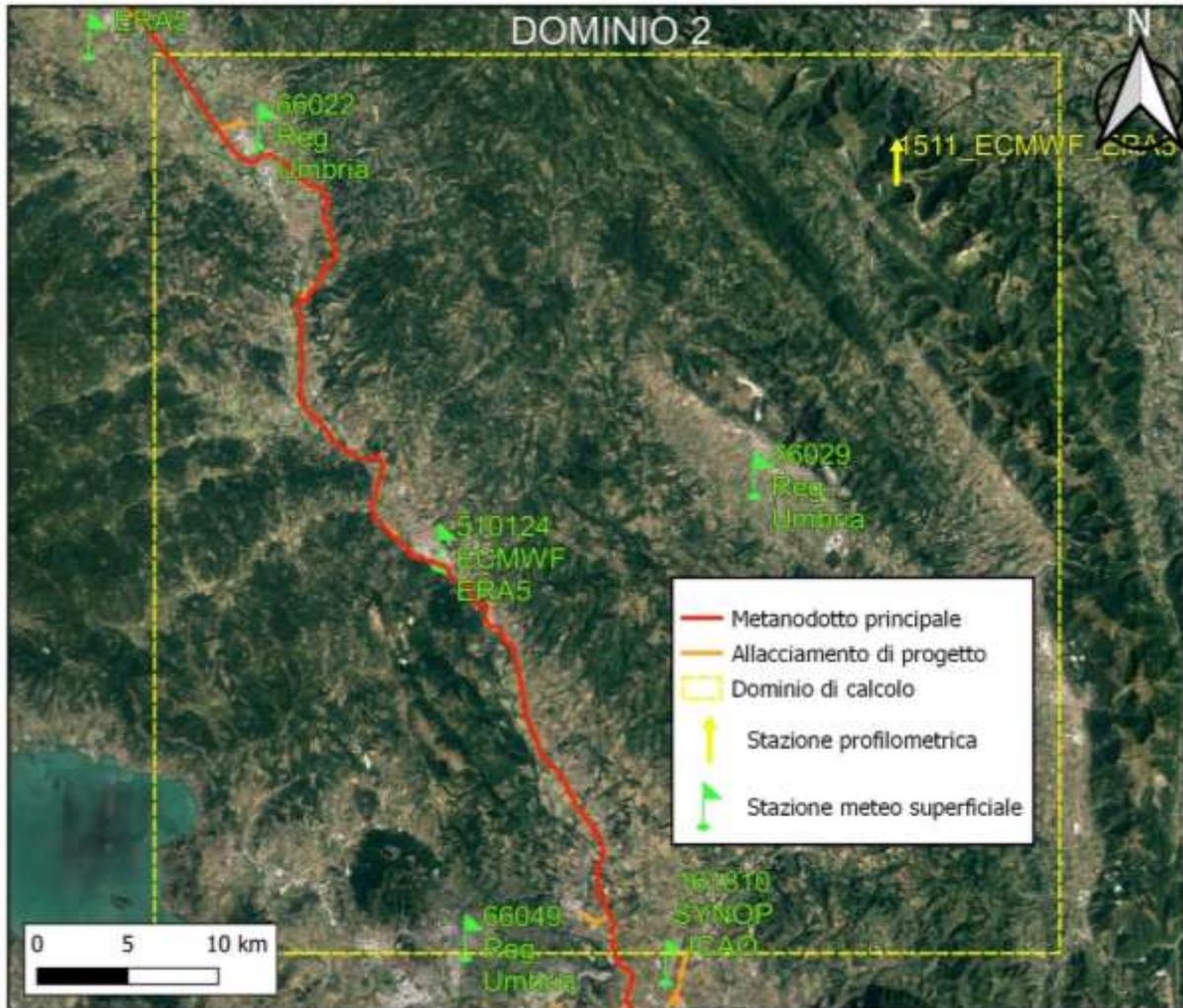


Figura 5-E Estensione del secondo dominio di calcolo.

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 31 di 156 | Rev. 0 |

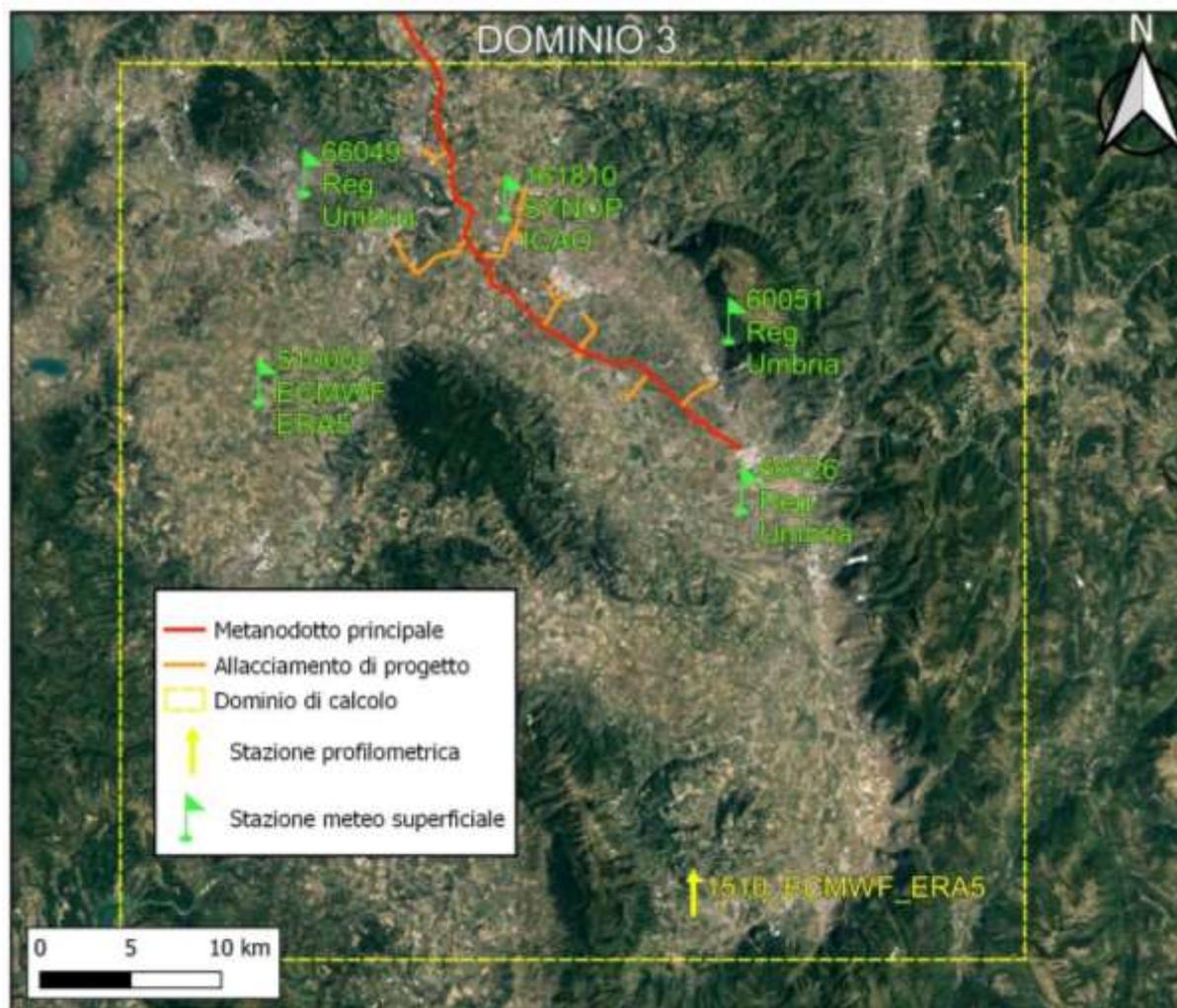


Figura 5-F Estensione del terzo dominio di calcolo.

5.3 ANALISI DEI DATI METEO

L'area in esame si colloca in un territorio la cui climatologia presenta un certo grado di complessità: l'orografia collinare/valliva sicuramente può perturbare il campo di vento e delle altre grandezze meteorologiche rilevanti nella dispersione degli inquinanti.

Una conferma di ciò è stata data dall'analisi dei dati meteo che hanno messo in evidenza come, anche a distanza di pochi chilometri, le condizioni tipiche di intensità e direzione del vento possono variare. 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 sistemi modellistici meteorologici e di qualità dell'aria appositamente progettati per condizioni geografiche complesse quale quello impiegato in questo studio e che verrà descritto nel capito successivo.

Nelle successive tabelle sono riportati i valori media annuali delle stazioni meteo considerate.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RIFORNIRE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 32 di 156 | Rev. 0 |

| Parametro | Valore medio orario anno 2020 | Massimo orario anno 2020 | Minimo orario anno 2020 |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Velocità del vento (m/s) | 2,5 | 18,8 | - |
| Umidità (% sat) | ND | ND | ND |
| Temperatura (°C) | 13,4 | 36,4 | -1,9 |
| Pressione (hPa) | ND | ND | ND |

Tabella 5-D Valori media stazione SIR Toscana 10653.

| Parametro | Valore medio orario anno 2020 | Massimo orario anno 2020 | Minimo orario anno 2020 |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Velocità del vento (m/s) | 2,3 | 13,6 | - |
| Umidità (% sat) | 66 | 100 | 0 |
| Temperatura (°C) | 13,0 | 32,9 | -4,2 |
| Pressione (hPa) | 911,7 | 929,5 | 882,8 |

Tabella 5-E Valori media stazione Reg. Umbria 60051.

| Parametro | Valore medio orario anno 2020 | Massimo orario anno 2020 | Minimo orario anno 2020 |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Velocità del vento (m/s) | 2,1 | 10,8 | - |
| Umidità (% sat) | 78 | 100 | 13 |
| Temperatura (°C) | 14,9 | 38,9 | -4,8 |
| Pressione (hPa) | 980,7 | 1003,4 | 950,6 |

Tabella 5-F Valori media stazione Reg. Umbria 66022.

| Parametro | Valore medio orario anno 2020 | Massimo orario anno 2020 | Minimo orario anno 2020 |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Velocità del vento (m/s) | 2,2 | 11,7 | - |
| Umidità (% sat) | 71 | 100 | 18 |
| Temperatura (°C) | 15,0 | 40,7 | -6,6 |
| Pressione (hPa) | 990,6 | 1012,8 | 961,8 |

Tabella 5-G Valori media stazione Reg. Umbria 66026.

| Parametro | Valore medio orario anno 2020 | Massimo orario anno 2020 | Minimo orario anno 2020 |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Velocità del vento (m/s) | 2,1 | 11,3 | - |

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 33 di 156 | Rev. 0 |

| | | | |
|------------------|-------|-------|-------|
| Umidità (% sat) | 71 | 100 | 14 |
| Temperatura (°C) | 13,5 | 37,5 | -6 |
| Pressione (hPa) | 961,8 | 983,2 | 932,4 |

Tabella 5-H Valori media stazione Reg. Umbria 66029.

| Parametro | Valore medio orario anno 2020 | Massimo orario anno 2020 | Minimo orario anno 2020 |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Velocità del vento (m/s) | 1,8 | 8,1 | - |
| Umidità (% sat) | 65 | 99 | 8 |
| Temperatura (°C) | 15,5 | 38 | -0,7 |
| Pressione (hPa) | ND | ND | ND |

Tabella 5-I Valori media stazione Reg. Umbria 66049.

| Parametro | Valore medio orario anno 2020 | Massimo orario anno 2020 | Minimo orario anno 2020 |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Velocità del vento (m/s) | 2,0 | 30,9 | - |
| Umidità (% sat) | 72 | 100 | 13 |
| Temperatura (°C) | 13,9 | 37,2 | -6 |
| Pressione (hPa) | 986,6 | 1009,8 | 930,4 |

Tabella 5-J Valori media stazione SYNOP-ICAO 161720.

| Parametro | Valore medio orario anno 2020 | Massimo orario anno 2020 | Minimo orario anno 2020 |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Velocità del vento (m/s) | 3,5 | 12,4 | - |
| Umidità (% sat) | 73 | 100 | 15 |
| Temperatura (°C) | 14,6 | 39 | -5 |
| Pressione (hPa) | 991,5 | 1013,3 | 961,4 |

Tabella 5-K Valori media stazione SYNOP-ICAO 161810.

| Parametro | Valore medio orario anno 2020 | Massimo orario anno 2020 | Minimo orario anno 2020 |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Velocità del vento (m/s) | 2,3 | 8,85 | - |
| Umidità (% sat) | 73 | 100 | 14 |
| Temperatura (°C) | 13,8 | 35,09 | -3,18 |
| Pressione (hPa) | 970,3 | 991,6 | 940,9 |

Tabella 5-L Valori media stazione ERA5 510002.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 34 di 156 | Rev. 0 |

| Parametro | Valore medio orario anno 2020 | Massimo orario anno 2020 | Minimo orario anno 2020 |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Velocità del vento (m/s) | 2,3 | 9,23 | - |
| Umidità (% sat) | 75 | 100 | 15 |
| Temperatura (°C) | 13,0 | 33,45 | -3,27 |
| Pressione (hPa) | 957,3 | 978,7 | 927,6 |

Tabella 5-M Valori media stazione ERA5 510124.

| Parametro | Valore medio orario anno 2020 | Massimo orario anno 2020 | Minimo orario anno 2020 |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Velocità del vento (m/s) | 2,1 | 9,07 | - |
| Umidità (% sat) | 74 | 100 | 14 |
| Temperatura (°C) | 13,9 | 35,29 | -2,28 |
| Pressione (hPa) | 970,4 | 991,9 | 941,0 |

Tabella 5-N Valori media stazione ERA5 510214.

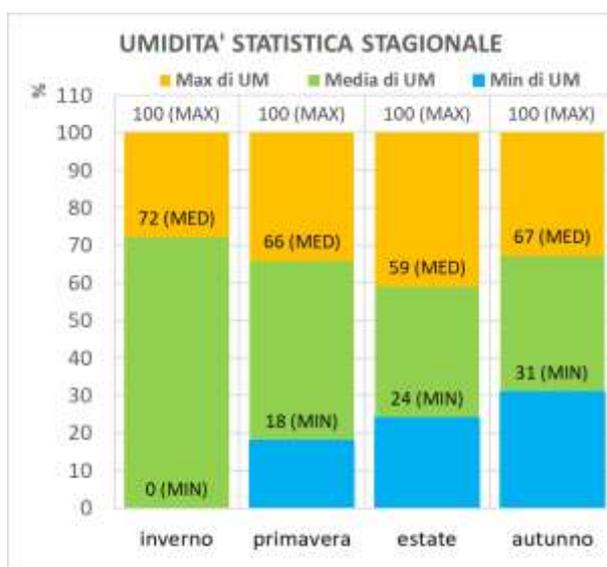
| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 35 di 156 | Rev. 0 |

5.3.1 ANALISI DEI DATI TEMPERATURA E UMIDITÀ RELATIVA

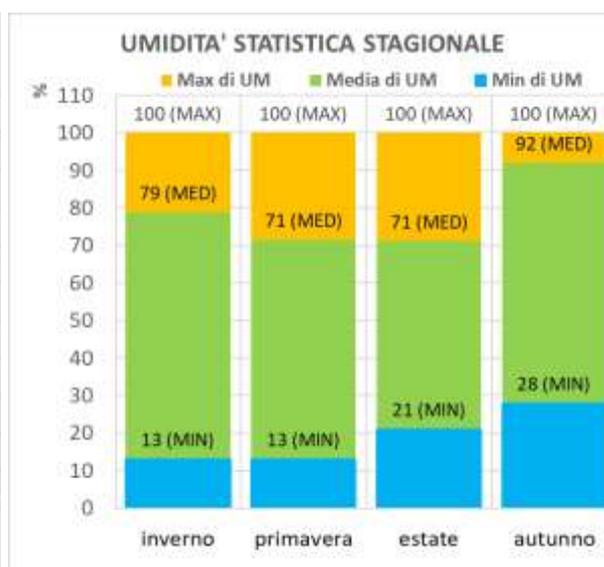
I dati di temperatura e umidità relativa costituiscono dati di input di cui necessitano i modelli numerici impiegati in questo studio. Ad esempio, i dati di temperatura al suolo ed in quota concorrono alla stima della stabilità atmosferica, estremamente importante per la diffusione degli inquinanti.

I dati di umidità relativa risultano meno importanti in termini strettamente modellistici, tuttavia essi forniscono un utile strumento di validazione dei dati di temperatura. Come noto infatti l'umidità relativa rappresenta il grado di saturazione del vapore acqueo in atmosfera ad una data temperatura, pertanto, le due grandezze debbono necessariamente presentare una relazione di anticorrelazione. Riportiamo gli andamenti stagionali dell'umidità delle stazioni considerate:

Stazione Reg. Umbria 60051

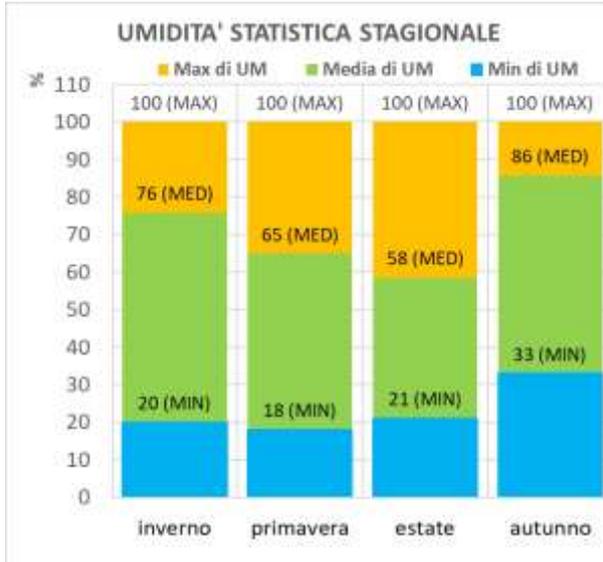


Stazione Reg. Umbria 66022

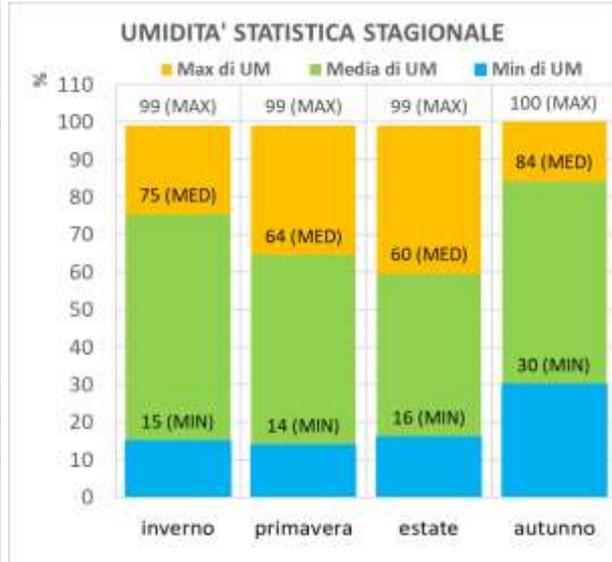


| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 36 di 156 | Rev. 0 |

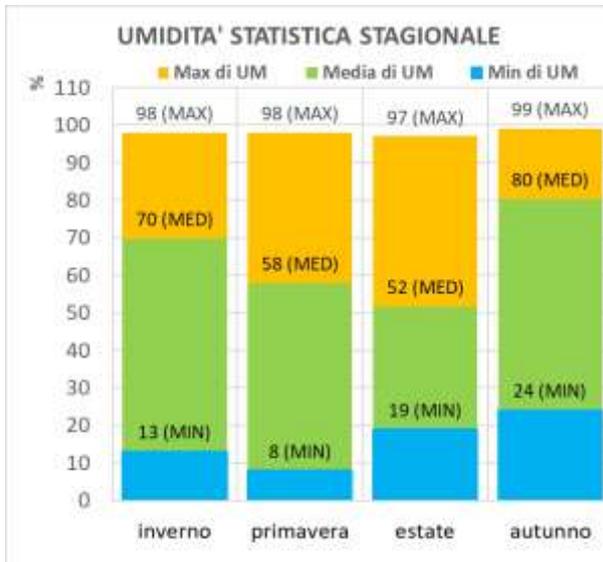
Stazione Reg. Umbria 66026



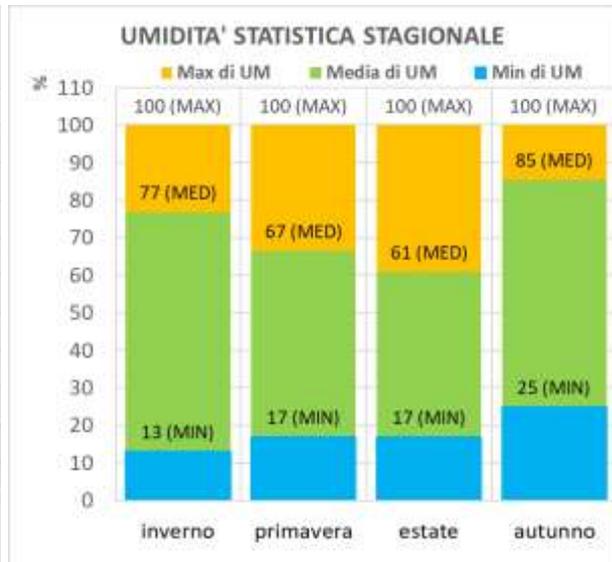
Stazione Reg. Umbria 66029



Stazione Reg. Umbria 66049

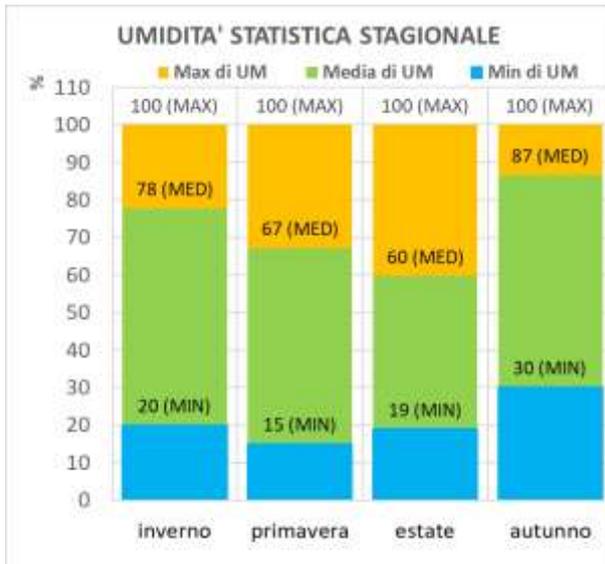


SYNOP-ICAO 161720

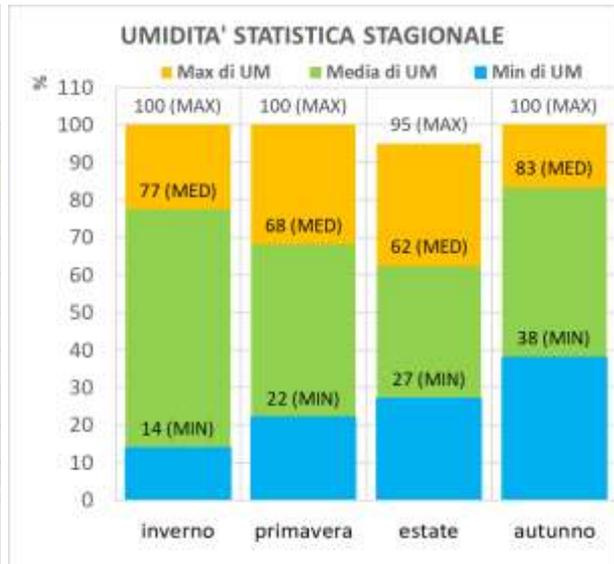


| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI E PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 37 di 156 | Rev. 0 |

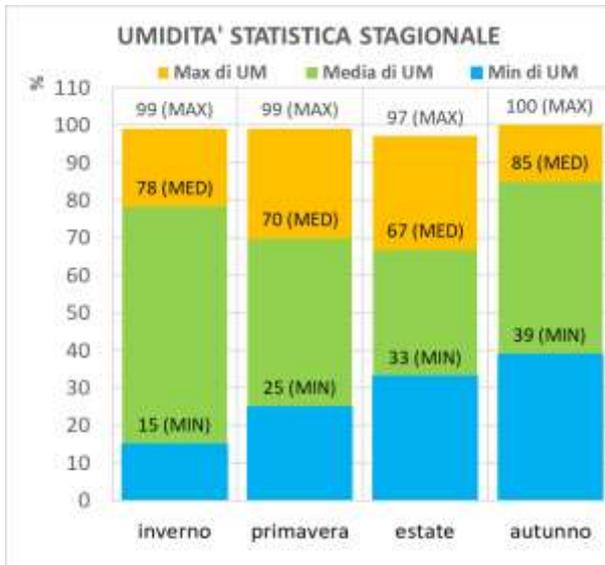
SYNOP-ICAO 161810



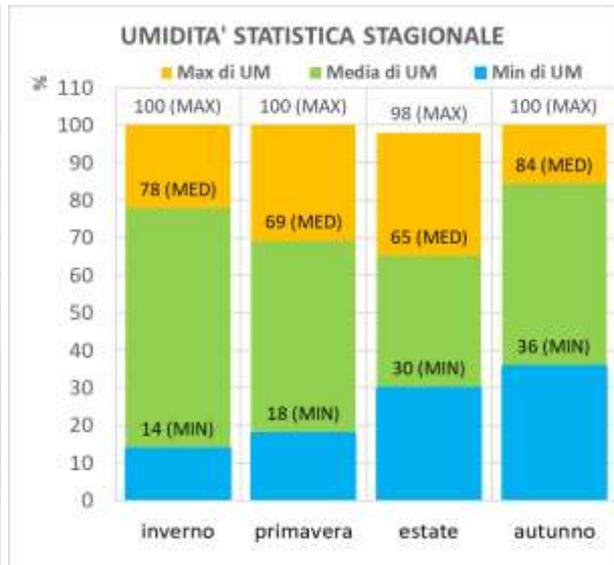
ERA 510002



ERA 510124



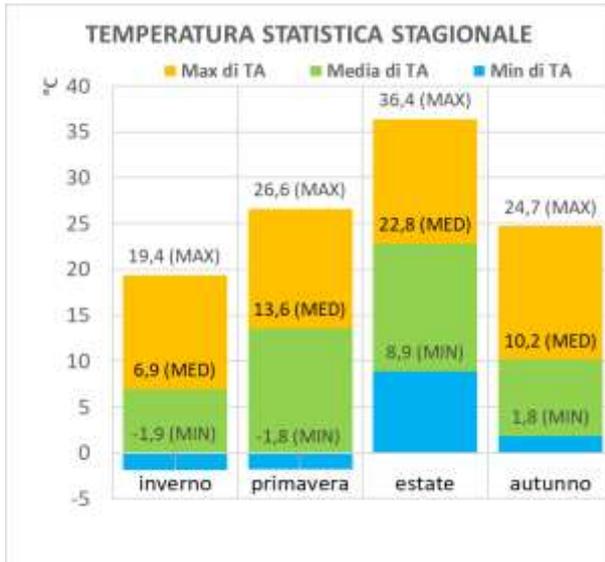
ERA 510214



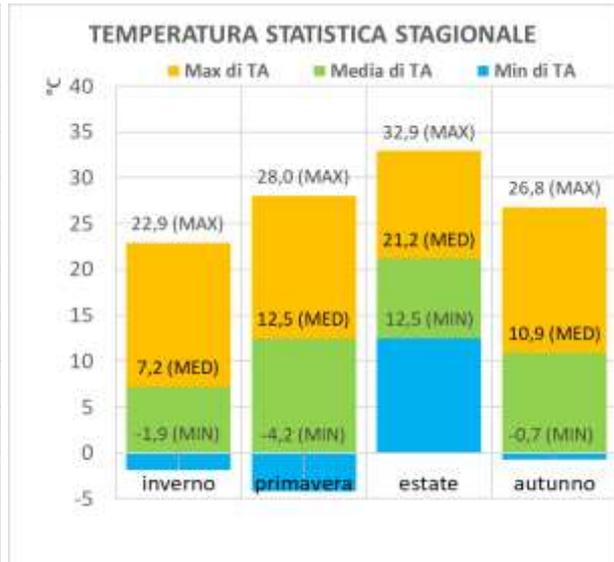
| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFORNITA LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITA 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 38 di 156 | Rev. 0 |

Riportiamo gli andamenti stagionali della temperatura delle stazioni utilizzate:

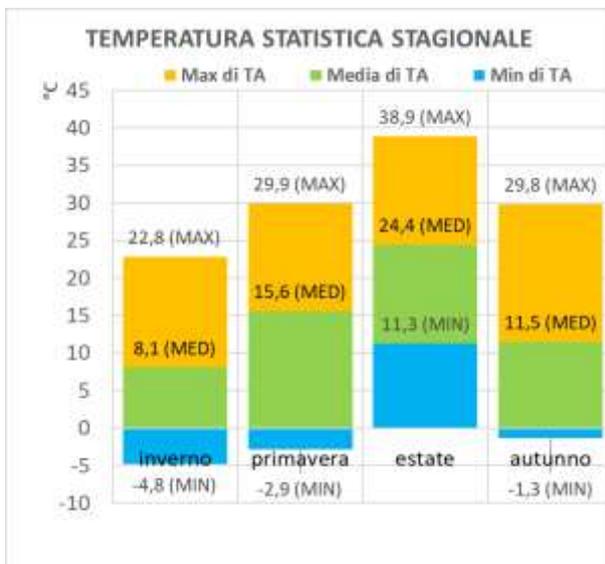
Stazione SIR Toscana 10653



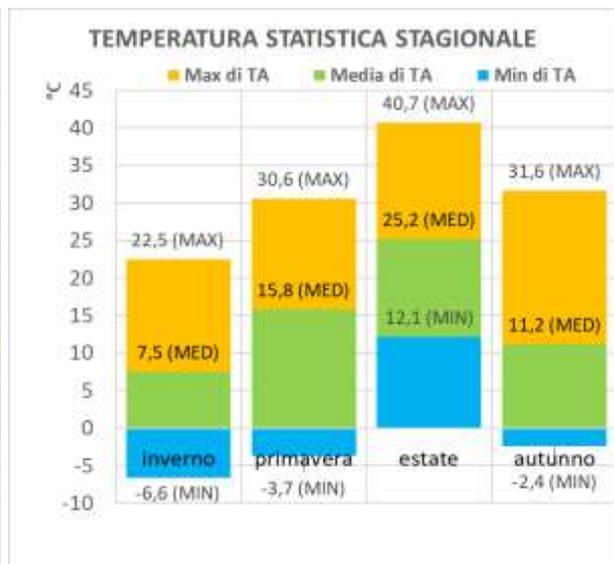
Stazione Reg. Umbria 60051



Stazione Reg. Umbria 66022

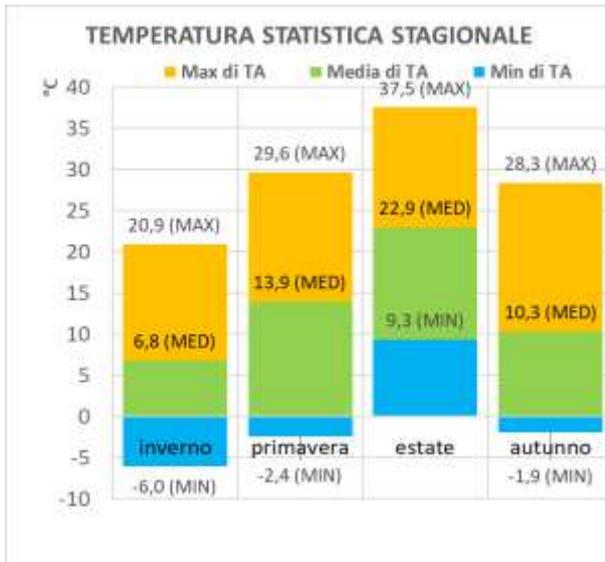


Stazione Reg. Umbria 66026

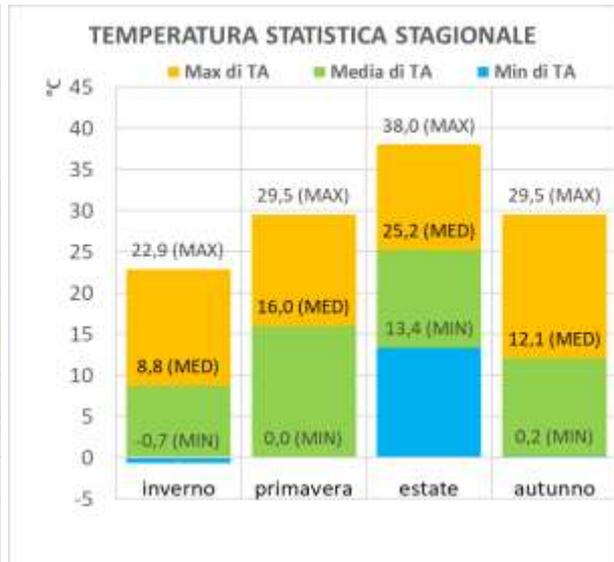


| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 39 di 156 | Rev. 0 |

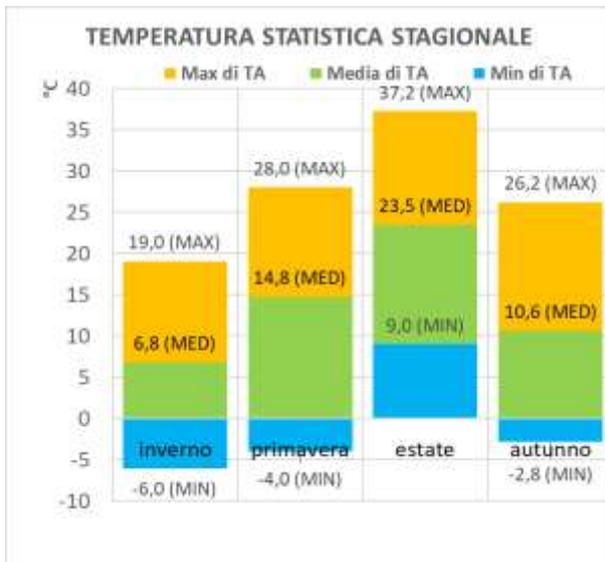
Stazione Reg. Umbria 66029



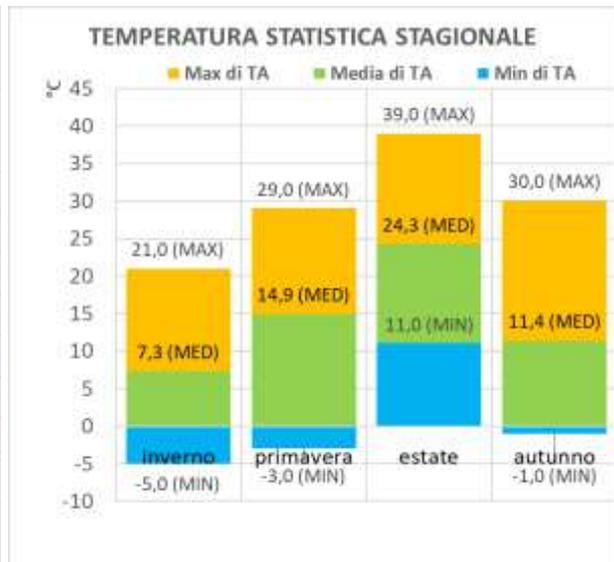
Stazione Reg. Umbria 66049



SYNOP-ICAO 161720

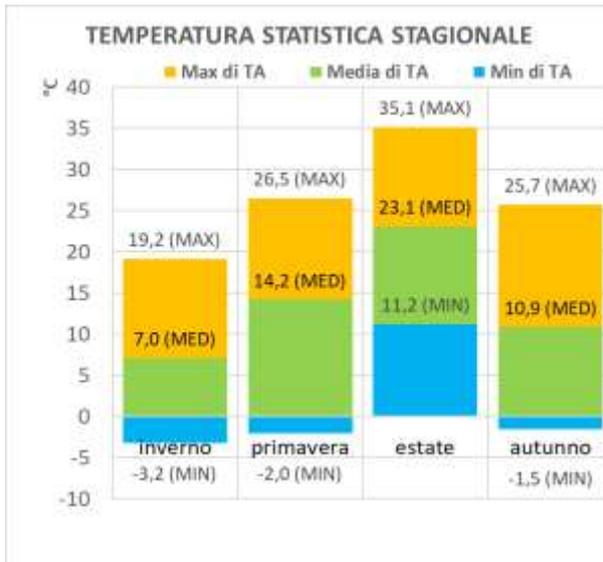


SYNOP-ICAO 161810

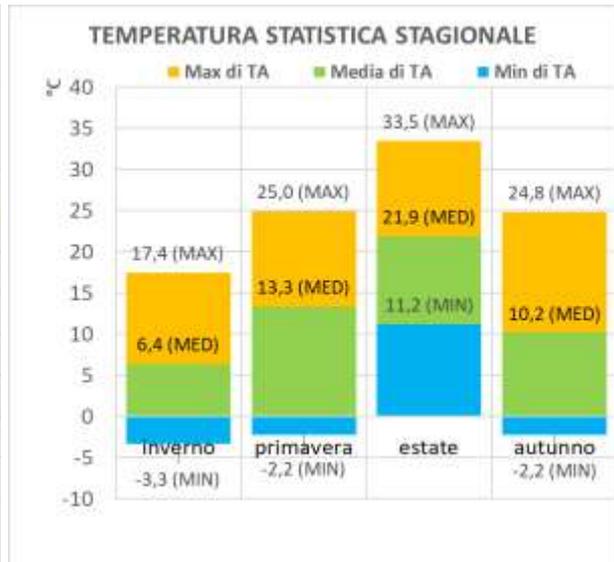


| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 40 di 156 | Rev. 0 |

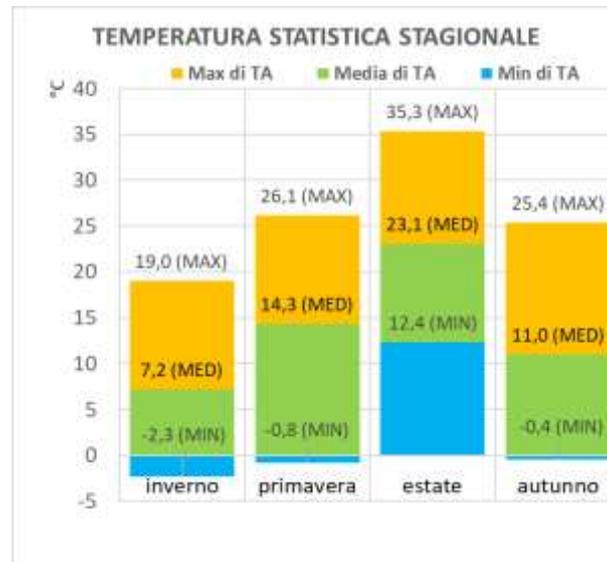
ERA 510002



ERA 510124



ERA 510214



| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 41 di 156 | Rev. 0 |

5.3.2 ANDAMENTI STAGIONALI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO DELLE STAZIONI CONSIDERATE:

Stazione SIR Toscana 10653



Stazione Reg. Umbria 60051



Stazione Reg. Umbria 66022



Stazione Reg. Umbria 66026

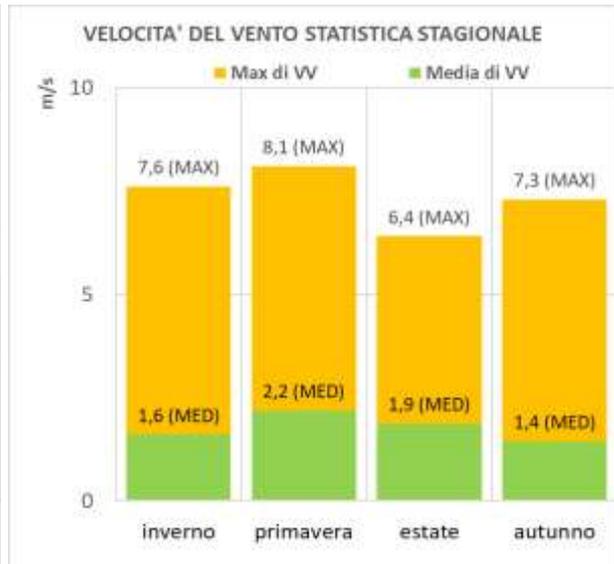


| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 42 di 156 | Rev. 0 |

Stazione Reg. Umbria 66029



Stazione Reg. Umbria 66049



SYNOP-ICAO 161720

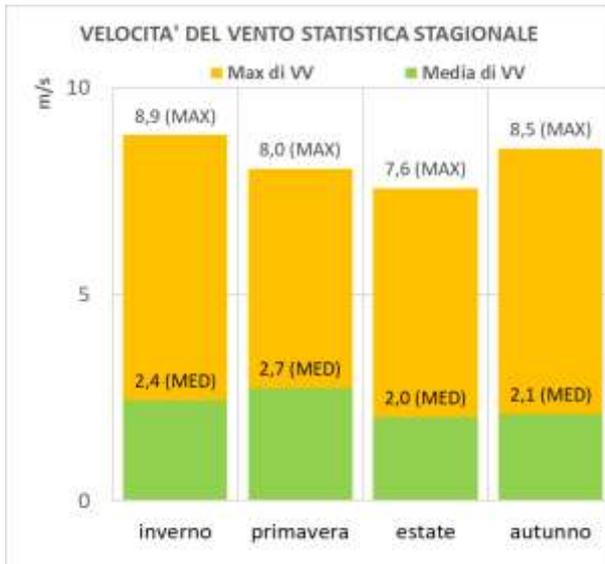


SYNOP-ICAO 161810

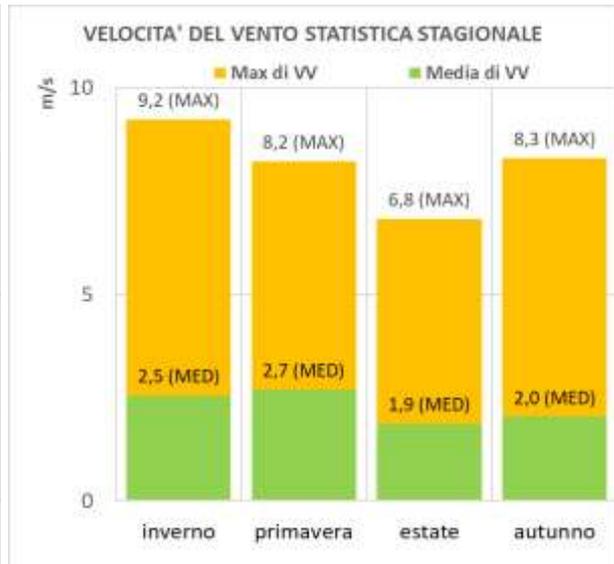


| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI TECNICI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 43 di 156 | Rev. 0 |

ERA 510002



ERA 510124



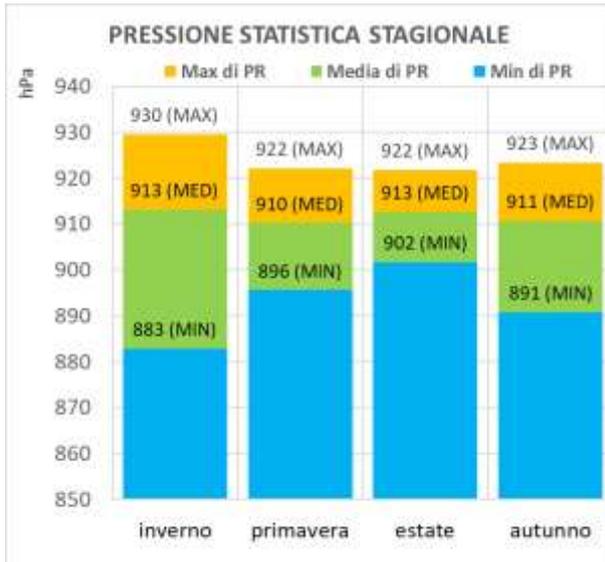
ERA 510214



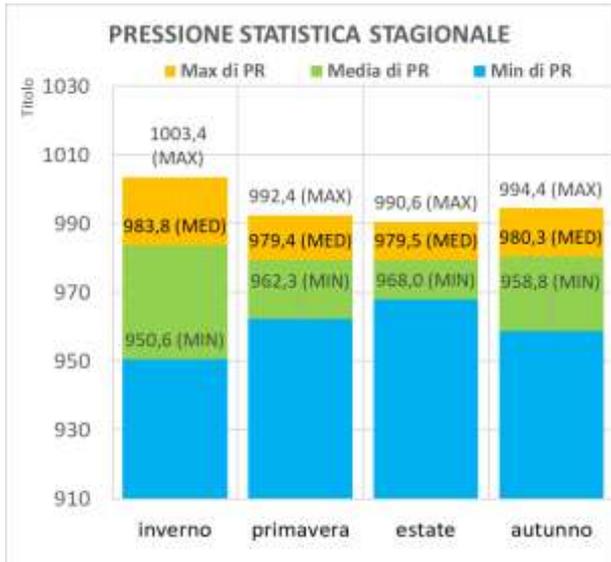
| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFORNITA LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITA 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 44 di 156 | Rev. 0 |

5.3.3 RIPORTIAMO GLI ANDAMENTI STAGIONALI DELLA PRESSIONE DELLE STAZIONI CONSIDERATE:

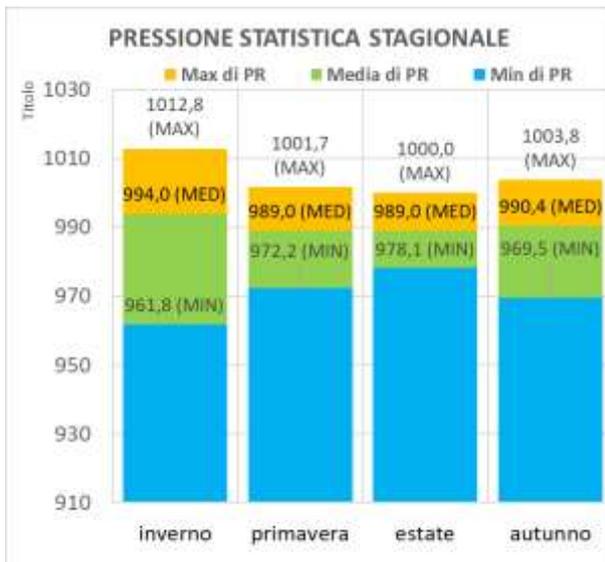
Stazione Reg. Umbria 60051



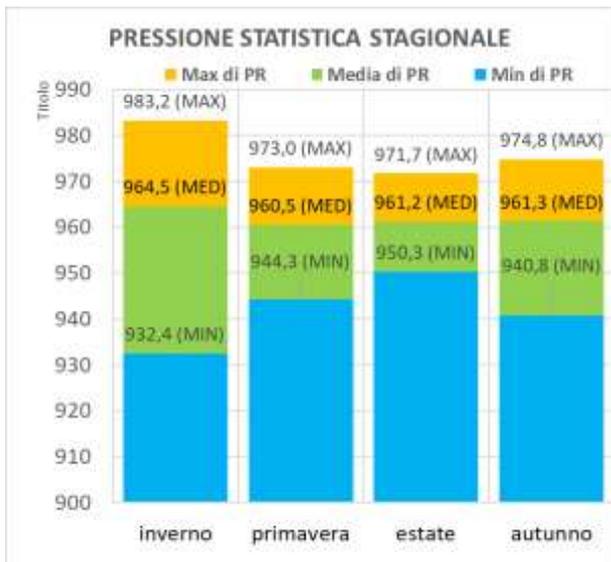
Stazione Reg. Umbria 66022



Stazione Reg. Umbria 66026

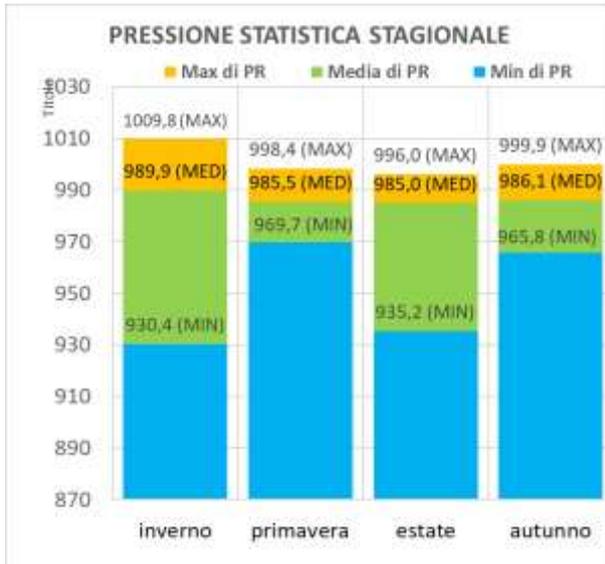


Stazione Reg. Umbria 66029

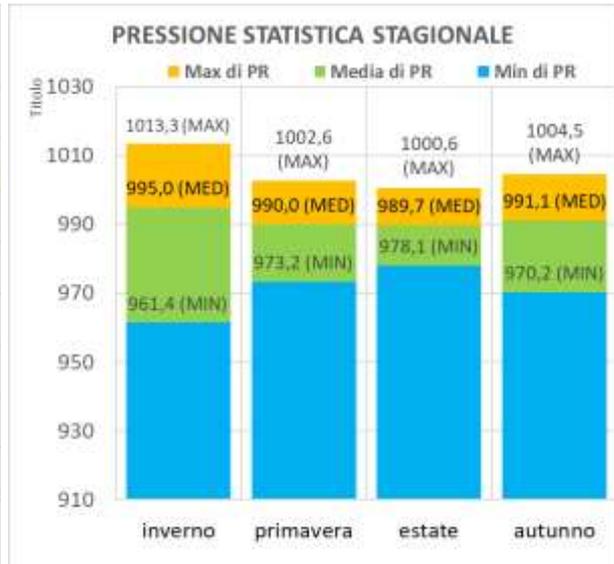


| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 45 di 156 | Rev. 0 |

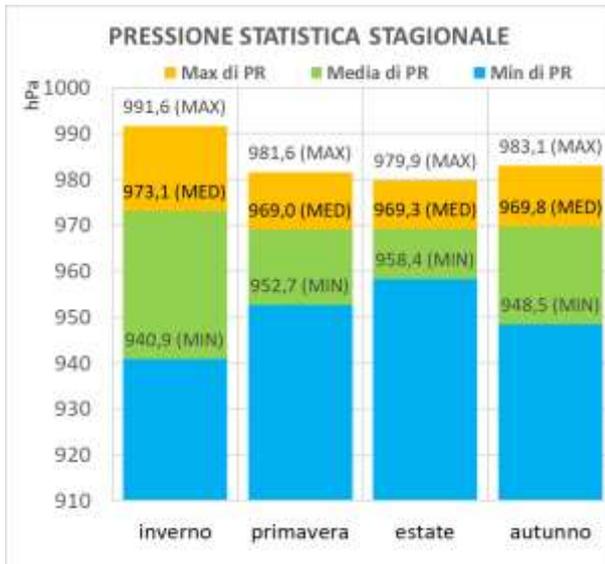
SYNOP-ICAO 161720



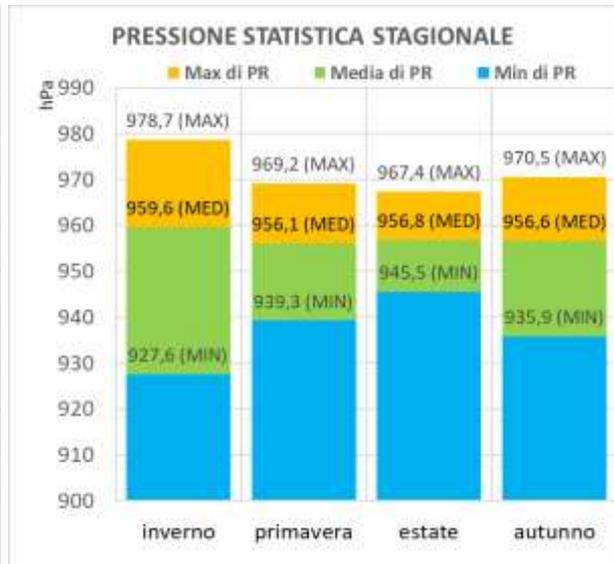
SYNOP-ICAO 161810



ERA 510002

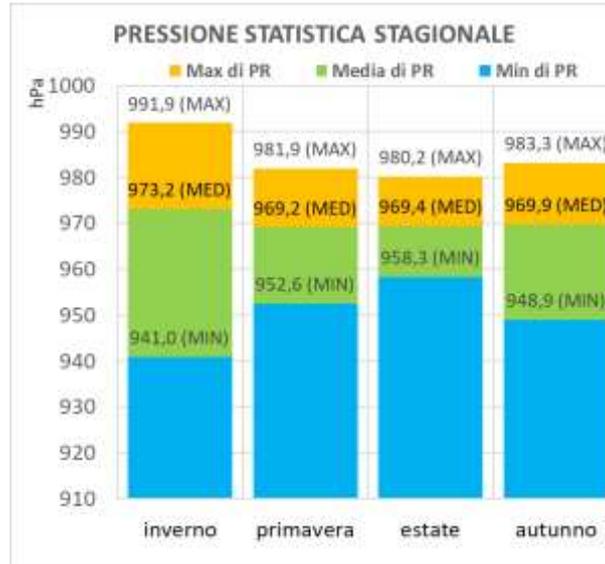


ERA 510124



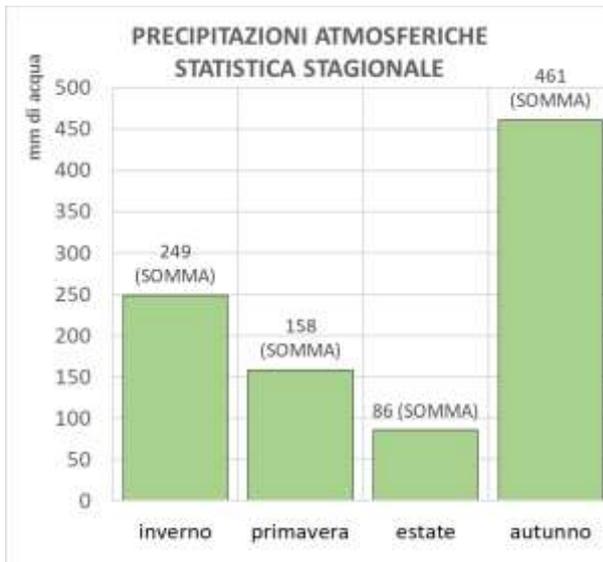
| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 46 di 156 | Rev. 0 |

ERA 510214

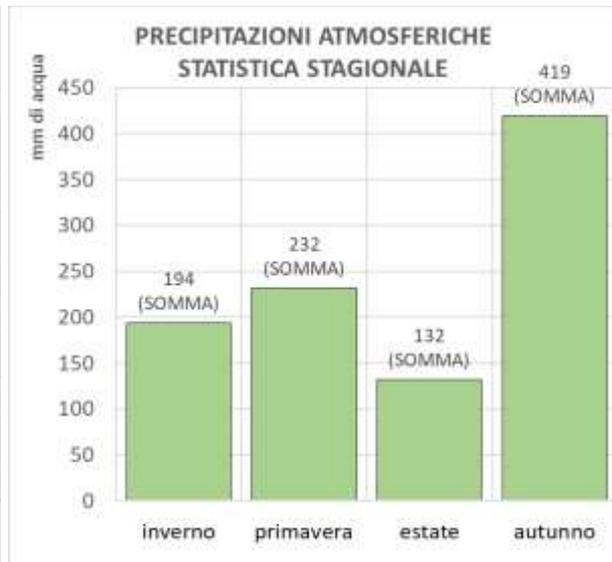


5.3.4 ANALISI DEI DATI DI PRECIPITAZIONI ATMOSFERICHE

Stazione SIR Toscana 10653



Stazione Reg. Umbria 60051

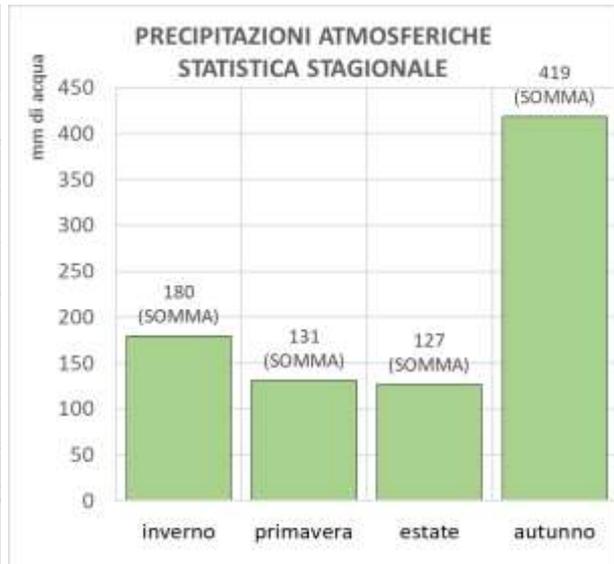


| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 47 di 156 | Rev. 0 |

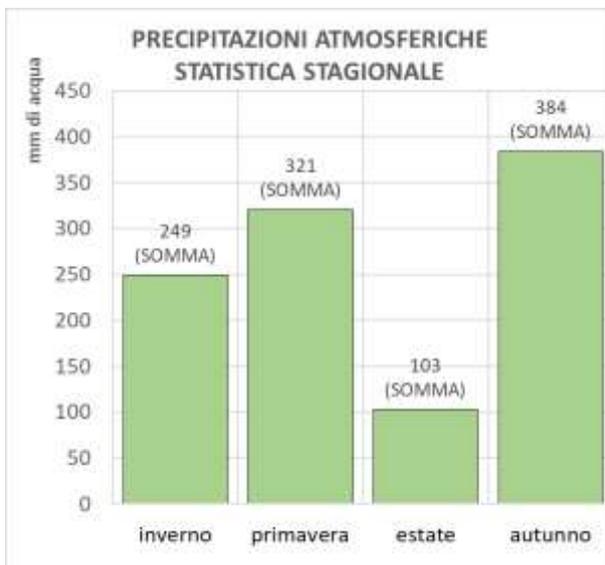
Stazione Reg. Umbria 66022



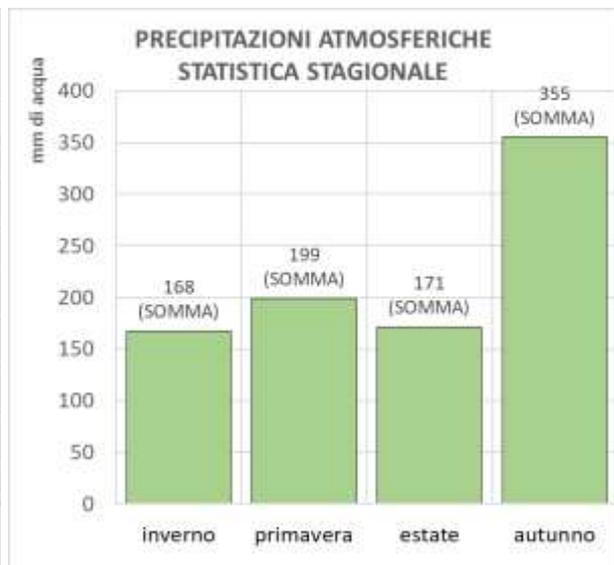
Stazione Reg. Umbria 66026



Stazione Reg. Umbria 66029

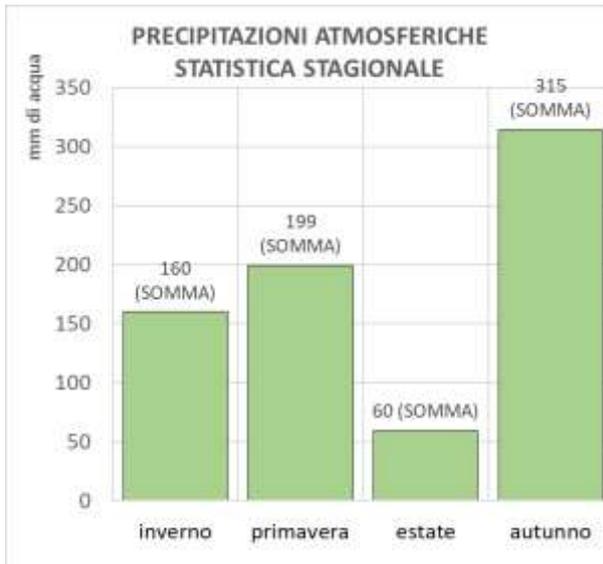


Stazione Reg. Umbria 66049

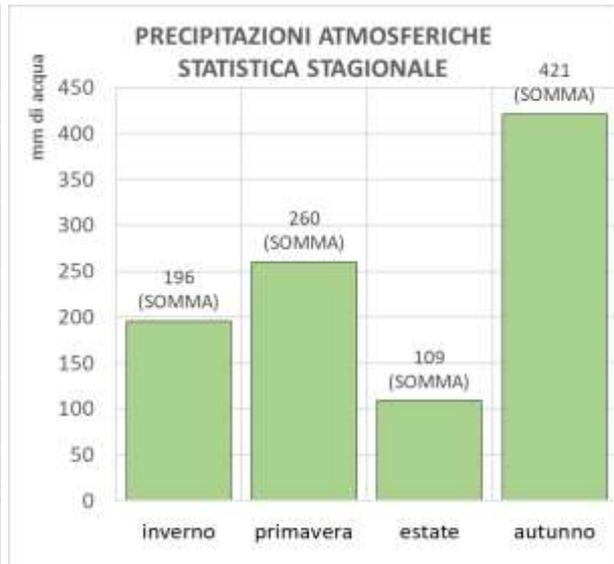


| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 48 di 156 | Rev. 0 |

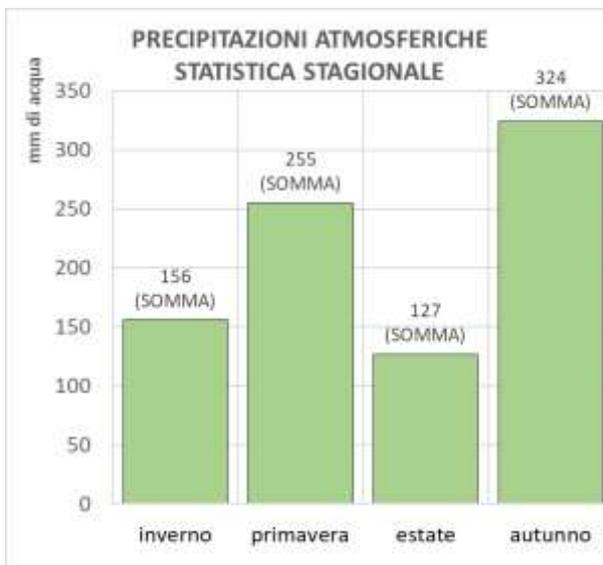
SYNOP-ICAO 161720



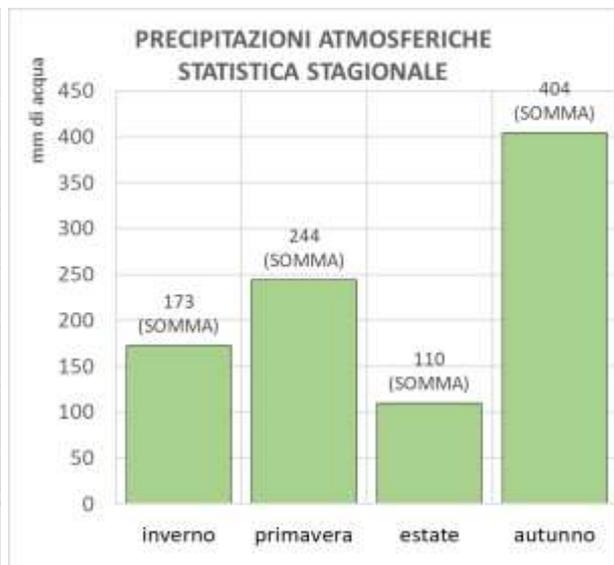
Era 510002



ERA 510124



ERA 510214



| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFORNITA LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 49 di 156 | Rev. 0 |

In dettaglio mensile:

Stazione SIR Toscana 10653



Stazione Reg. Umbria 60051



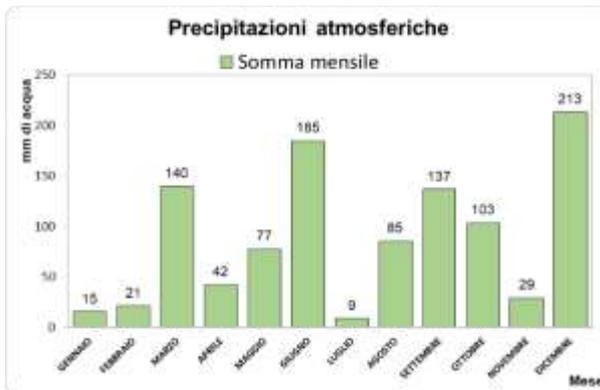
Stazione Reg. Umbria 66022



Stazione Reg. Umbria 66026



Stazione Reg. Umbria 66029

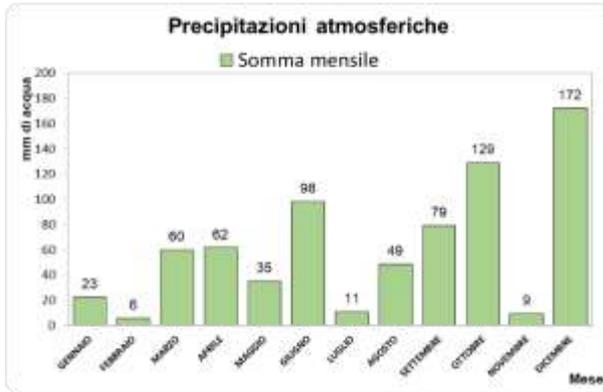


Stazione Reg. Umbria 66049



| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 50 di 156 | Rev. 0 |

SYNOP-ICAO 161720



Era 510002



ERA 510124



ERA 510214

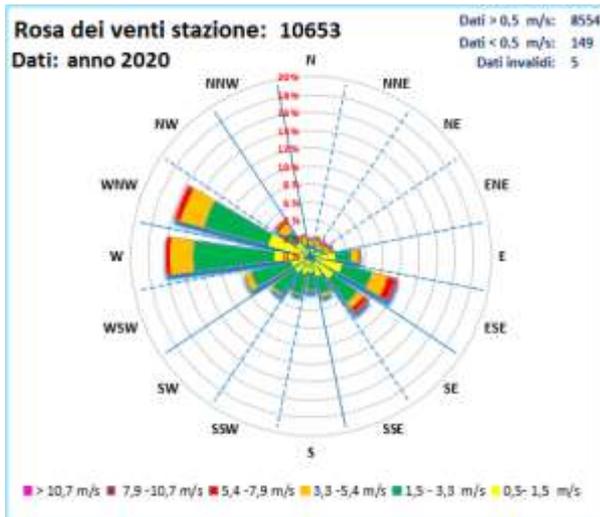


| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 51 di 156 | Rev. 0 |

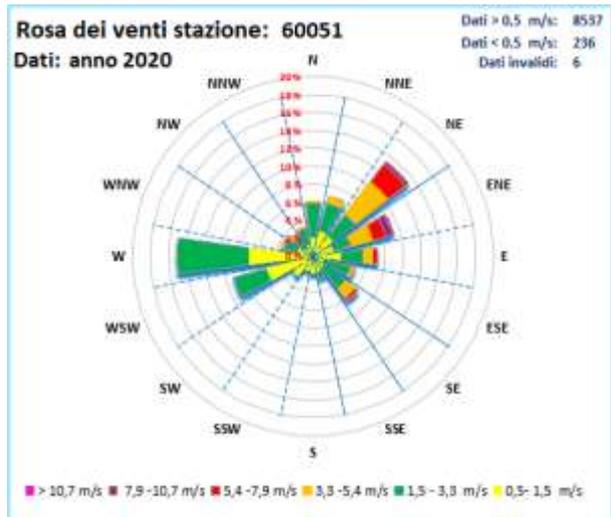
5.3.5 REGIME ANEMOMETRICO

Si riportano l'elaborazione delle rose dei venti riferiti ai dati intero anno 2020:

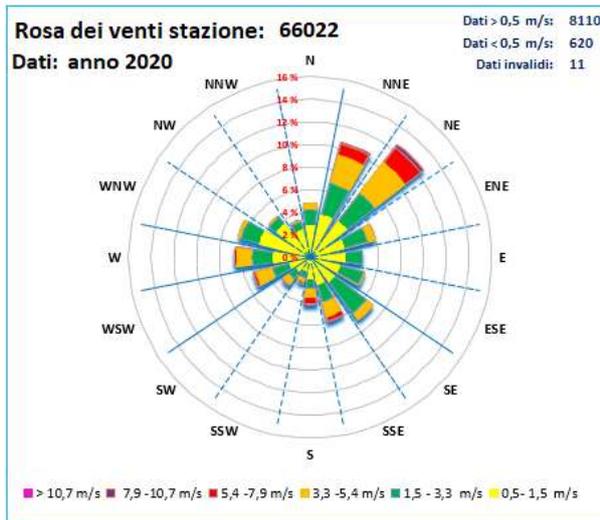
Stazione SIR Toscana 10653



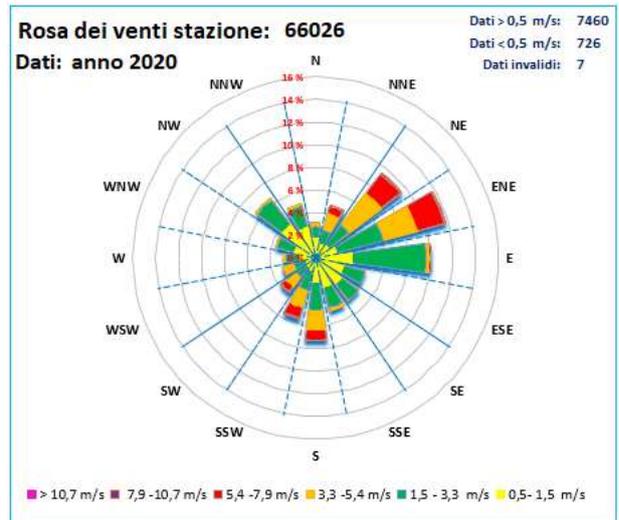
Stazione Reg. Umbria 60051



Stazione Reg. Umbria 66022

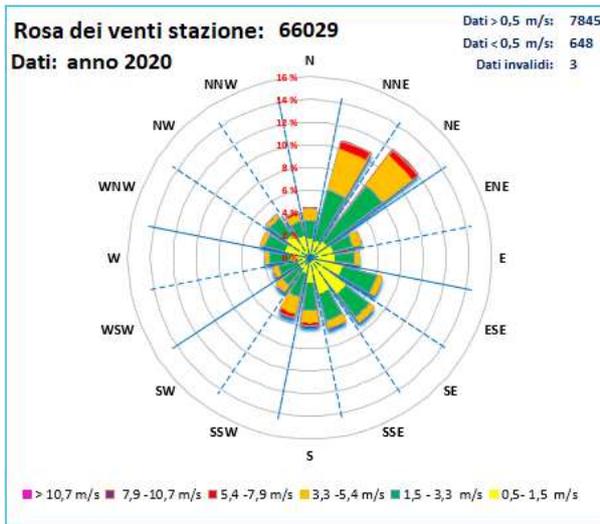


Stazione Reg. Umbria 66026

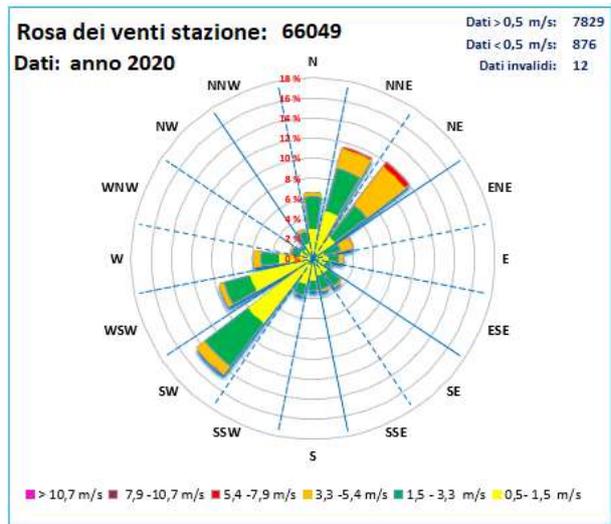


| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>Consulenza (materiali) - Impedimenti - Assistenza progettazione - direzione lavori</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 52 di 156 | Rev. 0 |

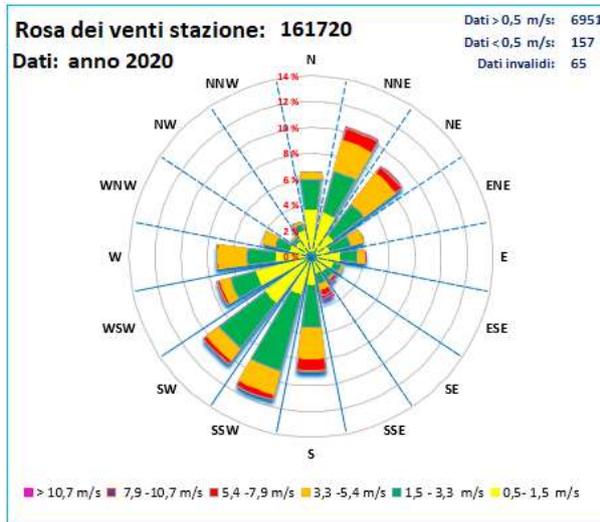
Stazione Reg. Umbria 66029



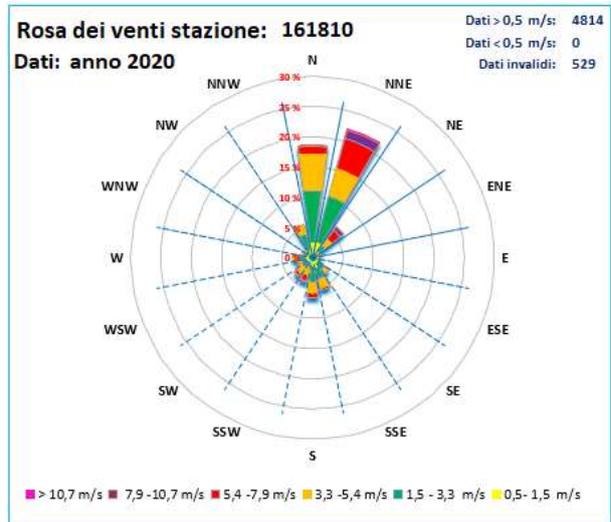
Stazione Reg. Umbria 66049



SYNOP-ICAO 161720

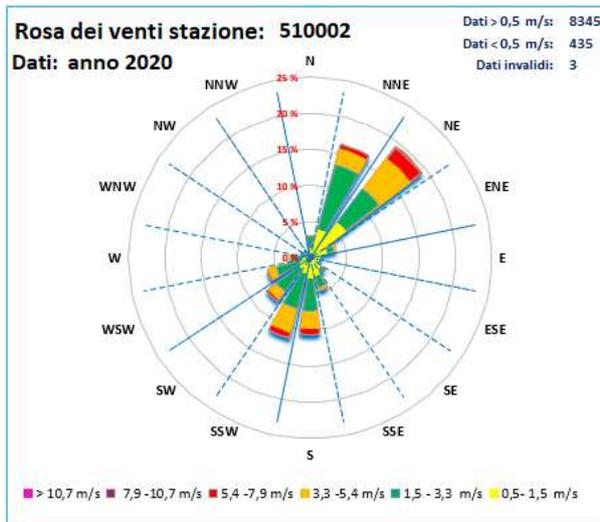


SYNOP-ICAO 161810

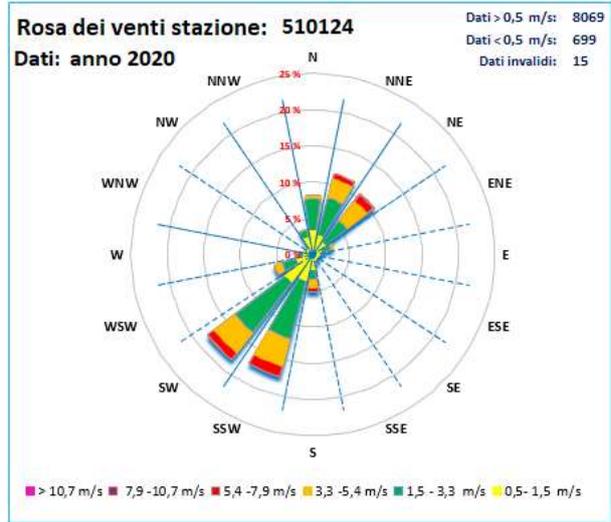


| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 53 di 156 | Rev. 0 |

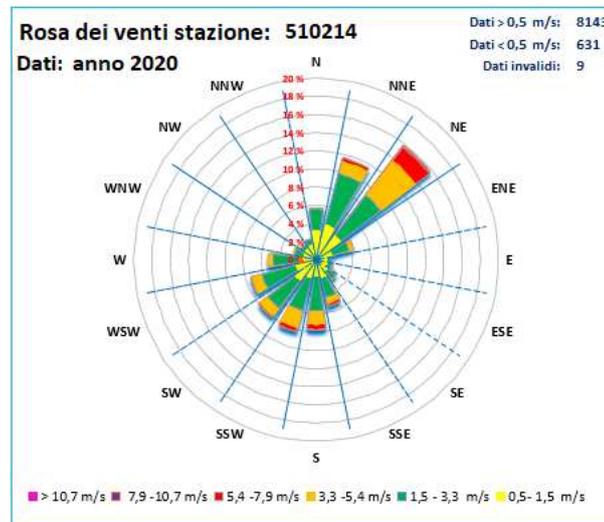
ERA 510002



ERA 510124



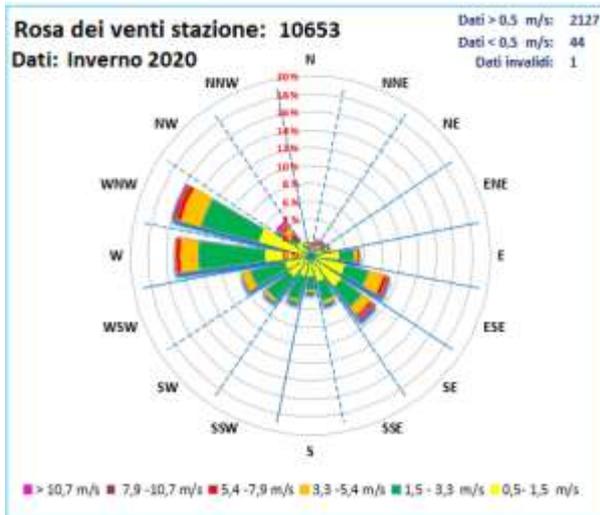
ERA 510214



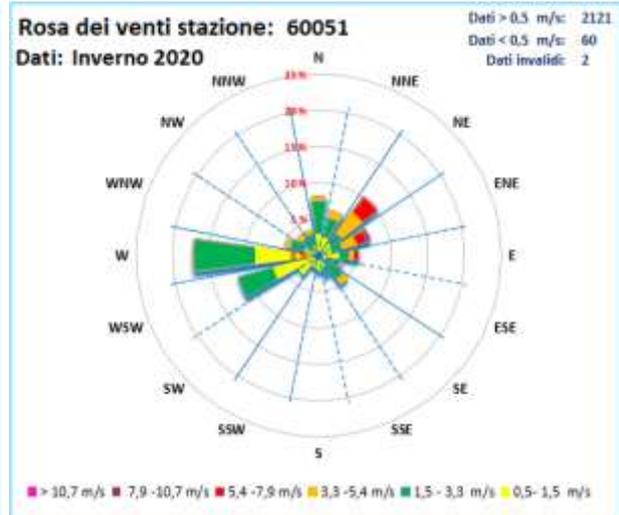
| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>Consulenza (materiali) - Impedimenti - Assistenza progettazione - direzione lavori</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 54 di 156 | Rev. 0 |

Dettaglio invernale:

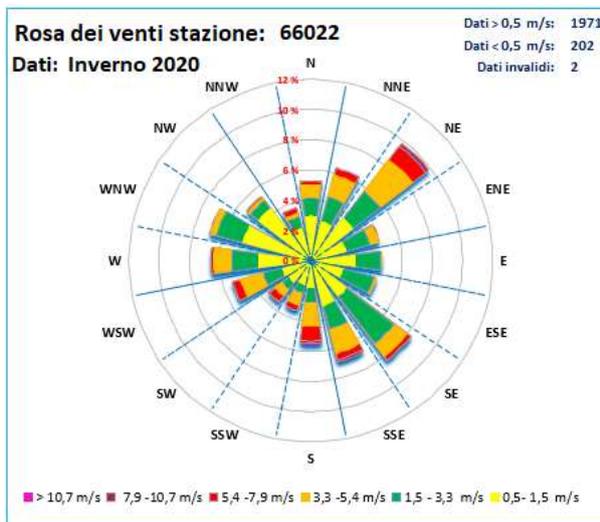
Stazione SIR Toscana 10653



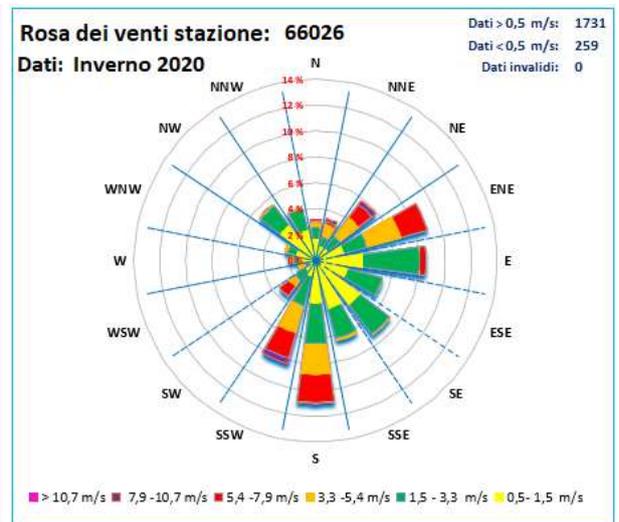
Stazione Reg. Umbria 60051



Stazione Reg. Umbria 66022

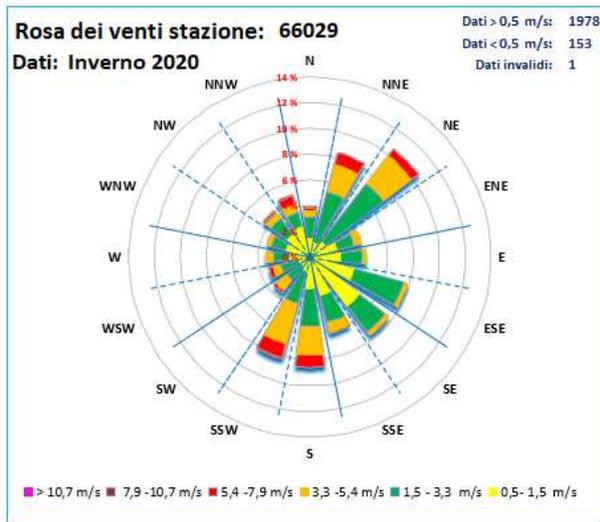


Stazione Reg. Umbria 66026

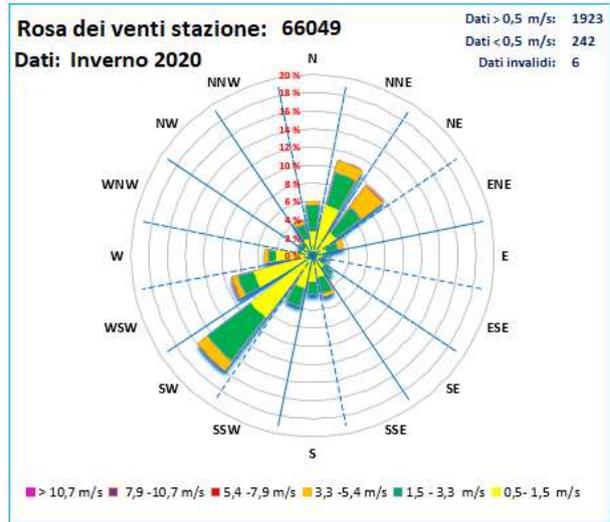


| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - VERIFICHE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 55 di 156 | Rev. 0 |

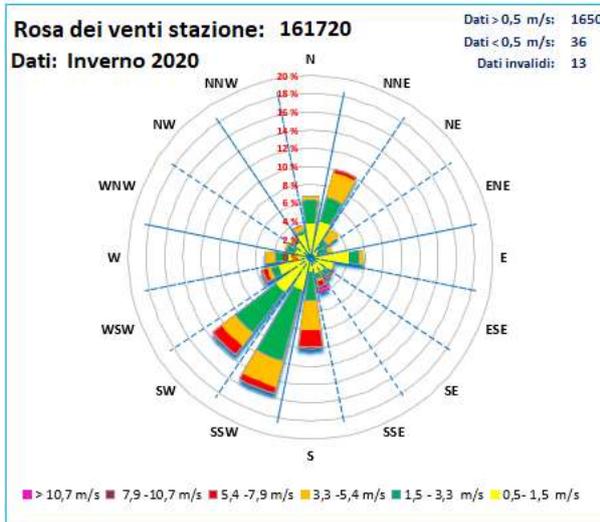
Stazione Reg. Umbria 66029



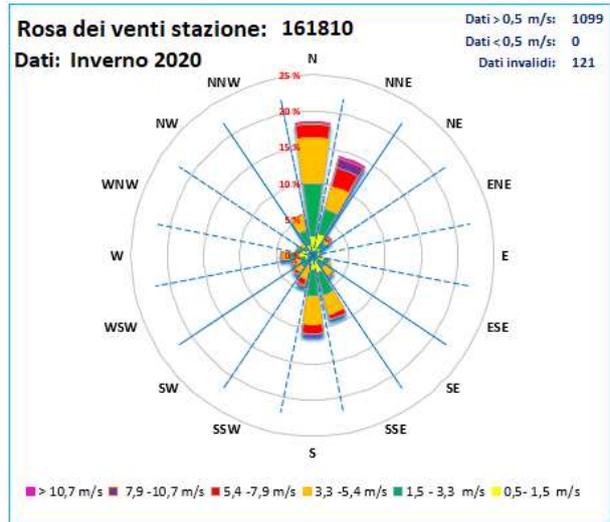
Stazione Reg. Umbria 66049



SYNOP-ICAO 161720

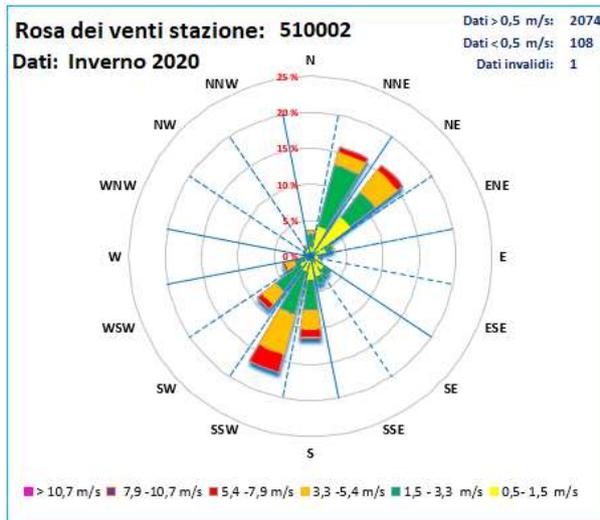


SYNOP-ICAO 161810

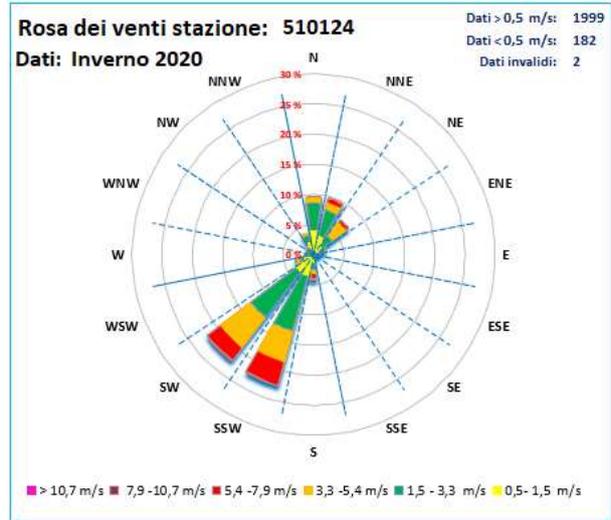


| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RIFORNITA LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 56 di 156 | Rev. 0 |

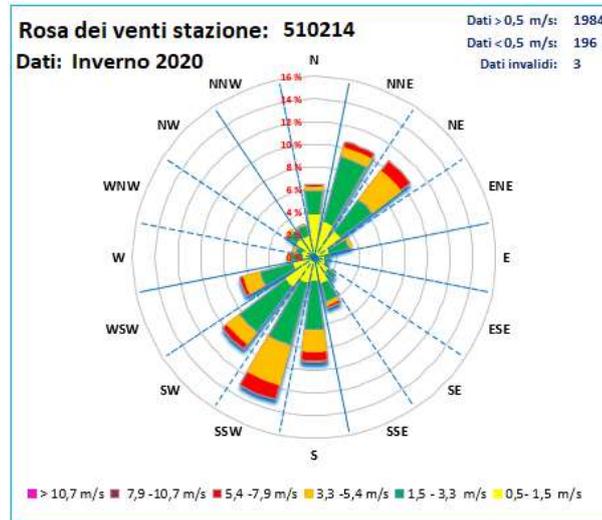
ERA 510002



ERA 510124



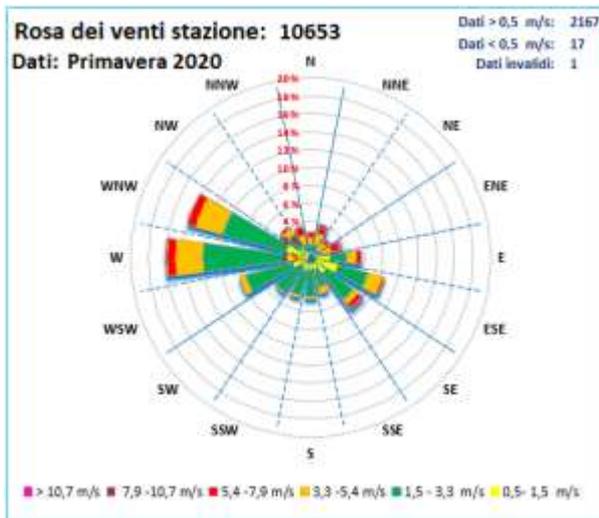
ERA 510214



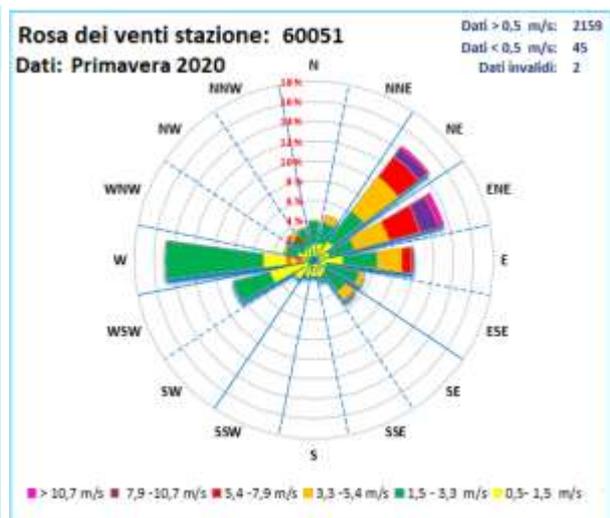
| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 57 di 156 | Rev. 0 |

Dettaglio primaverile:

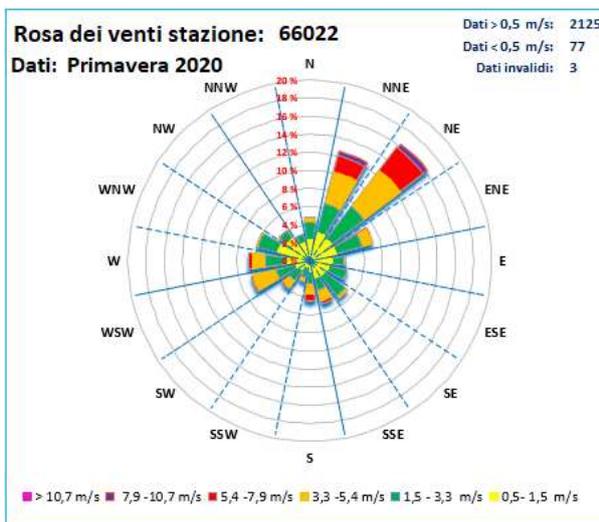
Stazione SIR Toscana 10653



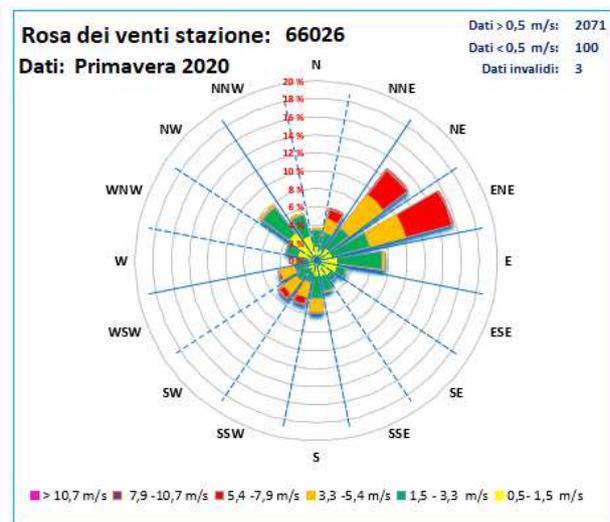
Stazione Reg. Umbria 60051



Stazione Reg. Umbria 66022

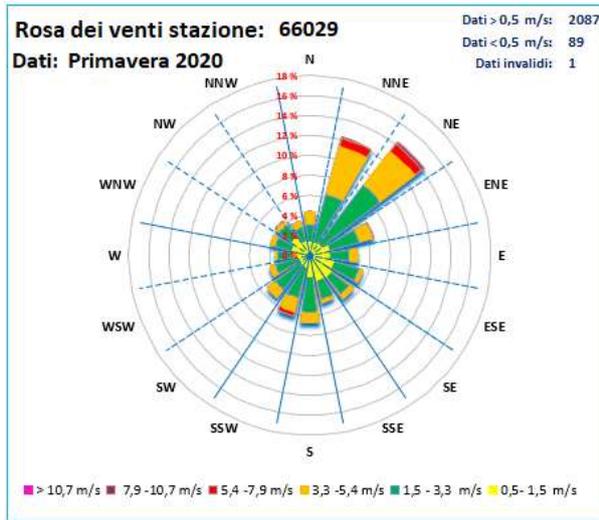


Stazione Reg. Umbria 66026

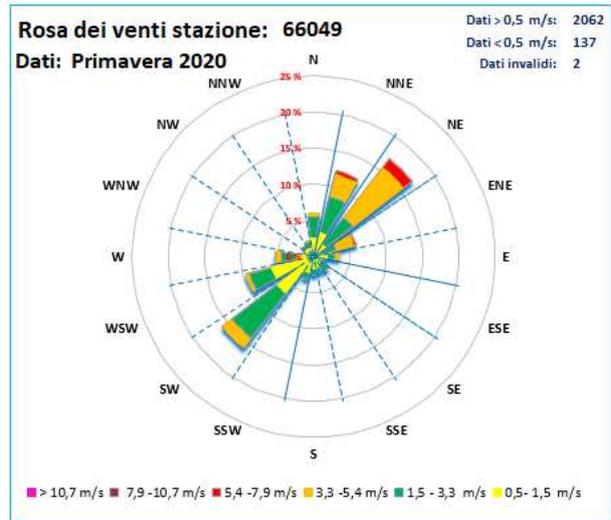


| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFORNIRE I SERVIZI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 58 di 156 | Rev. 0 |

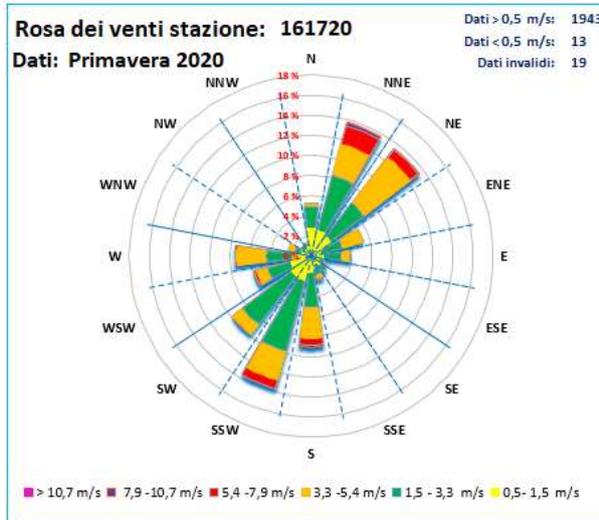
Stazione Reg. Umbria 66029



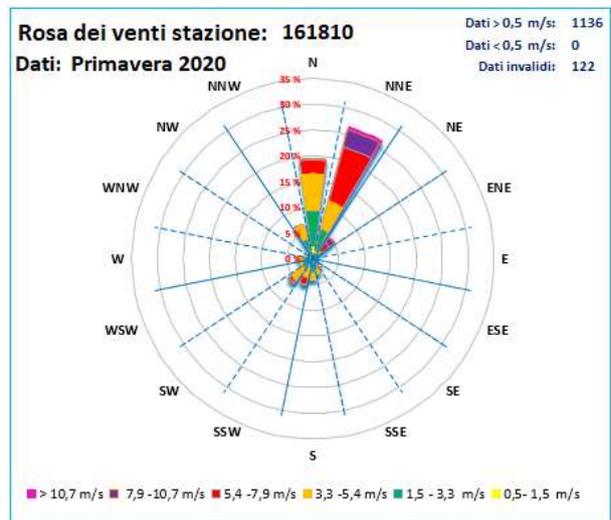
Stazione Reg. Umbria 66049



SYNOP-ICAO 161720

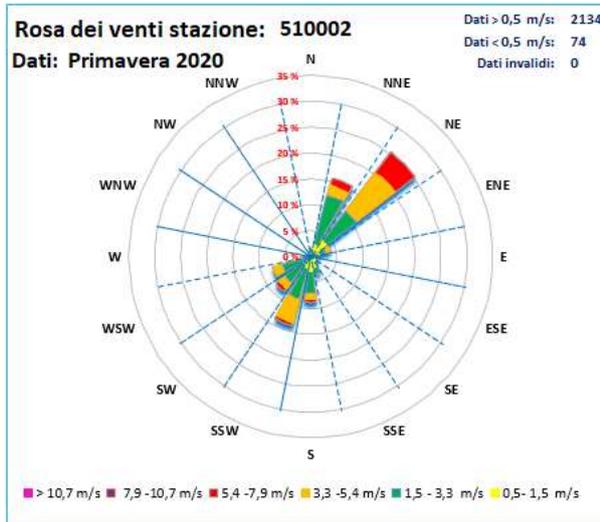


SYNOP-ICAO 161810

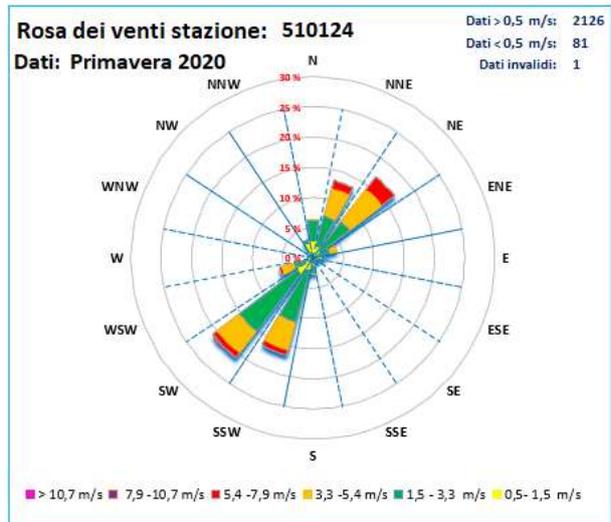


| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 59 di 156 | Rev. 0 |

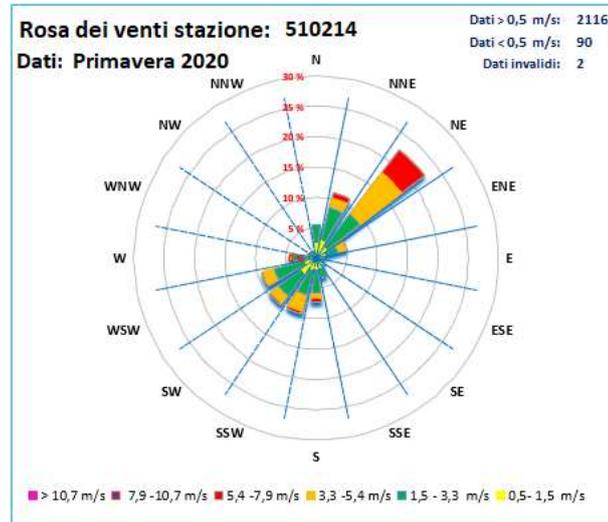
ERA 510002



ERA 510124



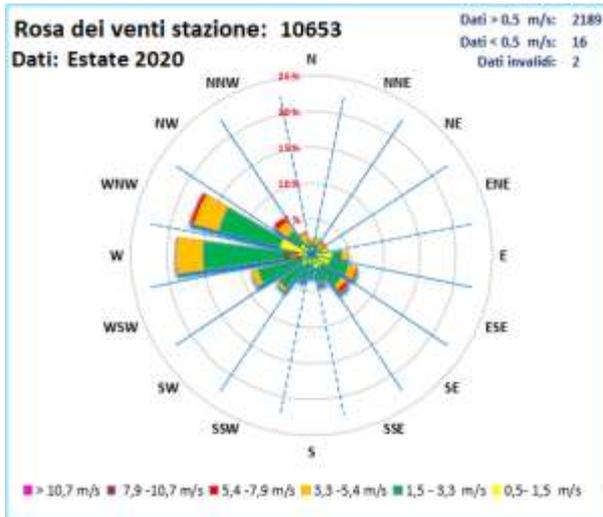
ERA 510214



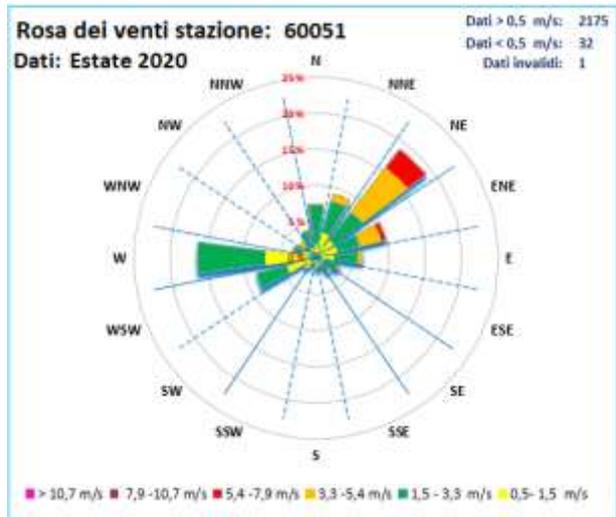
| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFORNITA LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITA 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 60 di 156 | Rev. 0 |

Dettaglio estivo:

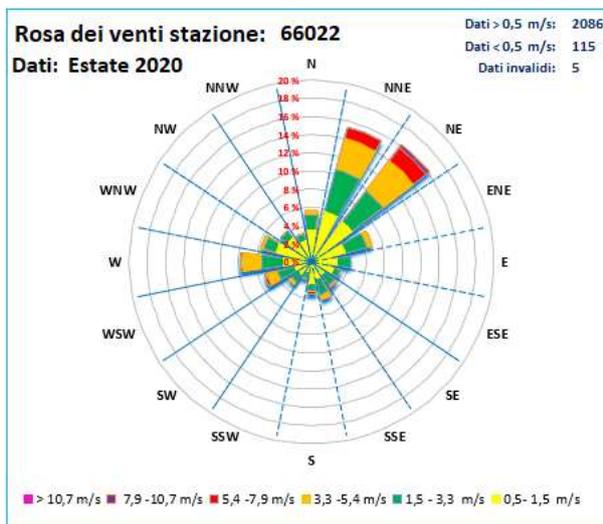
Stazione SIR Toscana 10653



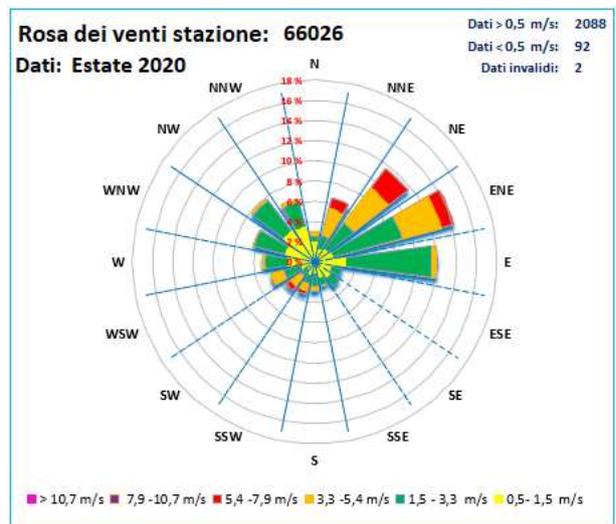
Stazione Reg. Umbria 60051



Stazione Reg. Umbria 66022

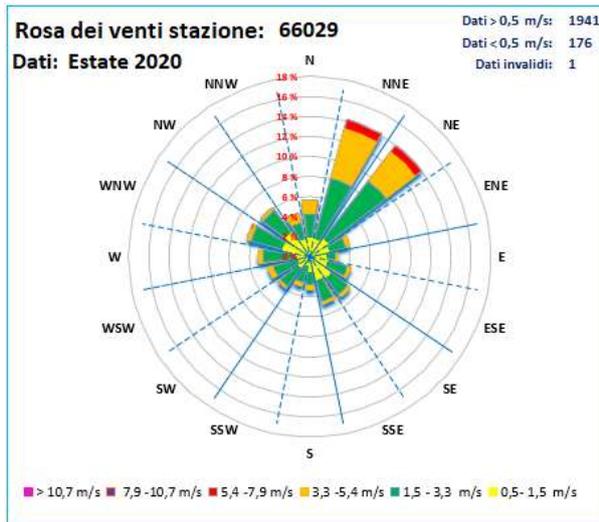


Stazione Reg. Umbria 66026

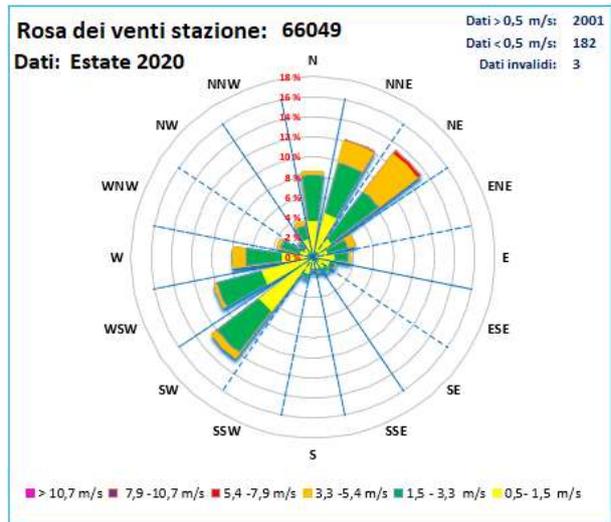


| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>Consulenza (materiali) - Impedimenti - Assistenza progettazione - direzione lavori</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 61 di 156 | Rev. 0 |

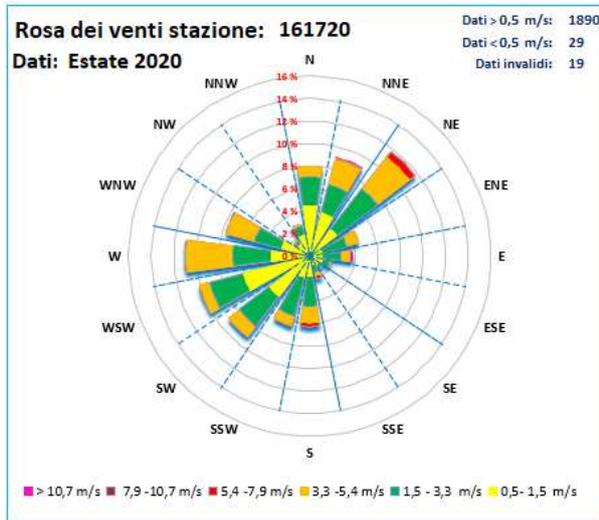
Stazione Reg. Umbria 66029



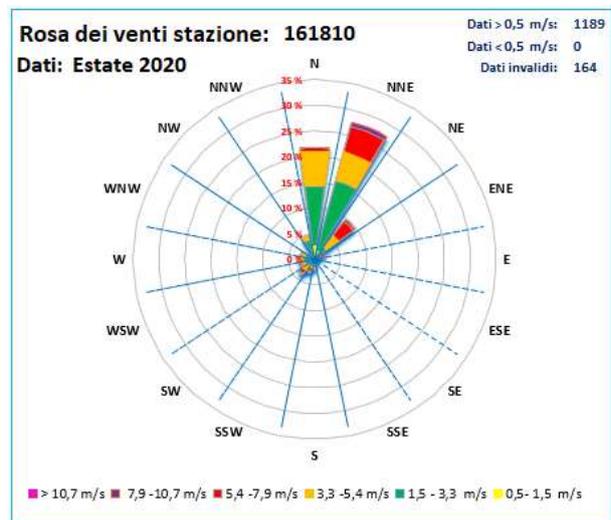
Stazione Reg. Umbria 66049



SYNOP-ICAO 161720

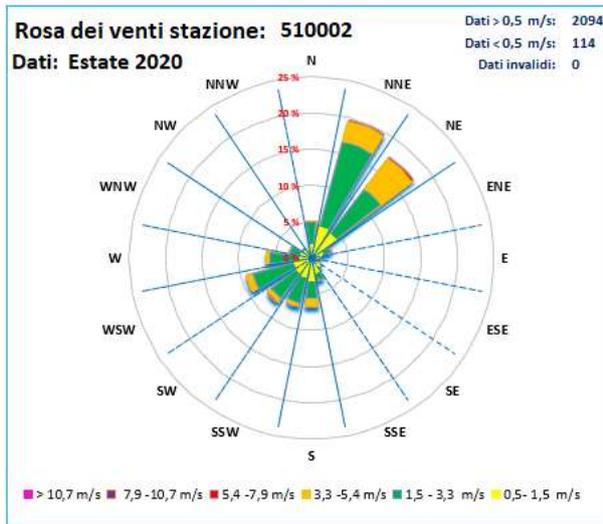


SYNOP-ICAO 161810

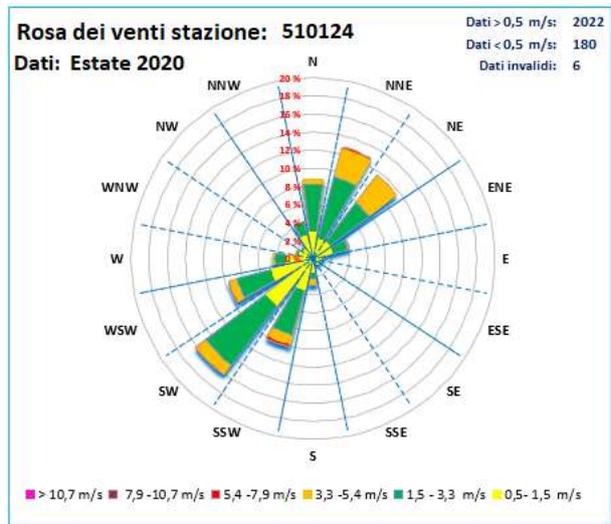


| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFORNITA LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 62 di 156 | Rev. 0 |

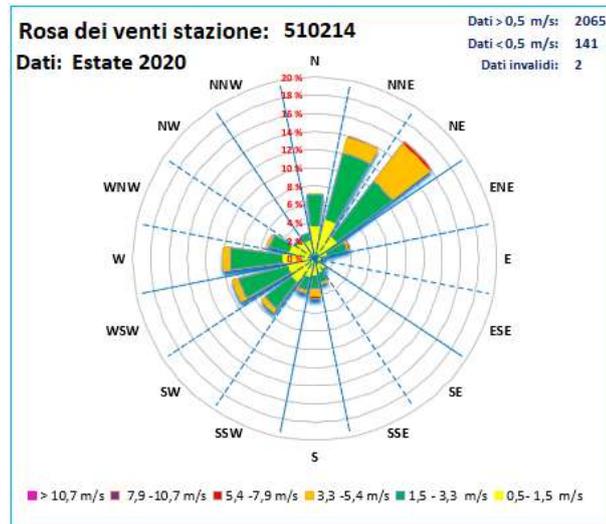
ERA 510002



ERA 510124



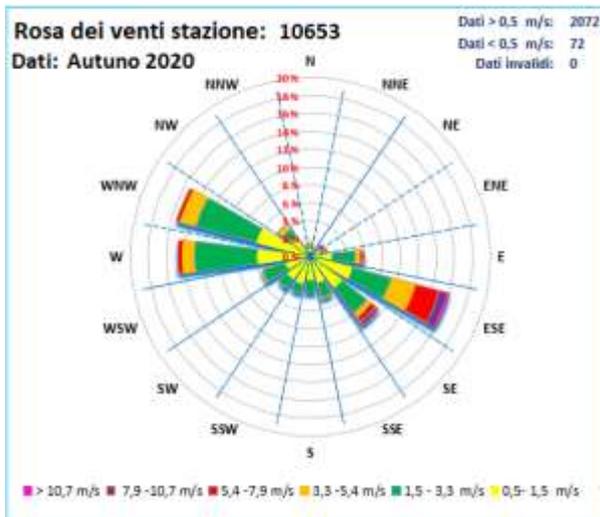
ERA 510214



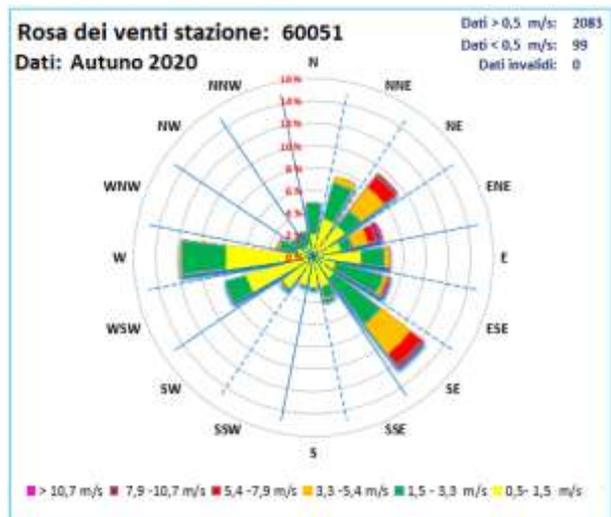
| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFORNITA LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 63 di 156 | Rev. 0 |

Dettaglio autunnale:

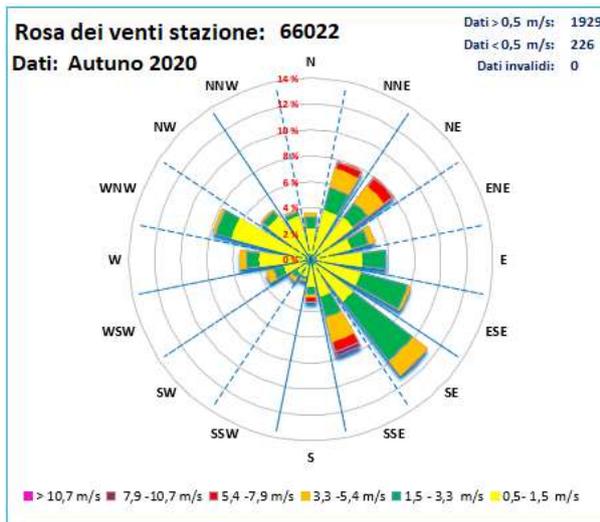
Stazione SIR Toscana 10653



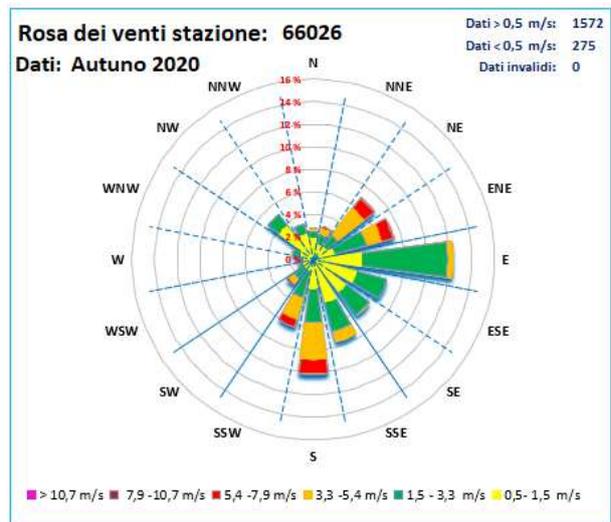
Stazione Reg. Umbria 60051



Stazione Reg. Umbria 66022

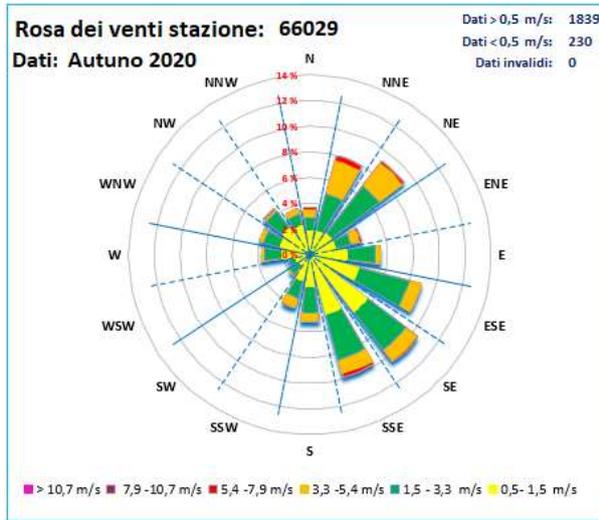


Stazione Reg. Umbria 66026

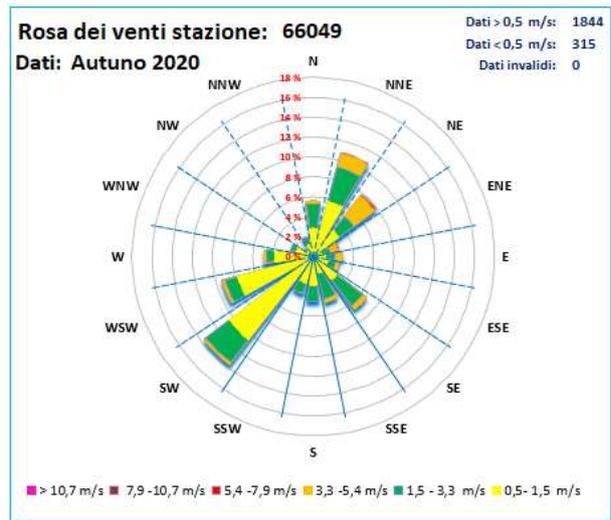


| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFORNIRE I SERVIZI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 64 di 156 | Rev. 0 |

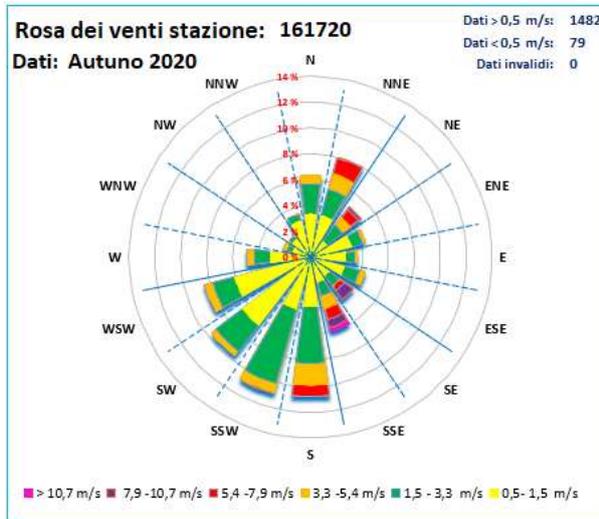
Stazione Reg. Umbria 66029



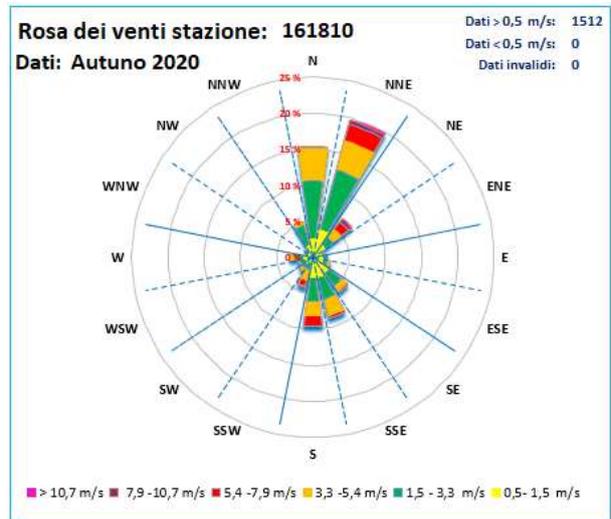
Stazione Reg. Umbria 66049



SYNOP-ICAO 161720

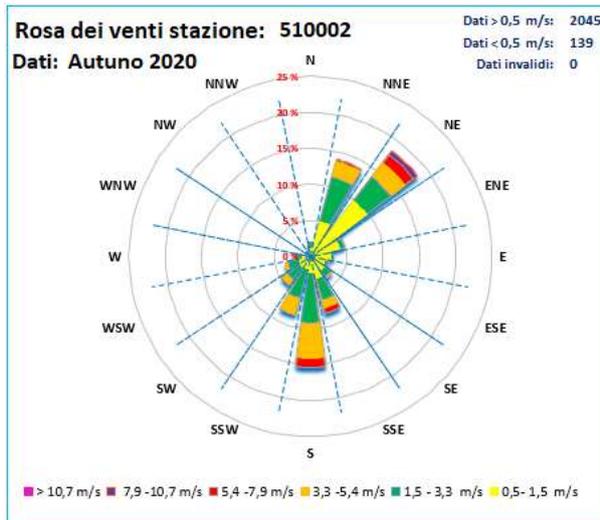


SYNOP-ICAO 161810

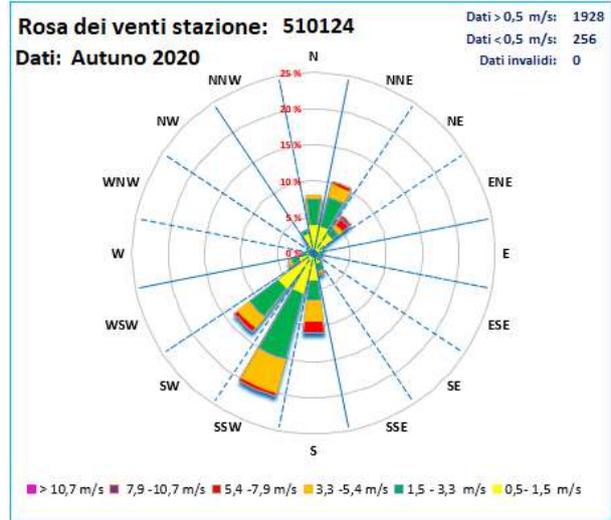


| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 65 di 156 | Rev. 0 |

ERA 510002

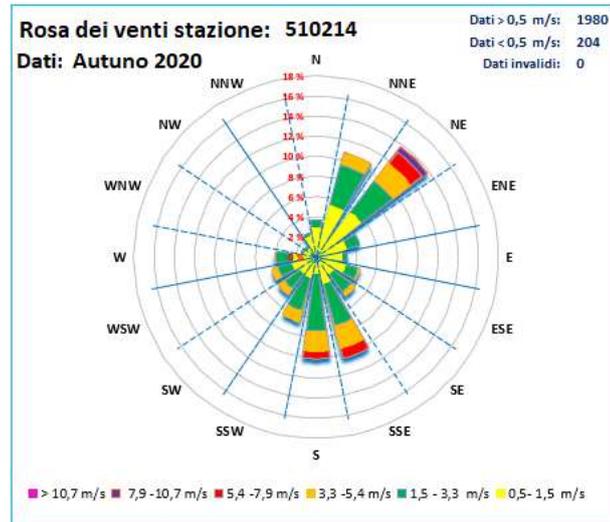


ERA 510124



| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>Consulenza (materiali) - Impedimenti - Assistenza progettazione - direzione lavori</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 66 di 156 | Rev. 0 |

ERA 510214



| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 67 di 156 | Rev. 0 |

5.4 CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.

Al fine di individuare le principali sorgenti di emissione già presenti nell'area di studio e descrivere lo stato della qualità dell'aria in condizione ante-operam in prossimità dei recettori individuati, si sono utilizzati i dati pubblicati e forniti da ARPAT Regione Toscana e ARPA Regione Umbria.

5.4.1 REGIONE 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.

Nella Figura 5-G si riporta la zonizzazione prevista dal D. Lgs. 155/2010 con la divisione del territorio in cinque zone più l'agglomerato urbano di Firenze, si mette in evidenza le pianure costiere, quelle alluvionali e la zona montuosa e collinare. Per quanto riguarda le conche intermontane, alcune di queste (Mugello, Casentino, Garfagnana, Lunigiana e Val tiberina), data la loro limitata estensione sono state inglobate nella zona montuosa e collinare mentre quelle del Valdarno aretino e della Val di Chiana sono state invece evidenziate e unite in un'unica zona.

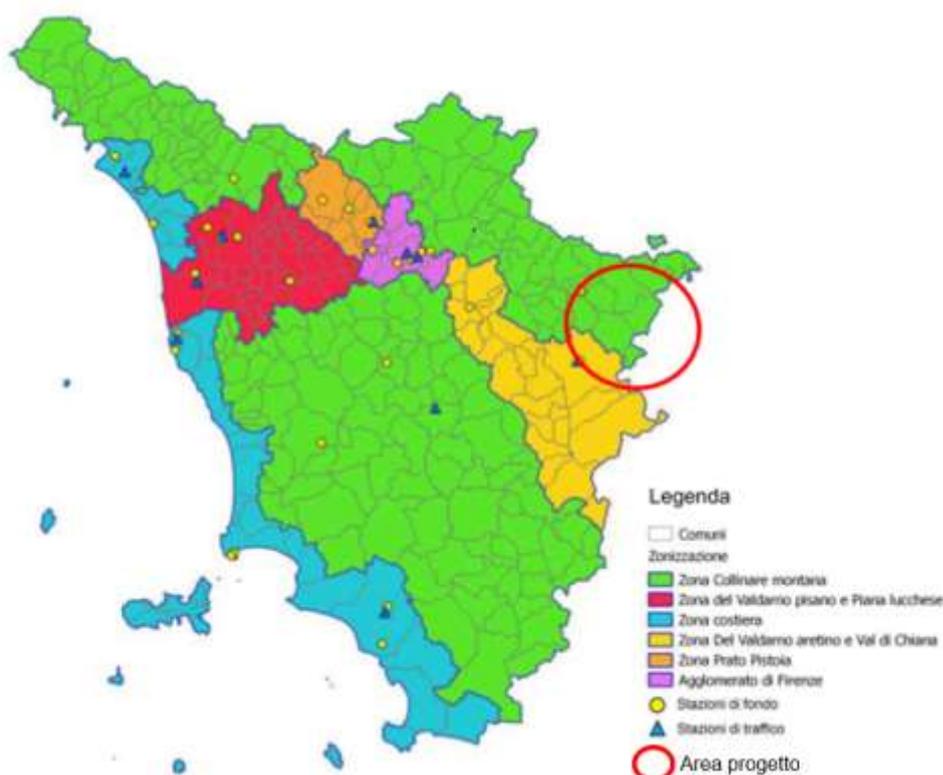


Figura 5-G: Rete regionale inquinanti all. V D.Lgs 155/2010.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>consulenza - materiali - impianti - assistenza progettazione - direzione lavori</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 68 di 156 | Rev. 0 |

La rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria nell'anno 2019 è costituita da 37 stazioni di misura di cui riportiamo i dettagli nella seguente tabella:

Legenda: F - Fondo, T - Traffico, I - Industriale, U - Urbana, S - Suburbana, R - Rurale, R reg – Rurale fondo regionale; (1) misura di H₂S e non SO₂ ; (2) parametro sospeso dal 2018

| Zonizzazione territorio Regione Toscana rel.inq. All V | 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-Acropolis | X | X | X | | | X | | | | | X | S | | |
| | U T | AR Arezzo | AR-Repubblica | X | | X | | X | | | | | | | | | |
| Zona costiera | U F | FI Figline ed Incisa Valdarno | FI-Figline | X | | X | | | | | | | | | | Zona pianure costiere | |
| | 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 | | | | | | | | 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 Livorno | LI-Parco 8 Marzo | X | | X | | | X | X | X | X | X | | | | |
| | S I | LI Livorno | LI-Cotone | X | | X | | X | | X(2) | | | | | | | |
| | U F | MS Carrara | MS-Colombarotto | X | | X | | | | | | | | | | | |
| Zona Valdarno pisano e Piana lucchese | 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 | | | | | | | | | | | |
| | R F | LU Lucca | LU-Carignano | | | X | | | | | | | | X | S | | |
| | 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 | X | | X | X(1) | | | | | | | X | S | | |
| | U F | SI Poggibonsi | SI-Poggibonsi | X | X | X | | | | | | | | | | | |
| Zona collinare e montana | U T | SI Siena | SI-Bracci | X | | X | | X | | | | | | | | | |
| | S F | PI Pomarance | PI-Montecerboli | X | | X | X(1) | | | | X | | | X | S | | |
| | U F | LU Bagni di Lucca | LU-Fomoli | X | | X | | | | | | | | | | | |
| | R reg | F AR Chitignano | AR-Casa Stabbi | X | | X | | | | | | | | X | R | | |

Tabella 5-O Rete regionale Toscana delle stazioni di misura degli inquinanti

Alla fine del presente studio sono state considerate le seguenti stazioni della rete Regionale Toscana:

- Arezzo Stazione AR Acropolis.
- Arezzo AR Repubblica.

I dati utilizzati per la definizione del fondo si riferiscono all'anno 2019, il più recente disponibile in rete (http://www.arpad.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/archivio_dati_orari).

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 69 di 156 | Rev. 0 |

5.4.2 REGIONE UMBRIA

Attualmente la Regione Umbria sulla base dei dettami del D. Lgs. n. 155/10 con Deliberazione dell'assemblea legislativa del 17 Dicembre 2013 n. 296 l'approvazione del Piano regionale di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell'aria che vede realizzata, tra l'altro, una nuova zonizzazione e classificazione del territorio regionale e la realizzazione di una nuova rete di monitoraggio che si inserisce all'interno del programma di valutazione previsto dal nuovo decreto (adottata con delibera DGR 251/2016).

La Rete Regionale di Monitoraggio della qualità dell'aria nel 2013 è stata aggiornata in base alle indicazioni del D. Lgs. n. 155/10 sia in termini di strumentazione sia in punti di misura. Le stazioni della rete sono localizzate nelle aree più urbanizzate e/o industrializzate della regione. Nella cartina di Figura 5-H è riportata la dislocazione indicativa delle stazioni fisse per la qualità dell'aria, nella tabella 3.1 sono riportati i dati relativi alla collocazione, al tipo di stazione e degli inquinanti misurati.

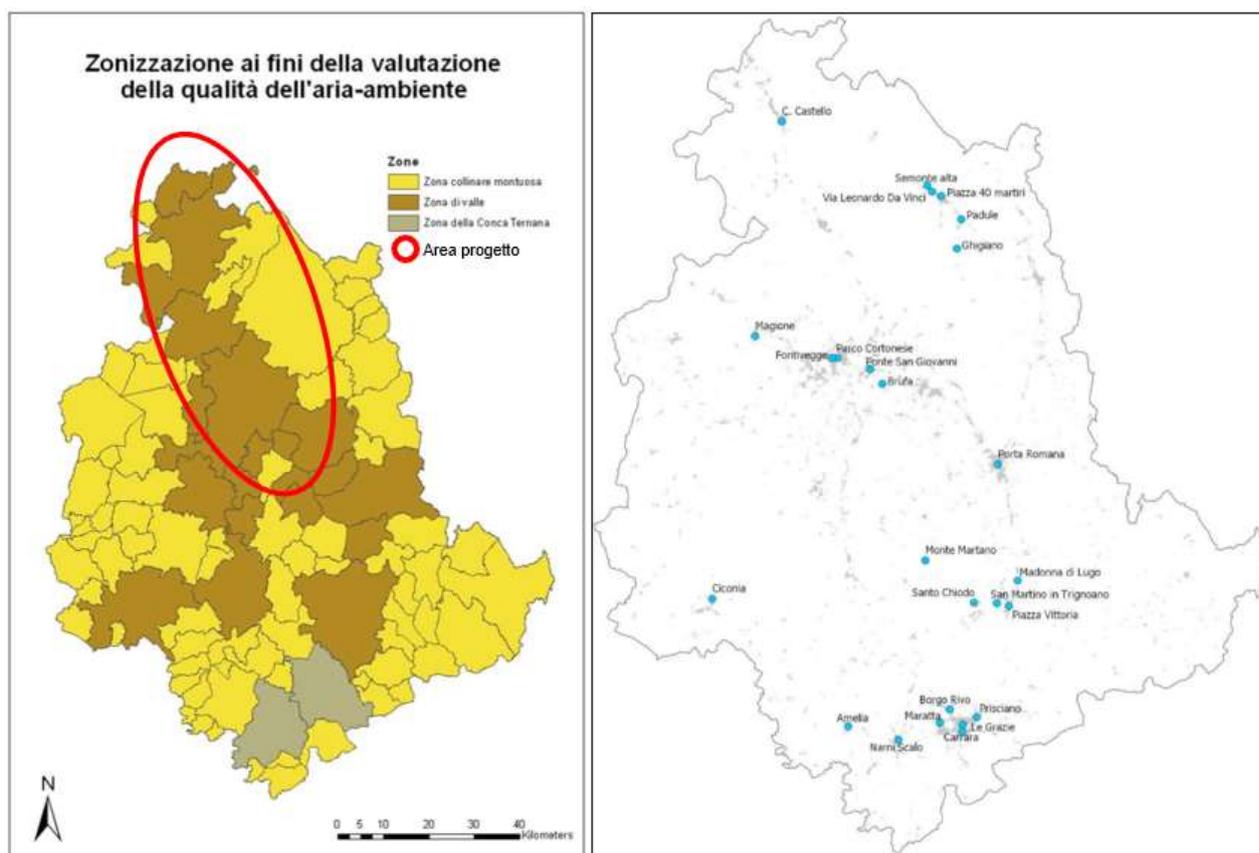


Figura 5-H Zonizzazione regionale (a dx) e posizione delle stazioni fisso di rilevamento (a sx).

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>Consulenza (materiali) - Impedimenti - Assistenza progettazione - direzione lavori</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 70 di 156 | Rev. 0 |

| Località | Nome Stazione | Tipo stazione | SO ₂ | PM ₁₀ | PM _{2,5} | O ₃ | NO ₂ | CO | C ₆ H ₆ | Pb Ni Cd As | B(a)P |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|----|-------------------------------|----------------|-------|
| Perugia | Fontivegge | Urbana/Traffico | | SI | SI | | SI | SI | SI | | |
| Perugia | Ponte San Giovanni | Urbana/Traffico | | SI | SI | | SI | | | | |
| Foligno | Porta Romana | Urbana/Traffico | | SI | SI | | SI | SI | SI | | SI |
| Terni | Carrara | Urbana/Traffico | | SI | SI | | SI | SI | SI | SI | SI |
| Terni | Le Grazie ^(*) | Urbana/Traffico-Industriale | | SI | SI | SI | SI | | SI | SI | SI |
| Perugia | Parco Cortonese | Urbana/Fondo | SI | SI | SI | SI | SI | | SI | SI | SI |
| Gubbio | Piazza 40 martiri | Urbana / Fondo | | SI | SI | SI | SI | SI | SI ⁽⁺⁾ | SI | SI |
| Città di Castello | C Castello ^(*) | Urbana/Fondo | | SI | SI | | SI | | SI ⁽⁺⁾ | | SI |
| Spoleto | Piazza Vittoria | Urbana/Fondo | | SI | SI | | SI | SI | SI | | |
| Terni | Borgo Rivo | Urbana/Fondo | | SI | SI | SI | SI | | SI ⁽⁺⁾ | SI | SI |
| Amelia | Amelia ^(*) | Urbana/Fondo | | SI | SI | SI | SI | | SI | | |
| Magione | Magione ^(*) | Suburbana/Fondo | | SI | SI | SI | SI | | SI ⁽⁺⁾ | | |
| Narni | Narni Scalo ^(*) | Suburbana/Fondo | | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| Orvieto | Ciconia2 ^(*) | Suburbana/Fondo | | SI | SI | SI | SI | | SI ⁽⁺⁾ | | |
| Torgiano | Brufa | Rurale/Fondo | | SI | SI | SI | SI | | SI ⁽⁺⁾ | | |
| Giano dell'Umbria | M Martani | Rurale/Fondo | | SI | SI | | SI | | | | |
| Gubbio | Ghigiano | Suburbana/Industriale | SI | SI | SI | | SI | | | | |
| Gubbio | Semonte Alta ^(*) | Suburbana/Industriale | SI | SI | SI | | SI | | | | |
| Gubbio | Via L. Da Vinci | Suburbana/Industriale | SI | SI | SI | | SI | | | | SI |
| Gubbio | Padule | Suburbana/Industriale | SI | SI | SI | | SI | | | | |
| Spoleto | S. Martino in Trignano | Suburbana/Industriale | SI | SI | SI | | | | | SI | SI |
| Spoleto | Madonna di Lugo | Suburbana/Industriale | SI | SI | SI | | SI | | | | |
| Terni | Prisciano ^(*) | Suburbana/Industriale | | SI | SI | | SI | | | SI | SI |
| Terni | Maratta ^(*) | Suburbana/Industriale | SI | SI | SI | | SI | SI | | SI | SI |

Tabella 5-P Stazione fisse di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Umbria, in bordato rosso quelle considerate per definire il fondo.

Al fine del presente studio sono stati considerate le seguenti stazioni della rete Regionale Umbria:

- Torgiano Brufa
- Città di Castello
- Foligno Porta Romana
- Gubbio Ghigiano
- Magione
- Perugia Cortonese
- Perugia Fontivegge
- Perugia Ponte San Giovanni

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 71 di 156 | Rev. 0 |

I dati utilizzati per la definizione del fondo ante operam per i parametri NO₂ e PM₁₀, individuati nei prossimi capitoli come significativi per l'opera, sono riferiti all'anno 2020 (il più recente disponibile in rete pubblicati nelle relazioni annuali) https://www.arpa.umbria.it/resources/docs/Qualit%C3%A0%20aria%20in%20Umbria_2020.pdf), mentre i valori di NO_x sono stati forniti alla scrivente direttamente da AGENZIA REGIONALE PROTEZIONE AMBIENTALE DELL'UMBRIA previa richiesta formale.

5.4.3 DATI DI FONDO RICAVATI DAI DATI DELLE STAZIONI DI MISURA FISSE PROSSIME ALL'AREA PROGETTO

Nella successiva tabella si riportano i valori medi annuali dei parametri oggetto di valutazione previsionale, individuati nei prossimi capitoli come significativi per l'opera.

| Stazione | Anno di riferimento | Media annuale NO _x µg/m ³ | Media annuale NO ₂ µg/m ³ | Rapporto NO ₂ /NO _x | Media annuale PM ₁₀ µg/m ³ |
|-------------------------------|---------------------|---|---|---|--|
| Torgiano Brufa | 2020 | 10 | 8 | 80% | 16 |
| Città di Castello | 2020 | 21 | 12 | 58% | 27 |
| Foligno Porta Romana | 2020 | 35 | 21 | 60% | 28 |
| Gubbio Ghignano | 2020 | 13 | 6 | 45% | 14 |
| Magione | 2020 | 19 | 10 | 53% | 19 |
| Perugia Cortonese | 2020 | 31 | 16 | 52% | 19 |
| Perugia Fontivegge | 2020 | 43 | 19 | 45% | 19 |
| Perugia Ponte San Giovanni | 2020 | 32 | 18 | 56% | 21 |
| Arezzo Acropoli | 2019 | 22 | 15 | 68% | 18 |
| Arezzo Corso della Repubblica | 2019 | 64 | 31 | 48% | 23 |
| Valore medio | | 15,6 | 28,9 | 57% | 20,4 |

Tabella 5-Q: Valori medi stazioni di monitoraggio limitrofe all'area di progetto.

Si precisa che i fattori di emissione stimati nei diversi paragrafi fanno riferimento agli ossidi di azoto totali (NO_x), mentre il limite di legge è fissato solo per gli NO₂.

È necessario quindi definire il rapporto NO₂/NO_x nell'area, che può variare in funzione di molti fattori, quali le concentrazioni dei rispettivi inquinanti e la presenza di ozono. Nel presente studio è stato cautelativamente fissato un rapporto NO₂/NO_x pari a 70%.

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 72 di 156 | Rev. 0 |

6 DESCRIZIONE DEL MODELLO PREVISIONALE

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

CALPUFF è stato adottato da U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA) nelle proprie linee guida sulla modellistica per la qualità dell'aria (40 CFR Part 51 Appendix W – Aprile 2003) come uno dei modelli preferiti in condizioni di simulazione long-range oppure per condizioni locali caratterizzate da condizioni meteorologiche complesse, ad esempio orografia complessa e calme di vento. Inoltre il modello appartiene alla tipologia di modelli consigliati dalle linee guida lombarde (Paragrafo 10, Allegato I) e descritti al paragrafo 3.1.2 della linea guida RTI CTN_ ACE 4/2001 "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria", Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Centro Tematico Nazionale — Aria Clima Emissioni, 2001. Ne risulta che il modello CALPUFF è quindi uno dei tra i modelli più utilizzati e universalmente riconosciuti come supporto per gli studi di impatto ambientale.

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

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

Un diagramma di processo e delle informazioni necessarie per effettuare simulazioni di dispersione con CALMET/CALPUFF è rappresentato nella figura seguente.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI TECNICI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 73 di 156 | Rev. 0 |

CALPUFF MODELING SYSTEM

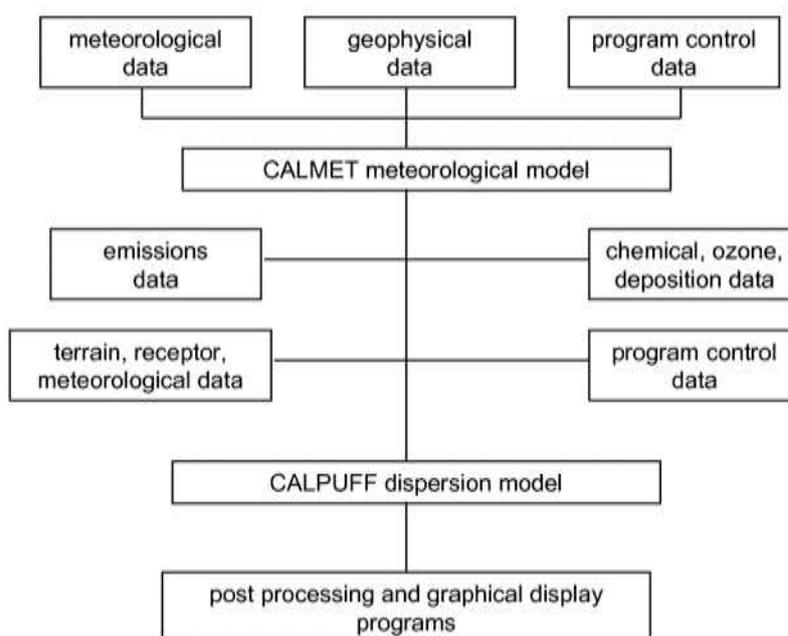


Figura 6-A: Schema a blocchi del modello previsionale CALPUFF.

CALPUFF può utilizzare i campi meteo tridimensionali prodotti da specifici pre-processor (CALMET), oppure da altri modelli meteorologici.

I modelli a segmenti o puff partono dalle medesime equazioni dei modelli gaussiani, ma da differenti condizioni iniziali, ipotizzando la dispersione di “nuvolette” di inquinante a concentrazione nota e di forma assegnata (gaussiana o “slug”), e permettono di riprodurre in modo semplice la dispersione in atmosfera di inquinanti emessi in condizioni non omogenee e non stazionarie, superando quindi alcune limitazioni dei classici modelli gaussiani, fra cui ISC3. L’emissione viene discretizzata in una serie di singoli puff. Ognuna di queste unità viene trasportata all’interno del dominio di calcolo per un certo intervallo di tempo ad opera del campo di vento in corrispondenza del baricentro del puff in un determinato istante. In questo modo, al variare della direzione del vento, il modello a puff segue con maggiore precisione la traiettoria effettiva dell’emissione rispetto all’approccio tradizionale dove è l’intero plume a cambiare direzione insieme al vento. La differenza tra i due metodi è raffigurata nell’immagine seguente.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI TECNICI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 74 di 156 | Rev. 0 |

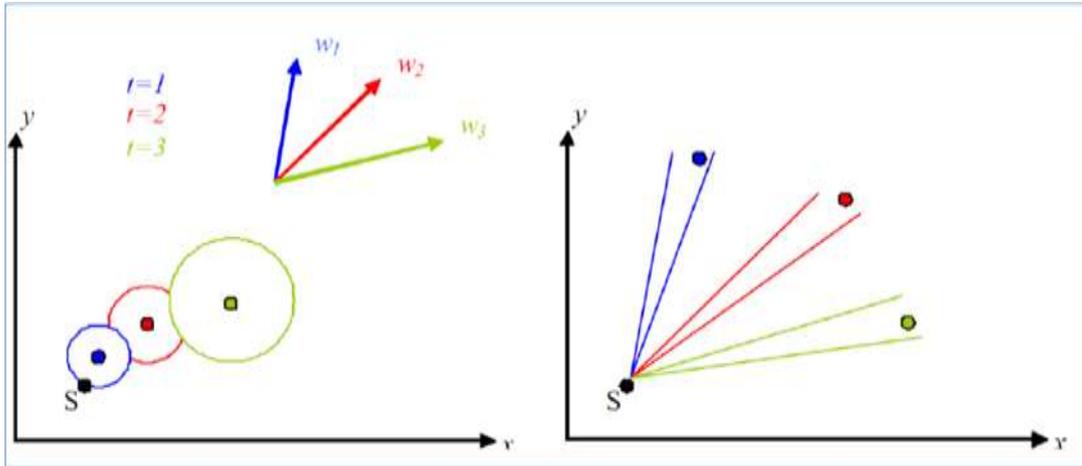


Figura 6-B: Differenze di dispersione fra modelli a puff (sinistra) e gaussiani tradizionali (destra).

Ogni segmento produce un campo di concentrazioni al suolo calcolato secondo la formula gaussiana e solo il segmento più prossimo al punto recettore contribuisce a stimare la concentrazione nel recettore stesso. La Figura 6-C illustra la procedura descritta. La concentrazione totale ad un certo istante viene calcolata sommando i contributi di ogni singolo puff.

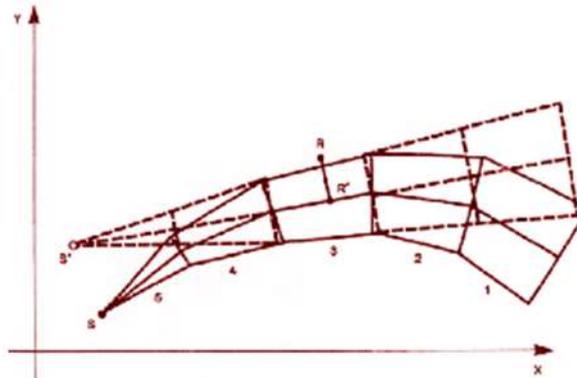


Figura 6-C Segmentazione del pennacchio nei modelli a puff.

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

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFORNITA LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 75 di 156 | Rev. 0 |

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

dove:

$\Delta M = Q \Delta t$ massa emessa nell'intervallo di tempo t [Kg]
 x_p, y_p, z_p coordinate del baricentro dell'i-esimo puff [m]
 x_r, y_r, z_r coordinate del punto recettore [m]
 σ_h, σ_z coefficienti di dispersione orizzontale e verticale [m], determinabili
 come visto nella precedente sezione

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

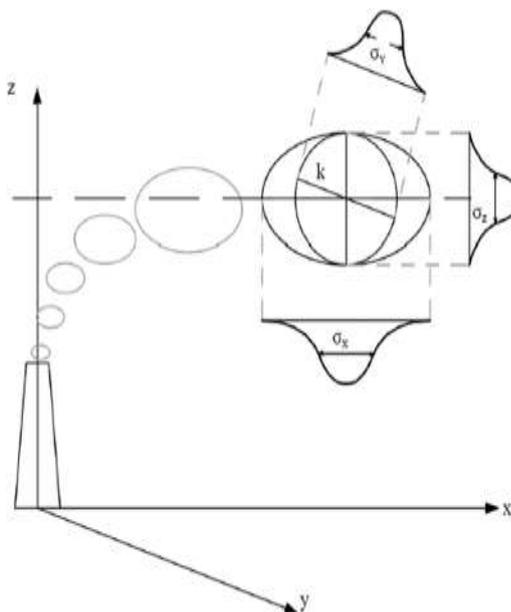


Figura 6-D Schema di un modello a puff con indicazione dei coefficienti di dispersione relativi al puff k

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

- l'effetto scia generato dagli edifici prossimi alla sorgente (building downwash) o allo stesso camino di emissione (stack-tip down wash);
- la fase transizionale del pennacchio;
- la penetrazione parziale del plume raise in inversioni in quota;
- gli effetti di lungo raggio quali deposizione secca e umida;

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 76 di 156 | Rev. 0 |

- le trasformazioni chimiche;
- lo share verticale del vento;
- il trasporto sulle superfici d'acqua;
- la presenza di orografia complessa o di zone costiere.

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

CALPUFF utilizza inoltre diverse possibili formulazioni per il calcolo dei coefficienti di dispersione. Nello studio in esame è stata utilizzata l'opzione "Micrometeorology" che permette il calcolo dei coefficienti di dispersione a partire dai metereologici disponibili (Lunghezza di Monin-Ubukhov, velocità d'attrito, ecc.).

Per simulare al meglio le condizioni reali di emissione, il modello permette di configurare le sorgenti attraverso sorgenti puntiformi, lineari, areali e volumetriche.

La trattazione matematica del modello è piuttosto complessa e si rinvia al manuale tecnico di CALPUFF per ulteriori approfondimenti (Scire et al, 2011).

CALPOST è invece il postprocessore preposto all'estrazione dai file binari prodotti in uscita da CALPUFF delle concentrazioni e/o dei flussi di deposizione e del numero di superamenti di una prefissata soglia sulla base di differenti intervalli di mediazione temporali. Quindi, la funzione di questo post processore è quella di analizzare l'output di CALPUFF in modo da estrarre i risultati desiderati e schematizzarli in un formato idoneo ad una buona visualizzazione. Infatti, attraverso CALPOST, si ottengono matrici che riportano i valori di ricaduta calcolati per ogni nodo della griglia definita, relativi alle emissioni di singole sorgenti e per l'insieme di esse. I risultati ottenuti possono essere elaborati attraverso un qualsiasi software di visualizzazione grafica (come ad es. il SURFER o sistemi GIS).

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI TECNICI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 77 di 156 | Rev. 0 |

6.1 IPOTESI MODELLISTICHE

Le simulazioni sono state condotte sulla base dei seguenti dati di input del modello:

- caratteristiche geometriche, fisiche ed emissive delle sorgenti;
- caratteristiche meteorologiche e meteofdiffusive dell'area;
- localizzazione dei recettori (posizione).

Il dominio di simulazione meteorologico del modello CALMET è stato dimensionato in modo tale da far ricadere al suo interno un numero di stazioni meteorologiche sufficiente a rappresentare la complessità della climatologia locale. In particolare il dominio di calcolo ha una estensione di 50x50 km², con risoluzione di griglia di 250 metri, vista l'estensione del tracciato sono stati calcolati tre domini CALMET.

La griglia principale di calcolo CALPUFF a passo regolare (250 m) e in grado di coprire l'intera area di simulazione corrispondente ad un'estensione di 3x3 km, ai fini della simulazione modellistica, quindi, si considera l'orografia dell'area, in cui tutti i punti (griglia regolare maggior dettaglio a passo di 25 metri) sono posizionati ad una quota altimetrica estratta dal DEM ed un'altezza conservativa di 1.7 m (altezza media del recettore umano).

I risultati delle simulazioni ottenuti in corrispondenza dei punti della griglia di calcolo sono stati successivamente interpolati in modo da ottenere una mappa (superficie continua) rappresentativa delle concentrazioni all'altezza del recettore per ciascuna sorgente areale.

Le successive elaborazioni hanno come obiettivo la valutazione dell'incremento dei valori rispetto al fondo esistente, allo scopo verrà valutato l'intera attività di costruzione del metanodotto partendo dallo scortico superficiale fino al ripristino finale.

I parametri che verranno considerati sono stati scelti in base alle seguenti considerazioni:

| Inquinante | Considerato significativo | Considerazioni sulle sorgenti |
|-------------------|---------------------------|--|
| SO ₂ | NO | Questo inquinante non viene rilasciato in quantità significativa rispetto al limite di riferimento |
| NO ₂ | SI | Quantità significative principalmente in forma di NO |
| PM ₁₀ | SI | Quantità significative. |
| PM _{2,5} | | Quantità poco significative rispetto al limite annuale pari a 25 µg/m ³ |
| CO | NO | Questo inquinante non viene rilasciato in quantità significativa rispetto al limite di riferimento di 10 mg/m ³ . |
| Benzene | NO | Questo inquinante non viene rilasciato in quantità significativa rispetto al limite di riferimento di 5 µg/m ³ sull'anno civile |
| Ozono | NO | Questo inquinante non viene rilasciato. |

Tabella 6-A Considerazioni sugli inquinanti scelti.

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 78 di 156 | Rev. 0 |

6.2 ALGORITMI DI CALCOLO

Al fine di stimare le emissioni dei principali inquinanti caratteristici di ogni fase si utilizzano i seguenti approcci.

6.2.1 SOLLEVAMENTO DI POLVERI PRODOTTE DURANTE LA FASE DI SCORTICO

L'attività di scortico (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 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 60% PM₁₀).

6.2.2 FORMAZIONE E STOCCAGGIO DI CUMULI DI INERTI.

Per la formazione e lo stoccaggio dei cumuli di inerti è stata impiegata la metodologia "Aggregate Handling and Storage Piles" dell'AP-42 (US-EPA).

Tale modello risulta così definito:

Equazione 1 Calcolo del fattore di emissione specifico

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

Dove:

E= Fattore di emissione calcolato espresso in kg/ Mg

U = Velocità del vento media in m/s

M= contenuto in percentuale di umidità del materiale

K= fattore che dipende dalla dimensione del particolato; k=0,35 per il PM₁₀.

Il valore della velocità del vento U viene calcolato come media dei valori dell'anno 2020 ricavati dai dataset meteorologici delle stazioni meteo distribuite lungo il tracciato così come illustrato nel capitolo 5.3.

Il valore dell'umidità è stato ricavato dalla tabella 13.2.4-1 indicata dalla AP-42 (US-EPA), ai fini di una stima maggiormente conservativa è stato utilizzato il valore medio di umidità contenuto sul terreno superficiale per le miniere di carbone.

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - impianti - analisi progettazione - direzione lavori</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 79 di 156 | Rev. 0 |

| Industry | No. Of Facilities | Material | Silt Content (%) | | | Moisture Content (%) | | |
|---------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|-----------|------|----------------------|------------|------|
| | | | No. Of Samples | Range | Mean | No. Of Samples | Range | Mean |
| Iron and steel production | 9 | Pellet ore | 13 | 1.3 - 13 | 4.3 | 11 | 0.64 - 4.0 | 2.2 |
| | | Lump ore | 9 | 2.8 - 19 | 9.5 | 6 | 1.6 - 8.0 | 5.4 |
| | | Coal | 12 | 2.0 - 7.7 | 4.6 | 11 | 2.8 - 11 | 4.8 |
| | | Slag | 3 | 3.0 - 7.3 | 5.3 | 3 | 0.25 - 2.0 | 0.92 |
| | | Flue dust | 3 | 2.7 - 23 | 13 | 1 | — | 7 |
| | | Coke breeze | 2 | 4.4 - 5.4 | 4.9 | 2 | 6.4 - 9.2 | 7.8 |
| | | Blended ore | 1 | — | 15 | 1 | — | 6.6 |
| | | Sinter | 1 | — | 0.7 | 0 | — | — |
| | | Limestone | 3 | 0.4 - 2.3 | 1.0 | 2 | ND | 0.2 |
| Stone quarrying and processing | 2 | Crushed limestone | 2 | 1.3 - 1.9 | 1.6 | 2 | 0.3 - 1.1 | 0.7 |
| | | Various limestone products | 8 | 0.8 - 14 | 3.9 | 8 | 0.46 - 5.0 | 2.1 |
| Taconite mining and processing | 1 | Pellets | 9 | 2.2 - 5.4 | 3.4 | 7 | 0.05 - 2.0 | 0.9 |
| | | Tailings | 2 | ND | 11 | 1 | — | 0.4 |
| Western surface coal mining | 4 | Coal | 15 | 3.4 - 16 | 6.2 | 7 | 2.8 - 20 | 6.9 |
| | | Exposed ground | 3 | 5.1 - 21 | 15 | 3 | 0.8 - 6.4 | 3.4 |
| Coal-fired power plant | 1 | Coal (as received) | 60 | 0.6 - 4.8 | 2.2 | 39 | 2.7 - 7.4 | 4.5 |
| Municipal solid waste landfills | 4 | Sand | 1 | — | 2.6 | 1 | — | 7.4 |
| | | Slag | 2 | 3.0 - 4.7 | 3.8 | 2 | 2.3 - 4.9 | 3.6 |
| | | Cover | 5 | 5.0 - 16 | 9.0 | 5 | 8.9 - 16 | 12 |
| | | Clay/dirt mix | 1 | — | 9.2 | 1 | — | 14 |
| | | Clay | 2 | 4.5 - 7.4 | 6.0 | 2 | 8.9 - 11 | 10 |
| | | Fly ash | 4 | 78 - 81 | 80 | 4 | 26 - 29 | 27 |
| | | Misc. fill materials | 1 | — | 12 | 1 | — | 11 |

* References 1-10. ND = no data.

Tabella 6-B Valori indicati metodologia “AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.2: Miscellaneous Sources – Aggregate Handling And Storage Piles” (USEPA 2006) nella tabella 13.2.4-1.

Considerando i dati possiamo calcolare il fattore E specifico di PM₁₀ per tonnellata di materiale movimentato:

$$0,000282 \text{ kg/Mg} = 0,0016 \cdot 0,35 \cdot \frac{\left(\frac{2,3}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{3,4}{2}\right)^{1,4}}$$

U = 2,3 velocità media del vento dell’area progetto

M = 3,4% nel caso specifico previsto dalla AP-42 (US-EPA)

K = 0,35 fattore per il PM₁₀.

6.2.3 EMISSIONI MOVIMENTO DEI MEZZI SU PISTE NON ASFALTATE.

Per quanto riguarda l’emissione di polveri PM₁₀ in atmosfera dovuta alla circolazione degli automezzi su strade non pavimentate, si fa riferimento alla metodologia, “Unpaved Roads” dell’AP-42 (US-EPA). Essa è definita nel modo seguente:

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFORNIRE I SERVIZI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 80 di 156 | Rev. 0 |

Equazione 2 Calcolo fattore emissione piste non asfaltate.

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

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;

s = contenuto percentuale di limo (silt- vedi Tabella 6-C)

W = peso medio del veicolo

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.

| Industry | Road Use Or Surface Material | Plant Sites | No. Of Samples | Silt Content (%) | |
|---------------------------------|------------------------------|-------------|----------------|------------------|------|
| | | | | Range | Mean |
| Copper smelting | Plant road | 1 | 3 | 16 - 19 | 17 |
| Iron and steel production | Plant road | 19 | 135 | 0.2 - 19 | 6.0 |
| Sand and gravel processing | Plant road | 1 | 3 | 4.1 - 6.0 | 4.8 |
| | Material storage area | 1 | 1 | - | 7.1 |
| Stone quarrying and processing | Plant road | 2 | 10 | 2.4 - 16 | 10 |
| | Haul road to/from pit | 4 | 20 | 5.0-15 | 8.3 |
| Taconite mining and processing | Service road | 1 | 8 | 2.4 - 7.1 | 4.3 |
| | Haul road to/from pit | 1 | 12 | 3.9 - 9.7 | 5.8 |
| Western surface coal mining | Haul road to/from pit | 3 | 21 | 2.8 - 18 | 8.4 |
| | Plant road | 2 | 2 | 4.9 - 5.3 | 5.1 |
| | Scraper route | 3 | 10 | 7.2 - 25 | 17 |
| | Haul road (freshly graded) | 2 | 5 | 18 - 29 | 24 |
| Construction sites | Scraper routes | 7 | 20 | 0.56-23 | 8.5 |
| Lumber sawmills | Log yards | 2 | 2 | 4.8-12 | 8.4 |
| Municipal solid waste landfills | Disposal routes | 4 | 20 | 2.2 - 21 | 6.4 |

*References 1,5-15.

Tabella 6-C Valori indicati metodologia “AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.2: Miscellaneous Sources – Unpaved roads” (USEPA 2006) nella tabella 13.2.2-1

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 81 di 156 | Rev. 0 |

Considerando le tipologie di mezzi d'opera utilizzati si può calcolare il fattore di emissione chilometrico specifico di PM₁₀ in base alla sua massa, nella successiva tabella si riportano i valori così calcolati:

| Tipologia Mezzi | Massa media | Polveri PM ₁₀ (fattore di emissione) |
|--|-------------|---|
| Posatubi, escavatori, ruspa, pala cingolata, pipe welder automatica, autogru, gru tralicciata cingolata, moto saldatrice 400 amp ecc | 30 ton | 874 g/km |
| Autocarro (peso medio fra pieno carico e vuoto) | 20 ton | 728 g/km |
| Fuoristrada | 2 ton | 258 g/km |

Tabella 6-D Fattore di emissione in funzione della tipologia dei mezzi

6.2.4 EMISSIONI DELLE 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 2020, tenendo conto del numero dei mezzi, della loro potenza e del numero di ore di lavoro giornaliero, di cui si riporta un estratto in Tabella 6-E relativo ai mezzi d'opera effettivamente utilizzati in questo progetto.

| Equipment | MaxHP | CO | NO _x | SO _x | PM |
|----------------------|-------|---------|-----------------|-----------------|---------|
| | | (lb/hr) | (lb/hr) | (lb/hr) | (lb/hr) |
| Air Compressors | 250 | 0,2592 | 0,5067 | 0,0015 | 0,0163 |
| Bore/Drill Rigs | 500 | 0,5512 | 0,2622 | 0,0031 | 0,0072 |
| Cranes | 250 | 0,2440 | 0,4949 | 0,0013 | 0,0170 |
| Excavators | 120 | 0,4979 | 0,3717 | 0,0009 | 0,0206 |
| Excavators | 250 | 0,3276 | 0,4493 | 0,0018 | 0,0154 |
| Generator Sets | 175 | 0,7323 | 0,5990 | 0,0016 | 0,0266 |
| Generator Sets | 250 | 0,3844 | 0,7614 | 0,0024 | 0,0218 |
| Pumps | 250 | 0,3700 | 0,7338 | 0,0023 | 0,0215 |
| Rubber Tired Loaders | 120 | 0,3977 | 0,3529 | 0,0007 | 0,0237 |

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFORNIRE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 82 di 156 | Rev. 0 |

| Equipment | MaxHP | CO | NO _x | SO _x | PM |
|---------------------------|-------|---------|-----------------|-----------------|---------|
| | | (lb/hr) | (lb/hr) | (lb/hr) | (lb/hr) |
| Scrapers | 120 | 0,6612 | 0,7170 | 0,0011 | 0,0551 |
| Tractors/Loaders/Backhoes | 120 | 0,3402 | 0,2466 | 0,0006 | 0,0129 |
| Welders | 120 | 0,2508 | 0,2344 | 0,0005 | 0,0153 |

Tabella 6-E: Fattori di emissione stimati secondo la metodologia americana sviluppata dall'AQMD dei mezzi utilizzati relativamente all'anno 2020 espressi in libbre ora.

Considerando che ad una libbra corrisponde circa 454 grammi possiamo calcolare l'emissione specifica oraria in grammi come riportata in Tabella 6-F.

| Equipment | MaxHP | CO | NO _x | SO _x | PM |
|-----------------|-------|--------|-----------------|-----------------|--------|
| | | (g/hr) | (g/hr) | (g/hr) | (g/hr) |
| Compressori | 250 | 117,7 | 230,0 | 0,7 | 7,4 |
| Rigs | 500 | 250,2 | 119,0 | 1,4 | 3,3 |
| Gru | 250 | 110,8 | 224,7 | 0,6 | 7,7 |
| Escavatori | 120 | 226,0 | 168,8 | 0,4 | 9,4 |
| Escavatori | 250 | 148,7 | 204,0 | 0,8 | 7,0 |
| Generatori | 175 | 332,5 | 271,9 | 0,7 | 12,1 |
| Generatori | 250 | 174,5 | 345,7 | 1,1 | 9,9 |
| Pompe bentonite | 250 | 168,0 | 333,1 | 1,0 | 9,8 |
| Pala meccanica | 120 | 180,6 | 160,2 | 0,3 | 10,8 |
| Ruspa | 120 | 300,2 | 325,5 | 0,5 | 25,0 |
| Posatubi | 120 | 154,5 | 112,0 | 0,3 | 5,9 |
| Saldatrici | 120 | 113,9 | 106,4 | 0,2 | 6,9 |

Tabella 6-F: Fattori di emissione stimati secondo la metodologia americana sviluppata dall'AQMD dei mezzi utilizzati relativamente all'anno 2020 espressi in grammi ora

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 83 di 156 | Rev. 0 |

6.2.5 EMISSIONI VEICOLARI DEI MEZZI STRADALI

La metodologia elaborata ed applicata alla stima delle emissioni degli inquinanti atmosferici è basata sulla banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA basata sull'EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 ed è coerente con le Guidelines IPCC 2006 relativamente ai gas serra.

I fattori di emissione sono calcolati sia rispetto ai km percorsi che rispetto ai consumi, con riferimento sia al dettaglio delle tecnologie che all'aggregazione per settore e combustibile, elaborati sia a livello totale che distintamente per l'ambito urbano, extraurbano ed autostradale.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i fattori emissivi più penalizzanti che corrispondono al ciclo urbano (U) che sono riportati in Tabella 6-G.

| Category | CO 2018 g/km U | NOx 2018 g/km U | PM10 2018 g/km U | SO ₂ 2018 g/km U |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------------------|
| Passenger Cars | 2,0745 | 0,4984 | 0,0436 | 0,0009 |
| Light Commercial Vehicles | 0,7616 | 1,1495 | 0,0876 | 0,0015 |
| Heavy Duty Trucks | 1,7871 | 6,5139 | 0,2484 | 0,0045 |

Tabella 6-G: Fattori di emissione utilizzati per i mezzi stradali.

6.3 LE FASI DI CANTIERE

La realizzazione del metanodotto oggetto del presente studio è responsabile di emissioni di inquinanti in atmosfera unicamente durante la fase di cantiere e di realizzazione dell'opera. Le emissioni di inquinanti atmosferici sono determinate dalle seguenti operazioni di cantiere:

- Sollevamento di polveri per scotico e sbancamento del materiale superficiale.
- Sollevamento di polveri per scavo e movimentazione di terra.
- Emissione di polveri e gas esausti dai motori a combustione dei mezzi pesanti.
- Sollevamento di polveri per transito mezzi pesanti su strada non asfaltata.

Viste le diverse tecniche di scavo utilizzate e della conseguente tipologia di attrezzature impiegate, la stima delle emissioni dovrà essere specifica per le seguenti tipologie:

- Scavo a cielo aperto per la condotta principale e per allacciamento per Perugia DN 400 (16") DP 75 bar.
- Scavo a cielo aperto allacciamenti secondari DN100.
- Trivellazione Orizzontale Controllata TOC.
- Microtunnelling.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 84 di 156 | Rev. 0 |

6.3.1 SCAVO A CIELO APERTO

Le fasi di cantiere per la realizzazione dell'opera mediante lo scavo a cielo aperto sono le seguenti:

- realizzazione delle infrastrutture provvisorie;
- apertura dell'area di passaggio;
- sfilamento delle tubazioni lungo l'area di passaggio;
- 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.

Nella figura Figura 6-E si riporta una sezione tipo dello scavo che alloggia la condotta, le sue caratteristiche dimensionali variano a seconda della tipologia di condotta (Diametro ecc).

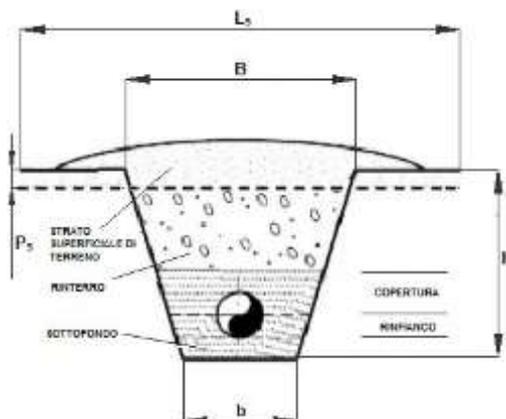


Figura 6-E: Sezione tipo dello scavo per l'alloggiamento delle condotte

6.3.2 MICROTUNNEL

La tecnologia di attraversamento tramite microtunnel, invece, si basa sull'avanzamento di uno scudo cilindrico, cui è applicato frontalmente un sistema di perforazione puntuale o a sezione piena e si compone di tre fasi operative:

- Realizzazione e predisposizione delle postazioni.
Alle due estremità del microtunnel sono realizzate due postazioni, l'una di spinta o di partenza, l'altra di arrivo o di ricevimento.
- Scavo del microtunnel
L'avanzamento della testa fresante è reso possibile tramite l'aggiunta progressiva di nuovi elementi tubolari in c.a. alla catenaria di spinta. Lo scavo è guidato da un sistema laser che consente di evidenziare tempestivamente gli eventuali errori di traiettoria.
- Posa della condotta.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ASSISTENZA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 85 di 156 | Rev. 0 |

Questa fase prevede l'inserimento del tubo di linea nel microtunnel. Il varo della condotta potrà essere eseguito tirando o spingendo la tubazione.

L'ultima operazione riguarda il ripristino delle aree di lavoro allo stato originale.

6.3.3 TOC

L'attraversamento di aree tramite TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata), tecnica nota anche con il nome di HDD (Horizontal Directional Drilling), consta di tre fasi.

- **Realizzazione del foro pilota:**
Consiste nella realizzazione di un foro di piccolo diametro lungo un profilo prestabilito. La capacità direzionale è garantita da un'asta di perforazione tubolare dotata, in prossimità della testa, di un piano asimmetrico noto come "scarpa direzionale" e contenente al suo interno una sonda in grado di determinare in ogni momento la posizione della testa di perforazione.
- **Alesatura del foro:**
Il foro pilota è allargato fino a un diametro tale da permettere l'alloggiamento della tubazione. L'alesatore viene fatto ruotare e contemporaneamente tirare dal rig di perforazione.
- **Tiro – posa della condotta:**
La tubazione viene varata all'interno del foro, mediante tiro della stessa attraverso le apposite aste, fino al rig.

Al termine dei lavori di cantiere, le postazioni vengono demolite e tutte le aree di lavoro vengono ripristinate allo stato originale.

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFORNITA LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 86 di 156 | Rev. 0 |

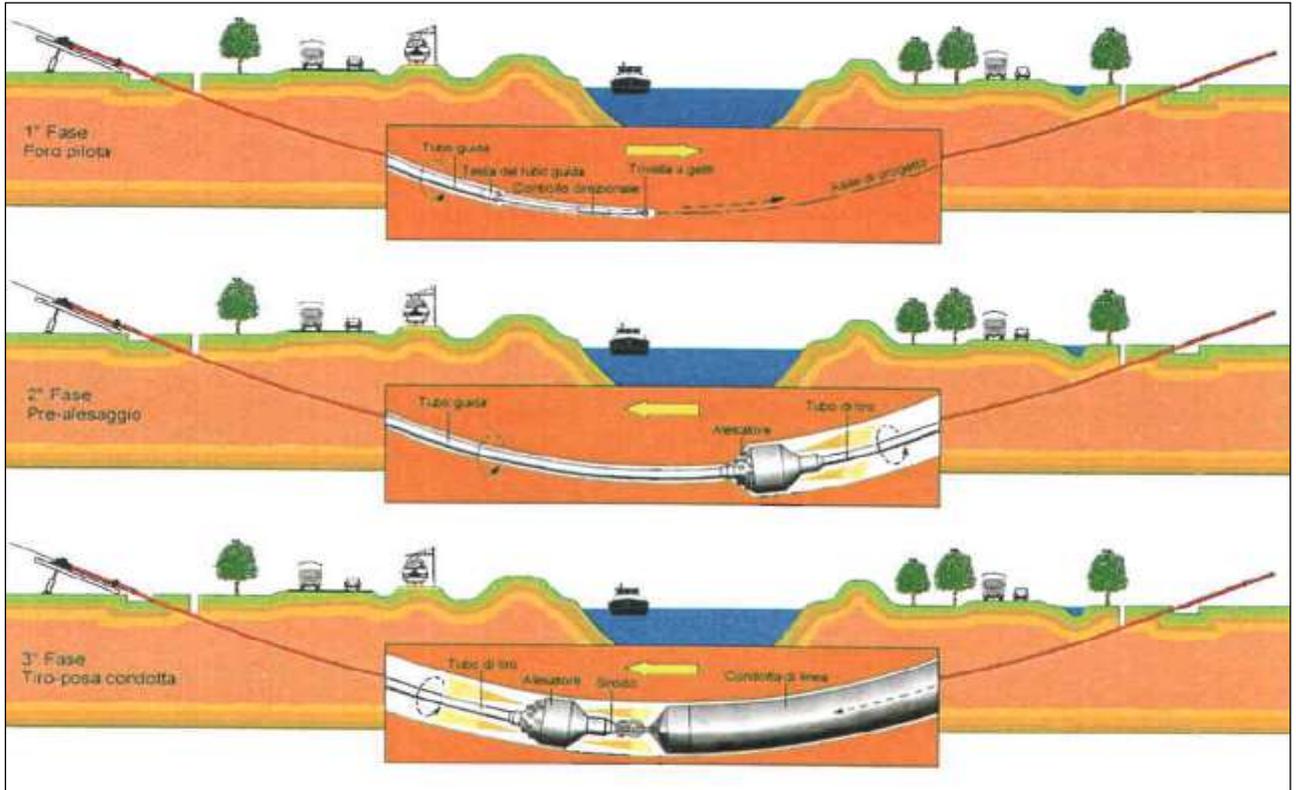


Figura 6-F Le tre fasi operative per una TOC/HDD.

7 EMISSIONI MEDIANTE SCAVO A CIELO APERTO - COND. PRINCIPALE

L'attività lavorativa oggetto del presente capitolo è quella che riguarda la realizzazione del metanodotto DN 400 (16") mediante scavo aperto.

7.1 SORGENTI DI EMISSIONE

7.1.1 CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI EMISSIVE

Nella Figura 7-A si riporta un esempio della geometria considerata nel modello previsionale, si tratta di un'area corrispondente all'effettiva ampiezza delle piste di lavoro e di lunghezza pari a 300 metri (valore medio dell'avanzamento giornaliero). Al fine di valutare la massima interferenza si pone il baricentro del cantiere di fronte al recettore.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 87 di 156 | Rev. 0 |



Figura 7-A Esempio di area cantiere corrispondete all'avanzamento giornaliero.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 88 di 156 | Rev. 0 |

Ai fini della simulazione verranno considerate le caratteristiche elencate in Tabella 7-A.

| | | |
|--|-------------------|------|
| Larghezza dell'area di cantiere effettivamente interessata dagli scavi e dal passaggio di mezzi pesanti posto sul lato destro della condotta rispetto alla direzione gas | m | 11 |
| Larghezza dell'area di cantiere effettivamente interessata dagli scavi e dal passaggio di mezzi pesanti posto sul lato sinistro della condotta rispetto alla direzione gas | m | 8 |
| Avanzamento giornaliero (L vedi Figura 7-A) cantiere | m | 300 |
| Base maggiore scavo (B vedi Figura 7-B) | m | 4,1 |
| Base minore scavo (b vedi Figura 7-B) | m | 1,5 |
| Altezza scavo (H vedi) | m | 2,3 |
| Larghezza scortico (Ls vedi Figura 7-B) per l'apertura pista | m | 19 |
| Profondità scortico (Ps vedi Figura 7-B) per l'apertura pista | m | 0,4 |
| Densità terreno (ρ) scavato | kg/m ³ | 1800 |
| Volume terreno movimentato "SCORTICO" | m ³ | 2280 |
| Massa terreno movimentato "SCORTICO" | ton | 4104 |
| Volume terreno movimentato "SCAVO" | m ³ | 1596 |
| Massa terreno movimentato "SCAVO" | ton | 2873 |
| Contenuto nei terreni di limo (silt) (Tabella 6-C) | % | 8,5 |
| Umidità del terreno % (Tabella 6-B) | % | 3,4 |
| Percentuale di PM10 sul PTS calcolato mediante procedura EPA AP-42 | % | 60 |
| Velocità del vento media dell'area di progetto come riportato in Cap. 5.3 | m/s | 2,3 |

Tabella 7-A: Caratteristiche della tratta giornaliera per le fasi di scortico e scavo.

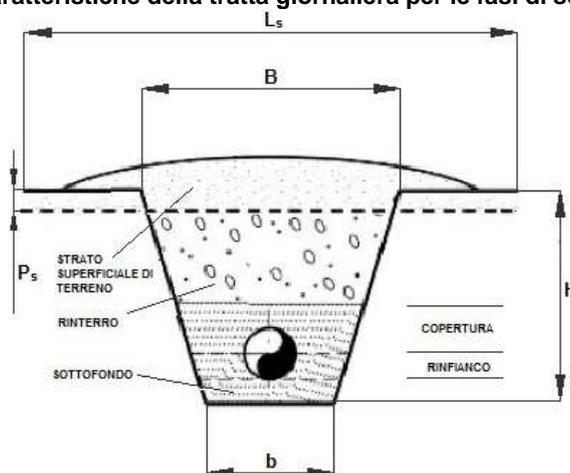


Figura 7-B: Sezione tipo dello scavo per l'alloggiamento delle condotte

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 89 di 156 | Rev. 0 |

7.1.2 MEZZI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE

La valutazione delle emissioni rappresenta una fase cruciale dello studio e tutt'altro che immediata, in quanto si tratta di 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 fasi successive e non contemporanee lungo il tracciato.

L'entità degli impatti varia, pertanto, con la fase del progetto, alla quale è legata una composizione dei mezzi di cantiere che sono contemporaneamente in movimento, e con l'orografia del territorio in cui si opera, che determina una diversa diffusione delle emissioni in atmosfera.

Per tale motivo, la caratterizzazione delle emissioni è stata impostata prendendo come riferimento la composizione di mezzi specifica di ogni fase e valutando la fase più impattante per ogni inquinante.

La quantificazione delle emissioni in atmosfera è anche influenzata dalla durata delle attività di cantiere. Nel caso in esame si ipotizza che la giornata lavorativa sia pari a 10 ore, durante le quali si succedono le principali fasi di realizzazione dell'opera.

Nella successiva tabella si riportano l'effettivo numero dei mezzi d'opera in combinazione con le fasi di cantiere

| Automezzo impiegato | Peso in ton | Potenza HP | Apertura pista | Scavo | Saldatura | Posa | Rinterro |
|---------------------|---------------------|------------|----------------|-------|-----------|------|----------|
| Posatubi | 30 | 120 | | | | 3 | |
| Escavatore | 30 | 120 | 1 | 3 | | | 1 |
| Ruspa | 30 | 120 | 1 | | | | 1 |
| Autocarro | 20 ^{Nota1} | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Fuoristrada | 2 | - | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Pala cingolata | 30 | 120 | 1 | | | | |
| Pay-welder | 30 | 120 | | | 4 | | |
| Compressore | - | 250 | | | 1 | 1 | |

Tabella 7-B: Schema utilizzo mezzi d'opera

Nota 1 Valore medio considerando la massa a pieno carico e la massa in condizioni di viaggio a vuoto.

Per la percorrenza giornaliera si prevede una media di 500 metri per tutti i mezzi ad esclusione dell'autocarro e del fuoristrada dove si ipotizzano circa 2 Km all'interno dell'area cantiere oggetto di simulazione.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 90 di 156 | Rev. 0 |

7.1.3 INQUINANTI EMESSI

Il rifacimento del metanodotto oggetto del presente studio è responsabile di emissioni di inquinanti in atmosfera unicamente durante la fase di realizzazione dell'opera.

Dalle caratteristiche delle attività previste per ogni fase, considerando i mezzi d'opera coinvolti e gli algoritmi di calcolo indicati nel capitolo 0, si calcolano per ogni fase le quantità prodotte dei principali inquinanti, in particolare sono state determinate:

- Sollevamento di polveri PM₁₀ per scortico e sbancamento del materiale superficiale;
- Sollevamento di polveri PM₁₀ per scavo e movimentazione di terra;
- Emissione di polveri PM₁₀ e gas esausti (NO_x, CO, SO₂) dai motori a combustione dei mezzi pesanti.
- Emissione di polveri PM₁₀ e gas esausti (NO_x, CO, SO₂) dai motori a combustione dei mezzi stradali.
- Sollevamento di polveri PM₁₀ per transito mezzi pesanti su strada non asfaltata.

7.2 **STIMA DELLA FASE APERTURA PISTA**

7.2.1 SCOTICO SUPERFICIALE

Nella successiva tabella si riportano i valori relativi alla fase di scortico secondo la metodologia prevista dalla "Heavy construction operations" dell'AP-42 come illustrato nel capitolo 6.2.1.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|------------------------------|---|----------------|--------|
| Scortico superficiale | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Emission Factory polveri PTS | Kg/Km | 5,7 |
| | Rateo polveri PM ₁₀ /PTS | % | 60 |
| | Lunghezza Tracciato giornaliero | m | 300 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | Kg/Km | 3,42 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 5700 |
| | Emission Factory polveri PTS | Kg/gg | 1,71 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | Kg/gg | 1,03 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,0285 |
| | Input sorgente PM ₁₀ | g/giorno | 1026 |

Tabella 7-C: Polveri PM10 sollevate dalla fase di scortico.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 91 di 156 | Rev. 0 |

7.2.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

In questo caso specifico non si applica il calcolo perché questo contributo è considerato nella metodologia precedente.

7.2.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|---|--|----------------|--------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 3,283 |
| | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 5700 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,091 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 3283 |

Tabella 7-D: Polveri PM₁₀ dal risollevarmento del transito dei mezzi.

7.2.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI DA CANTIERE E MEZZI STRADALI PER TRASPORTO PERSONE

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|---|---|----------------|--------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 5700 |
| | CO | g/sec | 0,196 |
| | NO _x | g/sec | 0,182 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0003 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,013 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 7073 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 6560 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 12 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 452 |

Tabella 7-E: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 92 di 156 | Rev. 0 |

7.3 STIMA DELLA FASE SCAVO

7.3.1 SCOTICO SUPERFICIALE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

7.3.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

Attraverso la metodologia “Aggregate Handling and Storage Piles” dell’AP-42 (US-EPA), e la velocità media calcolata vedi capitolo 5.3.5 si possono calcolare le polveri PM₁₀ di questa fase:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|-------------------|--|--------------------------|-------------|
| Fase scavo | Velocità media del vento (U) | m/s | 2,3 |
| | Quantità di umidità nel materiale in % (M) | % | 3,4 |
| | Peso movimentato giornaliero | x 10 ³ Kg (t) | 2873 |
| | Particle size multiplier (K) | - | 0,35 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 5700 |
| | EMISSION FACTOR (E) | Kg/t | 0,000282264 |
| | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 0,811 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,023 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 811 |

Tabella 7-F: Polveri PM₁₀ dalle operazioni di scavo.

7.3.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|--|----------------|--------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 3,283 |
| | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 5700 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,091 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 3283 |

Tabella 7-G: Polveri PM₁₀ dal risollevarimento del transito dei mezzi.

7.3.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall’AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 93 di 156 | Rev. 0 |

per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|--------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 5700 |
| | CO | g/sec | 0,189 |
| | NO _x | g/sec | 0,141 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0003 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,008 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 6787 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 5078 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 12 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 281 |

Tabella 7-H: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 94 di 156 | Rev. 0 |

7.4 STIMA DELLA FASE SALDATURA

7.4.1 SCOTICO SUPERFICIALE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

7.4.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

7.4.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|--|----------------|--------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 3,720 |
| | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 5700 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,103 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 3720 |

Tabella 7-I: Polveri PM₁₀ dal risollevarimento del transito dei mezzi.

7.4.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|--------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 5700 |
| | CO | g/sec | 0,159 |
| | NO _x | g/sec | 0,183 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0004 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,010 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 5737 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 6573 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 15 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 352 |

Tabella 7-J: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 95 di 156 | Rev. 0 |

7.5 STIMA DELLA FASE POSA

7.5.1 SCORTICO SUPERFICIALE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

7.5.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

7.5.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|--|----------------|--------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 3,283 |
| | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 5700 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,091 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 3283 |

Tabella 7-K: Polveri PM₁₀ dal risollevarmento del transito dei mezzi.

7.5.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|--------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 5700 |
| | CO | g/sec | 0,162 |
| | NO _x | g/sec | 0,158 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,000 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,007 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 5816 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 5675 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 15 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 250 |

Tabella 7-L: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 96 di 156 | Rev. 0 |

7.6 STIMA DELLA FASE RINTERRO E RIPRISTINO

7.6.1 SCORTICO SUPERFICIALE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

7.6.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

Attraverso la metodologia “Aggregate Handling and Storage Piles” dell'AP-42 (US-EPA), e la velocità media calcolata vedi capitolo 5.3.5 si possono calcolare le polveri PM10 di questa fase:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|----------------------------|--|--------------------------|-------------|
| Fase rinterro e ripristino | Velocità media del vento (U) | m/s | 2,3 |
| | Quantità di umidità nel materiale in % (M) | % | 3,4 |
| | Peso movimentato giornaliero | x 10 ³ Kg (t) | 6977 |
| | Particle size multiplier (K) | - | 0,35 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 5700 |
| | EMISSION FACTOR (E) | Kg/t | 0,000282264 |
| | Polveri PM10 sollevata al giorno | Kg/gg | 1,969 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,055 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 1969 |

Tabella 7-M: Polveri PM₁₀ dalle operazioni di rinterro e ripristino.

7.6.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|---|--|----------------|--------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 2,330 |
| | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 5700 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,065 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 2330 |

Tabella 7-N: Polveri PM₁₀ dal risollevarimento del transito dei mezzi.

7.6.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 97 di 156 | Rev. 0 |

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|--------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 5700 |
| | CO | g/sec | 0,146 |
| | NO _x | g/sec | 0,138 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0002 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,010 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 5266 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 4956 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 9 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 344 |

Tabella 7-O: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 98 di 156 | Rev. 0 |

7.7 PORTATA DEGLI INQUINANTI EMESSI

La tabella seguente (Tabella 7-P) riassume i valori delle emissioni, calcolati considerando i dati e le ipotesi descritte precedentemente, utilizzati ai fini della modellazione della dispersione utilizzando i valori più elevati riscontrati in termini di flusso emissivo poiché le fasi non avvengono simultaneamente.

| Fase | Contributo: | CO | NOx | SO ₂ | PM ₁₀ |
|----------------|-----------------------|-------------|-------------|-----------------|------------------|
| | | g/giorno | g/giorno | g/giorno | g/giorno |
| Apertura pista | Polveri fase scortico | | | | 1026 |
| Apertura pista | Polveri fase scavo | | | | 0 |
| Apertura pista | Transito mezzi | | | | 3283 |
| Apertura pista | Gas macchine oper. | 7073 | 6560 | 12 | 452 |
| Apertura pista | Totale | 7073 | 6560 | 12 | 4761 |
| Scavo | Polveri fase scortico | | | | 0 |
| Scavo | Polveri fase scavo | | | | 811 |
| Scavo | Transito mezzi | | | | 3283 |
| Scavo | Gas macchine oper. | 6787 | 5078 | 12 | 281 |
| Scavo | Totale | 6787 | 5078 | 12 | 4375 |
| Saldatura | Polveri fase scortico | | | | 0 |
| Saldatura | Polveri fase scavo | | | | 0 |
| Saldatura | Transito mezzi | | | | 3720 |
| Saldatura | Gas macchine oper. | 5737 | 6573 | 15 | 352 |
| Saldatura | Totale | 5737 | 6573 | 15 | 4072 |
| Posa | Polveri fase scortico | | | | 0 |
| Posa | Polveri fase scavo | | | | 0 |
| Posa | Transito mezzi | | | | 3283 |
| Posa | Gas macchine oper. | 5816 | 5675 | 15 | 250 |
| Posa | Totale | 5816 | 5675 | 15 | 3533 |
| Rinterro | Polveri fase scortico | | | | 0 |
| Rinterro | Polveri fase scavo | | | | 1969 |
| Rinterro | Transito mezzi | | | | 2330 |
| Rinterro | Gas macchine oper. | 5266 | 4956 | 9 | 344 |
| Rinterro | Totale | 5266 | 4956 | 9 | 4643 |

| | | | | |
|---------------------------------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| Massimo di tutte le fasi | 7073 | 6573 | 15 | 4761 |
|---------------------------------|-------------|-------------|-----------|-------------|

Tabella 7-P: Quadro riassuntivo emissioni inquinanti divise per fasi.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 99 di 156 | Rev. 0 |

Considerando le effettive superfici dei cantieri possiamo calcolare i seguenti flussi emissivi unitari:

| Superficie sorgente | CO | NOx | SO ₂ | PM ₁₀ |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| m ² | g/s/m ² | g/s/m ² | g/s/m ² | g/s/m ² |
| 5700 | 0,0000345 | 0,0000320 | 0,0000001 | 0,0000232 |

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 100 di 156 | Rev. 0 |

8 EMISSIONI MEDIANTE SCAVO A CIELO APERTO – DER. PER PERUGIA

L'attività lavorativa oggetto del presente capitolo è quella che riguarda la realizzazione della derivazione per Perugia DN 400 (16") mediante scavo aperto, in particolare verrà valutato un tratto di cantiere corrispondente all'avanzamento medio giornaliero valutando la sua interferenza massima sul recettore da valutare (ponendo il baricentro del cantiere di fronte allo stesso).

8.1 SORGENTI DI EMISSIONE

8.1.1 CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI EMISSIVE

Nella Figura 8-A si riporta un esempio della geometria considerata nel modello previsionale, si tratta di un'area corrispondente all'effettiva ampiezza delle piste di lavoro e di lunghezza pari a 300 metri (valore medio dell'avanzamento cantiere giornaliero). Al fine di valutare la massima interferenza si pone il baricentro del cantiere di fronte al recettore.

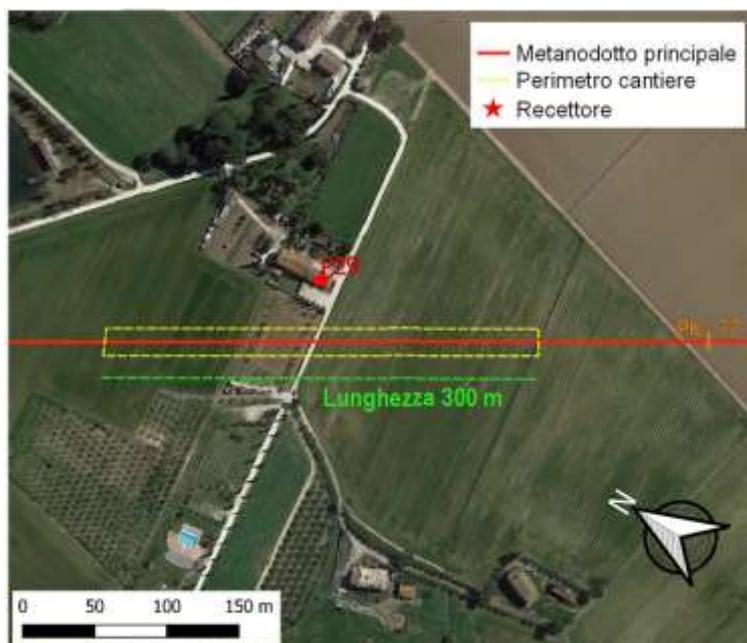


Figura 8-A Esempio di area cantiere corrispondete all'avanzamento giornaliero.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 101 di 156 | Rev. 0 |

Ai fini della simulazione verranno considerate le caratteristiche elencate in Tabella 8-A

| | | |
|--|-------------------|------|
| Larghezza dell'area di cantiere effettivamente interessata dagli scavi e dal passaggio di mezzi pesanti posto sul lato destro della condotta rispetto alla direzione gas | m | 8 |
| Larghezza dell'area di cantiere effettivamente interessata dagli scavi e dal passaggio di mezzi pesanti posto sul lato sinistro della condotta rispetto alla direzione gas | m | 6 |
| Avanzamento giornaliero (L vedi Figura 8-A) cantiere | m | 300 |
| Base maggiore scavo (B vedi Figura 8-B) | m | 3,6 |
| Base minore scavo (b vedi Figura 8-B) | m | 1,6 |
| Altezza scavo (H vedi Figura 8-B) | m | 2,4 |
| Larghezza scortico (Ls vedi Figura 8-B) per l'apertura pista | m | 14 |
| Profondità scortico (Ps vedi Figura 8-B) per l'apertura pista | m | 0,4 |
| Densità terreno (ρ) scavato | kg/m ³ | 1800 |
| Volume terreno movimentato "SCORTICO" | m ³ | 1680 |
| Massa terreno movimentato "SCORTICO" | ton | 3024 |
| Volume terreno movimentato "SCAVO" | m ³ | 1560 |
| Massa terreno movimentato "SCAVO" | ton | 2808 |
| Contenuto nei terreni di limo (silt) (Tabella 6-C) | % | 8,5 |
| Umidità del terreno % (Tabella 6-B) | % | 3,4 |
| Percentuale di PM10 sul PTS calcolato mediante procedura EPA AP-42 | % | 60 |
| Velocità del vento media dell'area di progetto come riportato in Cap. 5.3 | m/s | 2,3 |

Tabella 8-A: Caratteristiche della tratta giornaliera per le fasi di scortico e scavo.

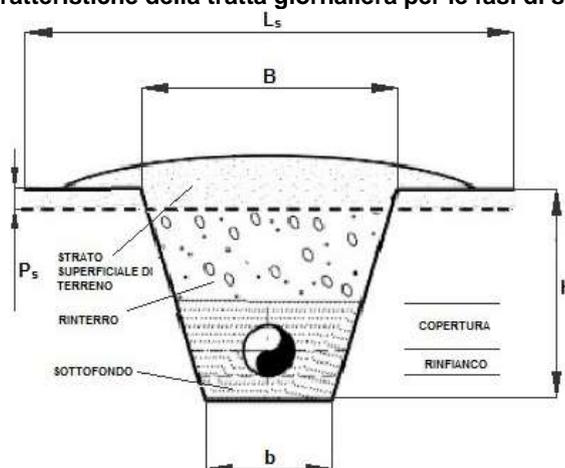


Figura 8-B: Sezione tipo dello scavo per l'alloggiamento delle condotte

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 102 di 156 | Rev. 0 |

8.1.2 MEZZI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE

La valutazione delle emissioni rappresenta una fase cruciale dello studio e tutt'altro che immediata, in quanto si tratta di 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 fasi successive e non contemporanee lungo il tracciato.

L'entità degli impatti varia, pertanto, con la fase del progetto, alla quale è legata una composizione dei mezzi di cantiere che sono contemporaneamente in movimento, e con l'orografia del territorio in cui si opera, che determina una diversa diffusione delle emissioni in atmosfera.

Per tale motivo, la caratterizzazione delle emissioni è stata impostata prendendo come riferimento la composizione di mezzi specifica di ogni fase e valutando la fase più impattante per ogni inquinante.

La quantificazione delle emissioni in atmosfera è anche influenzata dalla durata delle attività di cantiere. Nel caso in esame si ipotizza che la giornata lavorativa sia pari a 10 ore, durante le quali si succedono le principali fasi di realizzazione dell'opera.

Nella successiva tabella si riportano l'effettivo numero dei mezzi d'opera in combinazione con le fasi di cantiere

| Automezzo impiegato | Peso in ton | Potenza HP | Apertura pista | Scavo | Saldatura | Posa | Rinterro |
|---------------------|---------------------|------------|----------------|-------|-----------|------|----------|
| Posatubi | 30 | 120 | | | | 3 | |
| Escavatore | 30 | 120 | 1 | 3 | | | 1 |
| Ruspa | 30 | 120 | 1 | | | | 1 |
| Autocarro | 20 ^{Nota1} | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Fuoristrada | 2 | - | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Pala cingolata | 30 | 120 | 1 | | | | |
| Pay-welder | 30 | 120 | | | 4 | | |
| Compressore | - | 250 | | | 1 | 1 | |

Tabella 8-B: Schema utilizzo mezzi d'opera.

Nota 1 Valore medio considerando la massa a pieno carico e la massa in condizioni di viaggio a vuoto.

Per la percorrenza giornaliera si prevede una media di 500 metri per tutti i mezzi ad esclusione dell'autocarro e del fuoristrada dove si ipotizzano circa 2 Km all'interno dell'area cantiere oggetto di simulazione.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 103 di 156 | Rev. 0 |

8.1.3 INQUINANTI EMESSI

Il rifacimento del metanodotto oggetto del presente studio è responsabile di emissioni di inquinanti in atmosfera unicamente durante la fase di realizzazione dell'opera.

Dalle caratteristiche delle attività previste per ogni fase, considerando i mezzi d'opera coinvolti e gli algoritmi di calcolo indicati nel capitolo 0, si calcolano per ogni fase le quantità prodotte dei principali inquinanti, in particolare sono state determinate:

- Sollevamento di polveri PM₁₀ per scortico e sbancamento del materiale superficiale;
- Sollevamento di polveri PM₁₀ per scavo e movimentazione di terra;
- Emissione di polveri PM₁₀ e gas esausti (NO_x, CO, SO₂) dai motori a combustione dei mezzi pesanti.
- Emissione di polveri PM₁₀ e gas esausti (NO_x, CO, SO₂) dai motori a combustione dei mezzi stradali.
- Sollevamento di polveri PM₁₀ per transito mezzi pesanti su strada non asfaltata.

8.2 **STIMA DELLA FASE APERTURA PISTA**

8.2.1 SCOTICO SUPERFICIALE

Nella successiva tabella si riportano i valori relativi alla fase di scortico secondo la metodologia prevista dalla "Heavy construction operations" dell'AP-42 come illustrato nel capitolo 6.2.1.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|------------------------------|---|----------------|--------|
| Scortico superficiale | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Emission Factory polveri PTS | Kg/Km | 5,7 |
| | Rateo polveri PM ₁₀ /PTS | % | 60 |
| | Lunghezza Tracciato giornaliero | m | 300 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | Kg/Km | 3,42 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | Emission Factory polveri PTS | Kg/gg | 1,71 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | Kg/gg | 1,03 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,0285 |
| | Input sorgente PM ₁₀ | g/giorno | 1026 |

Tabella 8-C: Polveri PM10 sollevate dalla fase di scortico.

8.2.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

In questo caso specifico non si applica il calcolo perché questo contributo è considerato nella metodologia precedente.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 104 di 156 | Rev. 0 |

8.2.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|---|--|----------------|--------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 3,283 |
| | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,091 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 3283 |

Tabella 8-D: Polveri PM₁₀ dal risollevarmento del transito dei mezzi.

8.2.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI DA CANTIERE E MEZZI STRADALI DA TRASPORTO PERSONE

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|---|---|----------------|--------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | CO | g/sec | 0,196 |
| | NO _x | g/sec | 0,182 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0003 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,013 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 7073 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 6560 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 12 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 452 |

Tabella 8-E: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

8.3 STIMA DELLA FASE SCAVO

8.3.1 SCOTICO SUPERFICIALE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 105 di 156 | Rev. 0 |

8.3.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

Attraverso la metodologia “Aggregate Handling and Storage Piles” dell’AP-42 (US-EPA), e la velocità media calcolata vedi capitolo 5.3.5 si possono calcolare le polveri PM₁₀ di questa fase:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|-------------------|--|--------------------------|-------------|
| Fase scavo | Velocità media del vento (U) | m/s | 2,3 |
| | Quantità di umidità nel materiale in % (M) | % | 3,4 |
| | Peso movimentato giornaliero | x 10 ³ Kg (t) | 2808 |
| | Particle size multiplier (K) | - | 0,35 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | EMISSION FACTOR (E) | Kg/t | 0,000282264 |
| | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 0,793 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,022 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 793 |

Tabella 8-F: Polveri PM₁₀ dalle operazioni di scavo.

8.3.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|--|----------------|--------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 3,283 |
| | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,091 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 3283 |

Tabella 8-G: Polveri PM₁₀ dal risollevarimento del transito dei mezzi.

8.3.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall’AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell’ISPRA.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 106 di 156 | Rev. 0 |

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|--------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | CO | g/sec | 0,189 |
| | NO _x | g/sec | 0,141 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0003 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,008 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 6787 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 5078 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 12 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 281 |

Tabella 8-H: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 107 di 156 | Rev. 0 |

8.4 STIMA DELLA FASE SALDATURA

8.4.1 SCOTICO SUPERFICIALE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

8.4.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

8.4.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|--|----------------|--------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 3,720 |
| | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,103 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 3720 |

Tabella 8-I: Polveri PM₁₀ dal risollevarmento del transito dei mezzi.

8.4.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|--------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | CO | g/sec | 0,159 |
| | NO _x | g/sec | 0,183 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0004 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,010 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 5737 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 6573 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 15 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 352 |

Tabella 8-J: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 108 di 156 | Rev. 0 |

8.5 STIMA DELLA FASE POSA

8.5.1 SCORTICO SUPERFICIALE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

8.5.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

8.5.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|--|----------------|--------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 3,283 |
| | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,091 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 3283 |

Tabella 8-K: Polveri PM₁₀ dal risollevarimento del transito dei mezzi.

8.5.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|--------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | CO | g/sec | 0,162 |
| | NO _x | g/sec | 0,158 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,000 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,007 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 5816 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 5675 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 15 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 250 |

Tabella 8-L: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 109 di 156 | Rev. 0 |

8.6 STIMA DELLA FASE RINTERRO E RIPRISTINO

8.6.1 SCORTICO SUPERFICIALE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

8.6.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

Attraverso la metodologia “Aggregate Handling and Storage Piles” dell'AP-42 (US-EPA), e la velocità media calcolata vedi capitolo 5.3.5 si possono calcolare le polveri PM10 di questa fase:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|-----------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| Fase rinterro e ripristino | Velocità media del vento (U) | m/s | 2,3 |
| | Quantità di umidità nel materiale in % (M) | % | 3,4 |
| | Peso movimentato giornaliero | x 10 ³ Kg (t) | 5832 |
| | Particle size multiplier (K) | - | 0,35 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | EMISSION FACTOR (E) | Kg/t | 0,000282264 |
| | Polveri PM10 sollevata al giorno | Kg/gg | 1,646 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,046 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 1646 |

Tabella 8-M: Polveri PM₁₀ dalle operazioni di rinterro e ripristino.

8.6.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|--|----------------|--------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 2,330 |
| | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,065 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 2330 |

Tabella 8-N: Polveri PM₁₀ dal risollevarimento del transito dei mezzi.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 110 di 156 | Rev. 0 |

8.6.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|--------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | CO | g/sec | 0,146 |
| | NO _x | g/sec | 0,138 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0002 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,010 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 5266 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 4956 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 9 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 344 |

Tabella 8-O: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 111 di 156 | Rev. 0 |

8.7 PORTATA DEGLI INQUINANTI EMESSI

La tabella seguente (Tabella 8-P) riassume i valori delle emissioni, calcolati considerando i dati e le ipotesi descritte precedentemente, utilizzati ai fini della modellazione della dispersione utilizzando i valori più elevati riscontrati in termini di flusso emissivo poiché le fasi non avvengono simultaneamente.

| Fase | Contributo: | CO g/giorno | NOx g/giorno | SO ₂ g/giorno | PM ₁₀ g/giorno |
|---------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------|-----------------------------|------------------------------|
| Apertura pista | Polveri fase scortico | | | | 1026 |
| | Polveri fase scavo | | | | 0 |
| | Transito mezzi | | | | 3283 |
| | Gas macchine oper. | 7073 | 6560 | 12 | 452 |
| | Totale | 7073 | 6560 | 12 | 4761 |
| Scavo | Polveri fase scortico | | | | 0 |
| | Polveri fase scavo | | | | 793 |
| | Transito mezzi | | | | 3283 |
| | Gas macchine oper. | 6787 | 5078 | 12 | 281 |
| | Totale | 6787 | 5078 | 12 | 4357 |
| Saldatura | Polveri fase scortico | | | | 0 |
| | Polveri fase scavo | | | | 0 |
| | Transito mezzi | | | | 3720 |
| | Gas macchine oper. | 5737 | 6573 | 15 | 352 |
| | Totale | 5737 | 6573 | 15 | 4072 |
| Posa | Polveri fase scortico | | | | 0 |
| | Polveri fase scavo | | | | 0 |
| | Transito mezzi | | | | 3283 |
| | Gas macchine oper. | 5816 | 5675 | 15 | 250 |
| | Totale | 5816 | 5675 | 15 | 3533 |
| Rinterro | Polveri fase scortico | | | | 0 |
| | Polveri fase scavo | | | | 1646 |
| | Transito mezzi | | | | 2330 |
| | Gas macchine oper. | 5266 | 4956 | 9 | 344 |
| | Totale | 5266 | 4956 | 9 | 4320 |
| Massimo di tutte le fasi | | 7073 | 6573 | 15 | 4761 |

Tabella 8-P: Quadro riassuntivo emissioni inquinanti divise per fasi.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIALE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 112 di 156 | Rev. 0 |

Considerando le effettive superfici dei cantieri possiamo calcolare i seguenti flussi emissivi unitari:

| Superficie sorgente | CO | NO_x | SO₂ | PM₁₀ |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| m² | g/s/m² | g/s/m² | g/s/m² | g/s/m² |
| 4200 | 0,0000468 | 0,0000435 | 0,0000001 | 0,0000315 |

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 113 di 156 | Rev. 0 |

9 EMISSIONI MEDIANTE MICROTUNNEL - CONDOTTA DN 400

L'attività lavorativa oggetto del presente capitolo è quella che riguarda la realizzazione di attraversamenti mediante tecnologia trenchless di tipo microtunnelling utilizzata sia sulla condotta principale e per l'allacciamenti per Perugia.

9.1 SORGENTI DI EMISSIONE

Le fonti di inquinamento sono localizzate presso i cantieri agli estremi del microtunnel dove sono alloggiati le stazioni di spinta e di arrivo, va considerato che le sorgenti degli inquinanti insistono, per la maggior parte del tempo, sul cantiere con la stazione di spinta che pertanto verrà considerato quest'ultimo come sorgente areale nella valutazione previsionale.

9.1.1 CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI EMISSIVE

Nella Figura 9-A si riporta un esempio della geometria considerata nel modello previsionale, si tratta di una superficie corrispondente all'area di lavoro dove in una porzione di essa verrà realizzata la stazione di spinta.

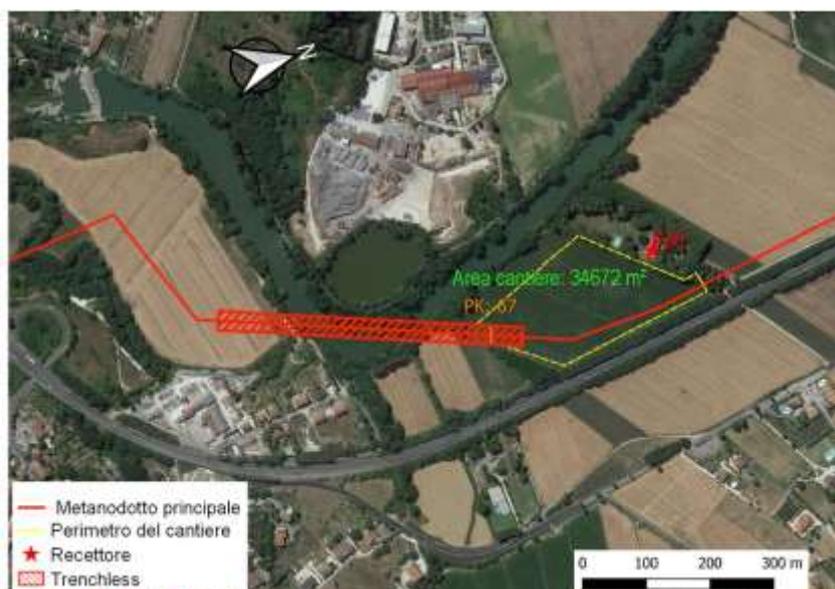


Figura 9-A Esempio di area cantiere per la realizzazione del microtunnel.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 114 di 156 | Rev. 0 |

Ai fini della simulazione verranno considerate le caratteristiche elencate Tabella 9-A

| | | |
|---|-------------------|------|
| Larghezza dello scavo stazione di spinta (B vedi Figura 9-B) | m | 8 |
| Lunghezza dello scavo stazione di spinta (L vedi Figura 9-B) | m | 15 |
| Altezza scavo stazione di spinta (H vedi Figura 9-B) | m | 4 |
| Larghezza dello scavo stazione di arrivo (B vedi Figura 9-B) | m | 8 |
| Lunghezza dello scavo stazione di arrivo (L vedi Figura 9-B) | m | 8 |
| Altezza scavo stazione di arrivo (H vedi Figura 9-B) | m | 4 |
| Densità terreno (ρ) scavato | kg/m ³ | 1800 |
| Volume terreno movimentato "SCAVI" totale | m ³ | 736 |
| Massa terreno movimentato "SCAVI" totale | ton | 1325 |
| Contenuto nei terreni di limo (silt) (Tabella 6-C) | % | 8,5 |
| Umidità del terreno % (Tabella 6-B) | % | 3,4 |
| Percentuale di PM10 sul PTS calcolato mediante procedura EPA AP-42 | % | 60 |
| Velocità del vento media dell'area di progetto come riportato in Cap. 5.3 | m/s | 2,3 |

Tabella 9-A: Caratteristiche degli scavi e dei terreni movimentati.

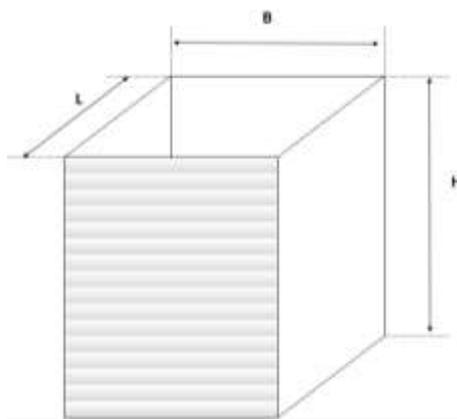


Figura 9-B: Sezione tipo dello scavo della "stazione di spinta" per l'alloggiamento del sistema di perforazione, e della stazione di arrivo.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIALE) - INGEGNERIA - ASSISTENZA PROGETTAZIONE - VERIFICAZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 115 di 156 | Rev. 0 |

Vista la variabilità delle aree di cantiere si riportano nella successiva tabella le effettive superfici interessate dalle operazioni di realizzazione del microtunnel:

| Superficie cantiere (con la stazione di spinta) | Progressiva KM | Recettore interferito |
|---|----------------|-----------------------|
| 14361 m ² | 37+00 | P16 |
| 34672 m ² | 66+00 | P26 |
| 8710 m ² | 81+00 | P31 |
| 14994 m ² | 6+210 | PA5 |

Tabella 9-B: Superfici effettive dei cantieri considerati nelle simulazioni

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 116 di 156 | Rev. 0 |

9.1.2 MEZZI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE

La stima delle emissioni di inquinanti durante la realizzazione del microtunnel deve tenere in considerazione che le fasi di lavoro sequenziali e non contemporanee, pertanto, le emissioni non sono da ritenersi cumulabili.

L'entità degli impatti varia, pertanto, con la fase del progetto, alla quale è legata una composizione dei mezzi di cantiere che sono contemporaneamente attivi.

Per tale motivo, la caratterizzazione delle emissioni è stata impostata prendendo come riferimento la composizione di mezzi specifica di ogni fase e valutando la fase più impattante per ogni inquinante.

La quantificazione delle emissioni in atmosfera è anche influenzata dalla durata delle attività di cantiere. Nel caso in esame si ipotizza che la giornata lavorativa sia pari a 10 ore per l'infissione delle palancole, preparazione stazioni di spinta e di arrivo, saldatura, posa e tiro condotta, mentre la perforazione si protrae per 24 ore al giorno con funzionamento continuo.

Per la percorrenza giornaliera dei mezzi pesanti si prevede una media di 500 metri per tutti i mezzi all'interno dell'area cantiere oggetto di simulazione.

Nella successiva tabella si riportano l'effettivo numero dei mezzi d'opera in combinazione con le fasi di cantiere.

| Automezzo impiegato | Peso in ton | Potenza HP | Infissione palancole | Perforazione | Saldatura, posa e tiro condotta |
|--|-------------|------------|----------------------|--------------|---------------------------------|
| Escavatore | 30 | 120 | 1 | | |
| Auto-gru | 30 | 250 | | 1 | |
| Gru Tralicciata cingolata | 30 | 250 | 1 | | |
| Vibroinfissore completo di generatore (250HP) e centralina idraulica | - | - | 1 | | |
| Desabbiatore | - | - | | 1 | |
| Pompa bentonite | - | 250 | | 1 | |
| Gruppo elettrogeno | - | 250 | 1 | 1 | |
| Gruppo idraulico | - | - | | 1 | |
| Filtropressa | - | - | | 1 | |
| Escavatore con benna | 30 | 250 | | | 1 |
| Autogru 60 tn | 30 | 250 | | | 1 |
| Autocarro 4x4 con attrezzatura per fasciatura | 30 | - | | | 1 |
| Moto Saldatrice 400 amp | - | 120 | | | 1 |
| Pipe-Welder automatica | - | 120 | | | 1 |

Tabella 9-C: Schema utilizzo mezzi d'opera

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 117 di 156 | Rev. 0 |

9.1.3 INQUINANTI EMESSI

Il rifacimento del metanodotto oggetto del presente studio è responsabile di emissioni di inquinanti in atmosfera unicamente durante la fase di realizzazione dell'opera.

Dalle caratteristiche delle attività previste per ogni fase considerando i mezzi d'opera coinvolti e gli algoritmi calcolo indicati nel capitolo 0 si calcolano per ogni fase le quantità prodotte dei principali inquinanti in particolare sono state determinate:

- Sollevamento di polveri PM₁₀ per scavo e movimentazione di terra;
- Emissione di polveri PM₁₀ e gas esausti (NO_x, CO, SO₂) dai motori a combustione dei mezzi pesanti.
- Emissione di polveri PM₁₀ e gas esausti (NO_x, CO, SO₂) dai motori a combustione dei mezzi stradali.
- Sollevamento di polveri PM₁₀ per transito mezzi pesanti su strada non asfaltata.

9.2 **INFISSIONE PALANCOLE E SCAVO STAZIONI DI SPINTA E DI ARRIVO**

9.2.1 SCOTICO SUPERFICIALE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

9.2.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

Attraverso la metodologia "Aggregate Handling and Storage Piles" dell'AP-42 (US-EPA), e la velocità media calcolata vedi capitolo 5.3.5 si possono calcolare le polveri PM₁₀ di questa fase:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|-------------------|--|--------------------------|------------------|
| Fase scavo | Velocità media del vento (U) | m/s | 2,3 |
| | Quantità di umidità nel materiale in % (M) | % | 3,4 |
| | Peso movimentato giornaliero | x 10 ³ Kg (t) | 1325 |
| | Particle size multiplier (K) | - | 0,35 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | Vedi Tabella 9-B |
| | EMISSION FACTOR (E) | Kg/t | 0,000282264 |
| | Polveri PM10 sollevata al giorno | Kg/gg | 0,374 |
| | Emission Factory polveri PM10 | g/sec | 0,010 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 374 |

Tabella 9-D: Polveri PM₁₀ dalle operazioni di scavo.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 118 di 156 | Rev. 0 |

9.2.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|--|----------------|------------------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 0,874 |
| | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | Vedi Tabella 9-B |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,024 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 874 |

Tabella 9-E: Polveri PM₁₀ dal risollevarimento del transito dei mezzi.

9.2.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|------------------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | Vedi Tabella 9-B |
| | CO | g/sec | 0,142 |
| | NO _x | g/sec | 0,205 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0006 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,007 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 5113 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 7391 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 21 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 270 |

Tabella 9-F: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 119 di 156 | Rev. 0 |

9.3 PERFORAZIONE

9.3.1 SCOTICO SUPERFICIALE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

9.3.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

9.3.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|--|----------------|------------------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 0,437 |
| | Ore lavoro giornaliere | h | 24 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | Vedi Tabella 9-B |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,005 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 437 |

Tabella 9-G: Polveri PM₁₀ dal risollevarimento del transito dei mezzi.

9.3.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|------------------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliere | h | 24 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | Vedi Tabella 9-B |
| | CO | g/sec | 0,126 |
| | NO _x | g/sec | 0,251 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0007 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,008 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 10878 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 21684 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 64 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 657 |

Tabella 9-H: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 120 di 156 | Rev. 0 |

9.4 SALDATURA, POSA E TIRO CONDOTTA

9.4.1 SCOTICO SUPERFICIALE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

9.4.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

9.4.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|--|----------------|------------------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 1,311 |
| | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | Vedi Tabella 9-B |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,036 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 1311 |

Tabella 9-I: Polveri PM₁₀ dal risollevarimento del transito dei mezzi.

9.4.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|------------------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | Vedi Tabella 9-B |
| | CO | g/sec | 0,135 |
| | NO _x | g/sec | 0,178 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0005 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,008 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 4873 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 6418 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 18 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 286 |

Tabella 9-J: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 121 di 156 | Rev. 0 |

9.5 PORTATA DEGLI INQUINANTI EMESSI

La tabella seguente (Tabella 9-K) riepiloga i valori delle emissioni, calcolati considerando i dati e le ipotesi descritte precedentemente, utilizzati ai fini della modellazione della dispersione utilizzando i valori più elevati riscontrati in termini di flusso emissivo poiché le fasi non avvengono simultaneamente.

| Fase | Contributo: | CO | NOx | SO ₂ | PM ₁₀ |
|--|-----------------------|--------------|--------------|-----------------|------------------|
| | | g/giorno | g/giorno | g/giorno | g/giorno |
| INFISSIONE PALANCOLE E SCAVO STAZIONI DI SPINTA E DI ARRIVO | Polveri fase scortico | | | | 0 |
| | Polveri fase scavo | | | | 374 |
| | Transito mezzi | | | | 874 |
| | Gas macchine oper. | 5113 | 7391 | 21 | 270 |
| | Totale | 5113 | 7391 | 21 | 1517 |
| PERFORAZIO NE | Polveri fase scortico | | | | 0 |
| | Polveri fase scavo | | | | 0 |
| | Transito mezzi | | | | 437 |
| | Gas macchine oper. | 10878 | 21684 | 64 | 657 |
| | Totale | 10878 | 21684 | 64 | 1094 |
| SALDATURA, POSA E TIRO CONDOTTA | Polveri fase scortico | | | | 0 |
| | Polveri fase scavo | | | | 0 |
| | Transito mezzi | | | | 1311 |
| | Gas macchine oper. | 4873 | 6418 | 18 | 286 |
| | Totale | 4873 | 6418 | 18 | 1596 |
| Massimo di tutte le fasi | | 10878 | 21684 | 64 | 1596 |

Tabella 9-K: Quadro riassuntivo emissioni inquinanti divise per fasi.

Considerando le effettive superfici dei cantieri possiamo calcolare i seguenti flussi emissivi unitari:

| Recettore di riferimento | Superficie sorgente | CO | NOx | SO ₂ | PM ₁₀ |
|--------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | m ² | g/s/m ² | g/s/m ² | g/s/m ² | g/s/m ² |
| P16 | 14361 | 0,00000877 | 0,00001748 | 0,00000005 | 0,00000309 |
| P26 | 34672 | 0,00000363 | 0,00000724 | 0,00000002 | 0,00000128 |
| P31 | 6155 | 0,00002045 | 0,00004077 | 0,00000012 | 0,00000720 |
| PA5 | 14994 | 0,00000840 | 0,00001674 | 0,00000005 | 0,00000296 |

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 122 di 156 | Rev. 0 |

10 EMISSIONI MEDIANTE TOC - CONDOTTA DN 400

L'attività lavorativa oggetto del presente capitolo è quella che riguarda la realizzazione di attraversamenti mediante tecnologia trenchless di tipo TOC utilizzata sia sulla condotta principale e per l'allacciamenti per Perugia

10.1 SORGENTI DI EMISSIONE

Le fonti di inquinamento sono localizzate presso i cantieri agli estremi del TOC dove sono alloggiati il cantiere principale costituito dal RING di perforazione, dall'unità di produzione dell'energia, dall'unità fanghi ecc e dall'altro lato dall'area che verrà destinata alla colonna di varo per l'inserimento della condotta.

Va considerato che le sorgenti degli inquinanti insistono su entrambe le aree, durante la perforazione del foro pilota sul cantiere principale mentre durante il varo sull'area opposta rispetto alla trenchless.

10.1.1 CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI EMISSIVE

Nella Figura 10-A si riporta un esempio delle geometrie considerata nel modello previsionale, si tratta di due aree distinte, la prima dove è posizionato un RING di perforazione del foro pilota è caratterizzata da attività di 24 ore al giorno con funzionamento continuo, mentre l'area al lato opposto della TOC è quella destinata all'inserimento della tubazione (lungo quest'area si posizionano i posatubi per l'operazione di varo). In considerazione della distanza delle due aree, che pertanto insistono su aree diverse, sono state considerate come singole sorgenti nella valutazione previsionale.

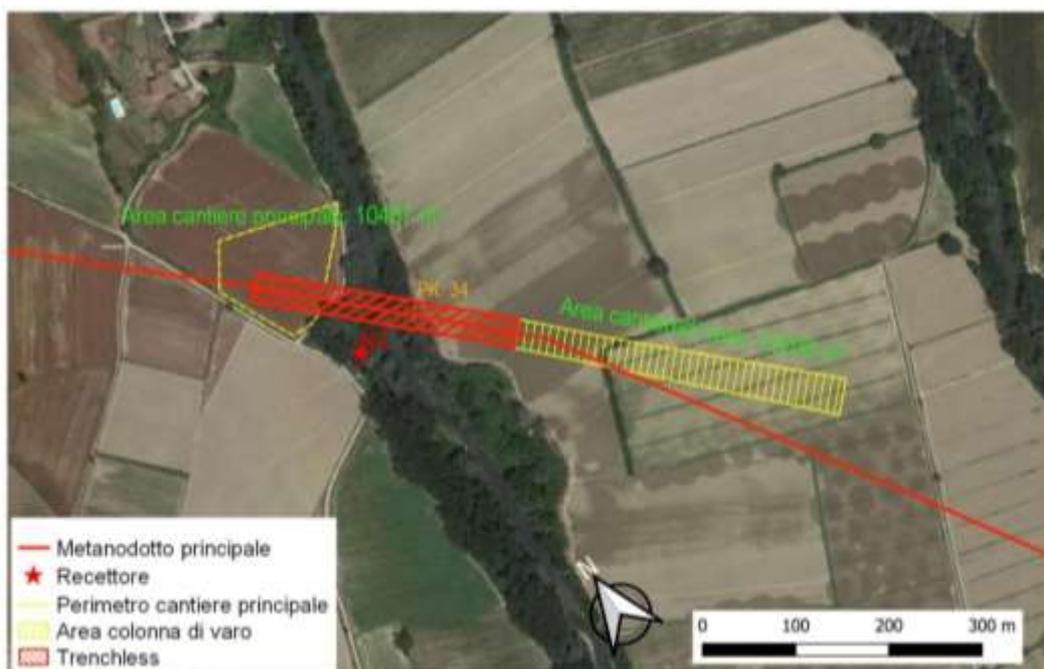


Figura 10-A Esempio di cantiere per la realizzazione di TOC

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 123 di 156 | Rev. 0 |

Ai fini della simulazione verranno considerate le caratteristiche elencate in Tabella 10-A

| | | |
|---|-----|-----|
| Contenuto nei terreni di limo (silt) (Tabella 6-C) | % | 8,5 |
| Umidità del terreno % (Tabella 6-B) | % | 3,4 |
| Percentuale di PM10 sul PTS calcolato mediante procedura EPA AP-42 | % | 60 |
| Velocità del vento media dell'area di progetto come riportato in Cap. 5.3 | m/s | 2,3 |

Tabella 10-A: Caratteristiche dei terreni movimentati e dati generali.

Vista la variabilità delle aree di cantiere si riportano nella successiva tabella le effettive superfici del cantiere principale ove è presente dalla buca di perforazione.

| Superficie cantiere principale con RING | Progressiva KM | Recettore interferito |
|---|----------------|-----------------------|
| 4083 m ² | 6 | P2 BIS |
| 3448 m ² | 16 | P7 |
| 6732 m ² | 20 | P11 |
| 10487 m ² | 34 | N2 |
| 15661 m ² | 38 | N3 |
| 11265 | 44 | P19 |
| 5290 | - | PA7 |

Tabella 10-B: Superfici effettive dei cantieri di perforazione linea principale e allacci.

Vista la variabilità delle aree di cantiere si riportano nella successiva tabella le effettive superfici interessate dalle operazioni di varo della condotta

| Superficie cantiere operazioni varo | Progressiva KM | Recettore interferito |
|-------------------------------------|----------------|-----------------------|
| 3388 m ² | 6 | P2 BIS |
| 2788 m ² | 16 | P7 |
| 5530 m ² | 20 | P12 BIS |
| 12200 m ² | 34 | N2 |
| 13051 m ² | 38 | N3 |
| 12887 | 43 | P18 |
| 18754 | - | PA7 |

Tabella 10-C: Superfici effettive dei cantieri di varo della condotta.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 124 di 156 | Rev. 0 |

10.1.2 MEZZI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE

La stima delle emissioni di inquinanti durante la realizzazione del TOC si deve tenere in considerazione che le fasi di lavoro sequenziali e non contemporanee, pertanto, le emissioni non sono da ritenersi cumulabili.

L'entità degli impatti varia, pertanto, con la fase del progetto, alla quale è legata una composizione dei mezzi di cantiere che sono contemporaneamente attivi.

Per tale motivo, la caratterizzazione delle emissioni è stata impostata prendendo come riferimento la composizione di mezzi specifica di ogni fase e valutando la fase più impattante per ogni inquinante.

La quantificazione delle emissioni in atmosfera è anche influenzata dalla durata delle attività di cantiere. Nel caso in esame si ipotizza che la giornata lavorativa per la perforazione si protrae per 24 ore al giorno con funzionamento continuo, mentre per il varo della condotta la giornata lavorativa è pari a 10 ore.

Per la percorrenza giornaliera si prevede una media di 500 metri per tutti i mezzi durante la perforazione all'interno dell'area cantiere oggetto di simulazione, durante le operazioni di varo (infilaggio tubo) vista la numerosità dei mezzi si considera una percorrenza media dei mezzi pesanti di 250 metri, per i mezzi stradali si considera una percorrenza media di 2 Km.

Nella successiva tabella si riportano l'effettivo numero dei mezzi d'opera in combinazione con le fasi di cantiere e la posizione in cui si trovano durante la fase di infilaggio tubo.

| Automezzo impiegato | Peso in ton | Potenza HP | Perforazione foro pilota | Infilaggio tubo | |
|---------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|-----------|
| | | | | Cantiere principale | Area varo |
| Posatubi | 30 | 120 | | | 7 |
| Autocarro/camion | 20 ^{Nota1} | - | 1 | | 1 |
| Fuoristrada | 2 | - | | | 1 |
| Compressore | - | 250 | 1 | 1 | |
| Auto-gru | 30 | 250 | 1 | 1 | |
| Ring | - | 500 | 1 | 1 | |
| Generatore | - | 175 | 1 | 1 | |

Tabella 10-D: Schema utilizzo mezzi d'opera

Nota 1 Valore medio considerando la massa a pieno carico e la massa in condizioni di viaggio a vuoto

10.1.3 INQUINANTI EMESSI

Il rifacimento del metanodotto oggetto del presente studio è responsabile di emissioni di inquinanti in atmosfera unicamente durante la fase di realizzazione dell'opera.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIALE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 125 di 156 | Rev. 0 |

Dalle caratteristiche delle attività previste per ogni fase considerando i mezzi d'opera coinvolti e gli algoritmi calcolo indicati nel capitolo 0 si calcolano per ogni fase le quantità prodotte dei principali inquinanti in particolare sono state determinate:

- Emissione di polveri PM₁₀ e gas esausti (NO_x, CO, SO₂) dai motori a combustione dei mezzi pesanti.
- Emissione di polveri PM₁₀ e gas esausti (NO_x, CO, SO₂) dai motori a combustione dei mezzi stradali.
- Sollevamento di polveri PM₁₀ per transito mezzi pesanti su strada non asfaltata.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 126 di 156 | Rev. 0 |

10.2 PERFORAZIONE FORO PILOTA

10.2.1 SCOTICO SUPERFICIALE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

10.2.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

10.2.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|--|----------------|-------------------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 1,893 |
| | Ore lavoro giornaliere | h | 24 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | Vedi Tabella 10-B |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,022 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 1893 |

Tabella 10-E: Polveri PM₁₀ dal risollevarimento del transito dei mezzi.

10.2.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|-------------------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliere | h | 24 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | Vedi Tabella 10-B |
| | CO | g/sec | 0,225 |
| | NO _x | g/sec | 0,235 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0009 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,008 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 19471 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 20312 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 81 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 732 |

Tabella 10-F: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 127 di 156 | Rev. 0 |

10.3 INFILAGGIO TUBO CANTIERE

In questa fase va considerato che in entrambi i cantieri (cantiere principale con in RING e area destinata alle operazioni di infilaggio tubazione) sono presenti macchine operatrici che producono inquinamento, pertanto verranno stimate in modo separato per assegnare a ciascuna area i relativi flussi emissivi.

10.3.1 SCOTICO SUPERFICIALE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

10.3.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

10.3.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE CANTIERE PRINCIPALE

In questa area durante le operazioni di infilaggio tubazione si registrano limitati transiti di automezzi, pertanto, non si ritiene significativo.

10.3.4 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE AREA DI VARO

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|--|----------------|-------------------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 2,720 |
| | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | Vedi Tabella 10-C |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,103 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 3720 |

Tabella 10-G: Polveri PM₁₀ dal risollelamento del transito dei mezzi.

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 128 di 156 | Rev. 0 |

10.3.5 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI CANTIERE PRINCIPALE

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA. In questo caso si considerano solo le macchine operatrici che insistono in quest'area.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|-------------------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | Vedi Tabella 10-B |
| | CO | g/sec | 0,226 |
| | NO _x | g/sec | 0,235 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0010 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,009 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 8113 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 8463 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 34 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 305 |

Tabella 10-H: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali presso il cantiere principale

10.3.6 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI NELL'AREA DI VARO.

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA. In questo caso si considerano solo le macchine operatrici che insistono in quest'area.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|-------------------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | Vedi Tabella 10-B |
| | CO | g/sec | 0,300 |
| | NO _x | g/sec | 0,218 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0005 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,011 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 10817 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 7853 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 19 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 410 |

Tabella 10-I: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali presso l'area di varo.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 129 di 156 | Rev. 0 |

10.4 PORTATA DEGLI INQUINANTI EMESSI

La tabella seguente (Tabella 10-J) riepiloga i valori delle emissioni, calcolati considerando i dati e le ipotesi descritte precedentemente, utilizzati ai fini della modellazione della dispersione utilizzando i valori più elevati riscontrati in termini di flusso emissivo poiché le fasi non avvengono simultaneamente.

| Fase | Contributo: | CO | NOx | SO ₂ | PM ₁₀ |
|---|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | | g/giorno | g/giorno | g/giorno | g/giorno |
| PERFORAZIONE FORO PILLOTA Durata 24 ore | Polveri fase scortico | | | | |
| | Polveri fase scavo | | | | |
| | Transito mezzi | | | | 1893 |
| | Gas macchine oper. | 19471 | 20312 | 81 | 732 |
| | Totale | 19471 | 20312 | 81 | 2625 |
| INFILAGGIO TUBO "CANTIERE PRINCIPALE" Durata 10 ore | Polveri fase scortico | | | | |
| | Polveri fase scavo | | | | |
| | Transito mezzi | | | | |
| | Gas macchine oper. | 8113 | 8463 | 34 | 305 |
| | Totale | 8113 | 8463 | 34 | 305 |
| INFILAGGIO TUBO "AREA VARO" Durata 10 ore | Polveri fase scortico | | | | |
| | Polveri fase scavo | | | | |
| | Transito mezzi | | | | |
| | Gas macchine oper. | 10817 | 7852 | 19 | 410 |
| | Totale | 10817 | 7852 | 19 | 410 |

| | | | | |
|--|--------------|--------------|-----------|-------------|
| Massimo di tutte le fasi cantiere principale: | 19471 | 20312 | 81 | 2625 |
| Area varo durante infilaggio tubo: | 10817 | 7852 | 19 | 410 |

Tabella 10-J: Quadro riassuntivo emissioni inquinanti divise per fasi.

Nella tabella soprastante è stata inserita solo la fase "Area varo durante infilaggio tubo" in quanto si tratta di un'unica fase.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RIFORNITA LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITA 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 130 di 156 | Rev. 0 |

Considerando la effettiva superficie dei cantieri principali (area con Ring di perforazione) possiamo calcolare i seguenti flussi emissivi unitari:

| Recettore interferito | Superficie sorgente | CO | Nox | SO ₂ | PM ₁₀ |
|-----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | m ² | g/s/m ² | g/s/m ² | g/s/m ² | g/s/m ² |
| N2 | 10487 | 0,00002149 | 0,00002242 | 0,00000009 | 0,00000695 |
| P19 | 11265 | 0,00002001 | 0,00002087 | 0,00000008 | 0,00000647 |
| N3 | 15661 | 0,00001439 | 0,00001501 | 0,00000006 | 0,00000466 |
| P11 | 6732 | 0,00003348 | 0,00003492 | 0,00000014 | 0,00001083 |
| PA7 | 5290 | 0,00004260 | 0,00004444 | 0,00000018 | 0,00001378 |
| P2BIS | 4083 | 0,00005519 | 0,00005757 | 0,00000027 | 0,00001786 |
| P7 | 3448 | 0,00006535 | 0,00006817 | 0,00000027 | 0,00002114 |

Tabella 10-K Flussi Emissivi calcolati per ogni area di cantiere principale del TOC

Considerando le effettive superficie delle aree di varo possiamo calcolare i seguenti flussi emissivi unitari:

| Recettore interferito | Superficie sorgente | CO | NOx | SO ₂ | PM ₁₀ |
|-----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | m ² | g/s/m ² | g/s/m ² | g/s/m ² | g/s/m ² |
| N2 | 12200 | 0,00002463 | 0,00001788 | 0,00000004 | 0,00000940 |
| P18 | 12887 | 0,00002332 | 0,00001693 | 0,00000004 | 0,00000890 |
| N3 | 13051 | 0,00002302 | 0,00001672 | 0,00000004 | 0,00000879 |
| P12 BIS | 5530 | 0,00005434 | 0,00003945 | 0,00000010 | 0,00002075 |
| PA7 | 18754 | 0,00001602 | 0,00001163 | 0,00000003 | 0,00000612 |
| P2 BIS | 3388 | 0,00008870 | 0,00006440 | 0,00000016 | 0,00003387 |
| P7 | 2788 | 0,00010777 | 0,00007824 | 0,00000019 | 0,00004115 |

Tabella 10-L Flussi Emissivi calcolati per ogni area di varo del TOC

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 131 di 156 | Rev. 0 |

11 EMISSIONI SCAVO A CIELO APERTO – ALL. SECONDARI - DN 100

L'attività lavorativa oggetto del presente capitolo è quella che riguarda la realizzazione degli allacciamenti secondari con tubazioni DN 100 (4") mediante scavo aperto, in particolare verrà valutato un tratto di cantiere corrispondente all'avanzamento medio giornaliero valutando la sua interferenza massima sul recettore da valutare (ponendo il baricentro del cantiere di fronte allo stesso).

11.1 SORGENTI DI EMISSIONE

11.1.1 GEOMETRIA DELLE SORGENTI EMISSIVE

Ai fini della simulazione verranno considerate le caratteristiche elencate in Tabella 8-A

| | | |
|--|-------------------|------|
| Larghezza dell'area di cantiere effettivamente interessata dagli scavi e dal passaggio di mezzi pesanti posto sul lato destro della condotta rispetto alla direzione gas | m | 8 |
| Larghezza dell'area di cantiere effettivamente interessata dagli scavi e dal passaggio di mezzi pesanti posto sul lato sinistro della condotta rispetto alla direzione gas | m | 6 |
| Avanzamento giornaliero (L) cantiere | m | 300 |
| Base maggiore scavo (B vedi Figura 11-A) | m | 3,04 |
| Base minore scavo (b vedi Figura 11-A) | m | 1,3 |
| Altezza scavo (H vedi Figura 11-A) | m | 2,1 |
| Larghezza scortico (Ls vedi Figura 11-A) per l'apertura pista | m | 14 |
| Profondità scortico (Ps vedi Figura 11-A) per l'apertura pista | m | 0,4 |
| Densità terreno (ρ) scavato | kg/m ³ | 1800 |
| Volume terreno movimentato "SCORTICO" | m ³ | 1680 |
| Massa terreno movimentato "SCORTICO" | ton | 3024 |
| Volume terreno movimentato "SCAVO" | m ³ | 1107 |
| Massa terreno movimentato "SCAVO" | ton | 1992 |
| Contenuto nei terreni di limo (silt) (Tabella 6-C) | % | 8,5 |
| Umidità del terreno % (Tabella 6-B) | % | 3,4 |
| Percentuale di PM10 sul PTS calcolato mediante procedura EPA AP-42 | % | 60 |
| Velocità del vento media dell'area di progetto come riportato in Cap. 5.3 | m/s | 2,3 |

Tabella 11-A: Caratteristiche della tratta giornaliera per le fasi di scortico e scavo.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 132 di 156 | Rev. 0 |

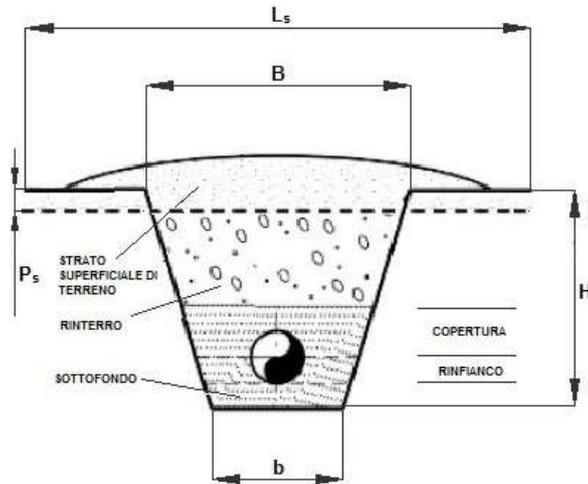


Figura 11-A: Sezione tipo dello scavo per l'alloggiamento delle condotte.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 133 di 156 | Rev. 0 |

11.1.2 MEZZI COINVOLTI NELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE

La valutazione delle emissioni rappresenta una fase cruciale dello studio e tutt'altro che immediata, in quanto si tratta di 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 fasi successive e non contemporanee lungo il tracciato.

L'entità degli impatti varia, pertanto, con la fase del progetto, alla quale è legata una composizione dei mezzi di cantiere che sono contemporaneamente in movimento, e con l'orografia del territorio in cui si opera, che determina una diversa diffusione delle emissioni in atmosfera.

Per tale motivo, la caratterizzazione delle emissioni è stata impostata prendendo come riferimento la composizione di mezzi specifica di ogni fase e valutando la fase più impattante per ogni inquinante.

La quantificazione delle emissioni in atmosfera è anche influenzata dalla durata delle attività di cantiere. Nel caso in esame si ipotizza che la giornata lavorativa sia pari a 10 ore, durante le quali si succedono le principali fasi di realizzazione dell'opera.

Nella successiva tabella si riportano l'effettivo numero dei mezzi d'opera in combinazione con le fasi di cantiere

| Automezzo impiegato | Peso in ton | Potenza HP | Apertura pista | Scavo | Saldatura | Posa | Rinterro |
|---------------------|---------------------|------------|----------------|-------|-----------|------|----------|
| Posatubi | 30 | 120 | | | | 2 | |
| Escavatore | 30 | 120 | 1 | 2 | | | 1 |
| Ruspa | 30 | 120 | 1 | | | | 1 |
| Autocarro | 20 ^{Nota1} | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Fuoristrada | 2 | - | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Pala cingolata | 30 | 120 | 1 | | | | |
| Pay-welder | 30 | 120 | | | 3 | | |
| Compressore | - | 250 | | | 1 | 1 | |

Tabella 11-B: Schema utilizzo mezzi d'opera

Nota 1 Valore medio considerando la massa a pieno carico e la massa in condizioni di viaggio a vuoto

Per la percorrenza giornaliera si prevede una media di 500 metri per tutti i mezzi ad esclusione dell'autocarro e del fuoristrada dove si ipotizzano circa 2 Km all'interno dell'area cantiere oggetto di simulazione.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 134 di 156 | Rev. 0 |

11.1.3 INQUINANTI EMESSI

Il rifacimento del metanodotto oggetto del presente studio è responsabile di emissioni di inquinanti in atmosfera unicamente durante la fase di realizzazione dell'opera.

Dalle caratteristiche delle attività previste per ogni fase considerando i mezzi d'opera coinvolti e gli algoritmi di calcolo indicati nel capitolo 0 si calcolano per ogni fase le quantità prodotte dei principali inquinanti in particolare sono state determinate:

- Sollevamento di polveri PM₁₀ per scortico e sbancamento del materiale superficiale;
- Sollevamento di polveri PM₁₀ per scavo e movimentazione di terra;
- Emissione di polveri PM₁₀ e gas esausti (NO_x, CO, SO₂) dai motori a combustione dei mezzi pesanti.
- Emissione di polveri PM₁₀ e gas esausti (NO_x, CO, SO₂) dai motori a combustione dei mezzi stradali.
- Sollevamento di polveri PM₁₀ per transito mezzi pesanti su strada non asfaltata.

11.2 STIMA DELLA FASE APERTURA PISTA

11.2.1 SCOTICO SUPERFICIALE

Nella successiva tabella si riportano i valori relativi alla fase di scortico secondo la metodologia prevista dalla "Heavy construction operations" dell'AP-42 come illustrato nel capitolo 6.2.1.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|------------------------------|---|----------------|--------|
| Scortico superficiale | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Emission Factory polveri PTS | Kg/Km | 5,7 |
| | Rateo polveri PM ₁₀ /PTS | % | 60 |
| | Lunghezza Tracciato giornaliero | m | 300 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | Kg/Km | 3,42 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | Emission Factory polveri PTS | Kg/gg | 1,71 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | Kg/gg | 1,03 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,0285 |
| | Input sorgente PM ₁₀ | g/giorno | 1026 |

Tabella 11-C: Polveri PM10 sollevate dalla fase di scortico.

11.2.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

In questo caso specifico non si applica il calcolo perché questo contributo è considerato nella metodologia precedente.

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 135 di 156 | Rev. 0 |

11.2.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|---|--|----------------|--------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 3,283 |
| | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,091 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 3283 |

Tabella 11-D: Polveri PM₁₀ dal risollevarimento del transito dei mezzi.

11.2.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI DA CANTIERE E MEZZI STRADALI DA TRASPORTO

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|---|---|----------------|--------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | CO | g/sec | 0,196 |
| | NO _x | g/sec | 0,182 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0003 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,013 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 7073 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 6560 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 12 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 452 |

Tabella 11-E: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

11.3 STIMA DELLA FASE SCAVO

11.3.1 SCOTICO SUPERFICIALE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFORNITA LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITA 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 136 di 156 | Rev. 0 |

11.3.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

Attraverso la metodologia “Aggregate Handling and Storage Piles” dell’AP-42 (US-EPA), e la velocità media calcolata vedi capitolo 5.3.5 si possono calcolare le polveri PM₁₀ di questa fase:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|-------------------|--|--------------------------|-------------|
| Fase scavo | Velocità media del vento (U) | m/s | 2,3 |
| | Quantità di umidità nel materiale in % (M) | % | 3,4 |
| | Peso movimentato giornaliero | x 10 ³ Kg (t) | 1992 |
| | Particle size multiplier (K) | - | 0,35 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | EMISSION FACTOR (E) | Kg/t | 0,000282264 |
| | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 0,562 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,016 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 562 |

Tabella 11-F: Polveri PM₁₀ dalle operazioni di scavo.

11.3.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|--|----------------|--------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 2,847 |
| | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,079 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 2847 |

Tabella 11-G: Polveri PM₁₀ dal risollevarimento del transito dei mezzi.

11.3.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall’AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell’ISPRA.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 137 di 156 | Rev. 0 |

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|--------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | CO | g/sec | 0,126 |
| | NO _x | g/sec | 0,094 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0002 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,005 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 4526 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 3390 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 8 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 187 |

Tabella 11-H: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 138 di 156 | Rev. 0 |

11.4 STIMA DELLA FASE SALDATURA

11.4.1 SCOTICO SUPERFICIALE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

11.4.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

11.4.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|--|----------------|--------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 1,973 |
| | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,055 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 1973 |

Tabella 11-I: Polveri PM₁₀ dal risollevarimento del transito dei mezzi.

11.4.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|--------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | CO | g/sec | 0,128 |
| | NO _x | g/sec | 0,153 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0004 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,008 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 4598 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 5508 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 13 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 282 |

Tabella 11-J: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 139 di 156 | Rev. 0 |

11.5 STIMA DELLA FASE POSA

11.5.1 SCORTICO SUPERFICIALE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

11.5.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

11.5.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|--|----------------|--------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 2,847 |
| | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,079 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 2847 |

Tabella 11-K: Polveri PM₁₀ dal risolleciamento del transito dei mezzi.

11.5.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|--------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | CO | g/sec | 0,119 |
| | NO _x | g/sec | 0,127 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0003 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,005 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 4271 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 4555 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 12 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 191 |

Tabella 11-L: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 140 di 156 | Rev. 0 |

11.6 STIMA DELLA FASE RINTERRO E RIPRISTINO

11.6.1 SCORTICO SUPERFICIALE

Non applicabile a questa fase di cantiere.

11.6.2 POLVERI SCAVO E MOVIMENTAZIONE

Attraverso la metodologia “Aggregate Handling and Storage Piles” dell'AP-42 (US-EPA), e la velocità media calcolata vedi capitolo 5.3.5 si possono calcolare le polveri PM10 di questa fase:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|-----------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| Fase rinterro e ripristino | Velocità media del vento (U) | m/s | 2,3 |
| | Quantità di umidità nel materiale in % (M) | % | 3,4 |
| | Peso movimentato giornaliero | x 10 ³ Kg (t) | 5016 |
| | Particle size multiplier (K) | - | 0,35 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | EMISSION FACTOR (E) | Kg/t | 0,000282264 |
| | Polveri PM10 sollevata al giorno | Kg/gg | 1,416 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,039 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 1416 |

Tabella 11-M: Polveri PM₁₀ dalle operazioni di rinterro e ripristino.

11.6.3 POLVERI TRANSITO MEZZI STRADE NON PAVIMENTATE

Considerando il numero dei mezzi utilizzati si può calcolare il contributo di questa fase come riassunto nella successiva tabella:

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|--|----------------|--------|
| Polveri transito mezzi strade non pavimentate | Polveri PM ₁₀ sollevata al giorno | Kg/gg | 2,330 |
| | Ore lavoro giornaliera | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | Emission Factory polveri PM ₁₀ | g/sec | 0,065 |
| | Input sorgente calpuff | g/giorno | 2330 |

Tabella 11-N: Polveri PM₁₀ dal risollevarimento del transito dei mezzi.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 141 di 156 | Rev. 0 |

11.6.4 EMISSIONI DELLE MACCHINE OPERATRICI E STRADALI

Per quanto riguarda le emissioni di macchine operatrici si utilizza la metodologia sviluppata dall'AQMD (South Coast Air Quality Management District) come illustrato nel capitolo 6.2.4, mentre per i mezzi stradali si utilizzano i dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA.

| Fase | Parametro | UM | Valore |
|--|---|----------------|--------|
| Emissioni delle macchine operatrici e stradali. | Ore lavoro giornaliere | h | 10 |
| | Area cantiere (sorgente) | m ² | 4200 |
| | CO | g/sec | 0,146 |
| | NO _x | g/sec | 0,138 |
| | SO ₂ | g/sec | 0,0002 |
| | PM ₁₀ | g/sec | 0,010 |
| | CO Input sorgente calpuff | g/giorno | 5266 |
| | NO _x Input sorgente calpuff | g/giorno | 4956 |
| | SO ₂ Input sorgente calpuff | g/giorno | 9 |
| | PM ₁₀ Input sorgente calpuff | g/giorno | 344 |

Tabella 11-O: Gas e polveri emesse dai motori dei mezzi d'opera e stradali.

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 142 di 156 | Rev. 0 |

11.7 PORTATA DEGLI INQUINANTI EMESSI

La tabella seguente (Tabella 11-P) riassume i valori delle emissioni, calcolati considerando i dati e le ipotesi descritte precedentemente, utilizzati ai fini della modellazione della dispersione utilizzando i valori più elevati riscontrati in termini di flusso emissivo poiché le fasi non avvengono simultaneamente.

| Fase | Contributo: | CO | NOx | SO₂ | PM₁₀ |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|------------------------|
| | | g/giorno | g/giorno | g/giorno | g/giorno |
| Apertura pista | Polveri fase scortico | | | | 1026 |
| | Polveri fase scavo | | | | 0 |
| | Transito mezzi | | | | 3283 |
| | Gas macchine oper. | 7073 | 6560 | 12 | 452 |
| | Totale | 7073 | 6560 | 12 | 4761 |
| Scavo | Polveri fase scortico | | | | 0 |
| | Polveri fase scavo | | | | 562 |
| | Transito mezzi | | | | 2847 |
| | Gas macchine oper. | 4526 | 3390 | 8 | 187 |
| | Totale | 4526 | 3390 | 8 | 3596 |
| Saldatura | Polveri fase scortico | | | | 0 |
| | Polveri fase scavo | | | | 0 |
| | Transito mezzi | | | | 1973 |
| | Gas macchine oper. | 4598 | 5508 | 13 | 282 |
| | Totale | 4598 | 5508 | 13 | 2255 |
| Posa | Polveri fase scortico | | | | 0 |
| | Polveri fase scavo | | | | 0 |
| | Transito mezzi | | | | 2847 |
| | Gas macchine oper. | 4271 | 4555 | 12 | 191 |
| | Totale | 4271 | 4555 | 12 | 3038 |
| Rinterro | Polveri fase scortico | | | | 0 |
| | Polveri fase scavo | | | | 1416 |
| | Transito mezzi | | | | 2330 |
| | Gas macchine oper. | 5266 | 4956 | 9 | 344 |
| | Totale | 5266 | 4956 | 9 | 4090 |
| Massimo di tutte le fasi | | 7073 | 6560 | 13 | 4761 |

Tabella 11-P: Quadro riassuntivo emissioni inquinanti divise per fasi.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 143 di 156 | Rev. 0 |

Considerando le effettive superfici dei cantieri possiamo calcolare i seguenti flussi emissivi unitari:

| Superficie sorgente | CO | NO_x | SO₂ | PM₁₀ |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| m² | g/s/m² | g/s/m² | g/s/m² | g/s/m² |
| 4200 | 0,0000468 | 0,0000434 | 0,0000001 | 0,0000315 |

Tabella 11-Q: Flussi Emissivi calcolati per ogni area di cantiere ALL. SECONDARI - DN 100

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 144 di 156 | Rev. 0 |

12 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Lo studio modellistico relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera rilasciati durante le operazioni di cantiere per la realizzazione del progetto in esame è stato condotto sulla base di stime di emissioni di PM₁₀ e di NO_x di SO₂ e CO secondo standard internazionali consolidati.

Al fine delle simulazioni non sono considerati significativi i contributi delle sorgenti in termini delle emissioni di anidride solforosa di monossido di carbonio viste le quantità emesse rispetto ai limiti applicabili.

Inoltre gli studi modellistici sono stati condotti secondo le seguenti ipotesi conservative:

- Fattori di emissione stimati ipotizzando un'attività continua di durata pari a 10 h per tutte le fasi, ad eccezione della fase di perforazione del microtunnel e della perforazione del foro pilota del TOC che può durare fino a 24 ore.
- Fattori di emissione costanti, ipotizzando che nelle ore di emissione avvenga sempre la fase maggiormente impattante.

I risultati delle simulazioni, in termini di distribuzioni spaziali delle concentrazioni al suolo attese di PM₁₀ e di NO₂ per le sorgenti individuate lungo il tracciato del metanodotto principale sono riportati nelle mappe contenute in Allegato 1 mentre i risultati delle simulazioni di PM₁₀ e NO₂ per le sorgenti localizzate lungo gli allacciamenti sono riportati nelle mappe contenute in Allegato 1a

Dato il carattere temporaneo e giornaliero delle attività di cantiere, verranno presentati i risultati inerenti alle medie di breve termine. Per il caso in oggetto, infatti, non è ritenuta significativa la rappresentazione dei valori medi annuali delle concentrazioni al suolo per il fatto che la realizzazione di un gasdotto, per sua natura, si completa tramite cantieri mobili, anche non consecutivi e comunque di breve durata, che consentono in breve tempo il completo recupero dei terreni interessati, e un limitato disturbo all'ambiente circostante.

Si riportano i valori numerici e le mappe riguardanti i valori:

- del 90,4-esimo percentile del valore su media giornaliera del PM₁₀ (coerentemente con i limiti di legge),
- del 99,8-esimo percentile del valore su media oraria degli NO₂ (coerentemente con i limiti di legge).

I risultati presentati nei capitoli successivi sono diversificati in base alla tipologia dei recettori presi in esame. Per i recettori di tipo residenziale (P) le concentrazioni vengono calcolate in modo puntuale sul lato più prossimo al cantiere, mentre per i recettori naturalistici (N), essendo aree estese, si valuta la superficie (espressa in penetrazione, m) interessata dal superamento del limite.

Si precisa che le mappe riportano la stima dei valori di concentrazione alla quale saranno esposti, in corso d'opera, i recettori individuati a causa del cantiere, tale valore va sommato al valore di fondo così come determinato nel capitolo 5.4.3

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 145 di 156 | Rev. 0 |

12.1 CONCENTRAZIONE DELLE POLVERI PM10

Nella successiva tabella si riportano i valori calcolati dal modello previsionale a cui si sommano i valori di fondo determinati attraverso i dati misurati delle stazioni di misura prossime all'opera.

Va considerato che il limite di riferimento è pari a 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per l'anno civile

12.1.1 RECETTORI DI TIPO NATURALISTICO (SIGLATI CON N) – CONDOTTA PRINCIPALE

| Nome recettore | Nome sorgente | Area naturalistica | Tipologia di scavo | Superamento del limite di 50 µg/m ³ | Dimensione dell'area interessata dal superamento |
|----------------|---------------|---|-------------------------|---|---|
| N1 | S_N1 | ZSC IT5210003 Fiume Tevere tra San Giustino e Pierantonio | Scavo a cielo aperto | NO | - |
| N2 | S_N2 | ZSC IT5210003 Fiume Tevere tra San Giustino e Pierantonio | Cantiere principale TOC | NO | - |
| N3 | S_N3 | ZSC IT5210003 Fiume Tevere tra San Giustino e Pierantonio | Cantiere principale TOC | NO | - |
| N4 | S_N4 | ZSC IT5210003 Fiume Tevere tra San Giustino e Pierantonio | Scavo a cielo aperto | SI con valori compresi entro i 55 µg/m ³ | In corrispondenza di 5 metri all'interno dell'area naturalistica. |
| N5 | S_N5 | SIC IT 5210025 Zona Speciale di Conservazione Ansa degli Ornari | Scavo a cielo aperto | NO | - |

Tabella 12-A Valori del PM10 sui recettori naturalistici.

Per maggior dettagli si rimanda all'allegato 1 dove sono rappresentate le iso-concentrazioni di PM10 rispetto alle aree naturalistiche.

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>Costruzione - Materiali - Impianti - Assistenza progettazione - Direzione Lavori</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 146 di 156 | Rev. 0 |

12.1.2 RECETTORI DI TIPO RESIDENZIALE (SIGLATI CON P) – CONDOTTA PRINCIPALE

| Nome recettore: | Sorgente simulata | | PM ₁₀ - 90,4 percentile media giornaliera (µg/m ³) | | |
|-----------------|-------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------|
| | Nome | Chilometrica (baricentro) | Valore calcolato A (Calpuff) | Valore di fondo B (Cap 0) | Valore totale A+B |
| P1 | S1 | 1 | 5,1 | 20,4 | 25,5 |
| P2 | S2 | 5 | 13,8 | 20,4 | 34,2 |
| P3 | S3 | 7 | 5,9 | 20,4 | 26,3 |
| P4 | S4 | 10 | 5,9 | 20,4 | 26,3 |
| P5 | S5 | 12 | 11,4 | 20,4 | 31,8 |
| P6 | S6 | 14 | 4,9 | 20,4 | 25,3 |
| P8 | S8 | 17 | 6,8 | 20,4 | 27,2 |
| P9 | S9 | 19 | 7,6 | 20,4 | 28,0 |
| P10 | S10 | 19 | 3,8 | 20,4 | 24,2 |
| P12 | S12 | 21 | 7,5 | 20,4 | 27,9 |
| P13 | S13 | 22 | 6,7 | 20,4 | 27,1 |
| P14 | S14 | 24 | 20,8 | 20,4 | 41,2 |
| P15 | S15 | 25 | 15,4 | 20,4 | 35,8 |
| P17 | S17 | 39 | 3,8 | 20,4 | 24,2 |
| P18 | S18 | 43 | 5,6 | 20,4 | 26,0 |
| P20 | S20 | 47 | 3,3 | 20,4 | 23,7 |
| P21 | S21 | 51 | 9,6 | 20,4 | 30 |
| P22 | S22 | 54 | 15,8 | 20,4 | 36,2 |
| P23 | S23 | 56 | 10,9 | 20,4 | 31,3 |
| P24 | S24 | 61 | 8,8 | 20,4 | 29,2 |
| P25 | S25 | 65 | 6,2 | 20,4 | 26,6 |
| P27 | S27 | 70 | 9,5 | 20,4 | 29,9 |
| P28 | S28 | 75 | 4,1 | 20,4 | 24,5 |
| P29 | S29 | 76 | 12,6 | 20,4 | 33 |
| P30 | S30 | 79 | 12,6 | 20,4 | 33 |
| P32 | S32 | 90 | 9,7 | 20,4 | 30,1 |
| P33 | S33 | 93 | 7,0 | 20,4 | 27,4 |
| P34 | S34 | 95 | 13,6 | 20,4 | 34,0 |
| P35 | S35 | 96 | 16,8 | 20,4 | 37,2 |

Tabella 12-B Valori di PM₁₀ sui singoli recettori

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 147 di 156 | Rev. 0 |

12.1.3 RECETTORI DI TIPO RESIDENZIALE (SIGLATI CON P E PA) - TOC LATO CANTIERE PRINCIPALE

| Nome recettore: | Sorgente simulata | | PM ₁₀ - 90,4 percentile media giornaliera (µg/m ³) | | |
|-----------------|-------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------|
| | Nome | Chilometrica (baricentro) | Valore calcolato A (Calpuff) | Valore di fondo B (Cap 0) | Valore totale A+B |
| P2 BIS | S2 BIS | 6 | 2,7 | 20,4 | 23,1 |
| P7 | S7 | 16 | 1,7 | 20,4 | 22,1 |
| P11 | S11 | 20 | 9,5 | 20,4 | 29,9 |
| P19 | S19 | 44 | 2,5 | 20,4 | 22,9 |
| PA7 | SA7 | - | 6,5 | 20,4 | 26,9 |

Tabella 12-C Valori di PM10 sui singoli recettori

12.1.4 RECETTORI DI TIPO RESIDENZIALE (SIGLATI CON P E PA) - TOC LATO AREA VARO

| Nome recettore: | Sorgente simulata | | PM ₁₀ - 90,4 percentile media giornaliera (µg/m ³) | | |
|-----------------|-------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------|
| | Nome | Chilometrica (baricentro) | Valore calcolato A (Calpuff) | Valore di fondo B (Cap 0) | Valore totale A+B |
| P2 BIS | S2 BIS | 6 | 0,5 | 20,4 | 20,9 |
| P7 | S7 | 16 | 6,8 | 20,4 | 27,2 |
| P12BIS | S11 | 20 | 6,7 | 20,4 | 27,1 |
| P18 | S19 | 42 | 2,6 | 20,4 | 23 |
| PA7 | SA7 | - | 0,1 | 20,4 | 20,5 |

Tabella 12-D Valori di PM10 sui singoli recettori

12.1.5 RECETTORI DI TIPO RESIDENZIALE (SIGLATI CON P E PA) - MICROTUNNEL

| Nome recettore: | Sorgente simulata | | PM ₁₀ - 90,4 percentile media giornaliera (µg/m ³) | | |
|-----------------|-------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------|
| | Nome | Chilometrica (baricentro) | Valore calcolato A (Calpuff) | Valore di fondo B (Cap 0) | Valore totale A+B |
| P16 | S16 | 36 | 1,2 | 20,4 | 21,6 |
| P26 | S26 | 66 | 5,2 | 20,4 | 25,6 |
| P31 | S31 | 81 | 4,0 | 20,4 | 24,4 |
| PA5 | SA5 | - | 0,9 | 20,4 | 21,3 |

Tabella 12-E Valori di PM10 sui singoli recettori

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI TECNICI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 148 di 156 | Rev. 0 |

12.1.6 RECETTORI DI TIPO RESIDENZIALE (SIGLATI CON PA) - ALLACCIAMENTI

| Nome recettore: | Sorgente simulata | | PM ₁₀ - 90,4 percentile media giornaliera (µg/m ³) | | |
|-----------------|-------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------|
| | Nome | Chilometrica (baricentro) | Valore calcolato A (Calpuff) | Valore di fondo B (Cap 0) | Valore totale A+B |
| PA1 | SA1 | - | 5,7 | 20,4 | 26,1 |
| PA2 | SA2 | - | 12,6 | 20,4 | 33 |
| PA3 | SA3 | - | 2,9 | 20,4 | 23,3 |
| PA4 | SA4 | - | 6,7 | 20,4 | 27,1 |
| PA6 | SA6 | - | 8,9 | 20,4 | 29,3 |
| PA8 | SA8 | - | 7,7 | 20,4 | 28,1 |
| PA9 | SA9 | - | 12,2 | 20,4 | 32,6 |
| PA10 | SA10 | - | 12 | 20,4 | 32,4 |
| PA11 | SA11 | - | 27,2 | 20,4 | 47,6 |

Tabella 12-F Valori di PM₁₀ sui singoli recettori

Dall'analisi delle tabelle soprastanti si può evidenziare che non si riscontrano superamenti del limite per quel che riguarda la concentrazione delle polveri PM₁₀ ad esclusione di un lieve superamento in corrispondenza di un fronte di 5 metri a causa dello scavo a cielo aperto S_N4.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 149 di 156 | Rev. 0 |

12.2 CONCENTRAZIONE DEL BISSIDO DI AZOTO NO₂

Si precisa che i fattori di emissione stimati ai paragrafi precedenti fanno riferimento agli ossidi di azoto totali (NO_x), mentre i limiti di legge è fissato solo per gli NO₂.

È necessario quindi definire il rapporto NO₂/NO_x nell'area, che può variare in funzione di molti fattori, quali le concentrazioni dei rispettivi inquinanti e la presenza di ozono. Nel presente studio è stato cautelativamente fissato un rapporto NO₂/NO_x pari a 0,70, in quanto, analizzando il valore medio del rapporto NO₂/NO_x sui valori misurati dalle stazioni di riferimento relativa alla rete di ARPA Sicilia.

La presente tabella riporti i valori calcolati considerando i valori del fondo esistente di NO₂.

Va considerato che il limite di riferimento è pari a 200 µg/m³ NO₂ da non superare più di 18 volte per l'anno civile

12.2.1 RECETTORI DI TIPO NATURALISTICO (SIGLATI CON N) - CONDOTTA PRINCIPALE

| Nome recettore | Nome sorgente | Area naturalistica | Tipologia di scavo | Superamento del limite di 200 µg/m ³ | Dimensione dell'area interessata dal superamento |
|----------------|---------------|---|-------------------------|--|--|
| N1 | S_N1 | ZSC IT5210003 Fiume Tevere tra San Giustino e Pierantonio | Scavo a cielo aperto | SI con valori compresi entro i 250 µg/m ³ | In corrispondenza di 10 metri all'interno dell'area naturalistica. |
| N2 | S_N2 | ZSC IT5210003 Fiume Tevere tra San Giustino e Pierantonio | Cantiere principale TOC | SI con valori compresi entro i 250 µg/m ³ | In corrispondenza di 80 metri all'interno dell'area naturalistica. |
| N3 | S_N3 | ZSC IT5210003 Fiume Tevere tra San Giustino e Pierantonio | Cantiere principale TOC | NO | - |
| N4 | S_N4 | ZSC IT5210003 Fiume Tevere tra San Giustino e Pierantonio | Scavo a cielo aperto | SI con valori compresi entro i 250 µg/m ³ | In corrispondenza di 15 metri all'interno dell'area naturalistica. |
| N5 | S_N5 | SIC IT 5210025 Zona Speciale di Conservazione Ansa degli Ornari | Scavo a cielo aperto | NO | - |

Tabella 12-G Valori del PM10 sui recettori naturalistici.

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 150 di 156 | Rev. 0 |

Infine si riportano altre considerazioni in altre zone naturalistiche coinvolte nella valutazione di recettori residenziali in particolar modo:

| Nome recettore | Nome sorgente | Area naturalistica | Tipologia di scavo | Superamento del limite di 200 µg/m ³ | Dimensione dell'area interessata dal superamento |
|----------------|---------------|---|-------------------------|--|--|
| P16 | S16 | ZSC IT5210003 Fiume Tevere tra San Giustino e Pierantonio | Microtunnel | SI con valori compresi entro i 250 µg/m ³ | In corrispondenza di 65 metri all'interno dell'area naturalistica. |
| P19 | S19 | ZSC IT5210003 Fiume Tevere tra San Giustino e Pierantonio | Cantiere principale TOC | SI con valori compresi entro i 250 µg/m ³ | In corrispondenza di 80 metri all'interno dell'area naturalistica. |

Per maggior dettagli si rimanda all'allegato 1 dove sono rappresentate le iso-concentrazioni di NO₂ rispetto alle aree naturalistiche

12.2.2 RECETTORI DI TIPO RESIDENZIALE (SIGLATI CON P) - CONDOTTA PRINCIPALE

| Nome recettore: | Sorgente simulata | | NO ₂ - 99,8 percentile media oraria (µg/m ³) | | |
|-----------------|-------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------|
| | Nome | Chilometrica (baricentro) | Valore calcolato A (Calpuff) | Valore di fondo B (Cap 0) | Valore totale A+B |
| P1 | S1 | 1 | 61,8 | 15,6 | 77,4 |
| P2 | S2 | 5 | 126,3 | 15,6 | 141,9 |
| P3 | S3 | 7 | 76,7 | 15,6 | 92,3 |
| P4 | S4 | 10 | 61,8 | 15,6 | 77,4 |
| P5 | S5 | 12 | 119,5 | 15,6 | 135,1 |
| P6 | S6 | 14 | 78 | 15,6 | 93,6 |
| P8 | S8 | 17 | 68,9 | 15,6 | 84,5 |
| P9 | S9 | 19 | 72,7 | 15,6 | 88,3 |
| P10 | S10 | 19 | 37 | 15,6 | 52,6 |
| P12 | S12 | 21 | 63,7 | 15,6 | 79,3 |
| P13 | S13 | 22 | 70,8 | 15,6 | 86,4 |
| P14 | S14 | 24 | 150,1 | 15,6 | 165,7 |
| P15 | S15 | 25 | 123,1 | 15,6 | 138,7 |
| P17 | S17 | 39 | 52,2 | 15,6 | 67,8 |
| P18 | S18 | 43 | 89,8 | 15,6 | 105,4 |

| | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 151 di 156 | Rev. 0 |

| Nome recettore: | Sorgente simulata | | NO ₂ - 99,8 percentile media oraria (µg/m ³) | | |
|-----------------|-------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------|
| | Nome | Chilometrica (baricentro) | Valore calcolato A (Calpuff) | Valore di fondo B (Cap 0) | Valore totale A+B |
| P20 | S20 | 47 | 37,8 | 15,6 | 53,4 |
| P21 | S21 | 51 | 86,6 | 15,6 | 102,2 |
| P22 | S22 | 54 | 135,2 | 15,6 | 150,8 |
| P23 | S23 | 56 | 91,1 | 15,6 | 106,7 |
| P24 | S24 | 61 | 91,8 | 15,6 | 107,4 |
| P25 | S25 | 65 | 54,8 | 15,6 | 70,4 |
| P27 | S27 | 70 | 114 | 15,6 | 129,6 |
| P28 | S28 | 75 | 50,7 | 15,6 | 66,3 |
| P29 | S29 | 76 | 113,6 | 15,6 | 129,2 |
| P30 | S30 | 79 | 92,2 | 15,6 | 107,8 |
| P32 | S32 | 90 | 107,8 | 15,6 | 123,4 |
| P33 | S33 | 93 | 73,4 | 15,6 | 89 |
| P34 | S34 | 95 | 107,6 | 15,6 | 123,2 |
| P35 | S35 | 96 | 153,2 | 15,6 | 168,8 |

Tabella 12-H: Valori di NO₂ sui singoli recettori.

12.2.3 RECETTORI DI TIPO RESIDENZIALE (SIGLATI CON P E PA) - TOC LATO CANTIERE PRINCIPALE

| Nome recettore: | Sorgente simulata | | NO ₂ - 99,8 percentile media oraria (µg/m ³) | | |
|-----------------|-------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------|
| | Nome | Chilometrica (baricentro) | Valore calcolato A (Calpuff) | Valore di fondo B (Cap 0) | Valore totale A+B |
| P2 BIS | S2 BIS | 6 | 171,2 | 15,6 | 186,8 |
| P7 | S7 | 16 | 74,2 | 15,6 | 89,8 |
| P11 | S11 | 20 | 194,4 | 15,6 | 210 |
| P19 | S19 | 44 | 2,5 | 15,6 | 22,9 |
| PA7 | SA7 | - | 6,5 | 15,6 | 26,9 |

Tabella 12-I: Valori di NO₂ sui singoli recettori.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ANALISI PROGETTAZIONE - RIFERIMENTI TECNICI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 152 di 156 | Rev. 0 |

12.2.4 RECETTORI DI TIPO RESIDENZIALE (SIGLATI CON P E PA) - TOC LATO AREA VARO

| Nome recettore: | Sorgente simulata | | NO ₂ - 99,8 percentile media oraria (µg/m ³) | | |
|-----------------|-------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------|
| | Nome | Chilometrica (baricentro) | Valore calcolato A (Calpuff) | Valore di fondo B (Cap 0) | Valore totale A+B |
| P2 BIS | S2 BIS | 6 | 13,0 | 15,6 | 28,6 |
| P7 | S7 | 16 | 48,1 | 15,6 | 63,7 |
| P12BIS | S11 | 20 | 101,0 | 15,6 | 116,6 |
| P18 | S19 | 42 | 49,4 | 15,6 | 65,0 |
| PA7 | SA7 | - | 0,5 | 15,6 | 16,1 |

Tabella 12-J: Valori di NO₂ sui singoli recettori.

12.2.5 RECETTORI DI TIPO RESIDENZIALE (SIGLATI CON P E PA) - MICROTUNNEL

| Nome recettore: | Sorgente simulata | | NO ₂ - 99,8 percentile media oraria (µg/m ³) | | |
|-----------------|-------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------|
| | Nome | Chilometrica (baricentro) | Valore calcolato A (Calpuff) | Valore di fondo B (Cap 0) | Valore totale A+B |
| P16 | S16 | 36 | 124,2 | 15,6 | 139,8 |
| P26 | S26 | 66 | 167,9 | 15,6 | 183,5 |
| P31 | S31 | 81 | 320,0 | 15,6 | 335,6 |
| PA5 | SA5 | - | 113,9 | 15,6 | 129,5 |

Tabella 12-K: Valori di NO₂ sui singoli recettori.

Recettori di tipo residenziale (siglati con P) - allacciamenti

| Nome recettore: | Sorgente simulata | | NO ₂ - 99,8 percentile media oraria (µg/m ³) | | |
|-----------------|-------------------|---------------------------|---|---------------------------|-------------------|
| | Nome | Chilometrica (baricentro) | Valore calcolato A (Calpuff) | Valore di fondo B (Cap 0) | Valore totale A+B |
| PA1 | SA1 | - | 70,2 | 15,6 | 85,8 |
| PA2 | SA2 | - | 84,7 | 15,6 | 100,3 |
| PA3 | SA3 | - | 47,1 | 15,6 | 62,7 |
| PA4 | SA4 | - | 76,7 | 15,6 | 96,3 |
| PA6 | SA6 | - | 73,4 | 15,6 | 89 |
| PA8 | SA8 | - | 73,4 | 15,6 | 89 |
| PA9 | SA9 | - | 96,8 | 15,6 | 112,4 |
| PA10 | SA10 | - | 104,6 | 15,6 | 120,2 |
| PA11 | SA11 | - | 162,7 | 15,6 | 178,3 |

Tabella 12-L: Valori di NO₂ sui singoli recettori.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 153 di 156 | Rev. 0 |

Dall'analisi delle tabelle soprastanti si può evidenziare che si riscontrano due superamenti del limite per quel che riguarda la concentrazione di biossido di azoto NO₂, per il recettore P11 e per il recettore P31. Mentre per le aree naturalistiche si registrano lievi superamenti in corrispondenza di aree molto limitate in particolare in corrispondenza delle seguenti sorgenti: S_N1, S_N2, S_N4, S16, S19.

13 MISURE DI MITIGAZIONE DA ATTIVARE IN FASE DI CANTIERE

Nella valutazione previsionale **non sono state considerate le misure di mitigazione** che possono essere attivate per ridurre gli effetti riducendo le concentrazioni effettive in modo sostanziale.

In ogni caso al fine di mitigare i temporanei impatti sulla qualità dell'aria, in fase di cantiere saranno prese tutte le misure necessarie a ridurre le emissioni in atmosfera. In particolare saranno adottate le seguenti modalità operative:

- bagnatura periodica delle superfici di cantiere in relazione al passaggio dei mezzi e delle operazioni di carico/scarico, con aumento della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva;
- ottimizzazione del carico dei mezzi di trasporto al fine di limitare il numero di viaggi necessari all'approvvigionamento dei materiali;
- nella movimentazione e carico del materiale polverulento sarà garantita una ridotta altezza di caduta del materiale sul mezzo di trasporto, per limitare al minimo la dispersione di polveri;
- la velocità massima all'interno dell'area di cantiere è di 5 km/h, tale da garantire la stabilità dei mezzi e del loro carico.
- il trasporto di materiale sfuso, che possa dare origine alla dispersione di polveri, avverrà con mezzi telonati;
- durante le operazioni di carico/scarico dell'automezzo sarà spento sempre il motore;
- nell'area di cantiere il materiale sarà coperto con teli traspiranti o comunque mantenuto umido in modo da minimizzare la dispersione di polveri.
- adozione di velocità ridotta da parte dei mezzi pesanti;
- utilizzo di mezzi di cantiere che rispondano ai limiti di emissione previsti dalle normative vigenti, ossia dotati di sistemi di abbattimento del particolato di cui si prevederà idonea e frequente manutenzione e verifica dell'efficienza.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 154 di 156 | Rev. 0 |

14 CONCLUSIONI

Lo stato ante-operam della qualità dell'aria così come rilevato dal sistema di monitoraggio di qualità dell'aria presente nelle province di interesse, non evidenzia situazioni critiche per le polveri, così come per gli NO₂.

Lo studio in esame ha permesso di valutare l'impatto sulla qualità dell'aria presso i recettori nello scenario del periodo dei lavori cioè "in corso d'opera", ovvero sommando il contributo, in termini di concentrazione, determinato dalle emissioni di PM₁₀ e NO_x durante le attività di cantiere associate alla realizzazione dei metanodotti in oggetto al valore rappresentativo delle concentrazioni Ante Operam.

Lo studio non evidenzia particolari rischi di superamento dei limiti normativi vigenti. L'inquinante maggiormente critico è rappresentato dagli NO₂, le polveri al contrario determinano un contributo limitato rispetto al limite normativo.

I valori delle concentrazioni al suolo per NO₂ e PM₁₀, in corrispondenza dei recettori limitrofi ai gasdotti in progetto, risultano essere la maggior parte delle volte inferiori ai limiti normativi vigenti. Le uniche eccezioni sono relative ad alcuni recettori per i quali si registrano concentrazioni superiori ai limiti previsti per gli NO₂, in particolare in corrispondenza di opere per le quali viene utilizzata la tecnica a microtunnel (P31) ed opere TOC (P11); non si registrano invece superamenti sulle opere a scavo aperto rispetto a recettori residenziali. In generale, durante lo scavo a cielo aperto, le valutazioni condotte hanno evidenziato che la ricaduta degli inquinanti al suolo interessa una fascia che si estende al massimo fino a 300 m dall'asse della linea di scavo. A distanze superiori gli effetti sono da considerarsi trascurabili.

L'utilizzo di opere trenchless determina un impatto maggiore per quanto concerne gli NO₂, ma si rimarca che a 3-400 m dall'asse di scavo l'impatto possa essere considerato comunque limitato. Per quanto riguarda le aree naturalistiche si registrano limitate porzioni con valori maggiori rispetto ai limiti di NO₂, per le polveri PM10 si registra un solo caso in corrispondenza di N4 dove una porzione irrisoria è coinvolta nel superamento del limite (5 metri).

Dato il carattere temporaneo e giornaliero delle attività di cantiere in oggetto è stato stimato un contributo trascurabile in termini di incremento dei valori medi annuali delle concentrazioni al suolo per PM₁₀ e NO₂ originato da tali attività. Tale assunzione è giustificata dal fatto che 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. È quindi possibile ipotizzare trascurabile anche il contributo in termini di NO_x mediato su anno civile, per cui la normativa di riferimento riporta il valore limite per la protezione della vegetazione. Anche per le opere trenchless (Microtunnel e TOC) le fasi più impattanti legate al cantiere non andranno oltre qualche settimana.

Data l'estrema temporaneità dei tratti di cantiere simulati, rappresentativi dell'avanzamento giornaliero della linea e le condizioni estremamente conservative utilizzate per le simulazioni, si può affermare che gli impatti sulla qualità dell'aria saranno del tutto temporanei, trascurabili e reversibili. Tanto più che al fine di minimizzare gli impatti e garantire il rispetto dei limiti normativi vigenti saranno obbligatoriamente adottate, da parte dell'impresa operante in cantiere, idonee misure contenimento delle emissioni.

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - RISTRUTTURAZIONE</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 155 di 156 | Rev. 0 |

15 BIBLIOGRAFIA

- [1] Database regione UMBRIA per l'anno 2020 sito:
https://www.arpa.umbria.it/resources/docs/Qualit%C3%A0%20aria%20in%20Umbria_2020.pdf),
- [2] Database regione Toscana per l'anno 2019 sito:(http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/archivio_dati_orari.)
- [3] Banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA basata sull'EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 è le Guidelines IPCC 2006 relativamente ai gas serra.
- [4] *"Air Quality Analysis Guidance Handbook" (Handbook) Off-Roads Mobile Source Emission Factors*
- [5] *AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.2: Miscellaneous Sources – Unpaved Roads" (USEPA 2006).*
- [6] *AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.3: Heavy Construction Operations" (USEPA 1995).*
- [7] *AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.4: Storage handling piles" (USEPA 2006).*
- [8] Zannetti, P., 1990: Air Pollution Modeling: Theories, Computational Methods And Available Software, Computational Mechanics Publications, Southhampton, Boston
- [9] *Pasquill F. (1974): Atmospheric diffusion – Wiley, New York, NY, USA) e in Approved Methods for the Modelling and Assessment of Air Pollutants in NSW*

| | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA  <small>CONSULENZA (MATERIE) - INGEGNERIA - ARCHITETTURA PROGETTAZIONE - DIREZIONE LAVORI</small> | COMMESSA NR/20047 | UNITÀ 00 |
| | LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA | LSC-122 | |
| | PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse | Pagina 156 di 156 | Rev. 0 |

ELENCO ALLEGATI

ALLEGATO 1 - Rappresentazione delle sorgenti di cantiere, delle dispersioni in atmosfera e posizione recettori. – Condotta principale

ALLEGATO 1a - Rappresentazione delle sorgenti di cantiere, delle dispersioni in atmosfera e posizione recettori. – Allacciamenti