

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 1 di 111	Rev. 0

Progetto

RIFACIMENTO METANODOTTO SANSEPOLCRO – FOLIGNO
E OPERE CONNESSE

RELAZIONE GEOLOGICA



0	Emissione	Gasperini	Polloni	Luminari	30/09/2021
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 2 di 111	Rev. 0

INDICE

1	PREMESSA	4
1.1	Scopo del lavoro.....	7
1.2	Elaborati di riferimento	8
1.3	Inquadramento normativo e raccomandazioni.....	9
2	LOCALIZZAZIONE DELL'OPERA	10
3	LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI E GEOLOGICI	13
3.1	Inquadramento geomorfologico	13
3.1.1	Alta Val Tiberina PK 0+000 – 19+000 e 26+000 – 68+000	15
3.1.2	Rilievi collinari di Città di Castello PK 19+000 – 26+000.....	17
3.1.3	Valle Umbra PK 68+000 – 96+742	17
3.2	Inquadramento geologico	18
3.3	Inquadramento strutturale	27
3.4	Formazioni geologiche interferite	30
3.4.1	Depositi Continentali quaternari.....	30
3.4.2	Elementi geomorfologici.....	30
3.4.3	Unità stratigrafiche Pleistoceniche.....	30
3.4.4	Unità tettonica umbro-romagnola	31
3.5	Campagna di indagini geognostiche e geofisiche	32
4	IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA	33
4.1	Inquadramento idrografico	33
4.2	Idrogeologia.....	35
5	INTERFERENZE DELL'INTERVENTO CON AREE A PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA	43
5.1	Pericolosità idraulica.....	43
5.2	Pericolosità geomorfologica.....	49
6	SISMICITÀ	56
6.1	Zonazione sismogenetica	56
6.2	Catalogo DISS (Database of Individual Seismigenetic Sources)	57
6.3	Catalogo faglie attive e capaci ITHACA	58
6.4	Sismicità del territorio.....	60
6.5	Microzonazione sismica.....	61
6.6	Effetti sismoindotti	62

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 3 di 111	Rev. 0

7	DESCRIZIONE GEOLOGICA DEL TRACCIATO.....	64
7.1	Metanodotto Sansepolcro – Foligno DN 400 (16'') – DP 75 bar	64
7.1.1	Da PK 0+000 Stazione L/R loc. Gragnano Alto a PK 14+049 PIL loc. Villa Facchinetti	64
7.1.2	Da PK 14+049 PIL Loc. Villa Facchinetti a PK 24+453 S.P. n. 106	69
7.1.3	Da PK 24+453 S.P. n. 106 a PK 41+000 trenchless Niccone	77
7.1.4	Da PK 41+000 trenchless Niccone a PK 49+857 trenchless Tevere 4	81
7.1.5	Da PK 49+857 trenchless Tevere 4 a PK 67+156 trenchless Tevere 5	84
7.1.6	Da PK 67+156 trenchless Tevere 5 a PK 81+789 trenchless Fiume Chiascio	88
7.1.7	Da PK 81+789 trenchless Fiume Chiascio a PK 96+742 Stazione Lancio e Ricevimento Loc. La Pasciana	92
7.2	Der. per Perugia DN 400 (16'') – DP 75 bar	95
7.3	All. Colussi Perugia Spa – DN 100 (4'') – DP 75 bar	98
7.4	Der. per S. Giustino DN 100 (4'') – DP 75 bar	99
7.5	All. Luxenia Umbro Tiberina DN 100 (4'') – DP 75 bar	100
7.6	Der. per Bastia Umbra DN 150 (6'') – DP 75 bar	100
7.7	All. Com. Assisi 1^ Pr. DN 100 (4'') – DP 75 bar	100
7.8	All. Bonaca - Cannara DN 100 (4'') – DP 75 bar	101
7.9	All. Ceramica Falcinelli DN 100 (4'') – DP 75 bar	101
7.10	Attraversamenti trenchless	101
8	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	108
	BIBLIOGRAFIA	110
	ALLEGATI E ANNESSI.....	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 4 di 111	Rev. 0

1 PREMESSA

Il progetto denominato “Rifacimento Metanodotto Sansepolcro-Foligno e opere connesse” prevede la 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 minori, alcuni dei quali derivanti direttamente dal metanodotto principale, di diametro e lunghezze variabili, per una lunghezza complessiva pari a circa 31,5 km a cui sono associate le relative dismissioni delle linee esistenti per uno sviluppo complessivo di circa 31,3 km.

In particolare i metanodotti oggetto del presente studio, il cui tracciato è indicato nei disegni in scala 1:10.000 PG-TP-001, PG-TP-002, RIM-TP-001, RIM-TP-002, consistono in:

Elenco dei metanodotti in progetto

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

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 5 di 111	Rev. 0

Denominazione metanodotto	Diametro	DP (bar)	Lunghezza (km)
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
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 [^] Pr.	100	75	0,252
Ric. All. Com. Perugia 2 [^] 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 [^] Pr.	100	75	0,888
All. Ferro Italia	100	75	0,518
Lunghezza complessiva			31,603

Elenco dei metanodotti da porre fuori esercizio

Metanodotto principale in dismissione			
Denominazione metanodotto	Diametro	MOP (bar)	Lunghezza (km)
Met. Sansepolcro-Foligno	250	70 (35)	94,324

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 6 di 111	Rev. 0

Opere connesse in dismissione			
Denominazione metanodotto	Diametro	MOP (bar)	Lunghezza (km)
Der. Per Perugia	200	70	5,319
Pot. Der. per Perugia	250	70	5,331
All. Centrale Compr. Piccini Sansepolcro	80	70	0,149
All. Centrale Compr. Piccini	100	75	0,182
All. Ibp 1° pr. monte cabina	100	70	0,185
All. Nestlè IT Sansepolcro	100 - 150	24	0,062
All. Nestlè IT Sansepolcro	100 - 150	24	0,42
All. Buitoni Spa	100	24	0,002
All. Centria SRL	80	24	0,001
All. Comune Citerna	100	70	0,134
All. Comune S. Giustino	80	70	0,035
Der. per S. Giustino	80	70	1,348
All. Officine Selci	80	70	0,002
All. Nardi Francesco e figli Spa	80	70	0,392
All. Comune di Città di Castello 3 ^a Pr.	100	70	0,206
All. Piccini Paolo	100	70	0,073
All. Com. Città di Castello 1 ^a Pr.	80	70	0,278
All. Sacofgas	80	70	0,227
All. Centrale metano Piccini	80	70	0,110
All. Com. Città di Castello 2 ^a Pr.	80	70	0,262
All. Com. di Umbertide 3 ^a Pr.	100	70	0,070
All. Com. di Umbertide 1 ^a Pr.	80	70	0,096
Derivazione per Gubbio	200	70	0,516
All. Com. Umbertide 2 ^a Pr.	100	70	0,099
All. Comune di Perugia 5 ^a Pr.	150	70	0,284
All. Comune di Perugia 4 ^a Pr.	80	70	0,020
Pot. All. Comune di Perugia 2 ^a Pr.	150	70	0,162
All. Luxenia Umbro Tiberina	80	70	1,723
All. Com. Perugia 2 ^a Pr.	80	70	0,003
All. Colussi SPA	100	70	3,952
All. Deltafina Spa	100	70	0,186

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 7 di 111	Rev. 0

Denominazione metanodotto	Diametro	MOP (bar)	Lunghezza (km)
All. Metano Auto RO.LA	80	70	0,361
All. Mignini e Petrini Spa	100	70	0,073
All. Assisi Gestione e Servizi Srl	80	70	0,106
Der. per Bastia Umbra	100	70	0,149
All. Olivi di Bastia Umbra	100	70	0,031
All. Com. di Bastia Umbra	100	70	0,088
All. Com. Assisi 3 [^] Pr.	100	70	0,163
All. Com. Assisi 1 [^] Pr.	100	70	0,129
All. Ferro Italia	100	70	2,130
All. Com. di Cannara	80	12	0,210
All. Bonaca-Cannara	100	70	1,998
All. Umbracer Srl	100	12	1,611
All. Ceramica Falcinelli	100	70	2,272
All. Com. di Spello	80	70	0,106
Lunghezza complessiva			31,257

1.1 Scopo del lavoro

Nella presente relazione vengono illustrate le caratteristiche geologiche e geomorfologiche delle aree percorse dai gasdotti in progetto; mentre le caratteristiche sismiche del sito e la relativa pericolosità sono riportate nella relazione *LSC-106 Studio di pericolosità sismica*.

La verifica strutturale della tubazione allo scuotimento sismico viene riportata nella relazione *LSC-107 Verifica strutturale allo scuotimento sismico*.

Inoltre, è stata condotta una campagna geognostica e geofisica nonché di prove di laboratorio geotecnico comprensive di:

- n. 61 sondaggi geognostici a carotaggio continuo in cui sono stati prelevati n.107 campioni indisturbati, n.60 prelievi di campioni rimaneggiati e sono state inoltre eseguite n. 154 SPT in foro di sondaggio;
- n. 10 prove penetrometriche dinamiche del tipo *Super heavy* DPSH;
- prove di laboratorio geotecnico sui campioni prelevati;
- n.16 prove MASW;
- n.3 Down-Hole;
- n.3 Prove HVSR;
- n.11 stendimenti geosismici a rifrazione.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 8 di 111	Rev. 0

L'elaborato di riferimento è *LSC-118 Report indagini geognostiche e geofisiche*, la quale contiene la descrizione delle prove di laboratorio e delle indagini in situ, con restituzione ed interpretazione dei dati. La relativa ubicazione è riportata nei disegni PG-TPSO-001 e PG-TPSO-002 (Rif. LSC-118).

Ai fini della caratterizzazione litologica di superficie, si è fatto riferimento anche ai sondaggi ambientali eseguiti nell'ambito della caratterizzazione delle terre e rocce da scavo secondo il D.P.R. 120/2017. In particolare sono stati eseguiti n. 269 sondaggi a carotaggio continuo a profondità comprese tra -2 e -4 m. L'ubicazione dei saggi è riportata nei disegni PG-TPSA-001 e PG-TPSA-002 allegati alla relazione *LSC-105 Piano di utilizzo terre e rocce da scavo*.

Gli allegati agli elaborati del SIA a cui rimanda sono:

- Metanodotti in progetto
 - PG-CGB-001 – Geologia di base
 - PG-CGL-001 – Carta Litotecnica
 - PG-PAI-IDR-001 – Piano di Assetto Idrogeologico - Idraulico
 - PG-TPSO-001 – Tracciato di progetto con ubicazione indagini geognostiche
- Metanodotti in progetto – opere connesse
 - PG-CGB-002 – Geologia di base
 - PG-CGL-002 – Carta Litotecnica
 - PG-PAI-IDR-002 – Piano di Assetto Idrogeologico - Idraulico
 - PG-TPSO-002 – Tracciato di progetto con ubicazione indagini geognostiche
- Metanodotti in dismissione
 - RIM-CGB-001 Tracciato condotta da rimuovere - Geologia di base
 - RIM-PAI-IDR-001 Tracciato condotta da rimuovere - Piano di Assetto Idrogeologico - Idraulico
 - RIM-CGL-001 Tracciato condotta da rimuovere - Carta Litotecnica
- Metanodotti in dismissione
 - RIM-CGB-002 Tracciato condotta da rimuovere - Geologia di base
 - RIM-PAI-IDR-002 Tracciato condotta da rimuovere - Piano di Assetto Idrogeologico - Idraulico
 - RIM-CGL-002 Tracciato condotta da rimuovere - Carta Litotecnica

1.2 Elaborati di riferimento

Per le informazioni di carattere geotecnico, idrogeologico, geomorfologico e sismico, relative alle aree interessate dalle opere in progetto, si rimanda ai documenti di dettaglio di seguito richiamati:

- LSC-104 “Studio idrogeologico di dettaglio”
- LSC-105 “Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo”
- LSC-106 “Studio di pericolosità sismica”
- LSC-107 “Verifica strutturale allo scuotimento sismico”
- LSC-118 “Report indagini geognostiche e geofisiche”
- LSC-119 “Relazione di compatibilità geomorfologica”

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 9 di 111	Rev. 0

1.3 Inquadramento normativo e raccomandazioni

Lo studio effettuato tiene conto della legislazione, della normativa e delle raccomandazioni vigenti, in particolare di:

- D.M. 11 Marzo 1988: *Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.*
- CIRC. 24 Settembre 1988 n° 30483. D.M. 11 Marzo 1988: *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni, Istruzioni per l'applicazione.*
- Ordinanza n. 3274/2003 della Presidenza del Consiglio: *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica*
- Ordinanza n. 3316/2003 della Presidenza del Consiglio: *Modifiche e integrazioni all'Ordinanza n. 3274*
- Ordinanza n. 3431/2005 della Presidenza del Consiglio: *Ulteriori modifiche e integrazioni all'Ordinanza n. 3274*
- UNI ENV 1977-1- EUROCODICE n° 7: *Progettazione geotecnica*
- UNI ENV 1998- 5 - EUROCODICE n° 8: *Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture: Parte 5 fondazioni, strutture di contenimento e aspetti geotecnici*
- Linee Guida n. 13 del Comitato Italiano Gas: *Linee guida per l'applicazione della normativa sismica nazionale alle attività di progettazione, costruzione e verifica dei sistemi di trasporto e distribuzione per gas combustibile.* Ed. Marzo 2009
- D.M. 17 Gennaio 2018: *Norme Tecniche per le costruzioni*
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: *Circolare 21 gennaio 2019, n. 7. Istruzioni per l'applicazione delle NTC.*

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 10 di 111	Rev. 0

2 LOCALIZZAZIONE DELL'OPERA

Il progetto denominato “Metanodotto Sansepolcro - Foligno DN 400 (16”) - DP 75 bar e opere connesse” prevede come principale intervento il rifacimento del metanodotto “*Sansepolcro - Foligno DN 250 (10”) – MOP 70 (35) bar*”, nel tratto compreso tra Sansepolcro (AR) e Foligno (PG).

Il metanodotto nel suo sviluppo attraversa dapprima la regione Toscana, nel comune di Sansepolcro (AR) e successivamente si addentra in regione Umbria, provincia di Perugia nei territori dei seguenti comuni:

- San Giustino (PG)
- Città di Castello (PG)
- Umbertide (PG)
- Montone (PG)
- Perugia (PG)
- Torgiano (PG)
- Bastia Umbra (PG)
- Bettona (PG)
- Assisi (PG)
- Spello (PG)

Il progetto prevede inoltre ulteriori linee che si derivano dal metanodotto principale, anch'esse oggetto di rifacimento/ricollegamento, le quali interessano, oltre i comuni sopracitati, anche quello di Cannara (PG).

L'intera opera, sia per il tratto ricadente nella regione Toscana che Umbria, ricade nei fogli IGM a scala 1:100.000 Città di Castello Fg. 115, Perugia Fg. 122, Assisi Fg. 123, Foligno Fg. 131 e nei sottoelencati fogli della cartografia tecnica della Regioni Toscana e Umbria a scala 1:10.000:

- | | | |
|----------|----------|----------|
| - 289020 | - 299030 | - 300160 |
| - 289060 | - 299080 | - 311100 |
| - 289070 | - 299120 | - 311150 |
| - 289110 | - 300090 | - 311160 |
| - 289120 | - 300130 | - 323040 |
| - 289150 | - 300140 | - 324010 |
| - 289160 | - 289010 | |
| - 299040 | - 300120 | |

In Fig. 2/A si riporta la corografia dell'area interessata dal tracciato, evidenziato con linea rossa il tracciato dei metanodotti in progetto e in Fig. 2/B l'immagine dell'aerea tratta da Google.



PROGETTISTA

COMIS

consulenza materiali - ispezioni - saldatura
progettazione - direzione lavori

COMMESSA
NR/20047

UNITÀ
00

LOCALITA'

REGIONI UMBRIA E TOSCANA

LSC-117

PROGETTO

Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno
e opere connesse

Pagina 11 di 111

Rev.
0

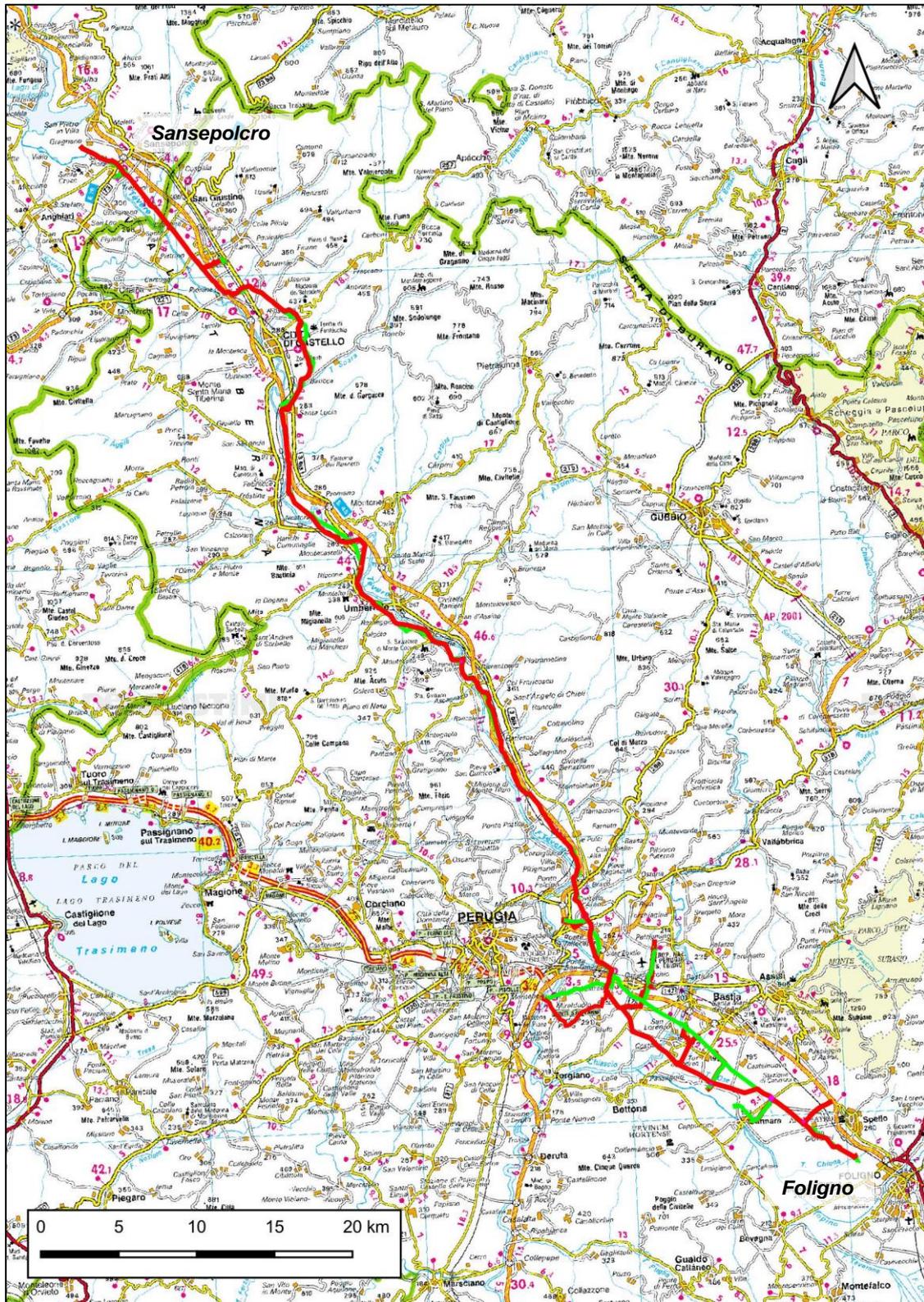


Figura 2—A: Corografia (Linea rossa tracciato metanodotti in progetto, linea verde metanodotti da dismettere)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 12 di 111	Rev. 0

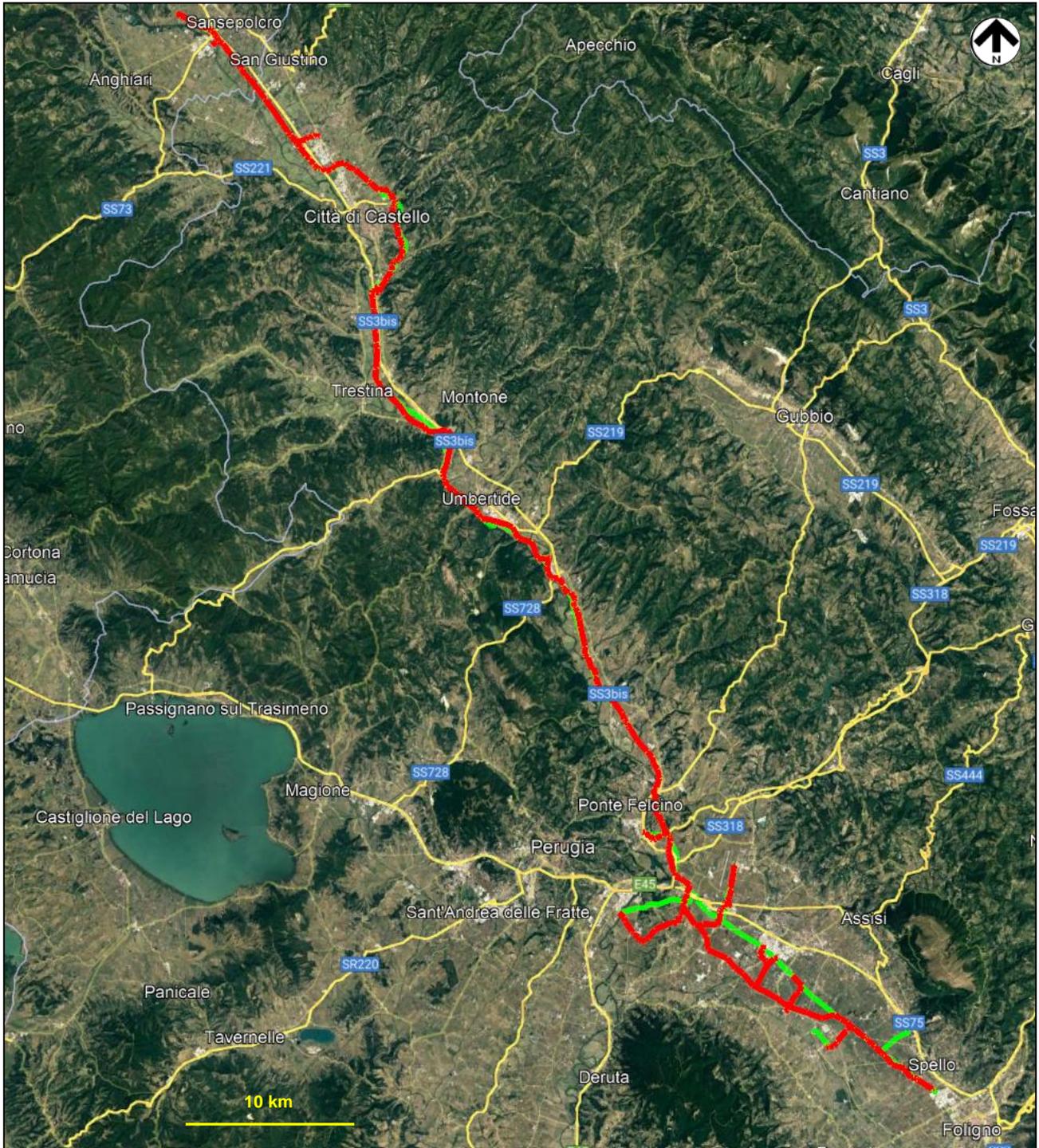


Figura 2—B: Inquadramento territoriale opere in costruzione (in rosso) e dismissione (in verde) – Google Earth

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 13 di 111	Rev. 0

3 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI E GEOLOGICI

3.1 Inquadramento geomorfologico

Il tracciato del metanodotto in oggetto si colloca nell'ambito della Alta Valle Tiberina e della Valle Umbra, depressioni di origine tettonica, oggi percorse dal F. Tevere e dal F. Chiascio coi suoi affluenti. Queste zone di pianura sono bordate da rilievi montuosi, a NE di Sansepolcro si trova l'Alpe della Luna appartenente alla fascia montuosa dell'Appennino Umbro-Marchigiano. A sud dell'area in studio la catena montuosa si richiude delimitando la Valle Umbra tramite i Monti Martani. La fascia occidentale della Val Tiberina è separata dalla Val di Chiana dai rilievi montuosi del M.te Favalto e si chiude verso nord con l'Alpe della Catenaia.

Sotto, in Figura 3—A è riportata una rappresentazione morfologica dell'area su base DTM (Digital Terrain Model) dalla quale si percepiscono i lineamenti fisiografici delle dorsali montuose, delle valli fluviali e delle conche intermontane.

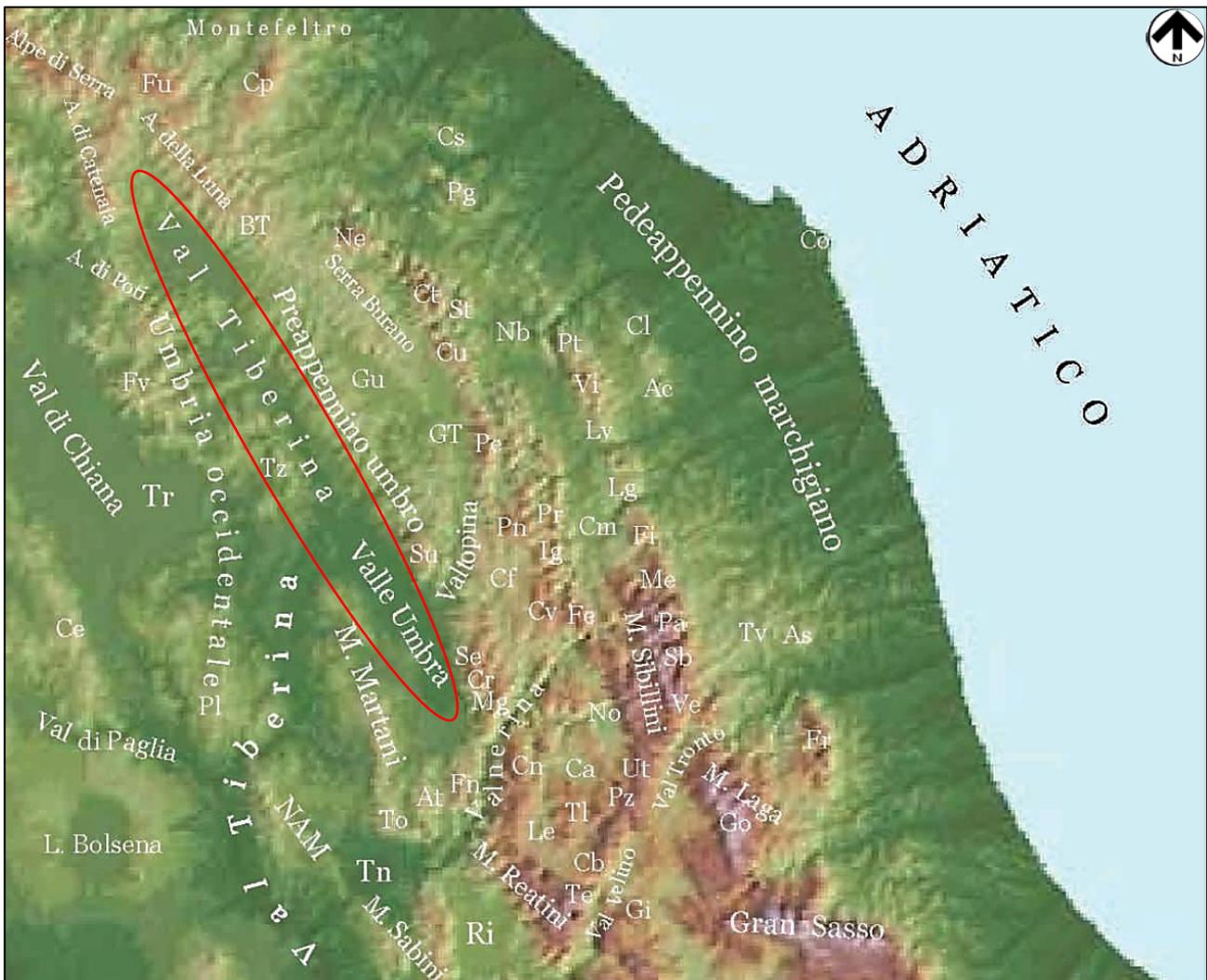


Figura 3—A: Morfologia dell'area umbro-marchigiana, rappresentata con un modello digitale di elevazione del terreno (Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'Appennino Tosco-Umbro-Marchigiano Univ. di Siena). In rosso l'area attraversata dal metanodotto in progetto. Legenda a seguire

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 14 di 111	Rev. 0

LEGENDA= Principali rilievi: Ac=M. Acuto, As=M. Ascensione, At=M. Acetella, BT=Bocca Trabaria, Cb=M. di Cambio, Ce=M. Cetona, Cl=Colle di Catafolle, Cr=M. Cammoro, Cn=M. Coscerno, Co=Promontorio del Conero, Cp=M. Carpegna, Cs=M. Cesana, Ct=M. Catria, Fu=M. Fumaiolo, Cu=M. Cucco, Cv=M. Cavallo, Ig=M. Igno, Fe=M. Fema, Fi=M. Fiegni, Fn=M. Fionchi, Fr=M. dei Fiori, Fv=M. Favalto, Gi=M. Giano, Go=M. Gorzano, Lg=M. Letegge, Lv=M. Lavacelli, Me=M. di Meta, Mg=M. Maggiore, NAM=Dorsale narnese-amerina, Nb=M. Nebbiano, Ne=M. Nerone, Pa=M. Priora, Pe=M. Penna, Pn=M. Pennino, Pg=M. Paganuccio, Pl=M. Peglia, Pr=M. Primo, Pt=M. Pietroso, Pz=M. Pizzuto, Sb=M. Sibilla, Se=M. Serano, St=M. della Strega, Su=M. Subasio, Tl=M. Tolentino, Te=M. Terminillo, To=M. Torre Maggiore, Tv=M. Teveraccio, Tz=M. Tezio, Ut=M. Utero, Ve=M. Vettore, Vi=M. San Vicino, Principali depressioni intramontane: Ca=Cascia, Cf=Colfiorito, Cm=Camerino, GT=Gualdo Tadino, Gu=Gubbio, Le=Leonessa, No=Norcia, Ri=Rieti, Tr=Lago Trasimeno, Tn=Terni.

Come si può ben capire la fisiografia dell'area è piuttosto articolata con rilievi collinari e dorsali montuose incise da un articolato reticolo idrografico. Questa configurazione è il risultato di vari fattori come litologia dei terreni attraversati e assetto strutturale, oltre che dei processi climatici e fluviali. I fiumi che percorrono le aree in oggetto, con particolar riferimento al Tevere, presentano un reticolo angolato a tratti longitudinali in direzione NW-SE, paralleli alla catena, tipico di un'area a controllo strutturale.

Da nord a sud il territorio percorso dal metanodotto in progetto è caratterizzato da una delle più grandi conche intermontane plio-pleistoceniche umbre, ovvero l'antico bacino Tiberino o lago Tiberino. Trattasi di un'ampia depressione di origine tettonica con forma a Y rovesciata e biforcazione in corrispondenza dell'abitato di Perugia. Questo lago ha avuto importanti apporti fluvio-lacustri e palustri a partire dal Pliocene tale da ricoprire un ruolo chiave nell'evoluzione morfologica del territorio.

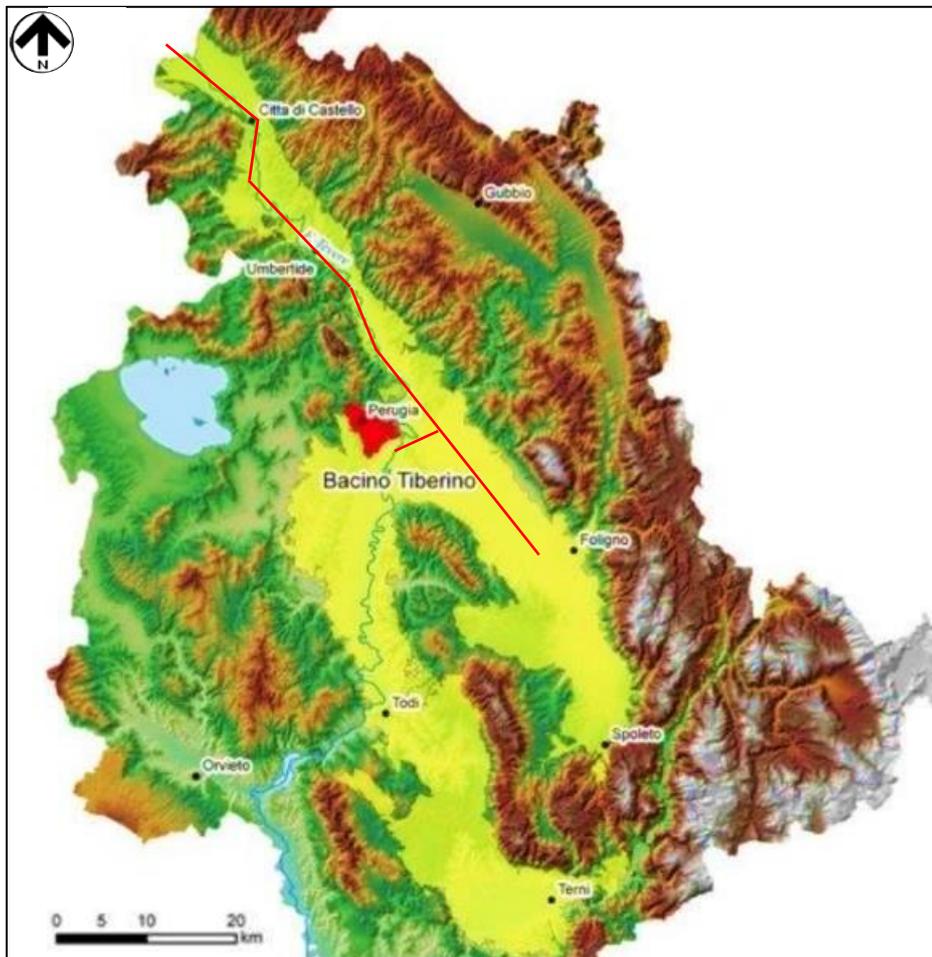


Figura 3—B: Estensione del Lago Tiberino (area gialla) – in rosso il metanodotto in progetto

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 15 di 111	Rev. 0

Di seguito sono descritte le caratteristiche degli ambiti geomorfologici attraversati dall'opera in progetto. Il tracciato in progetto si ubica per il suo primo tratto all'interno dell'ambito dell'Alta Val Tiberina fino alla PK 19+000 circa, dopo la quale aggira il centro abitato di Città di Castello attraversando l'ambito geomorfologico denominato Rilievi collinari di Città di Castello. Alla PK 26+000 circa abbandona quest'ultimo ambito e ritorna all'interno dell'Alta Val Tiberina, percorrendo in parallelismo il fiume Tevere fino alla PK 68+000 dove abbandona la Valle Tiberina per addentrarsi nell'ultimo ambito geomorfologico, quello della Valle Umbra, su cui resta fino alla fine del suo percorso in corrispondenza di Foligno alla PK 96+742.

3.1.1 Alta Val Tiberina PK 0+000 – 19+000 e 26+000 – 68+000

Lungo il suo primo tratto di circa 19 km il metanodotto attraversa la piana dell'Alta Val Tiberina, la quale risulta costituita da depositi fluvio-lacustri su cui sono depositate le alluvioni recenti ed attuali del F. Tevere e degli affluenti che confluiscono dai rilievi al margine della piana.

Essa si apre subito a valle della diga di Montedoglio ed ha una pendenza media del 0.2% in direzione NW-SE. L'elemento di artificialità che predomina sul territorio al di sopra dell'abitato di Sansepolcro è appunto l'invaso artificiale di Montedoglio a valle del quale il Tevere riacquista il suo carattere di naturalità.

La dinamica fluviale è anche il principale fattore di modellamento del territorio che nel tratto in questione scorre all'interno di un letto fluviale a luoghi inciso ed in altri pensile sulle proprie alluvioni. Le forme del rilievo, avendo la regione subito un modellamento esclusivamente di fluvio-denudazione sono prevalentemente dolci.

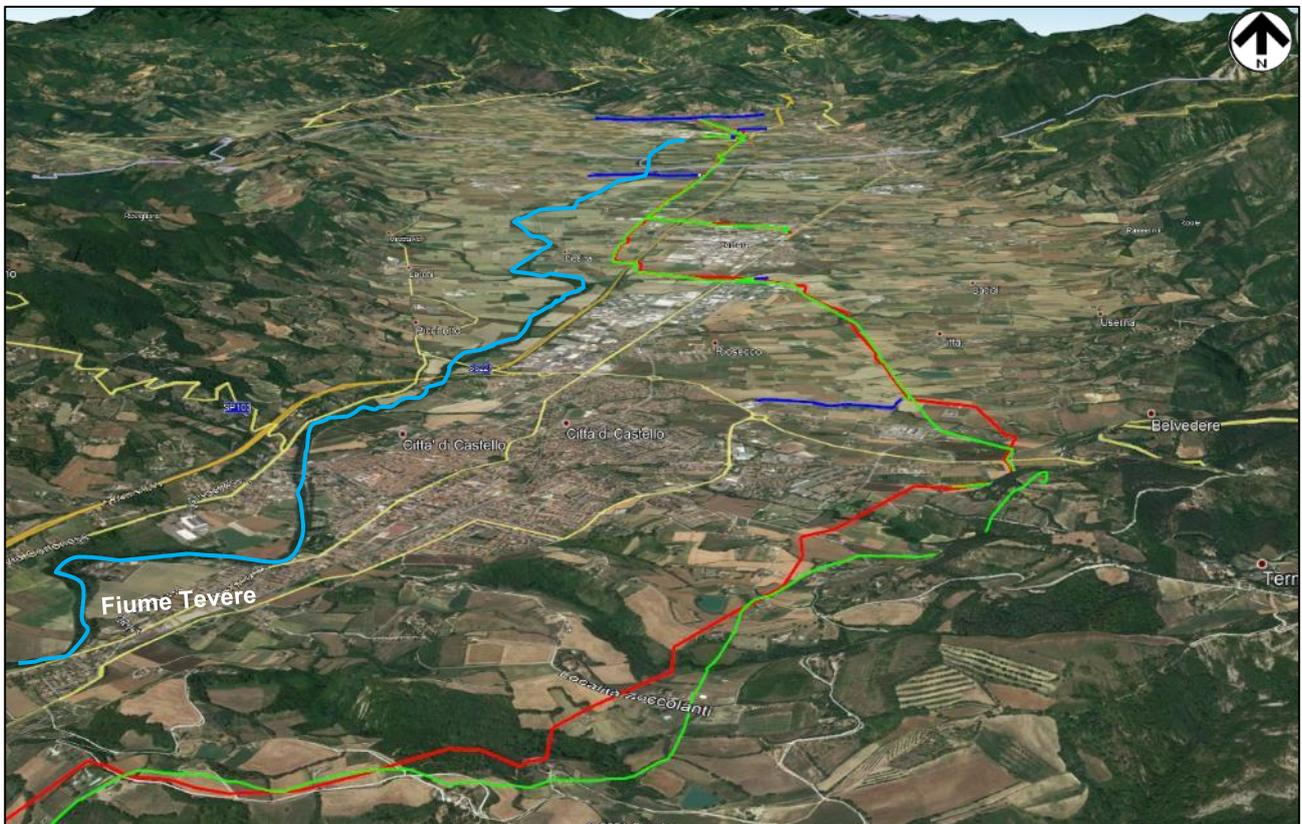


Figura 3—C: Vista aerea 3D dell'alta Valtiberina da Sansepolcro a Città di Castello – Google Earth (Linea rossa tracciato metanodotti in progetto, linea blu metanodotti in esercizio, linea verde metanodotti da dismettere; linea azzurra reticolo idrografico)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 16 di 111	Rev. 0

Procedendo verso sud il metanodotto in progetto risale lungo i rilievi attorno a Città di Castello (vedi paragrafo 3.1.2) e successivamente, una volta riconquistata la pianura, prosegue fino Perugia. In questo lungo tratto di circa 47 km il gasdotto percorre il fondovalle attraversando più volte il corso del fiume Tevere e di altri suoi affluenti. Locali scostamenti dalla zona di pianura si ubicano in destra idrografica del Tevere, in corrispondenza del versante destro della Valtiberina di fronte all'abitato di Umbertide e del rilievo della frazione di Bosco.

In questo tratto il Tevere presenta un alveo fluviale semiconfinato e varia tra sinuoso e meandriforme. La pianura presenta pendenze dell'ordine di 0.2%.

Il tratto termina qualche chilometro a valle dello svalicamento presso l'abitato di Bosco in cui è prevista una trivellazione trenchless per sorpassare il rilievo arenaceo-conglomeratico.

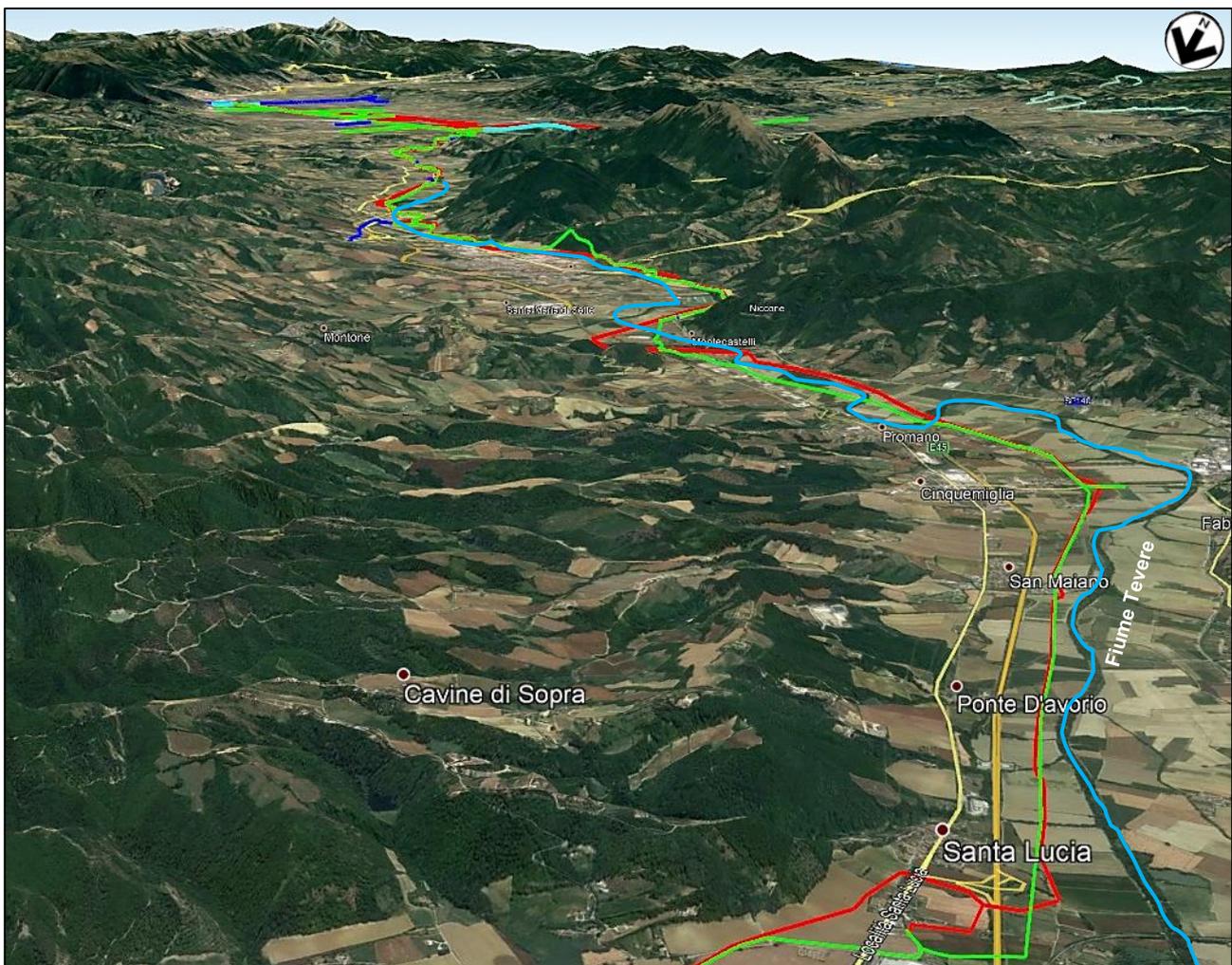


Figura 3—D: Vista aerea 3D della Valtiberina da Città di Castello a Perugia– Google Earth (Linea rossa tracciato metanodotti in progetto, linea blu metanodotti in esercizio, linea verde metanodotti da dismettere; linea azzurra reticolo idrografico)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 17 di 111	Rev. 0

3.1.2 Rilievi collinari di Città di Castello PK 19+000 – 26+000

Raggiunti i territori comunali di Città di Castello, il tracciato in progetto, alla PK 19+000, risale sui primi rilievi collinari che bordano la città. Le colline raccordano la pianura tiberina con la catena appenninica che culmina nel valico di Bocca Serriola.

Lungo questa fascia di circa 4 km si ha la concomitanza dei processi di versante e della dinamica fluviale operata dai tributari del Tevere che scendendo dai rilievi incidono le propaggini interne degli appennini. Questi corsi d'acqua sono da nord a sud il F.so Scatorbia, F.so della Croce e F.so del Balzo e percorrono i terreni della formazione Marnoso Arenacea prima e le argille limose del Sintema di Fighille dopo.

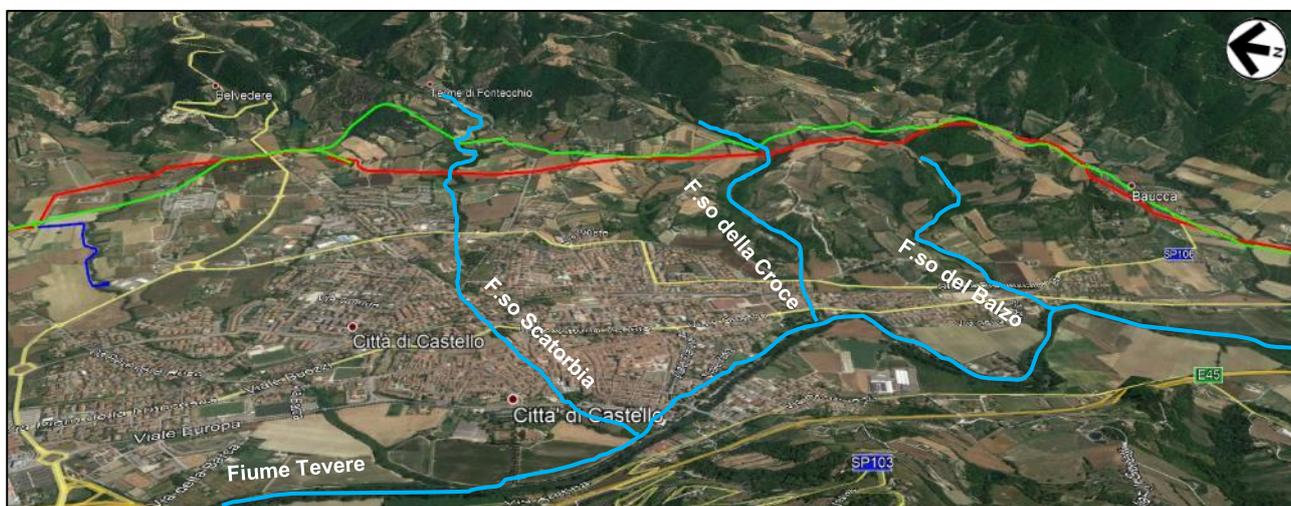


Figura 3—E: Vista aerea 3D dei rilievi collinari di Città di Castello – Google Earth (Linea rossa tracciato metanodotti in progetto, linea blu metanodotti in esercizio, linea verde metanodotti da dismettere; linea azzurra reticolo idrografico)

3.1.3 Valle Umbra PK 68+000 – 96+742

Superati i rilievi arenacei intorno l'abitato di Bosco il metanodotto percorre pochi chilometri per poi abbandonare la Valle Tiberina in prossimità di Collestrada.

Da qui, alla PK 68+000, si addentra all'interno della Valle Umbra, la quale assieme alle altre valli della regione formano le principali zone di pianura che si sono formate a seguito del prosciugamento in età storica di bacini lacustri.

La pianura è bordata ad Est dalla catena appenninica mentre ad Ovest dai monti Martani, a nord confluisce nell'Alta Pianura del Tevere.

Il drenaggio superficiale avviene nella zona nord occidentale da parte del F. Chiascio, mentre la restante parte è compresa all'interno del sottobacino del suo affluente, il Fiume Topino. Il più grande sistema alluvionale della regione ricade all'interno di questa valle. La pendenza media da sud a nord risulta essere di 0.1%

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 18 di 111	Rev. 0

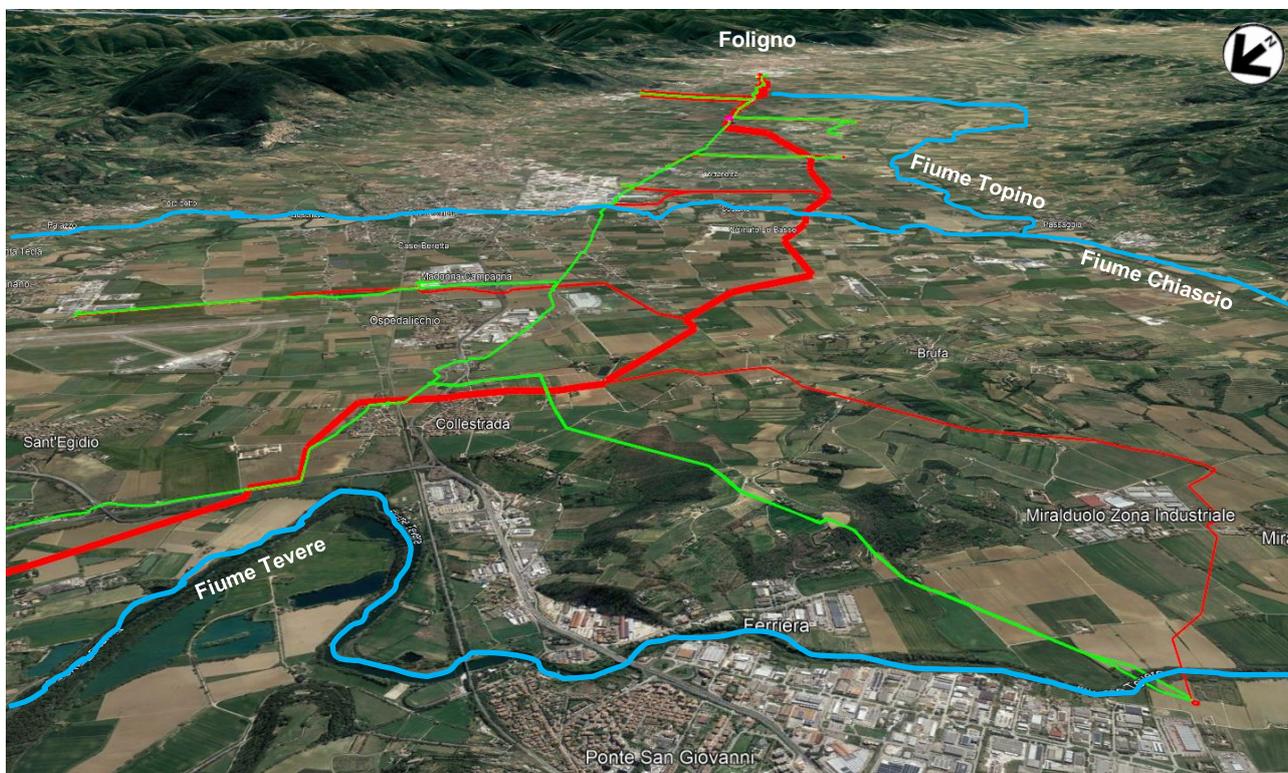


Figura 3—F: Vista aerea 3D della Valle Umbra – Google Earth (Linea rossa tracciato metanodotti in progetto, linea blu metanodotti in esercizio, linea verde metanodotti da dismettere; linea azzurra reticolo idrografico)

3.2 Inquadramento geologico

Dal punto di vista geologico il territorio in cui si disloca il metanodotto in progetto è inquadrabile nei fogli IGM da scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia: Città di Castello Fg. 115, Perugia Fg. 122, Assisi Fg. 123, Foligno Fg. 131. Inoltre ricade nei sottoelencati fogli della cartografia tecnica della Regione Umbria a scala 1:10.000:

- 289020	- 289160	- 300130	- 311150
- 289060	- 299040	- 300140	- 311160
- 289070	- 299030	- 289010	- 323040
- 289110	- 299080	- 300120	- 324010
- 289120	- 299120	- 300160	
- 289150	- 300090	- 311100	

La cartografia PG-CGB-001 e PG-CGB-002 Geologia di Base e RIM-CGB-001 e RIM-CGB-002 Tracciato condotta da rimuovere - Geologia di base, riporta la cartografia geologica con sovrapposto il tracciato di progetto e quello in dismissione.

Il tracciato del metanodotto in progetto è inserito nel contesto geologico dell'Appennino settentrionale dove sono individuabili diverse unità di paesaggio e i rispettivi complessi litologici:

1. strutture calcaree dell'Appennino – complesso carbonatico,
2. formazioni arenacee dell'Appennino – complesso terrigeno,
3. aree depresse o ribassate (conche intermontane) – complesso postorogenetico,
4. rocce ignee dell'apparato vulsino – complesso vulcanico.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 19 di 111	Rev. 0

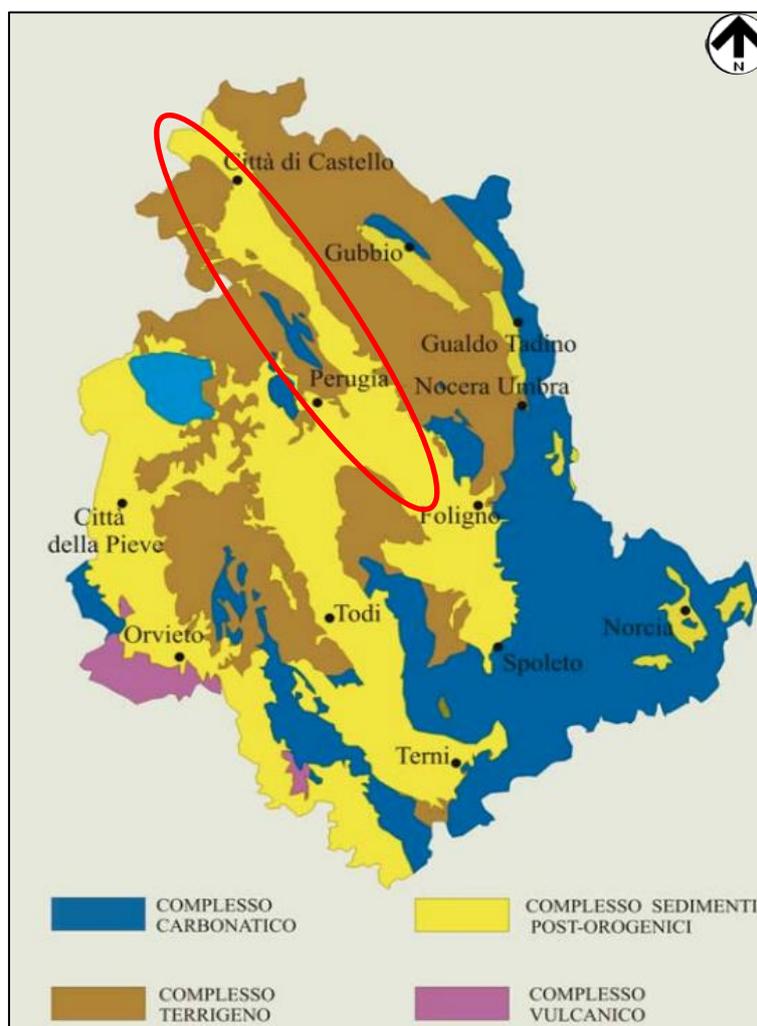


Figura 3—G: Schema litologico dell’Umbria – in rosso l’area di interesse progettuale (fonte: Isprambiente – Regione Umbria)

Come è ipotizzabile il modellamento superficiale risulta legato alle litologie affioranti, oltre che dalle vicende tettoniche che hanno dislocato e impostato la successione su cui poi sono intervenuti gli agenti e i processi morfogenetici.

Le porzioni di territorio più ad est sono caratterizzate dalla successione sedimentaria che forma l’ossatura dell’Appennino Umbro-Marchigiano, la quale si è deposta sulla crosta continentale della cosiddetta Microplacca Adria. Tale successione è rappresentata dai termini calcarei formati nel periodo Giurassico. L’ambiente in cui si formarono era oceanico e caratterizzava tutta l’area alpino – appenninica e himalaiana. Questo tipo di sedimentazione è continuata per tutta l’Era Mesozoica e metà di quella Terziaria.

A seguito dell’apertura dell’oceano Tetide si differenziarono vasti domini paleogeografici, quello oceanico ligure e quelli epicontinentali Toscano, Umbro-Marchigiano e Laziale-Abruzzese, i primi due dei quali costituiti da successioni sedimentarie prevalentemente pelagiche. Queste successioni sono strutturate con una parte basale di ambiente continentale, costiero e marino di acqua bassa,

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 20 di 111	Rev. 0

le cui formazioni sono: Calcarea Massiccio, Corniola, Marne di Monte Serrone, Rosso Ammonitico, Calcari e Marne a Posidonia e Calcari Diasprigni.
 La parte mediana risulta essere di ambiente pelagico le cui formazioni sono Maiolica, Marne a Fucoidi e Scaglie s.l.. Infine la porzione superiore è di tipo torbiditico. Tutte queste successioni oggi affiorano nell'area più interna della regione Marche.

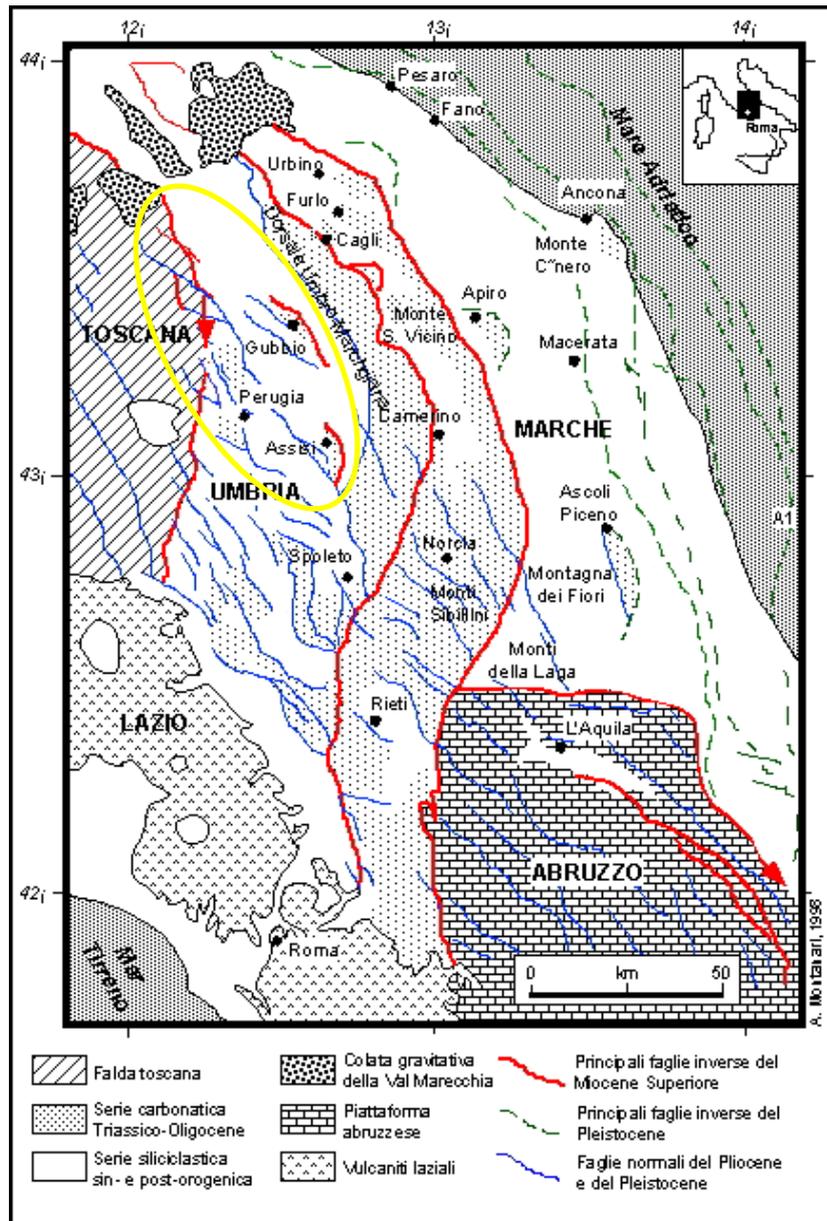


Figura 3—H: Domini paleogeografici dell'appennino centrale – in giallo l'area d'interesse progettuale

Nel Cretacico con l'inversione del movimento relativo delle placche si ebbe la chiusura della Tetide occidentale. In concomitanza con la chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese i settori interni dell'Appennino furono interessati dai processi legati all'inversione mentre i domini esterni Toscano, Umbr-Marchigiano e Laziale - Abruzzese furono coinvolti nell'orogenesi a partire dall'Oligocene.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 21 di 111	Rev. 0

Durante il Miocene mutando le condizioni di sedimentazione si assistette alla deposizione di materiali di natura arenacea, argillosa e marnosa provenienti dal disfacimento della catena alpina.

Con la formazione delle Alpi, quindi, parte del materiale proveniente dal disfacimento parziale della catena fornì materiale flyshoide a tutto l'Appennino.

Nel Miocene superiore, lo svilupparsi dell'orogenesi, coinvolse anche gli appennini e le rocce presenti subirono intensi fenomeni tettonici con forti spinte orizzontali che provocarono il corrugamento e il raccorciamento dei materiali depositati nelle precedenti fasi fino a formare un edificio orogenetico. Tale fase è oggi ben rappresentata dalle pieghe, sovrascorrimenti e ribaltamenti visibili in affioramento.

Nel Pliocene la dorsale umbra risulta formata ed inizia la fase continentale. Al regime compressivo si avvicina un processo distensivo che causa fratture su cui si impostano i principali corsi d'acqua.

Con tale inversione anche materiali del tutto estranei alla serie sedimentaria della Val Tiberina poterono esser messi in posto e sovrapposti a quelli autoctoni.

Nel quaternario antico a seguito del sollevamento dell'edificio appenninico e per sbarramento di alcuni fiumi, nelle valli principali si crearono conche lacustri.

In particolare prese forma, tra gli altri, il Bacino o Lago Tiberino (Figura 3—1), che è conosciuto come il lago peninsulare salato più grande e profondo dell'intera era geologica, con massima estensione raggiunta circa 1.5 milioni di anni fa e profondità dell'ordine di 1000 m nel suo ramo occidentale. Questo lago era alimentato da una fitta rete di fiumi che scorrevano lungo l'area valliva, da nord proveniva il Tevere antico mentre dalla parte centro meridionale Topino e Nera.

In tutto questo il clima contribuiva a creare periodi di ingenti piene con conseguenti ristagni e impaludamento delle aree perimetrali.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 22 di 111	Rev. 0



Figura 3—I: Distribuzione spaziale del Lago Tiberino (verde) bacini, delle conoidi e della linea di costa nel Pliocene. In rosso il metanodotto in progetto

L'estensione del mare era tale da lambire il colle di Città della Pieve e mentre le zone dell'Orvietano e della Valdichiana erano del tutto sommerse.

Nella zona più meridionale del Paleolago è possibile ritrovare i maggiori spessori di depositi lacustri.

Successivamente una serie di movimenti tettonici distensivi modificò l'assetto del territorio con fratture in sequenza e a gradinata. Così il Lago Tiberino si frammentò e vennero a crearsi una serie di laghi interconnessi da aste fluviali (laghi a cascata). Successivamente con gli eventi fluviali deposizionali i bacini si colmarono e si arrivò all'attuale assetto fluviale.

Durante l'evoluzione del Lago Tiberino nell'area compresa tra le strutture appenniniche e l'attuale valle del Tevere si crearono il maggior numero di conoidi mentre nello stesso periodo prevalgono verso ovest i paleo-conoidi ed i delta.

La differente dimensione tra le strutture sopracitate è legata alle diverse condizioni climatiche ma soprattutto all'evoluzione della rete drenante impostata in strutture in rapido sollevamento.

Dove le faglie distensive a più elevato rigetto fornivano ingenti quantità di materiale detritico si formarono conoidi alluvionali e delta conoidi che si interdigitavano con i depositi limoso-argillosi di origine palustre andando a colmare, così, le depressioni.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 23 di 111	Rev. 0

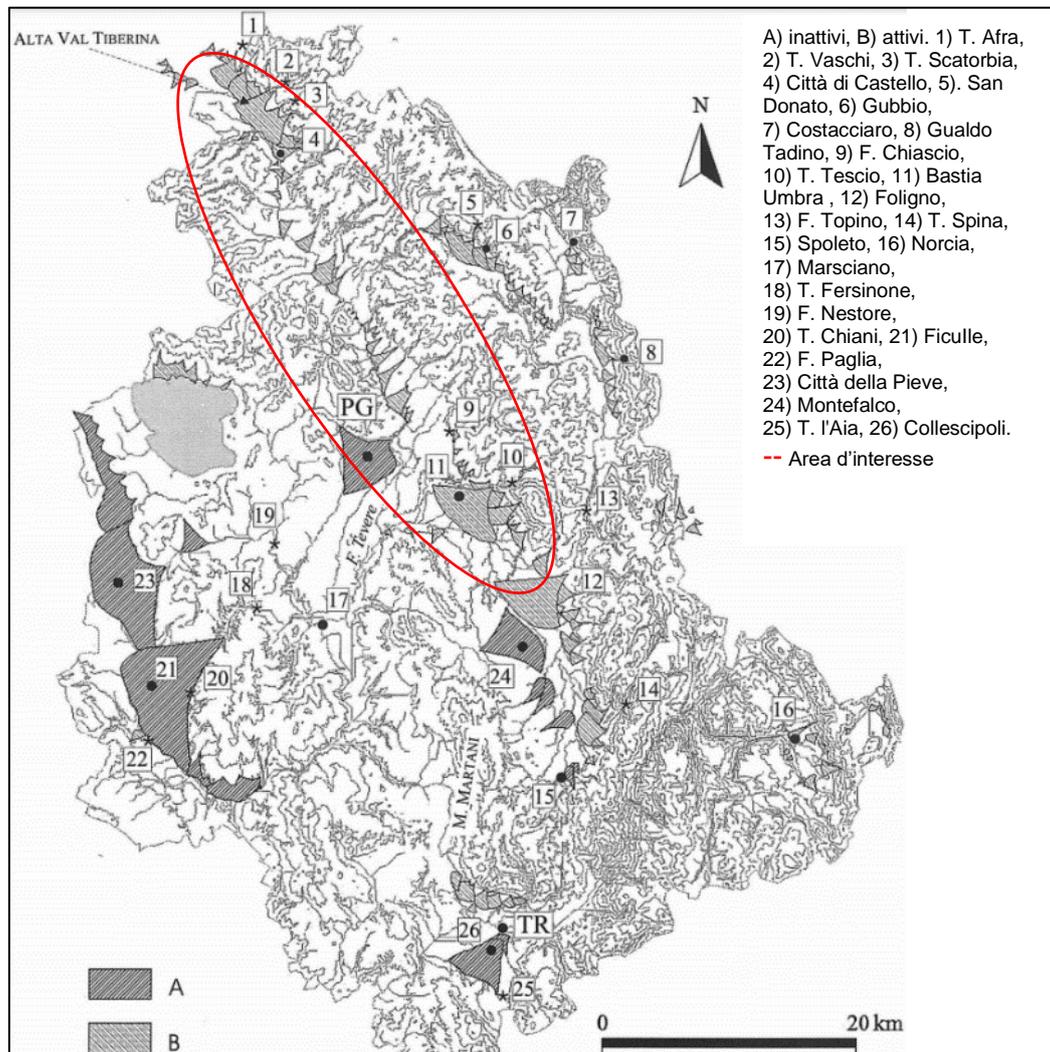


Figura 3—J: Apparati deltizi e conoidali - I conoidi nell'evoluzione delle conche intermontane umbre, Cattuto et Al. 2005

La distribuzione di tali corpi possono fornire indizi sull'attività delle faglie distensive, in particolare si riconoscono tre fasce principali:

1. la fascia occidentale si sviluppa ad Ovest dell'allineamento M. Petrarvella-M. Peglia;
2. la fascia centrale segue pressappoco la depressione del Bacino Tiberino, da San Sepolcro a Spoleto;
3. la fascia orientale e riconducibile ad una serie di strutture minori (Costacciaro-Gualdo Tadino, Gubbio, Norcia, ecc.).

Infine, entro la conca di Terni, al piede della catena dei Monti Martani, si estende una fascia di conoidi di notevole interesse.

Nella porzione settentrionale dell'alta valle del Tevere la parte in sinistra idrografica risulta formata dai depositi aggradanti verso ovest, i quali hanno spinto a deviare ed accostare verso il versante

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 24 di 111	Rev. 0

occidentale della valle il corso del Tevere. Questi conoidi sono caratterizzati da reincisione della porzione apicale e la progradazione di quella distale (tipologia d Figura 3—K).

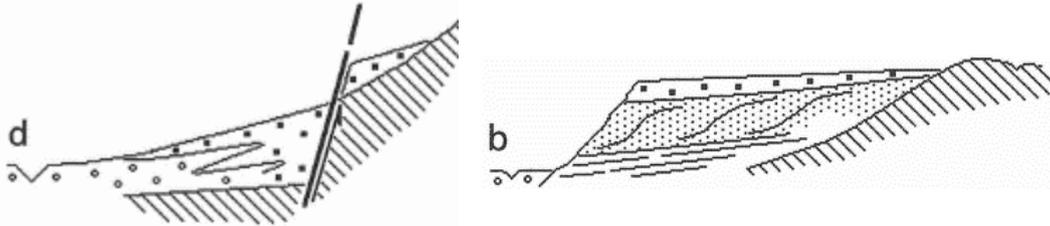


Figura 3—K: Tipi di apparati e loro geni in funzione della tettonica - Cattuto et. Al. 2005.

Nella Valle Umbra gli apparati deltizi appartenenti al paleo Chiascio e paleo Topino risultano ad oggi morfologicamente poco evidenti ma all'epoca si spingevano fino al rilievo di Montefalco, nella parte opposta della valle.

Inoltre nella zona di confluenza tra la Val Tiberina e la Valle Umbra il Paleotevere, a Perugia, aveva creato un delta-conoide (tipologia b Figura 3—K) di dimensioni ragguardevoli, su cui oggi si imposta la città. In particolare la città sorge sul top set del corpo deposizionale, ovvero degli strati piano paralleli che si depositavano sopra i corpi inclinati del fronte deltizio che nel pleistocene progradavano sul Lago Tiberino (Figura 3—L).

I corpi sono costituiti da depositi conglomeratici grossolani che, man mano che si procede da Perugia verso la sottostante piana diminuiscono di granulometria intercalandosi a sabbie ed argille.

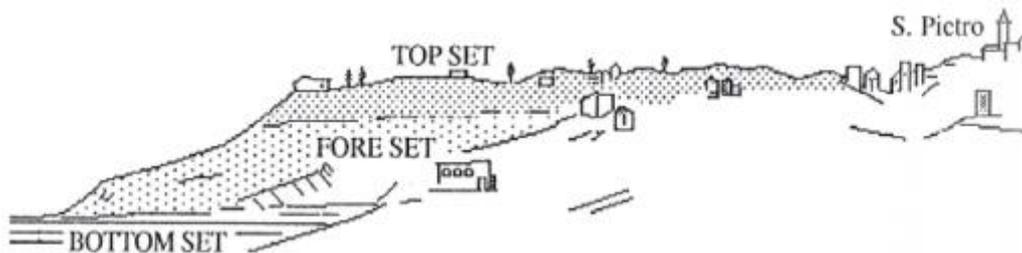


Figura 3—L: Schema deposizionale del profilo longitudinale del paleo-delta di Perugia – Cattuto, Concetti e Gregori 1995

Per quanto riguarda la porzione meridionale dell'Umbria, nel frattempo fu interessata da un'intensa attività magmatica da parte dell'apparato vulcanico vulsino.

Il tracciato, percorrendo per quasi tutto il suo sviluppo la Valle Tiberina e la Valle Umbra, attraversa i terreni di natura alluvionale, in parte anche lacustre, depositatisi nel Pleistocene e Olocene nelle relative depressioni, come mostrato nella Figura 3—M. Prevalentemente si tratta di terreni incoerenti a diversa granulometria, ghiaiosi e sabbiosi, ma a luoghi anche argillosi.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 25 di 111	Rev. 0

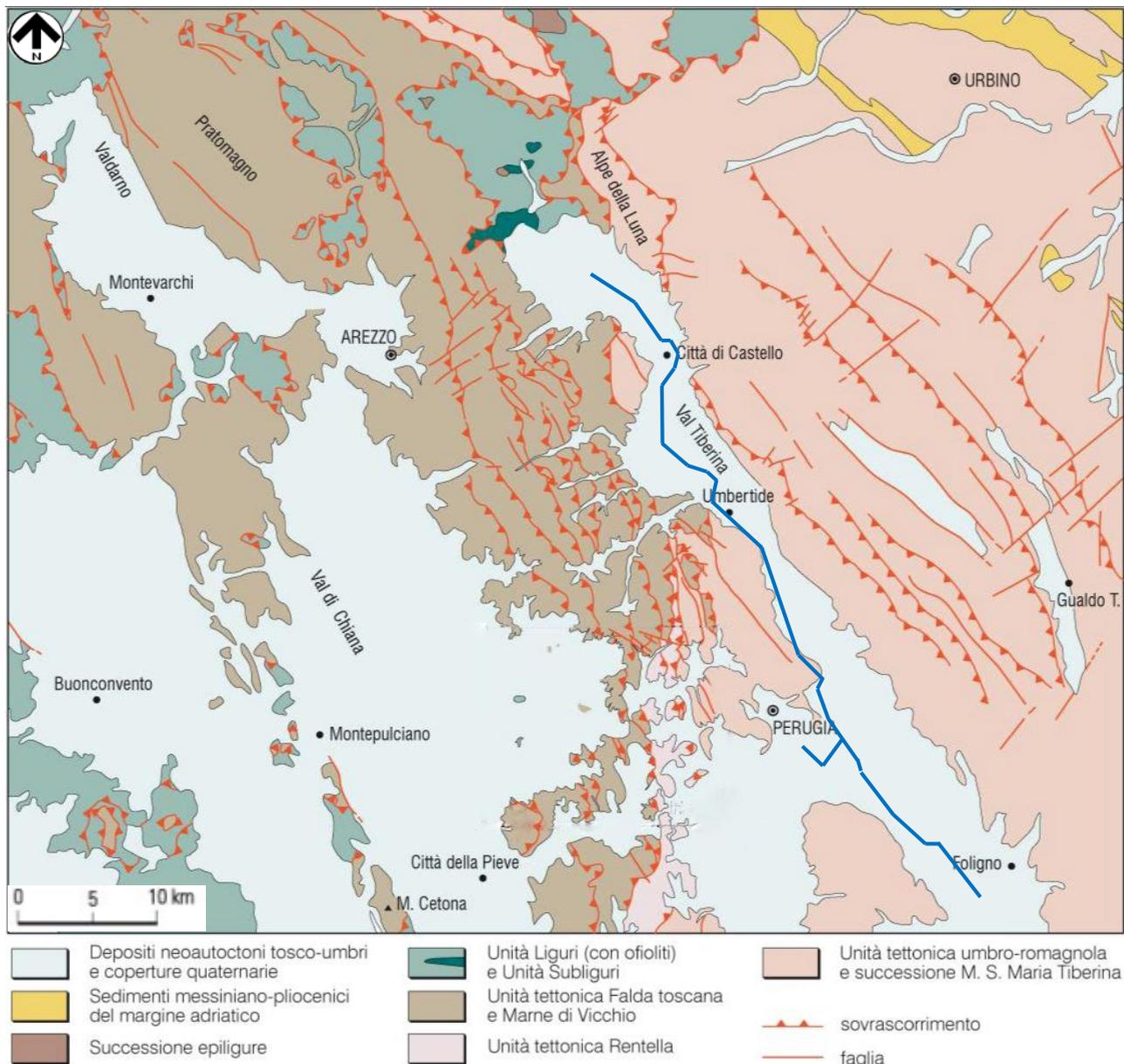


Figura 3—M: Schema di inquadramento geologico regionale (CARG f.310 Passignano sul Trasimeno) in blu il metanodotto in progetto

Solo in tre aree il tracciato abbandona il fondovalle interessando pertanto terreni di natura diversa dall'alluvionale.

Il primo riguarda la zona in cui il metanodotto risale sui primi rilievi collinari che bordano Città di Castello tra le PK 19+000 e 26+000 circa, dove sono presenti depositi fluvio-lacustri ascrivibili al Lago Tiberino. La granulometria è in parte grossolana con depositi sabbioso-conglomeratici e in parte anche fine con terreni limosi e argillosi (Plio-Pleistocene).

Il secondo riguarda il passaggio tra le progressive chilometriche PK 43+000 – 45+600 circa, dove il metanodotto percorre il versante destro della Valle Tiberina di fronte all'abitato di Umbertide, costituito da successioni torbiditiche in alternanze di strati marnosi ed arenacei prevalenti.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 26 di 111	Rev. 0

L'ultimo tratto in cui il tracciato si discosta dai depositi alluvionali corrisponde al tratto tra la progressiva chilometrica PK 68+000 e 69+000 circa, dove è presente un rilievo arenaceo miocenico subito dopo il quale affiorano i depositi fluvio-lacustri sabbioso-conglomeratici e successivamente quelli su quelli marini sublitorali a granulometria argillosa del Villafranchiano.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 27 di 111	Rev. 0

3.3 Inquadramento strutturale

Come precedentemente premesso l'area oggetto di studio appartiene ai rilievi Appenninici Settentrionali il cui assetto complessivo è legato all'evoluzione tettonica recente, dal Miocene ad oggi, durante la quale si è strutturata la catena a pieghe costituita da falde tettonicamente sovrapposte e sovrascorse verso Est e Nord-Est.

Il regime compressivo longitudinale che caratterizza l'Appennino Settentrionale si sviluppa tramite processi che comprendono: estrusione, sollevamento e deformazione interna di cunei di materiale costituito dalla crosta sedimentaria.

In particolare il modello tettonico proposto è quello del cuneo di estrusione (*extruding wedge*) e le aree su cui si sviluppa il tracciato di progetto ricadono all'interno del cosiddetto cuneo Romagna-Marche-Umbria (RMU) che a causa della spinta della piattaforma Laziale-Abruzzese (LA) ha subito una estrusione verso NE e risulta scollato dal basamento crostale (Figura 3—N).

La superficie di scollamento corrisponde alla Faglia Tiberina, la quale risulta allocata, probabilmente, nella formazione delle Anidriti di Burano. Le evidenze geologiche e gli sforzi con forte componente orizzontale sono la spiegazione della presenza di questa faglia a basso angolo <30°. La faglia Tiberina è inquadrabile come faglia diretta con direzione NNW-SSE e borda il bacino della Val Tiberina e della Valle Umbra ad ovest.

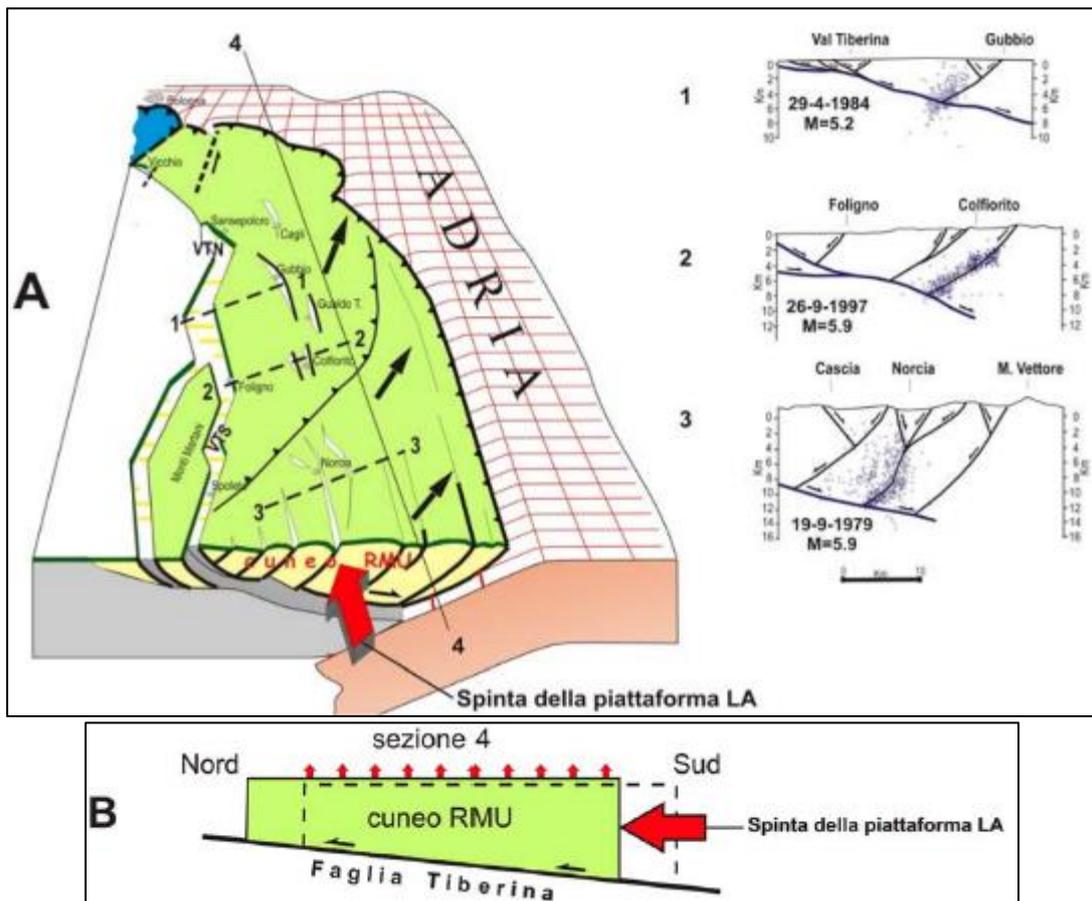


Figura 3—N: Ricostruzione schematica dell'assetto strutturale del cuneo RMU – Boncio e Lavecchia, 2000 Mod.

Assieme ai movimenti traslativi, il cuneo RMU mostra anche una tendenza al sollevamento, compatibile con il contesto geodinamico del Post Pleistocene medio proposto. Il settore più interno

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 28 di 111	Rev. 0

è caratterizzato dalla presenza di faglie antitetiche rispetto quella Tiberina che ne causano crolli gravitazionali. Alcuni esempi di tali faglie sono mostrati in Figura 3—N e Figura 3—P.

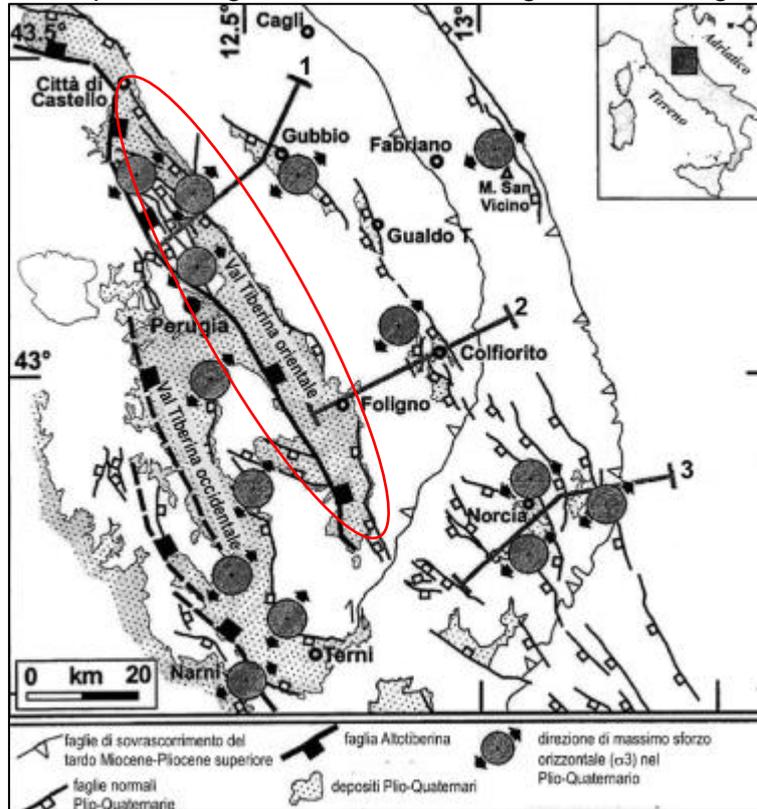


Figura 3—O: Schema strutturale del cuneo RMU, numerate le faglie riportate in Figura 3—N (da Boncio e Lavecchia, 2000 mod.) in rosso areale in studio

Il fronte esterno, contrariamente, è caratterizzato da deformazioni compressive, in cui il cuneo RMU sovrascorre l'avampaese adriatico. Tali evidenze si riscontrano nella zona della Val Marecchia che costituisce la porzione apicale del cuneo.

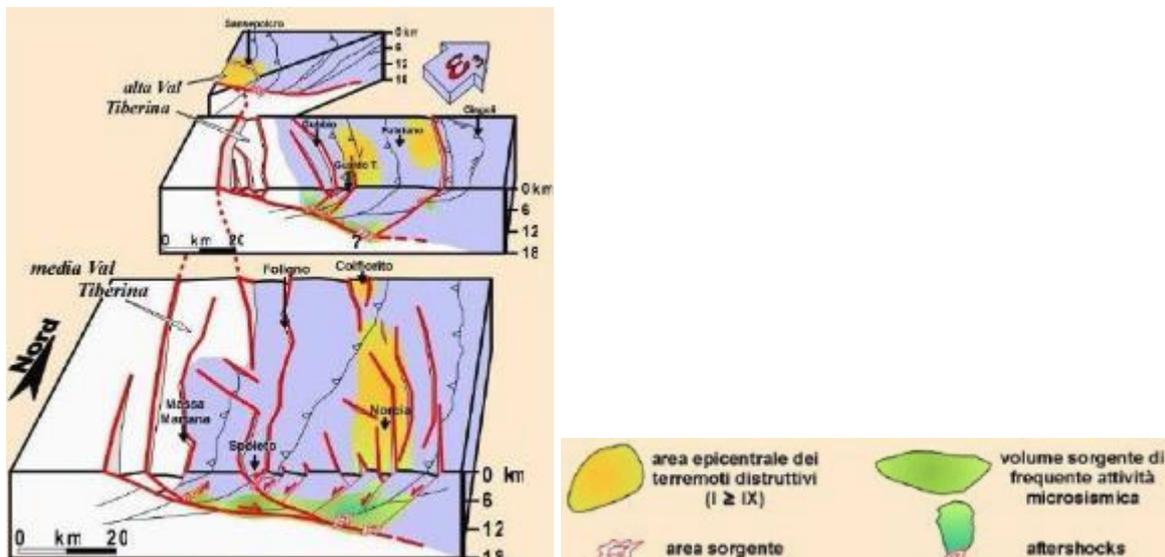


Figura 3—P: Schema strutturale proposto da Lavecchia 1999 lungo alcune sezioni del cuneo RMU (vedi Figura 3—N Figura 3—O), con evidenziate le zone colpite da attività sismica.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 29 di 111	Rev. 0

Per quanto riguarda l'assetto strutturale riportato nella sezione sismogeologica in Figura 3—Q si hanno chiare evidenze della tettonica compressiva che caratterizza la catena a piccola scala, la quale ha generato una grande faglia inversa (AP-5) che lambisce tutta la crosta dal largo del mar Adriatico fino sotto l'Appennino. Sono inoltre presenti altre faglie inverse nella crosta superiore imputabili a due processi contemporanei:

- traslazione verso NNO della placca adriatica,
- estrusione verso NE del cuneo RMU.

La parte assiale della catena caratterizzata da tettonica distensiva deriva dalla divergenza tra il cuneo RMU in estrusione e la parte interna meno mobile della catena.

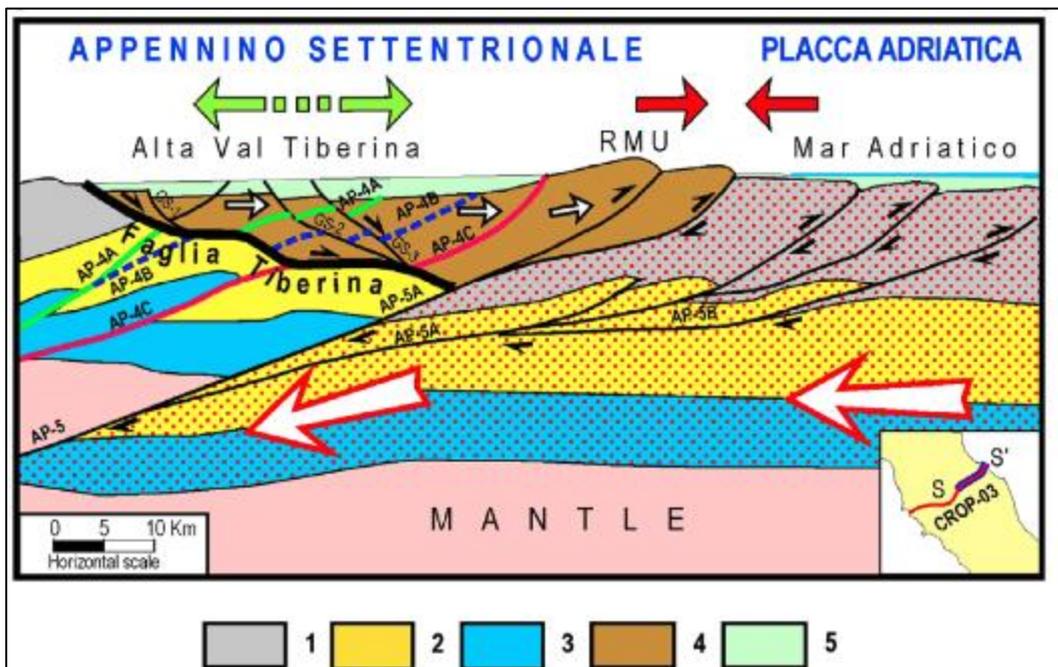


Figura 3—Q: Particolare sezione attraverso l'appennino settentrionale – Finetti et. alii 2005 mod.

- 1) copertura sedimentaria pre-pleiocenica, 2) Crosta superiore, 3) Crosta inferiore, 4) Cuneo crostale Tiberino, 5) Depositi sedimentari dei bacini continentali (Tiberino e Gubbio) e dell'avanfossa adriatica. Le altre sigle indicano i thrust sviluppatisi nel Messiniano-Pliocene.

Alla fase di tettonica compressiva, iniziata nel Miocene, che ha portato al corrugamento e raccorciamento dei terreni precedentemente depositati formando un edificio orogenetico, si è succeduta nel periodo pliocenico-quadernario una fase tettonica distensiva, responsabile della formazione di estese depressioni interne alla dorsale appenninica (graben), bordate da faglie normali, delle quali le più importanti ed estese sono la Valle Tiberina da Sansepolcro a Perugia e la Valle Umbra da Perugia a Spoleto, aree in cui si snoda il tracciato del metanodotto in oggetto.

In Umbria il più esteso è il bacino tiberino che comprende la Val Tiberina tra Sansepolcro e Perugia, e la Valle Umbra. Inoltre risultano presenti altri bacini minori, le conche intermontane, che si localizzano ad est del Bacino Tiberino, tra cui i più vicini alla zona in studio sono quello di Gubbio e quello di Gualdo Tadino, Norcia e Colfiorito.

Queste conche intermontane risultano limitati da faglie normali parallele a quella tiberina ma con immersione opposta (faglie antitetiche).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 30 di 111	Rev. 0

3.4 Formazioni geologiche interferite

Nel presente paragrafo vengono descritte le formazioni geologiche attraversate dall'opera in progetto, riportandole in ordine cronologico, cioè dalla più recente alla più antica. Per redigere le tavole di progetto PG-CGB-001 e 002 Geologia di Base è stata utilizzata la base cartografia delle *Carte Geologiche Regionali* della Regione Umbria a scala 1:10.000 e la Carta Geologica d'Italia foglio 115 per il relativo tratto di opera ricadente nella regione Toscana. Infine è stata anche eseguita una campagna di rilevamento geologico.

3.4.1 Depositi Continentali quaternari

b – Depositi alluvionali: Depositi alluvionali in rapporto con la morfologia e la dinamica attuali. Pleistocene – Olocene

b2 – Coltre eluvio colluviale: Depositi essenzialmente fini con clasti di varie dimensioni, provenienti dal disfacimento delle rocce del substrato, accumulati in posto (eluvium) o sedimentati sui versanti per trasporto in massa e/o ruscellamento diffuso. Pleistocene – Olocene

bn1 – Depositi alluvionali terrazzati: Depositi alluvionali non in rapporto con la morfologia attuale, numerati progressivamente dal più recente al più antico. Pleistocene - Olocene

bn2 – Depositi alluvionali terrazzati: Depositi alluvionali non in rapporto con la morfologia attuale, numerati progressivamente dal più recente al più antico. Pleistocene - Olocene

h – Depositi antropici: Deposito di materiale non cementato; materiale di riporto di origine antropica. Olocene

3.4.2 Elementi geomorfologici

Conoide Alluvionale

3.4.3 Unità stratigrafiche Pleistoceniche

Super Sintema Tiberino

FHL – Sintema di Fighille: Argille limose grigie organizzate in banchi potenti alcuni metri con subordinate sabbie giallo ocra con noduli di fango centimetrici, resti carboniosi e sottili livelli di ghiaie. Sono stati rinvenuti resti di *Elephas gr. Antiquus*. Pleistocene inferiore

CTA1 – Sintema di Citerna, Subsintema di Molin dell'Olio: Depositi prevalentemente sabbiosi grigio-ocra in strati spessi fino a 7 m talora cementati a volte con resti vegetali con subordinati livelli limo-argillosi grigi con lenti decimetriche di ruditi giallo ruggine di 1-5 cm. Pleistocene

CTA2b – Sintema di Citerna, Subsintema di M. Rotondo: Depositi clastici plurilenticolari che poggiano in discordanza angolare sul sintema di Fighille. Litofacies da grossolana a molto grossolana (2-30cm) con scarsa matrice. Pleistocene medio-superiore – Olocene

CTA2c – Sintema di Citerna, Subsintema di M. Rotondo: Depositi clastici plurilenticolari che poggiano in discordanza angolare sul sintema di Fighille. Litofacies estremamente grossolana (5-100cm) con nulla o scarsa matrice. Pleistocene medio-superiore – Olocene

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 31 di 111	Rev. 0

MCT2 – Sintema di Monterchi, Subsintema di Anghiari: Depositi limo-sabbiosi di spessore sottile, di colore rossastro o bruno, con subordinata matrice argillosa. Sporadici straterelli di ghiaia fine e sabbie gradate. Nell'area più settentrionale tali depositi poggiano in discordanza sul Sistema di Citerna. Pleistocene

SLA - Sintema di Selci Lama: Depositi clastici a granulometria molto variabile (1 - 50 cm), e basso grado di arrotondamento, talora a spigoli vivi, a composizione arenacea e calcareo-marnosa in matrice sabbiosa giallastra. Pleistocene

SLFa – Sintema di Solfagno: Affiora in sinistra idrografica del Tevere tra Pierantonio e Colombella. Corpi sabbiosi tabulari e ghiaie canalizzate alternati a depositi argillo-limosi, con prevalenza di questi nella parte basale. Le sabbie presentano laminazioni incrociate. Pliocene superiore - Pleistocene inferiore.

SLFc – Sintema di Solfagno Litofacies di Sant'Egidio: Caratterizza la dorsale che si protende in sinistra idrografica del Tevere da Ripa a Collestrada a Brufa, separando la Valle del Tevere dalla Valle Umbra. Limi e limi sabbiosi prevalenti, con sabbie e sabbie cementate intercalate a più livelli. Pleistocene inferiore

CLR – Sintema di Collestrada: Affiora in lembi di estensione limitata, in posizione sommitale sulla collina di Collestrada. Conglomerato mediamente classato, con clasti calcarei arrotondati che presentano embriature indicanti trasporto dalle Valle Umbra (Subasio). Pleistocene inferiore - medio

3.4.4 Unità tettonica umbro-romagnola

Serie torbidity Umbro-Romagnola

Formazione Marnoso Arenacea Romagnola

FMA4b – Formazione Marnoso Arenacea Romagnola, Membro di Galeta: Torbiditi pelitico-arenacee con frequenti calcareniti provenienti da SE e ibride, alimentate da SO o da SE. Immediatamente sopra il Contessa presenza di 8 strati calcarenitici in circa 150 metri di successione. A circa 800 metri dallo strato Contessa. Langhiano superiore - Serravalliano superiore

Serie torbidity Umbra

MUM1 – Membro di casa Spertaglia: Torbiditi sottili (10-40 cm), a grana fine, micacee, ed alimentazione alpina, in molti casi riferibili alla facies F9a di Mutti (1992). Nella parte medio-alta del membro sono inoltre presenti torbiditi a grana medio-grossolana.

MUM2 – Membro di Monte Casale: Arenarie torbidity arcose e arcose-litiche grigie alla frattura fresca, in strati da spessi a molto spessi, massivi o laminati, frequentemente amalgamati, talvolta con intervalli sommitali tipo slurry bed. Langhiano superiore.

MUM3 – Membro di Vesina: Torbiditi silicoclastiche in strati sottili e medi con rapporto A/P compreso fra 1/4 e 1/10, alimentate in prevalenza da NO. Frequente presenza di intervalli carbonatici di spessore variabile da pochi cm a vari dm, verosimilmente interpretabili come torbiditi. Langhiano p.p. – Langhiano superiore.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 32 di 111	Rev. 0

SCH – Schlier: Nella parte alta argille e marne grigie alternate con frequenti livelli siltosi che rendono ben evidente l'andamento della stratificazione. Alla base marne siltose ed argillose grigie in strati da spessi a molto spessi in genere mal distinti. Burdigalliano p.p. – Serravalliano p.p.

MUM4b – Membro di Bettona, Litofacies arenacea: Arenarie in starti molto potenti, spesso plurimetrici e talvolta amalgamati, frequenti le strutture massive. La base degli strati a volte è costituita da ghiaietto centimetrico poligenico. Assenza di intercalazioni pelitiche. In contatto eteropico. Serravalliano superiore

3.5 Campagna di indagini geognostiche e geofisiche

Per la caratterizzazione geologica, geotecnica e sismica dei terreni attraversati dalle opere in progetto, è stata condotta una campagna geognostica e geofisica nonché di prove di laboratorio geotecnico i cui risultati sono riportati nella relazione *LSC-118 Report indagini geognostiche e geofisiche*. L'ubicazione delle prove è riportata nei disegni PG-TPSO-001 e PG-TPSO-002. In particolare la campagna geognostica è comprensiva di :

- n. 61 sondaggi geognostici a carotaggio continuo a profondità comprese tra - 6 m e - 35 m dal p.c (denominati Sn. e riportati con la sigla SGN. nelle rispettive tavole grafiche) ;
- n. 154 SPT (prove penetrometriche standard) in foro di sondaggio;
- n. 107 prelievi di campioni indisturbati di terreno (denominati CI) e n. 60 prelievi di campioni rimaneggiati (denominati CR);
- n. 10 prove penetrometriche dinamiche del tipo *Super heavy* DPSH (denominati in relazione e nei disegni di progetto PPn.);

Dai campioni indisturbati e quelli rimaneggiati, prelevati nel corso della perforazione sono state eseguite delle indagini di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni. In particolare sono state eseguite:

- Determinazione delle caratteristiche fisiche generali;
- Analisi granulometriche;
- Limiti di Atterberg;
- Prove di taglio diretto;
- Prove edometriche;

Per la caratterizzazione sismica dei terreni ed in particolare la definizione della categoria di sottosuolo, in ottemperanza alle NTC 2018 sono state eseguite lungo il tracciato, in punti significativi e rappresentativi delle litologie interferite, le seguenti prove:

- n.16 prove MASW (denominate in relazione e nei disegni di progetto MASWn.) ;
- n.3 Down-Hole (denominate DHn.);
- n.3 Prove HVSR (denominate HVSRn.);
- n.11 stendimenti geosismici a rifrazione (denominati Gn.x. e riportati con la sigla TOMOn. nelle tavole progettuali).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 33 di 111	Rev. 0

4 IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA

4.1 Inquadramento idrografico

Il tracciato del metanodotto in progetto si sviluppa principalmente nei fondivalle del F. Tevere, nella sua porzione di alta Val Tiberina, e del F. Chiascio e F. Topino nell'ambito della Valle Umbra.

Il bacino idrografico del Tevere presenta una forma allungata in direzione N-S con una superficie di 17.375 km², di cui quasi il 90% in Umbria e Lazio, la restante parte in Toscana, Marche, Abruzzo e in minima parte in Emilia Romagna.

Esso nasce sull'Appennino tosco-emiliano (M. Fumaiolo, 1407 m s.l.m.) e sfocia nel Mar Tirreno dopo un percorso di 405 km. Il bacino è limitato ad Est dalla dorsale dell'Appennino umbro-marchigiano, con cime che raggiungono i 2200 m, mentre ad Ovest, sui rilievi tosco-laziali, lo spartiacque non supera i 1000 m. Il percorso, circa meridiano fino alla confluenza con l'Aniene, viene bruscamente deviato verso Sud-Ovest dall'apparato vulcanico dei Colli Albani nei pressi di Roma.

Nella parte alta del suo corso, il Tevere, dopo aver attraversato i terreni marnosi ed arenacei dell'estremità centro-orientale della Toscana, supera la stretta morfologica dei M.ti Rognosi dove è stata realizzata la diga di Montedoglio e sfocia nella Valtiberina assumendo un tracciato tipicamente *braided*. A valle di Sansepolcro il tracciato torna ad essere unicursale a bassa sinuosità, a parte un breve tratto a meandri nei pressi di Città di Castello. Successivamente l'andamento si fa più sinuoso, con anse più pronunciate e con tendenza a farsi meandreggiante.

Lungo questo tratto dell'Alta Val Tiberina, numerosi sono gli affluenti del Tevere sia in destra sia in sinistra che scendono dai rilievi posti ai margini della valle fluviale, tra essi si segnalano i principali affluenti (Figura 4—A) di sinistra:

- Afra, Vertola, Selci, Regnano, Vaschi, Scatorbia, Soara, Mussino, Resina, Ventia, Rio Grande

mentre in sinistra il torrente:

- Niccone.

Sono inoltre presenti molti altri corsi d'acqua appartenenti al reticolo *minore* che vengono attraversati dal tracciato.

Questi torrenti, il cui bacino si sviluppa in ambiente montano con pronunciati rilievi di rocce competenti, hanno dato luogo alla formazione di conoidi al loro sbocco dalla valle montana, contribuendo in tal modo alla formazione della piana alluvionale tiberina lungo la quale si sviluppa il tracciato del metanodotto in progetto.

Il metanodotto in progetto, oltre a tali torrenti appartenenti al *reticolo secondario*, attraversa anche molti altri piccoli corsi d'acqua, che costituiscono il *reticolo minore* (come definito dall'Adb Tevere). Si tratta di modesti torrenti, rii e fossi, spesso confluenti in Tevere oppure nei torrenti del reticolo secondario.

La loro localizzazione è riportata sulla cartografia di progetto, PG-TP-001 e PG-TP-002 "*Tracciato di progetto*".

Procedendo verso sud si abbandona la Valle Tiberina entrando nella Valle Umbra, il cui reticolo idrografico principale è costituito dal F. Chiascio, affluente diretto di sinistra del Tevere, con il suo immissario T. Topino.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 34 di 111	Rev. 0

Sia il Chiascio che il Topino hanno estesi bacini idrografici (rispettivamente di 750 e 1200 km²) che interessano i rilievi appenninici e con i loro apporti hanno dato luogo alla vasta pianura della Valle Umbra.

La rete idrografica Chiascio-Topino contribuisce notevolmente alle portate del Tevere a valle della confluenza, fino a triplicarne il valore.

Nell'ambito del sottobacino Chiascio-Topino, nel tratto attraversato dal tracciato, il reticolo idrografico minore è costituito solamente da fossi di pianura, tra i quali si segnalano come più rilevanti il Fosso Cagnoletta interferito dalle opere alla PK 78+118 e il Fosso Cagnola interferito dal metanodotto All. Colussi Persugia SPA DN 100 alla PK 2+059, entrambi affluenti in destra del Chiascio.

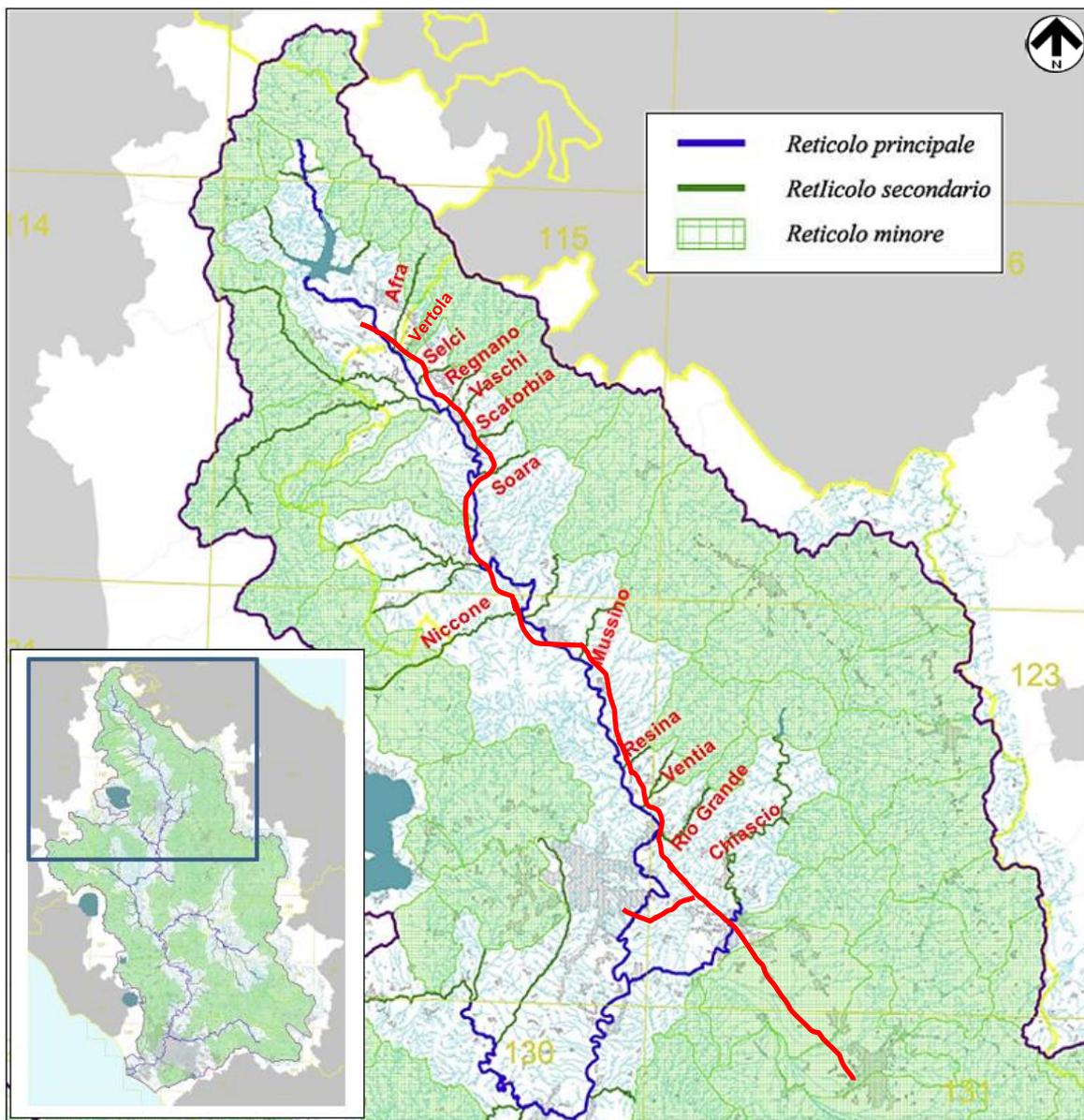


Figura 4—A: Reticolo Idrografico del Bacino del F. Tevere (da AdB Tevere), con indicata la porzione settentrionale interessata dalle opere - in rosso il metanodotto in progetto

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 35 di 111	Rev. 0

Il metanodotto in progetto nel bacino idrografico del F. Tevere, segue spesso il corso dell'alveo principale, anche in stretto parallelismo, dall'inizio nel territorio di Sansepolcro alla PK 3+000 fino al paese di Bosco alla PK 68+000, in comune di Perugia: in parte in sinistra idrografica e in parte in destra, in funzione degli spazi disponibili e della presenza di abitazioni ed infrastrutture.

Lungo il metanodotto Sansepolcro-Foligno, il F. Tevere viene attraversato pertanto più volte: 4 volte (alle PK 34+264, 37+025, 38+453 e 49+861) per passare da un lato all'altro del fondovalle ed una volta per tagliare una stretta ansa (67+160), non essendoci alternative diverse percorribili. Un ulteriore attraversamento del F. Tevere è previsto alla fine del tracciato del metanodotto Derivazione per Perugia alla PK 6+000.

Per maggiori dettagli sugli aspetti idrografici, idrologici ed idraulici dei corsi d'acqua attraversati dal metanodotto in progetto si rimanda alla relazione di *Compatibilità Idrologica-Idraulica del Tracciato* (vedi Rel. LSC-130).

Metanodotto	Attraversamento corso d'acqua	Progressiva (km)	Comune	Metodologia attraversamento
Sansepolcro-Foligno	T. Afra	6+239	Sansepolcro	TOC
	T. Vertola	8+330	San Giustino	Triv. Spingitubo
	T. Vaschi	16+366	Città di Castello	TOC
	F. Tevere 1	34+264	Città di Castello	TOC
	F. Tevere 2	37+025	Umbertide	Microtunnel
	F. Tevere 3	38+453	Umbertide	TOC
	F. Tevere-T. Niccone	41+000	Umbertide	TOC
	F. Tevere 4	49+861	Umbertide	Microtunnel
	T. Mussino	52+781	Umbertide	Cielo Aperto
	T. Resina	60+251	Perugia	Cielo Aperto
	T. Ventia	63+981	Perugia	Triv. Spingitubo
	F. Tevere 5	67+160	Perugia	Microtunnel
	T. Rio Grande	67+822	Perugia	Microtunnel
F. Chiascio	81+792	Bastia Umbra	Microtunnel	
Der. per Perugia	F. Tevere 6	6+000	Torgiano, Perugia	Microtunnel

Tabella 4/A: Attraversamenti dei corsi d'acqua principali interferenti dal metanodotto in progetto

4.2 Idrogeologia

I fondivalle sia della Valle Tiberina che della Valle Umbra sono interessati da importanti acquiferi alluvionali, caratterizzati da un'accentuata variabilità granulometrica e tessiturale sia in senso orizzontale che verticale. I depositi più grossolani sono generalmente posti nella porzione centrale dei fondivalle o in corrispondenza di paleoalvei, con spessori che possono anche superare i 100 m.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 36 di 111	Rev. 0

Nelle altre aree e nelle porzioni di bordo della valle, gli spessori dei depositi prevalentemente sabbiosi-ghiaiosi, sono più ridotti.

Gli assi di drenaggio principali coincidono per la Valle Tiberina con l'asta attuale del Tevere o con situazioni legate al suo paleoalveo; per la Valle Umbra con l'asta del Chiascio nella porzione centro occidentale della valle e con gli affluenti (T. Topino in particolare) nella parte più orientale.

Nonostante la coincidenza degli assi di drenaggio con le valli, i corpi idrici sotterranei non sono in genere riferibili ad un unico bacino idrografico. Infatti i limiti idrografici e limiti idrogeologici nella maggior parte dei casi non corrisponde. La descrizione sotto riportata tiene conto di tale considerazione e viene operata a scala di corpo idrogeologico.

In Figura 4—B vengono riassunte in modo sintetico le informazioni contenute nella Carta Idrogeologica dell'Umbria.

In particolare nel territorio regionale si individuano le sotto riportate tipologie di acquifero:

- *Acquiferi alluvionali*, che hanno sede all'interno delle principali aree vallive della regione: Valle del Tevere, Valle Umbra, Conca Eugubina, Conca Ternana;
- *Acquifero vulcanico*, ospitato all'interno dei depositi di origine vulcanica dell'orvietano;
- *Acquiferi carbonatici*, che hanno sede sia nella dorsale carbonatica dell'Appennino Umbro Marchigiano che interessa la fascia orientale e meridionale della regione sia nelle strutture calcaree minori;
- *Acquiferi minori* ospitati nei depositi detritici e dei fondivalle alluvionali, e nei depositi a maggiore permeabilità presenti nelle zone collinari della regione.

In particolare il tracciato in progetto attraversa gli *Acquiferi alluvionali* della Valle del Tevere e della valle Umbra, percorrendo anche per buona parte le aree interessate dagli *Acquiferi minori*.

Acquifero Alluvionale dell'Alta valle del Tevere PK 0+000 – 26+000

L'acquifero Alluvionale dell'Alta Valle del Tevere ha un'estensione di circa 130 km² tra la stretta di Montedoglio e Città di Castello.

Il tracciato del metanodotto attraversa questo acquifero tra le PK 0+000 e 26+000 con direzione NNW-SSE, percorrendo la piana alluvionale del Tevere costituita dai Depositi alluvionali attuali e recenti di fondovalle di natura eterogenea con spessori dell'ordine di 10-15m.

In questo acquifero le alluvioni sono bordate, nel settore orientale e nella porzione meridionale da formazioni flyshoidi, nella porzione nord-occidentale da terreni argilloso calcarei e scistosi. Mentre nel settore occidentale e meridionale sono presenti i depositi lacustri. Spostandosi dai margini della valle verso il centro gli spessori delle alluvioni aumentano fino ad arrivare ai 100 m di spessore. Nella zona meridionale dove il bacino tende a chiudersi in corrispondenza di Città di Castello la granulometria diminuisce (sedimenti fini) e lo spessore delle alluvioni si riduce fino a 10 m.

L'asse di drenaggio segue circa l'andamento del corso d'acqua del Tevere, il quale alimenta la falda, tranne in corrispondenza dell'ultimo tratto prima dell'abitato di Città di Castello in cui si assiste ad un aumento delle portate fluviali a causa delle emergenze subalvee.

In questo acquifero la soggiacenza media della falda si attesta mediamente attorno ai 5 m ed aumenta fino oltre 20 m allontanandosi dal Tevere verso il margine della pianura, in cui si ritrovano i corpi di conoide. Dai sondaggi geognostici eseguiti tra i mesi di aprile e maggio 2021 è emerso che soltanto nel punto S4 (PK 10+620) è stata rilevata la falda freatica ad una profondità di -3.20 m dal p.c.; i sondaggi ambientali eseguiti lungo il tracciato in progetto con interasse medio di 500 m e spinti fino ad una profondità media di 3 m non hanno mai evidenziato la presenza della falda acquifera.

	PROGETTISTA	 <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ	REGIONI UMBRIA E TOSCANA		LSC-117
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse		Pagina 37 di 111 Rev. 0

La ricarica dell'acquifero principale da parte degli affluenti laterali al Tevere risulta abbastanza modesta, soltanto il T. Afra ed il Lama, infatti, apportano limitate quantità d'acqua tramite le conoidi laterali su cui si trovano a scorrere prima di affluire nel Tevere.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 39 di 111	Rev. 0

Acquiferi minori PK 26+000 – 41+000 e 68+000 – 70+000

Gli acquiferi minori caratterizzano le aree con acquiferi a carattere locale e sono suddivisibili in funzione della natura delle formazioni geologiche in:

- acquiferi dei depositi detritici e dei fondivalle alluvionali,
- acquiferi dei depositi sabbiosi-conglomeratici plio-pleistocenici e dei travertini,
- acquiferi delle formazioni torbiditiche.

Il tracciato del metanodotto in progetto lungo il suo sviluppo percorre anche questa tipologia di acquiferi in due tratti distinti, il primo tra Città di Castello ed Umbertide dalla PK 26+000 alla 45+500 e nei pressi dell'abitato di Bosco, tra le PK 68+000 – 70+000.

Lungo il primo tratto, l'opera in progetto attraversa l'acquifero dei depositi detritici e dei fondivalle, caratterizzato da un'alimentazione da parte di più ampie strutture idrogeologiche ai margini della valle e da ricarica continua da parte dei corsi d'acqua principali che lungo la direttrice percorsa dal metanodotto risulta essere il Tevere.

I sondaggi geognostici e quelli per la caratterizzazione ambientale eseguiti lungo questo tratto, nel periodo tra maggio e giugno 2021 non hanno evidenziato la presenza della falda entro le profondità d'investigazione di 20 m circa.

Tra le PK 68+000 e 70+000 il metanodotto attraversa un rilievo costituito dalle torbiditi umbre, sede dell'omonimo acquifero delle formazioni torbiditiche. Lungo questi 2 km, i sondaggi geognostici S43 e S44 non hanno evidenziato la presenza della falda acquifera. In generale questa tipologia di acquiferi è caratterizzata permeabilità secondaria per fratturazione, generata in seguito agli eventi deformativi e di tettonica compressiva che ha coinvolto le arenarie e gli strati calcarenitici. In generale i pozzi presenti in questa tipologia di acquifero, che caratterizza la parte occidentale e nord occidentale della regione, hanno produttività massima di alcuni l/s.

Acquifero alluvionale della media Valle del Tevere PK 45+500 – 68+000

Questo acquifero si estende longitudinalmente per 85 km ed è suddivisibile in due parti, una a nord e l'altra a sud della soglia morfologica di Ponte San Giovanni nei pressi di Perugia. La larghezza varia tra 2 km nel tratto settentrionale e 4 km nel tratto meridionale a Perugia.

Le alluvioni sono bordate da depositi fluvio-lacustri ascrivibili ai limi e le argille ma sovente sono presenti paleostrutture deltizie con materiali più grossolani (conglomerati e sabbie).

Il metanodotto in progetto si localizza all'interno della parte nord di questo acquifero nei comuni di Umbertide e Perugia, ovvero tra le PK 45+500 e 68+000, ponendosi per la maggior parte in parallelismo al fiume Tevere o comunque non discostandosene significativamente da esso.

Qui i depositi hanno spessore di poche decine di metri al disotto dei quali localmente sono stati rinvenuti depositi permeabili ascrivibili a paleostrutture fluvio-lacustri.

Dai dati bibliografici relativi alla piezometria in questo acquifero è possibile affermare che l'asse di drenaggio principale corrisponde con il corso del Tevere, oltre questa sono presenti linee di drenaggio secondarie e trasversali all'asse della valle principale. In generale la profondità della falda risulta limitata tra 2 e 10 m con medie di 5÷6 m. A profondità maggiori, nell'intervallo 15÷20 m sono presenti acquiferi in pressione.

I sondaggi geognostici e quelli eseguiti per la caratterizzazione ambientale della linea metanodottistica in progetto, realizzati tra i mesi di maggio e giugno 2021, non hanno quasi mai evidenziato la presenza di acqua lungo il tratto. Soltanto il sondaggio S39 ha intercettato la falda freatica a profondità di -2.8m dal p.c..

Acquifero alluvionale della Valle Umbra PK 70+000 – 96+742

Questo acquifero si ritrova all'interno dell'omonima valle fluviale umbra che si sviluppa tra i rilievi dei monti Martani e quelli di Foligno e Spoleto per un'estensione di circa 330 km².

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 40 di 111	Rev. 0

Nella zona a nord il Chiascio funge da asse di drenaggio superficiale mentre la parte restante è all'interno del sottobacino del F. Topino.

Il metanodotto in progetto lascia l'acquifero delle serie torbidityche alla PK 70+000 nei pressi di Bosco ed entra in quello della Valle Umbra percorrendolo fino alla fine del tratto in progetto. Inizialmente, interessa la parte settentrionale dell'acquifero, la quale è distinta dalla presenza di depositi del paleo Chiascio con spessori fino a 100 m in cui sono presenti interdigitazione tra livelli ghiaiosi e fini, sede dell'acquifero di Petrignano d'Assisi. Tale acquifero, nella parte a nord di Petrignano d'Assisi, ha uno spessore ridotto ed è in condizioni freatiche, mentre, a partire dall'altezza del centro abitato, aumenta il suo spessore e si ha una situazione multifalda con condizioni semi-confinare degli orizzonti acquiferi inferiori.

Nella zona orientale, in destra Chiascio, alla PK 78+000 circa dove si trova il metanodotto All. Colussi SPA, è presente un'area densamente sfruttata a scopo idropotabile chiamata campo pozzi di Petrignano il cui cono d'influenza risulta in continuo allargamento e con abbassamenti consistenti della piezometrica. La realizzazione dell'opera che risulta del tutto superficiale non interferisce con il corpo idrogeologico sfruttato dal campo pozzi.

La parte centro occidentale della valle, attraversata dal metanodotto in progetto tra le PK 83+000 – 92+500, è caratterizzata dalla presenza di terreni fini di copertura, con spessori crescenti verso nord-ovest. Al di sotto di questi è presente un livello di importante spessore permeabile, sede dell'acquifero di Cannara che risulta in contatto laterale con gli acquiferi freatici dei margini vallivi.

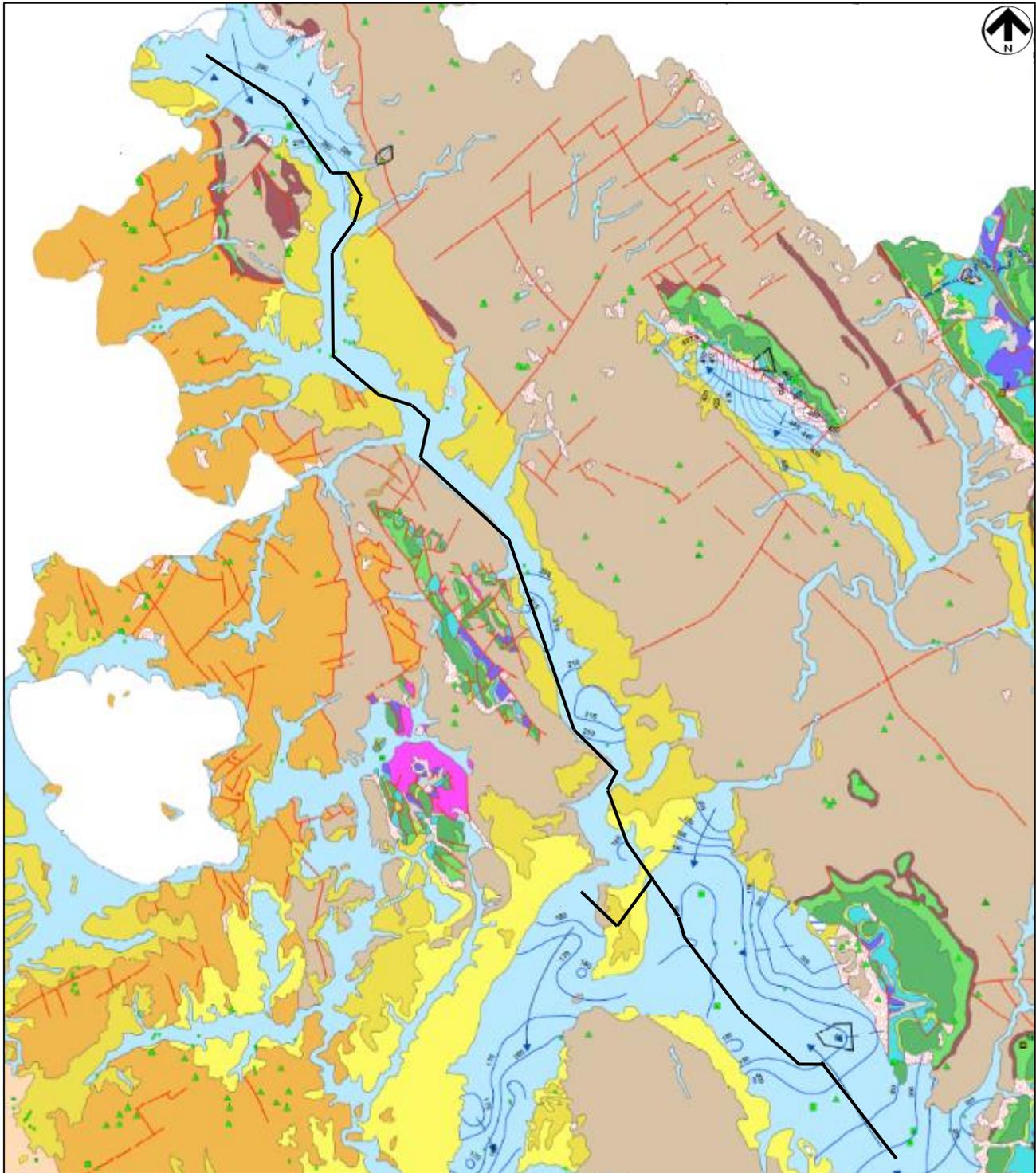
Verso sud, lungo il margine che corre in prossimità dell'abitato di Assisi e Spello, dove sono presenti alcuni rifacimenti delle opere connesse al metanodotto in progetto come l'All. Com. di Assisi 1^a Pr. e All. Ceramica Falcinelli sono presenti depositi alluvionali permeabili quali ghiaie e sabbie con intercalazioni di limi ed argille.

Infine nell'ultimo tratto della valle, percorso dell'opera in progetto, si individuano due settori, quello del paleo-Topino e quello a nord di Spoleto. Il deflusso mostra direzioni prevalenti parallele con quelle superficiali dei corsi d'acqua e alle direzioni di sviluppo dei principali corpi sedimentari. In questa porzione di valle le aste fluviali sono alimentate dalla falda.

Il paleo Topino presenta all'interno del proprio conoide un acquifero che va ad alimentare l'artesianesimo di Cannara.

Lungo tutta la percorrenza nella Valle Umbra la campagna di sondaggi geognostici ed ambientali eseguiti nel periodo maggio giugno 2021 non hanno mai intercettato la falda idrica.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 41 di 111	Rev. 0



LEGENDA:

- 
 Complezzo dei depositi alluvionali (Pleistocene-Olocene) Altamente permeabili con trasmissività da 100 a 2000 m²/g fino a massimi di 5000 m²/g negli acquiferi più produttivi.
- 
 Depositi fluvio – lacustri a granulometria grossolana (Pleistocene) Sono scarsamente permeabili, sede di circolazione idrica a carattere locale con accumuli idrici modesti. Permeabili per porosità e la produttività nei pozzi perforati risulta essere attorno ad alcuni l/s.
- 
 Depositi fluvio-lacustri e marini sublitorali a granulometria fine (Pliocene- Pleistocene). I terreni sono tra impermeabili e scarsamente permeabili e costituiscono il substrato impermeabile degli acquiferi alluvionali e gli acquiclude.

SEGUE →

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 42 di 111	Rev. 0

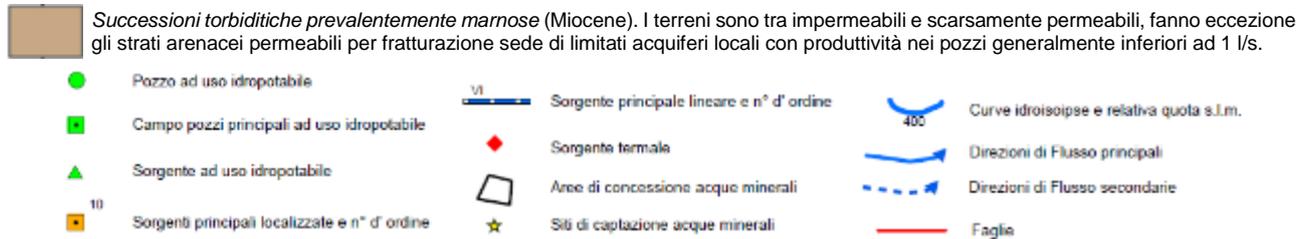


Figura 4—C: Stralcio carta idrogeologica della regione Umbria scala 1:100.000 – in nero metanodotto in progetto

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 43 di 111	Rev. 0

5 INTERFERENZE DELL'INTERVENTO CON AREE A PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA

Il tracciato del metanodotto principale Sansepolcro-Foligno e quello dei vari metanodotti ad esso connessi si sviluppano per la quasi totalità in aree pianeggianti lungo i fondivalle della Piana Tiberina e della Valle Umbra, attraversando più volte il F. Tevere e i suoi affluenti. Solo localmente il tracciato abbandona i fondivalle per percorrere limitati tratti collinari.

Per tale motivo le interferenze dell'intervento in oggetto riguardano per lo più la rete idraulica e in minima parte i versanti.

Qui di seguito vengono descritte ed elencate le varie interferenze e le problematiche relative, separatamente per gli aspetti di pericolosità idraulica e di stabilità dei versanti.

Tali tematiche più approfonditamente sono descritte nelle specifiche relazioni:

- *Relazione di compatibilità idraulica del tracciato, LSC-130*
- *Relazione di compatibilità geomorfologica, LSC-119.*

La mappatura delle aree di tracciato interferenti con le zonazioni di pericolosità sia idraulica che di versante è riportata sulla carta *Piano di assetto idrogeologico*, PG-PAI-IDR-001 e PG-PAI-IDR-002 Piano di assetto idrogeologico - idraulico.

5.1 Pericolosità idraulica

Il Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, nell'ambito del Piano di Gestione Rischio Alluvioni – PGRAAC (Adottato dal Comitato Istituzionale integrato il 17 dicembre 2015 e approvato dal Comitato Istituzionale integrato il 3 marzo 2016) ha provveduto a redigere la mappatura di pericolosità da alluvione in relazione alle alluvioni di diversa probabilità di accadimento:

- alluvioni frequenti, con tempo di ritorno tra 20 e 50 anni (pericolosità P3 – elevata probabilità);
- alluvioni poco frequenti, con tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (pericolosità P2- media probabilità);
- alluvioni rare di estrema intensità, con tempo di ritorno fino a 500 anni (pericolosità P1- bassa probabilità).

Tale operazione ha condotto a relazionare le porzioni di territorio già definite come fasce fluviali di assetto idraulico A, B, C del PAI, interessate dai flussi idrici e da fenomeni di esondazione, riconducibili ai tre scenari della Direttiva (evento raro, medio, frequente) collegati a tre livelli probabilistici di pericolosità omogenei:

- P1 evento riconducibile a tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni
- P2 evento riconducibile a tempo di ritorno minore o uguale a 200 anni
- P3 evento riconducibile a tempo di ritorno maggiore di 200 anni.

La redazione delle mappe di pericolosità PRGAAC si è basata, essenzialmente, su quanto già contenuto nel Piano di Assetto Idrogeologico e nei suoi aggiornamenti. Oltre alle perimetrazioni già comprese nel PAI sono stati altresì utilizzati:

- studi di aggiornamento/revisioni recenti, su tratti fluviali già ricompresi nel PAI, in corso di definitiva approvazione, ma validati dal punto di vista tecnico;

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 44 di 111	Rev. 0

- studi recenti, su tratti fluviali non indagati, redatti dopo l'ultimo aggiornamento del PAI in corso di definitiva approvazione, ma validati dal punto di vista tecnico.

Quindi si può affermare che il lavoro svolto nel PGRAAC è consistito nell'aggiornare, integrare e omogeneizzare quanto contenuto nel PAI vigente al fine di arrivare ad una rappresentazione omogenea e coerente con quanto previsto nell'art. 6 del D.lgs. 49/2010.

Le opere in progetto, ricadendo per la maggior parte nel fondovalle del F. Tevere e del suo affluente Chiascio-Topino, interferiscono ampiamente con zone di pericolosità idraulica, di diverso livello, sia in corrispondenza degli attraversamenti fluviali che di percorrenza lungo le aree golenali limitrofe. Ricadono in aree di pericolosità idraulica anche alcuni impianti fuori terra connessi al tracciato, ubicati nei fondivalle.

Le *Norme Tecniche di Attuazione* del PAI, all'art. 28 punto 2 prevede che anche nella fascia di maggior pericolosità, come la fascia A, sono consentiti tali interventi, come specificato alla lettera e):

e) gli interventi di ampliamento di opere pubbliche o di pubblico interesse, riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché di realizzazione di nuove infrastrutture lineari e/o a rete non altrimenti localizzabili, compresa la realizzazione di manufatti funzionalmente connessi e comunque ricompresi all'interno dell'area di pertinenza della stessa opera pubblica. E' consentita altresì la realizzazione di attrezzature ed impianti sportivi e ricreativi all'aperto con possibilità di realizzazione di modesti manufatti accessori a servizio degli stessi. Tali interventi sono consentiti a condizione che tali interventi non costituiscano significativo ostacolo al libero deflusso e/o significativa riduzione dell'attuale capacità d'invaso, non costituiscano impedimento alla realizzazione di interventi di attenuazione e/o eliminazione delle condizioni di rischio e siano coerenti con la pianificazione degli interventi di protezione civile;

Dalla lettura del punto 3 dello stesso articolo deriva che per le opere elencate alla lettera e) –quali le opere in progetto- non è richiesto il parere di cui al R.D. n. 523/1904.

3 E' richiesto il parere di cui al R.D. n. 523/1904 rilasciato dall'autorità competente in materia idraulica relativamente agli interventi di cui alle lettere c), l), m), n), o), q) del precedente comma 2.

Per quanto attiene le opere in progetto, nella specifica cartografia a scala 1:10.000 allegata al progetto (v. PG-PAI-IDR-001, PG-PAI-IDR-002) si riporta il tracciato dei vari metanodotti sovrapposto alla zonazione di pericolosità PGRAAC, in modo da evidenziarne i tratti di interferenza.

Nelle tabelle di seguito riportate si elencano i tratti di interferenza con le aree di pericolosità idraulica derivanti da tale zonazione per quanto attiene gli attraversamenti dei corsi d'acqua principali da parte del metanodotto (Tabella 5/A), gli impianti ad esso connessi (Tabella 5/B) e i tratti di percorrenza di fondovalle da parte del metanodotto Sansepolcro-Foligno (Tabella 5/C) e da parte dei metanodotti principali connessi con il Sansepolcro-Foligno (Tabella 5/D).

In totale le lunghezze di percorrenza in aree a pericolosità idraulica sono le seguenti:

Metanodotto Sansepolcro-Foligno:

P1 (pericolosità bassa probabilità):	12,131 km
P2 (pericolosità media probabilità):	14,902 km
P3 (pericolosità alta probabilità):	18,336 km

Totale 45,369 km

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 45 di 111	Rev. 0

Altri metanodotti connessi con il Sansepolcro-Foligno, in totale:

P1 (pericolosità bassa probabilità): 8,118 km
P2 (pericolosità media probabilità): 2,126 km
P3 (pericolosità alta probabilità): 2,358 km

Totale **12,602 km**

Metanodotto	Attraversamento corso d'acqua	Metodologia attraversamento	Progressiva (km)	Comune	Pericolosità
Sansepolcro-Foligno	T. Afra	TOC	6+239	Sansepolcro	P3, P1
	T. Vertola		8+330	San Giustino	P3, P2
	T. Vaschi	TOC	16+367	Città di Castello	P3
	F. Tevere 1	TOC	34+261	Città di Castello	P3
	F. Tevere 2	Microtunnel	37+022	Umbertide	P3, P2
	F. Tevere 3	TOC	38+450	Umbertide	P3, P2
	F. Tevere-T. Niccone	TOC	41+000	Umbertide	P3
	F. Tevere 4	Microtunnel	49+857	Umbertide	P3, P2
	T. Mussino	Cielo aperto	52+781	Umbertide	P3, P2
	T. Resina	Cielo aperto	60+249	Perugia	P3, P2, P1
	T. Ventia	Cielo aperto	63+978	Perugia	P3, P3, P1
	F. Tevere 5	Microtunnel	67+156	Perugia	P3
	T. Rio Grande	Microtunnel	67+819	Perugia	P3, P1
	F. Chiascio	Microtunnel	81+789	Bastia Umbra	P3, P2, P1
Der. per Perugia	F. Tevere 6	Microtunnel	6+000	Torgiano, Perugia	P3, P2

Tabella 5/A: Attraversamenti dei corsi d'acqua principali interferenti con le aree di pericolosità idraulica PGRAAC

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 46 di 111	Rev. 0

Metanodotto	Impianti	Progressiva (km)	Comune	Pericolosità
Sansepolcro-Foligno	PIDI	7+958	San Giustino	P2
	PIDA/D	32+194	Città di Castello	P2
	PIDI	42+929	Umbertide	P2
	PIDI	50+379	Umbertide	P3
	PIL	74+927	Perugia	P2
	PIDI	83+065	Bettona	P1
	PIDI	89+964	Spello	P1
	L/R PIG (*)	96+742	Spello	P3
Ric. All. Nestlè	PIDS/C	0+000	Sansepolcro	P1
All. Com. Umbertide 1^ P.	PIDA/C	0+349	Umbertide	P2
Ric. Der. Per Gubbio	L/R PIG (**)	0+000	Umbertide	P3
All. Com. Umbertide 2^ P.	PIDA/C (**)	0+000	Umbertide	P3
All. Colussi SPA	PIDS/C	0+000	Torgiano	P2
	PIDI	2+905	Bastia Umbra	P1
Der. Bastia Umbra	PIDI (***)	0+000	Bettona	P3
All. Com. Assisi 1^ P.	PIDS	0+000	Assisi	P3
	PIDA/C	2+523	Assisi	P1
All. Ferro Italia	PIDA/C	0+489	Cannara	P1
All. Bonaca-Cannara	PIDA/C	0+635	Cannara	P1
All. Ceramiche Falcinelli	PIL	1+417	Spello	P1
	PIDA/C	2+286	Spello	P1

Tabella 5/B: Elenco degli impianti interferenti con le aree di pericolosità idraulica PGRAAC

(*) Nota: L'impianto è ubicato all'interno dell'area impiantistica esistente relativa al Met. Foligno (Fraz. Colfiorito) – Gallese DN 650 (26") già oggetto di altro Studio di Impatto Ambientale.

(**) Nota: L'impianto è ubicato all'interno dell'area impiantistica esistente PIDI Loc. Scarseto km 50+379 in comune di Umbertide (PG).

(***) Nota: L'impianto è ubicato all'interno dell'area impiantistica esistente PIDI Loc. Seminario km 83+025 in comune di Bettona (PG).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 47 di 111	Rev. 0

Metanodotto	Progressiva (km)		Comune	Pericolosità
Sansepolcro-Foligno	3+200	10+340	Sansepolcro, San Giustino	P1, P2, P3
	16.370	16+430	Città di Castello	P1, P2, P3
	26+950	32+840	Città di Castello	P1, P2, P3
	33+230	37+840	Città di Castello	P1, P2, P3
	38+120	38+890	Città di Castello	P1, P2, P3
	39+370	42+970	Montone Umbertide	P1, P2, P3
	46+050	47+810	Umbertide	P1, P2, P3
	47+910	49+190	Umbertide	P1, P2, P3
	49+600	52+530	Umbertide	P1, P2, P3
	52+750	52+790	Umbertide, Perugia	P1, P2, P3
	54+530	54+860	Perugia	P1, P2, P3
	57+370	58+920	Perugia	P1, P2, P3
	60+210	60+270	Perugia	P1, P2, P3
	63+860	64+080	Perugia	P1, P2, P3
	66+580	67+300	Perugia	P1, P2, P3
	67+500	67+820	Perugia	P1, P2, P3
	72+020	73+310	Perugia	P1, P2, P3
	74+900	74+970	Perugia	P1, P2, P3
	77+730	78+370	Torgiano, Bastia Umbra	P1, P2, P3
	81+180	82+230	Bastia Umbra	P1, P2, P3
82+530	91+600	Bastia U., Bettona, Assisi, Spello	P1, P2, P3	
93+030	94+090	Spello	P1	
95+450	96+742	Spello	P1, P2, P3	

Tabella 5/C: Elenco dei tratti di percorrenza nel fondovalle interferenti con le aree di pericolosità idraulica PGRAAC lungo il metanodotto Sansepolcro-Foligno

Metanodotto	Progressiva (km)		Comune	Pericolosità
Der. per Perugia	5+860	6+160	Torgiano, Perugia	P1, P2, P3
All. Colussi SPA	0+000	0+310	Torgiano	P1, P2, P3
	1+020	1+220	Bastia Umbra	P1, P2, P3
	2+040	3+220	Bastia Umbra	P1, P2, P3
Der. per Bastia U.	0+000	2+170	Bastia Umbra, Assisi	P1
All. Comune di Assisi 1 [^] Pr.	0+000	2+523	Assisi	P1, P2, P3
All. Bonaca-Cannara	0+000	2+184	Spello, Cannara	P1, P3

Tabella 5/D: Elenco dei tratti di percorrenza nel fondovalle interferenti con le aree di pericolosità idraulica PGRAAC lungo i metanodotti connessi con il Sansepolcro-Foligno

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 48 di 111	Rev. 0

Il metanodotto è una struttura che viene posata interamente nel sottosuolo, con una copertura minima fissata dal D.M. 17 aprile 2008¹ di 0.90 m, ma che Snam eleva per maggior sicurezza a non meno di 1.50 m (Dis. ST-001). Tale copertura minima viene adottata sull'intera linea; nei tratti come gli attraversamenti stradali o fluviali il metanodotto viene ulteriormente approfondito, secondo le necessità tecnico costruttive.

In particolare in corrispondenza degli attraversamenti di corsi d'acqua gli spessori di copertura vengono fissati a valori definiti da specifici studi idraulici ed incrementati a favore di sicurezza al fine di garantire la tubazione nei confronti dei fenomeni idraulici di approfondimento dell'alveo che possono aver luogo in fase di piena o comunque a seguito dell'eventuale tendenza evolutiva del corso d'acqua.

Gli attraversamenti dei corsi d'acqua di maggior rilevanza o comunque quelli che si presentano arginati vengono realizzati con tecnologia trenchless, cioè senza scavo a cielo aperto ma tramite trivellazione nel sottosuolo e installazione della condotta.

I corsi d'acqua secondari e minori sono attraversati con metodologia classica a cielo aperto e successivamente ripristinati alle condizioni morfologiche ante-operam, introducendo a favore di sicurezza, adeguate protezioni idrauliche prediligendo, quando possibile, quelle di ingegneria naturalistica.

Il tracciato lungo le percorrenze in parallelismo con il reticolo idraulico viene tenuto sempre a distanza dal ciglio delle sponde o dal piede degli argini dei corsi d'acqua non inferiori a 20 m e pertanto con ampio rispetto di quanto stabilito dall' art. 96 punto f) del R.D. 25 luglio 1904, n. 524 *Testo unico sulle opere idrauliche*.

Per quanto riguarda i tratti di percorrenza di fondovalle in zona di possibile esondazione, il suo posizionamento in sotterraneo con una copertura minima di 1.50 non pone alcun problema per il flusso idrico e nel contempo risulta sicura da eventuali fenomeni erosivi in virtù della debole velocità delle acque di esondazione; nel contempo dalle verifiche effettuate risulta stabile e non soggetta a galleggiamento.

Le fasi operative che normalmente vengono seguite per l'installazione della condotta nel sottosuolo sono le seguenti:

- Scavo della trincea
Il lavoro sarà realizzato con escavatori che apriranno lo scavo a sezione obbligata (Dis. ST.A 01) destinato ad accogliere la successiva posa della condotta.
Lo scavo avrà una profondità di circa 2.0 m, atta a garantire una copertura minima della condotta di 1.50 m.
Il materiale escavato verrà depositato a lato della trincea per essere riutilizzato in fase di ricopertura della condotta.
- Posa della condotta
La posa della condotta verrà effettuata con mezzi adatti ed in numero tale da evitare deformazioni e sollecitazioni dannose alla tubazione stessa.
- Rinfianco e rinterro della condotta
Dopo la posa verrà effettuato il rinfianco e successivamente il rinterro della condotta con il materiale escavato per strati successivi adeguatamente costipati ed addensati. Infine si eseguirà la baulatura del terreno per compensare gli assestamenti successivi.

¹ Ministero dello Sviluppo Economico, DM 17 Aprile 2008: Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 49 di 111	Rev. 0

A conclusione delle operazioni di rinterro si provvederà a ridistribuire sulla superficie il terreno vegetale precedentemente accantonato.

Lungo il tracciato sia del metanodotto principale Metanodotto Sansepolcro –Foligno che di quelli ad esso connessi, ricadono in aree a pericolosità idraulica, così come perimetrate da PAI e PRGAAC, alcuni **impianti** funzionali all'esercizio e alla gestione della rete.

Gli impianti sono costituiti da aree di estensioni planimetriche varie recintate con rete in grigliato metallico, nelle quali è localizzato un edificio di dimensioni 5.55 m x 3.05 m e di altezza al colmo di 4.10 m (contenente apparecchiature di comando e di controllo) nonché da tubazioni, valvole di intercettazione e pezzi speciali, prevalentemente interrati. L'area interna dell'impianto è in parte pavimentata con autobloccanti prefabbricati quali garantiscono l'infiltrazione delle acque meteoriche. La quota di calpestio dell'area impianto verrà tenuta a livello non inferiore a quello della piena di progetto, comportando questo la necessità di realizzare un rilevato locale sul quale posizionare le strutture dell'impianto stesso. Per i collegamenti stradali agli impianti si utilizzano principalmente strade già esistenti, per lo più di campagna, con locali adeguamenti planimetrici ed altimetrici.

Le recinzioni in grigliato metallico risultano "permeabili" all'eventuale flusso idrico e gli edifici previsti all'interno delle aree hanno dimensioni planimetriche non significative rispetto alla vastità del fondovalle pianeggiante in cui si collocano, non costituendo pertanto un apprezzabile impedimento al flusso idrico né una sottrazione di capacità di laminazione delle piene.

Nei fabbricati non è prevista la presenza stabile di personale, ma solamente la possibilità di saltuarie visite per controllo e manutenzione delle apparecchiature in esso ospitate.

Nel caso di eventuali allagamenti delle aree golenali su cui gli impianti insistono non si prevedono rischi per il personale data la posizione rialzata dell'edificio B5 né danni agli impianti stessi e alle apparecchiature in essi contenute, posizionate a livelli più elevati rispetto ai livelli idrici attesi.

5.2 Pericolosità geomorfologica

Per il riconoscimento delle aree a pericolosità da frana ci si è basati sulla mappatura del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e su quella dell'Inventario Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) le cui cartografie progettuali di riferimento sono PG-PAI-GEO-001 e PG-PAI-GEO-002 Piano di Assetto Idrogeologico - geomorfologico - IFFI.

In corrispondenza delle aree che sono risultate interferenti con i piani territoriali (PAI e IFFI) sono stati eseguiti specifici sopralluoghi, rilievi ed indagini geognostiche al fine di caratterizzare e definire i parametri geomeccanici ed effettuate opportune verifiche di stabilità al fine di verificarne la compatibilità con l'opera in progetto e, laddove necessario, progettare adeguati interventi di stabilizzazione.

Inventario PAI

La pericolosità da instabilità di versante è stata mappata nella carta "*Inventario dei fenomeni franosi e situazioni a rischio di frana*" nell'ambito del piano di assetto Idrogeologico PAI del bacino del F. Tevere - 6° stralcio funzionale - P.S. 6 - per l'assetto idrogeologico – P.A.I. (PS6), approvato con il DPCM del 10 novembre 2006 a cui è seguito un aggiornamento approvato con il DPCM del 10 aprile 2013.

In funzione del tipo di fenomeno franoso e del relativo stato di attività, le aree di instabilità di versante vengono classificate secondo classi di pericolosità così definite:

- P4: pericolosità molto elevata
- P3: pericolosità elevata

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 50 di 111	Rev. 0

- P2: pericolosità media
- P1: pericolosità moderata.

Come definito all'art. 9bis del Decreto n. 18/2018 l'attribuzione della classe di pericolosità alle aree di versante interessate da movimenti gravitativi individuate nell'elaborato Inventario dei fenomeni franosi si basa sulle corrispondenze riportate nella seguente tabella (v. Tabella 5/E).

Livello di pericolosità		Stato di attività	Tipo di fenomeno
P4	pericolosità molto elevata	fenomeno attivo	frana per crollo o ribaltamento; <i>debris flow</i> (colata di detrito); - orlo di scarpata di frana
P3	pericolosità elevata	fenomeno attivo	frana per scivolamento; frana per colamento; frana complessa; area con franosità diffusa; area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV); area interessata da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso; frana non cartografabile.
		fenomeno quiescente	frana per crollo o ribaltamento; frana per scivolamento; frana per colamento; frana complessa; area con franosità diffusa; area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV); <i>debris flow</i> (colata di detrito); orlo di scarpata di frana; frana non cartografabile.
P2	pericolosità media	fenomeno attivo	Falda e/o cono di detrito; area a calanchi di erosione
		fenomeno quiescente	Falda o cono di detrito
		fenomeno inattivo	frana per crollo o ribaltamento; frana per scivolamento; frana per colamento; frana complessa; area con franosità diffusa; area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV); <i>debris flow</i> (colata di detrito); orlo di scarpata di frana; frana non cartografabile
P1	pericolosità bassa	fenomeno inattivo	Falda o cono di detrito
		fenomeno presunto	frana per scivolamento; frana per colamento; frana complessa; falda e/o cono di detrito; <i>debris flow</i> (colata di detrito); frana presunta; orlo di scarpata di frana

Tabella 5/E: Tabella di prima attribuzione della pericolosità da frana (da Norme Tecniche PAI, art. 9bis)

Inventario IFFI

L'inventario IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) è il primo sistema informativo territoriale a scala nazionale, realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome, che fornisce un

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 51 di 111	Rev. 0

quadro completo ed aggiornato della distribuzione dei fenomeni franosi nel territorio italiano, secondo procedure standardizzate.

I vari fenomeni sono classificati secondo le varie tipologie di movimento come indicato nella seguente tabella.

Cod tipo	tipologia
0	n.d.
1	Crollo/Ribaltamento
2	Scivolamento rotazionale/traslato
3	Espansione
4	Colamento lento
5	Colamento rapido
6	Sprofondamento
7	Complesso
8	DGPV
9	Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi
10	Aree soggette a sprofondamenti diffusi
11	Aree soggette a frane superficiali diffuse

Tabella 5/F: Classificazione IFFI dei movimenti franosi

La banca dati dell'inventario IFFI è costituita da una cartografia informatizzata e dal relativo database numerico contenente le informazioni sulle frane censite in Italia. La scala adottata per la mappatura delle frane è 1:10.000 su gran parte del territorio nazionale e 1:25.000 in aree di alta montagna o scarsamente popolate.

I tratti di interferenza da parte dei metanodotti in progetto con le zone di pericolosità geomorfologica vengono elencati nella seguente tabella (v. Tabella 5/G).

Denominazione	Da km	a km	Percorr. km	Comune
Metanodotto Sansepolcro – Foligno DN 400 (16") – DP 75 bar				
Falda e/o cono attivo – P2	9+334	9+638	0+304	San Giustino (PG)
Falda e/o cono inattivo – P1	16+014	16+792	0+778	Città di Castello (PG)
Falda e/o cono attivo – P2	16+792	17+218	0+426	
	17+652	20+258	2+606	Umbertide (PG)
	36+217	36+299	0+082	
Falda e/o cono attivo – P2	36+754	36+927	0+173	
	36+927	36+954	0+027	
Falda e/o cono attivo – P2	38+044	38+122	0+078	Montone (PG)
Frana per scivolamento quiescente – P3 IFFI 2	43+402	43+581	0+179	Umbertide (PG)
Frana per scivolamento - elemento presunto – P1	43+581	43+666	0+085	
Frana per colamento quiescente – P3 IFFI 4	43+766	43+797	0+031	

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 52 di 111	Rev. 0

Denominazione	Da km	a km	Percorr. km	Comune
Frana complessa - elemento presunto – P1	44+481	44+826	0+345	
Falda - cono attivo – P2	75+753	75+801	0+048	Perugia (PG)
	76+204	76+221	0+017	
	96+733	96+742	0+009	Spello (PG)
Falda - cono attivo – P2	PIDA/D Loc. Poggio S. Benedetto			
Falda - cono attivo – P2	Stazione L/R loc. La Pasciana			
Der. Per Perugia DN 400 (16") - DP 75 bar				
Falda e/o cono attivo – P2	2+969	3+397	0+428	Perugia (PG)
Der. per S. Giustino DN 100 (4") - DP 75 bar				
Falda e/o cono inattivo – P1	0+710	1+239	0+529	San Giustino (PG)
	1+239	1+323	0+084	Città di Castello (PG)
Ric. All. Piccini Paolo DN 100 (4") - DP 75 bar				
Falda e/o cono attivo – P2	0+000	0+057	0+057	Città di Castello (PG)
	PIDS/C loc. Titta			
All. Com. Città di Castello 1^ Pr. DN 100 (4") - DP 75 bar				
Falda e/o cono attivo – P2	0+000	0+081	0+081	Città di Castello (PG)
All. Officine Selci DN 100 (4") - DP 75 bar				
Falda e/o cono inattivo – P1	0+000	0+030	0+030	San Giustino (PG)
	PIDA/C loc. Ospedalichchio			
All. Nardi Francesco e figli Spa DN 100 (4") - DP 75 bar				
Falda e/o cono inattivo – P1	0+000	0+424	0+424	Città di Castello (PG)
	PIDA loc. Cerbara			

Tabella 5/G: Elenco delle interferenze con aree a pericolosità geomorfologica, cartografate da PAI e IFFI

Dall'elenco sopra riportato emerge che le frane interferite dal tracciato sono 4, tutte nel comune di Umbertide: di queste 2 sono a pericolosità P3 (1 per scivolamento alla PK 43+402, l'altra, molto piccola, per colamento alla PK 43+766), le altre 2 a pericolosità P1 alle PK 43+581 e 44+481, *elemento presunto* (di cui la prima rappresenta un'estensione di quella a pericolosità P3).

Le prime 3 aree a pericolosità geomorfologica vengono attraversate in profondità con installazione tramite trenchless.

In corrispondenza di questo areale con frane segnalate a pericolosità PAI/IFFI sono stati eseguiti sopralluoghi e rilievi in taluni casi anche indagini geognostiche e rilievi geofisici, al fine di stimarne le condizioni di stabilità e, laddove necessario, prevedere opere di drenaggio e/o stabilizzazione. I risultati di tali verifiche, assieme alle valutazioni su tutte le restanti interferenze con aree a pericolosità geomorfologica sono riportati nella suddetta *Relazione di compatibilità geomorfologica*, LSC-119.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 53 di 111	Rev. 0

Le altre zone di interferenza PAI/IFFI sono tutte relative alla classe *falda /cono di detrito*, in parte considerati attivi (P2), in parte inattivi (P1).

Dai sopralluoghi effettuati è emerso che la morfologia e la costituzione litologica superficiale delle falde e cono di detrito sono ascrivibili in effetti a processi di modellamento e deposizione, principalmente da parte di corsi d'acqua allo sbocco dalle valli montane in pianura (conoidi alluvionali) e subordinatamente derivanti dal trasporto e accumulo detritico alla base dei rilievi (fasce di detrito).

Ma tali processi risultano oggigiorno del tutto diffusamente inattivi; gli alvei dei vari torrenti e rii che scendono dai rilievi in piano risultano ben definiti ed incisi, talora regolati e protetti da opere idrauliche, e non presentano rischi di tracimazione e divagazione. Lo conferma anche la presenza nell'areale attraversato di infrastrutture viarie, di abitati, di attività antropiche varie (attività colturali in particolare) che non mostrano alcun segnale di coinvolgimento da parte di processi di erosione/deposizione/divagazione (processi legati a fenomeni tipo debris flow) né tantomeno di accumulo di detrito dai versanti in tempi recenti.

Si ritiene pertanto che la condotta del metanodotto, del tutto interrata con una copertura minima di 1.5 m, non possa soffrire di alcuna problematica nell'attraversare tali aree segnalate da PAI come "*Falda e/o cono di detrito*".

A titolo di esempio si riporta qui di seguito (Figura 5—A) uno stralcio (PK 17+850 ± 19+700) della carta PAI con riportata un'area di pericolosità P2 da falda/cono di detrito (area puntinata) in confronto con l'immagine aerea Google (Figura 5—B), dalla quale si può osservare come l'areale segnalato a pericolosità da falda/cono di detrito risulta attualmente interessato da zone industriali, da abitazioni e da strade, anche importanti e come non si evidenziano processi attivi in tal senso. Anche i sopralluoghi estesi a tale area hanno portato ad escludere la presenza di pericolosità dovuta a tale tipo di processo.

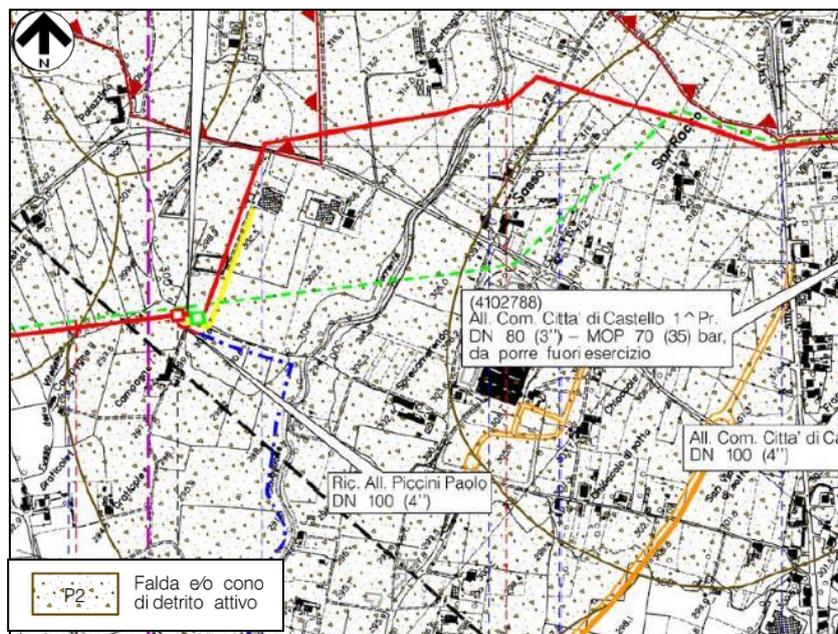


Figura 5—A: Stralcio della carta con pericolosità PAI (da PG-PAI-GAO-001)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 54 di 111	Rev. 0



Figura 5—B: Immagine Google dell'area di cui allo stralcio di Fig. 5/A

Nella Tabella 5/H sotto riportata sono elencati i tratti di metanodotti in dismissione interferenti con le zone di pericolosità geomorfologica.

In tali tratti di rimozione si adotteranno particolari precauzioni al fine di non creare perturbazione all'equilibrio esistente, influenzando negativamente sulla stabilità dei versanti.

Innanzitutto si dovrà operare in periodi siccitosi, quando il terreno nello strato superficiale non sarà saturo e pertanto meglio sopporterà scavi, che dovranno rimanere aperti per il minor tempo possibile. Verrà utilizzata una pista di lavoro ristretta come riportato nel disegno ST.A 09 ed essi saranno contenuti in profondità, fino alla messa a giorno della tubazione da rimuovere, non oltre. Inoltre si dovrà procedere a campioni, per tratti di limitata lunghezza, provvedendo al completo rinterro della trincea di scavo prima di andare avanti. Si dovranno utilizzare mezzi meccanici leggeri e piste ristrette.

A rinterro ultimato si provvederà a ripristinare perfettamente la geometria ante operam, dando continuità ad eventuali fossi e canalizzazioni delle acque; nei tratti a maggior pendenza, soprattutto in presenza di terreni granulari, si potrà stabilizzare la superficie con opere di ingegneria naturalistica, quali fascinate e palizzate.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 55 di 111	Rev. 0

Denominazione	Da km	a km	Percorr. km	Comune
Met. Sansepolcro-Foligno DN 250 (10") - MOP 70 (35) bar				
Falda e/o cono attivo – P2	9+239	9+547	0+308	San Giustino (PG)
Falda e/o cono inattivo – P1	15+888	16+576	0+688	Città di Castello (PG)
Falda e/o cono attivo – P2	16+576	17+091	0+515	
Falda e/o cono attivo – P2	17+391	19+634	2+243	
Frana per colamento quiescente – IFFI 7 – P3	19+634	19+797	0+163	
Frana per scivolamento - elemento presunto – P1	21+612	21+689	0+077	
Frana complessa quiescente - IFFI 7 – P3	21+910	22+002	0+092	
Frana per scivolamento - elemento presunto – P1	22+621	22+687	0+066	
Frana per scivolamento - elemento presunto – P1	23+715	23+744	0+029	
Falda e/o cono attivo – P2	38+644	38+945	0+301	Umbertide (PG)
Frana per scivolamento quiescente – IFFI 2 – P3	42+54	42+686	0+146	
Frana per scivolamento - elemento presunto – P1	42+718	42+849	0+131	
Frana per scivolamento quiescente – IFFI 4 – P3	42+952	42+99	0+038	
Frana complessa – elemento presunto – P1	43+696	44+043	0+347	
Falda e/o cono attivo – P2	45+389	45+535	0+146	Spello (PG)
Falda e/o cono inattivo – P1	94+000	94+066	0+066	
	94+066	94+324	0+258	Foligno (PG)
Der. Per Perugia DN 200 (8") - MOP 70 bar				
Frana per scivolamento quiescente – IFFI 2 – P3	3+368	3+482	0+114	Torgiano (PG)
Falda e/o cono attivo – P2	3+947	4+381	0+434	
Pot. Der. per Perugia DN 250 (10") - MOP 70 bar				
Frana per scivolamento quiescente – IFFI 2 – P3	3+394	3+508	0+114	Torgiano (PG)
Falda e/o cono attivo – P2	3+976	4+412	0+436	
Der. per S. Giustino DN 80 (3") - MOP 70 bar				
Falda e/o cono inattivo – P1	0+822	1+348	0+526	San Giustino (PG)
All. Nardi Francesco e figli Spa DN 80 (3") - MOP 70 bar				
Falda e/o cono inattivo – P1	0+000	0+392	0+392	San Giustino (PG)
Falda e/o cono inattivo – P1	PIDS/C n. 4102290/1			
Falda e/o cono inattivo – P1	PIDA n. 4102290/2			
All. Piccini Paolo DN 100 (4") - MOP 70 bar				
Falda e/o cono attivo – P2	0+000	0+073	0+073	Città di Castello (PG)
Falda e/o cono attivo – P2	PIDS/C n.14463/1			
All. Com. Città di Castello 1^ Pr. DN 80 (3") - MOP 70 bar				
Falda e/o cono attivo – P2	0+000	0+278	0+278	Città di Castello (PG)
Falda e/o cono attivo – P2	PIDS n.4102778/1			
Falda e/o cono attivo – P2	PIDA/D n.4102778/2			

Tabella 5/H: Elenco delle interferenze con aree a pericolosità geomorfologica, cartografate da PAI e IFFI

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 56 di 111	Rev. 0

6 SISMICITÀ

Il presente capitolo descrive le caratteristiche sismiche del territorio su cui si sviluppa il progetto del “Rifacimento metanodotto Sansepolcro-Foligno e opere connesse”. La trattazione di dettaglio di questa tematica, unicamente agli approfondimenti del caso sono riportati nella relazione LSC-106 “Relazione di pericolosità sismica”.

6.1 Zonazione sismogenetica

In base alla zonazione sismica ZS9 operata da INGV, il tracciato del metanodotto in progetto cade all’interno della Zona Sismogenetica 919 (Figura 6—A), denominata *Appennino Umbro*. Essa corrisponde al settore più interno della catena appenninica, interessato da importanti faglie primarie e relative sorgenti sismogenetiche, responsabili dei terremoti di più elevata magnitudo che hanno caratterizzato l’area. Tali faglie immergono verso NE nel tratto della Toscana e dell’Umbria settentrionale

Solo un breve tratto del tracciato della *Der. per Perugia* rientra nella Zona Sismogenetica 920, *Val di Chiana-Ciocciaria*, caratterizzata da una sismicità di bassa energia che sporadicamente raggiunge valori di magnitudo relativamente elevati.

Come si apprende dal *Rapporto Conclusivo* di ZS9 di INGV in cui è riportato il numero degli eventi sismici in funzione della loro magnitudo registrati nelle due zone sismogenetiche, si evince chiaramente che la zona 919 risulta sismicamente più attiva, per terremoti di elevata magnitudo, rispetto alla 920 (vedere Tabella 6/A).

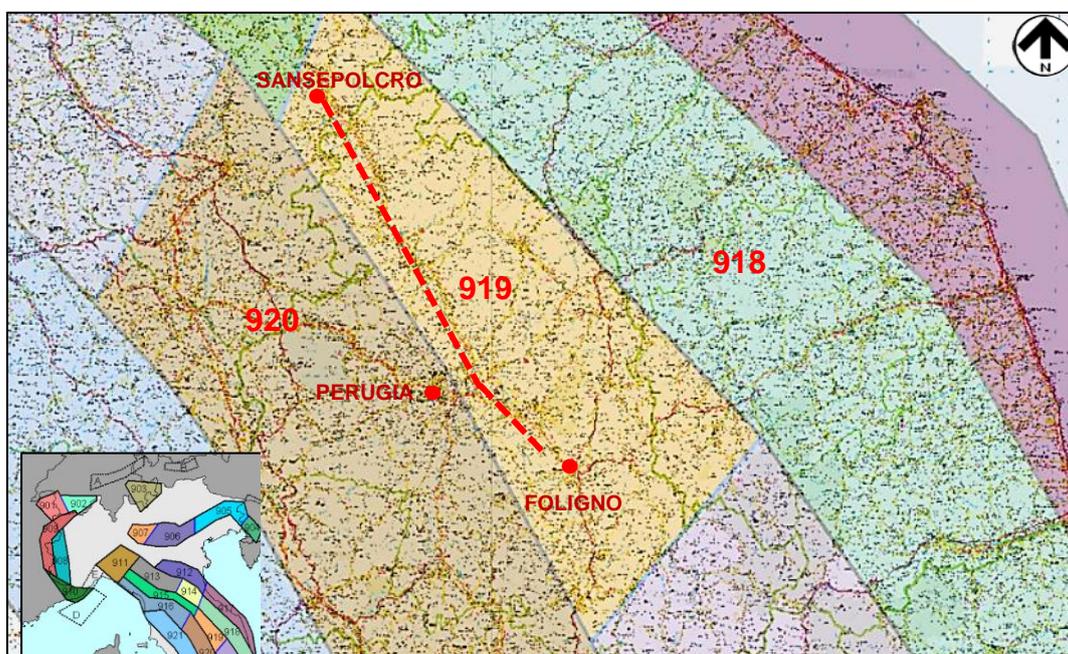


Figura 6—A: Zone sismogenetiche d’Italia (zonazione ZS9, da INGV) (tratto rosso discontinuo: direzione tracciato principale in progetto)

Sulla base della classificazione della Regione Toscana (Delibera 421/2014) e della Regione Umbria (Delibera 1111/2012), i comuni attraversati dal tracciato del metanodotto in oggetto ricadono tutti in zona sismica 2, cioè in zona con pericolosità sismica media, dove possono verificarsi forti terremoti con $a_g = 0.15 \div 0.25$.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 57 di 111	Rev. 0

6.2 Catalogo DISS (Database of Individual Seismigenetic Sources)

Il database *DISS* delle sorgenti sismogenetiche italiane è un catalogo georiferito di informazioni di natura sismotettonica che ha come obiettivo principale l'individuazione delle strutture che generano terremoti -le sorgenti sismogenetiche- e la stima del loro potenziale.

La figura di seguito riportata (Figura 6—B), tratta dal catalogo *DISS vers. 3* riporta per l'areale interessato dalle opere in progetto lo stralcio della mappa delle sorgenti sismogenetiche in cui sono rappresentate le faglie attive e le aree di sorgente sismogenetica.

L'areale percorso dal tracciato in oggetto si colloca interamente nell'ambito della sorgente sismogenetica composta *ITCS 037 Mugello-Città di Castello-Leonessa*. Questa sorgente composta, costituita dalla faglia principale Alto Tiberina (ATF) che si immerge verso NE con bassa inclinazione, e da numerose faglie ad essa collegate, si sviluppa per oltre 200 km lungo l'ossatura appenninica settentrionale, da circa la latitudine di Pistoia alla parte settentrionale della valle del Nera, formando il nucleo della cintura estensiva del cosiddetto *Etrurian Fault System*. Questa sorgente è costituita da un insieme di faglie complesse, che segna il confine estensionale occidentale dell'Appennino settentrionale.

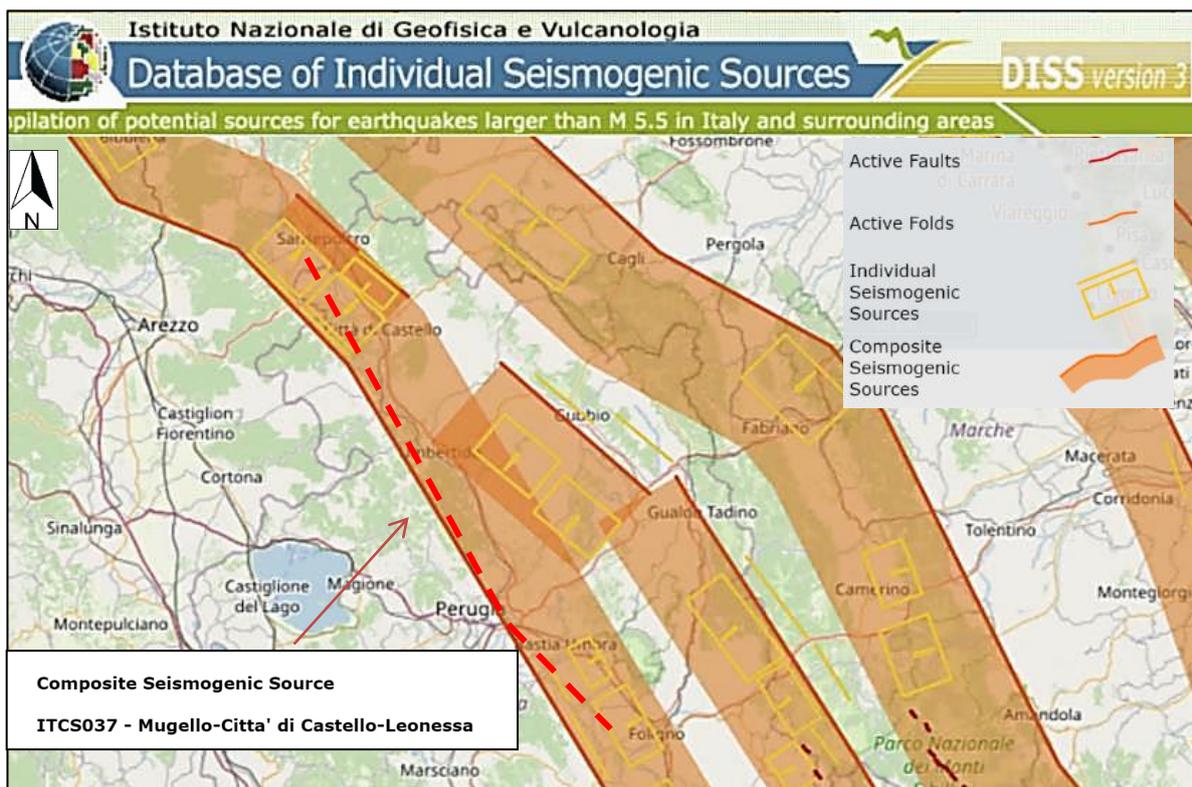


Figura 6—B: Mappa delle fonti sismogenetiche (da INGV, *DISS 3*), linea rossa tratto-tratto: direttrice del tracciato

Nell'ambito della sorgente composta *ITCS 037* sono segnalate le seguenti sorgenti individuali ad essa correlate, elencate da NW a SE:

- ITIS064 Anghiari,
- ITIS065 Selci Lama,
- ITIS063 Monterchi,
- ITIS060 Bastia,
- ITIS061 Foligno.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 58 di 111	Rev. 0

La sorgente sismogenetica composta nell'ambito della quale si articola il metanodotto in progetto è responsabile dei vari terremoti, anche intensi che hanno colpito la regione nel passato. Dai dati storici e dai cataloghi dei terremoti si riporta infatti una intensa attività sismica in quest'area, sia di terremoti di media magnitudo che anche distruttivi, soprattutto nei settori nordoccidentale e sudorientale.

In particolare il catalogo dei terremoti CPTI di INGV riporta per la zona sismogenetica ZS 919 (nella quale ricade il tracciato) l'accadimento del numero di sismi elencati nella seguente tabella in funzione della magnitudo Mw.

Mw	4.76	4.99	5.22	5.45	5.68	5.91	6.14	6.37	6.60
N. sismi	23	88	17	9	3	7	1	2	0

Tabella 6/A: Distribuzione dei terremoti del catalogo CPTI nella ZS 919, per differenti classi di magnitudo Mw (da Rapporto Conclusivo ZS9, INGV)

Tra i terremoti più intensi associabili a questa sorgente sismogenetica, da NW a SE, si ricordano i seguenti:

- 13/06/1542 (Mw 5.9, Mugello)
- 29/06/1919 (Mw 6.2, Mugello)
- 26/04/1917 (Mw 5.8, Monterchi-Citerna)
- 25/12/1352 (Mw 6, Monterchi)
- 26/04/1458 (Mw 5.9, Città di Castello)
- 30/09/1789 (Mw 5.9, San Giustino)
- 13/01/1832 (Mw 5.8, Foligno)
- 15/09/1878 (Mw 5.5, Montefalco)
- 05/06/1767 (Mw 5.4, Spoletino).

6.3 Catalogo faglie attive e capaci ITHACA

Una faglia si definisce capace "quando ritenuta in grado di produrre, entro un intervallo di tempo di interesse per la società, una deformazione/dislocazione della superficie del terreno, e/o in prossimità di essa" (da ISPRA, ITHACA). Nella valutazione di capacità di una faglia elemento discriminante è l'età dell'ultimo movimento, che deve risultare < 125 ka (cioè non precedente al Pleistocene superiore) secondo quanto assunto per il catalogo delle faglie capaci ITHACA, mentre < 40 ka secondo gli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (Dipartimento Protezione Civile, 2008).

Dal catalogo ITHACA (Italy HAZard from CApable faults si può osservare che l'areale della Val Tiberina e della Valle Umbra è interessato da più faglie capaci (Figura 6—C), principalmente di direzione appenninica, delle quali quella di maggior estensione e continuità è costituita dalla *Upper Tiber Valley* la cui ultima attività risalirebbe al Pleistocene. Essa segue il fianco sinistro dell'Alta Valle Tiberina; il tracciato è stato articolato in posizione tale da non intersecarla mai.

L'unica struttura capace che viene attraversata dal tracciato si trova all'altezza dell'abitato di Bosco, alla progressiva 67+850 km (Figura 6—D). Si tratta della faglia normale "Perugia, n° 62700" di direzione antiappenninica, di lunghezza stimata in 21.3 km di immersione SSE. Di essa non sono riportate notizie di evidenze superficiali; la sua attività più recente risalirebbe genericamente al Pleistocene (2.58 milioni ÷ 11.700 anni fa).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 59 di 111	Rev. 0

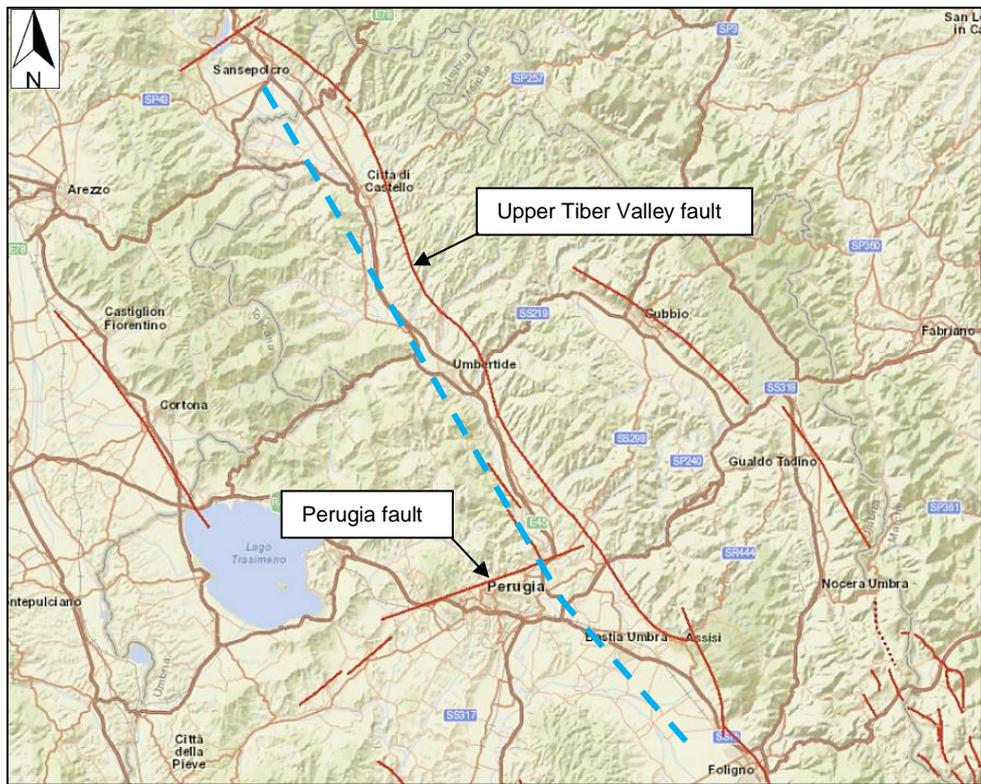


Figura 6—C: Carta delle Faglie Capaci (Progetto Ithaca, ISPRA-SGI), linea blu tratteggiata: direttrice del tracciato

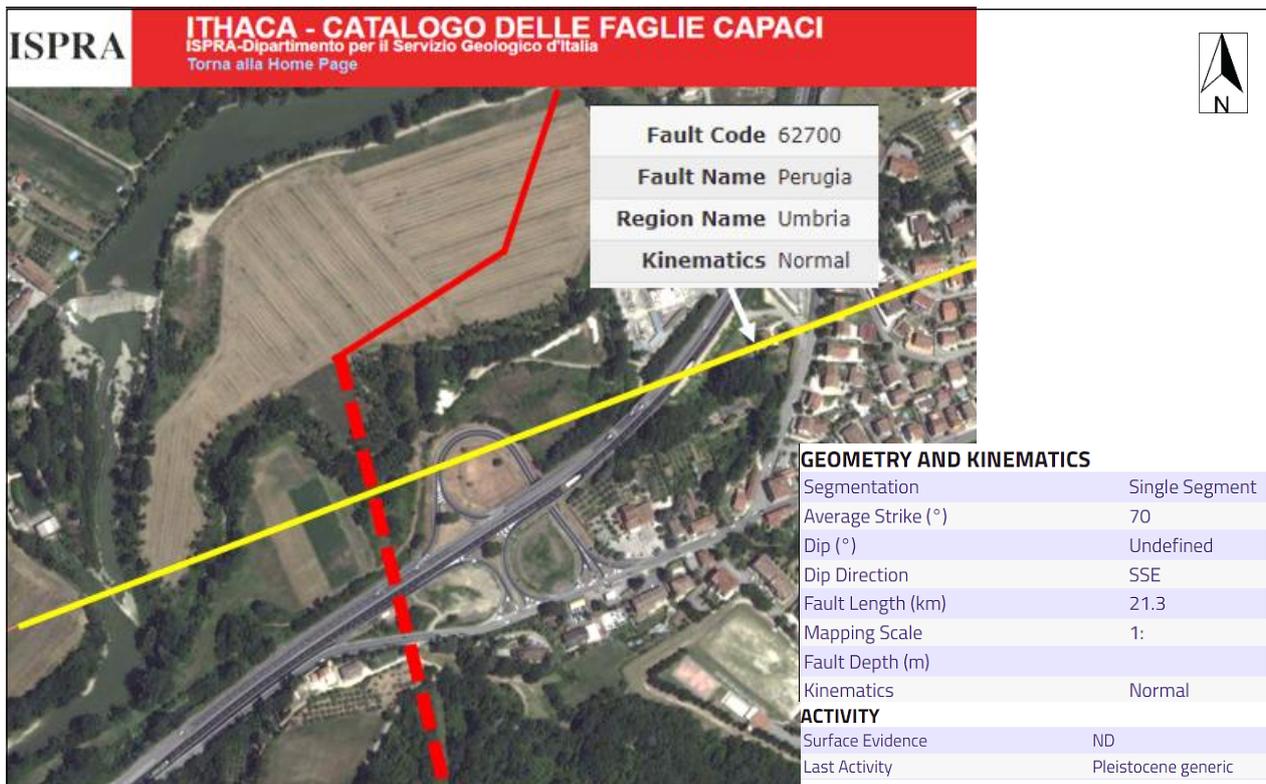


Figura 6—D Particolare della carta delle Faglie Capaci in prossimità dell'abitato di Bosco e relative caratteristiche linea gialla: faglia capace 62700; linea rossa: tracciato del metanodotto

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 60 di 111	Rev. 0

6.4 Sismicità del territorio

Nella seguente Figura 6—Esi riporta la mappa con le varie intensità macrosismiche risentite nel territorio della regione Umbria e dintorni derivato dal data base dei terremoti DBMI15 di INGV. La distribuzione dei sismi è conseguente alla disposizione delle zone sismogenetiche ed alle loro caratteristiche geologico-strutturali. In linea generale si può affermare che la zona ad Est dell'allineamento F. Tevere-Valle Umbra risente di una sismicità medio-alta ed alta mentre quella ad Ovest è interessata da un più modesto grado di sismicità da medio-basso a medio.

Per quanto attiene il tracciato del metanodotto in oggetto, si nota in particolare che le aree con risentimenti più intensi sono localizzate nella parte settentrionale del tracciato (nell'intorno del confine Toscana-Umbria) e nella parte più meridionale.

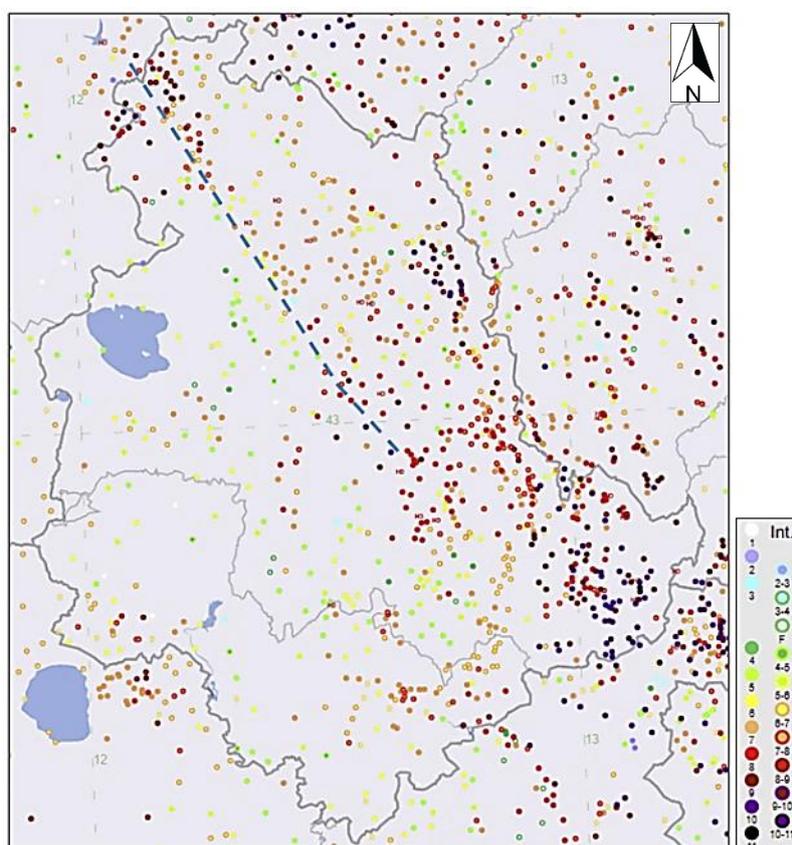


Figura 6—E: Localizzazione dei siti di risentimento con relativi valori di intensità macrosismiche nell'ultimo millennio - da database macrosismico dei terremoti italiani di INGV, DBMI 15 (linea blu tratteggiata: direttrice del tracciato)

Il terremoto più intenso di cui si ha notizia storica (v. *Catalogo terremoti CPTI 15* di INGV) con epicentro prossimo al tracciato è quello avvenuto il 13 Gennaio 1832, localizzato nella Valle Umbra, presso Cannara, con $M_w = 6.43$ (Figura 6—F).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 61 di 111	Rev. 0

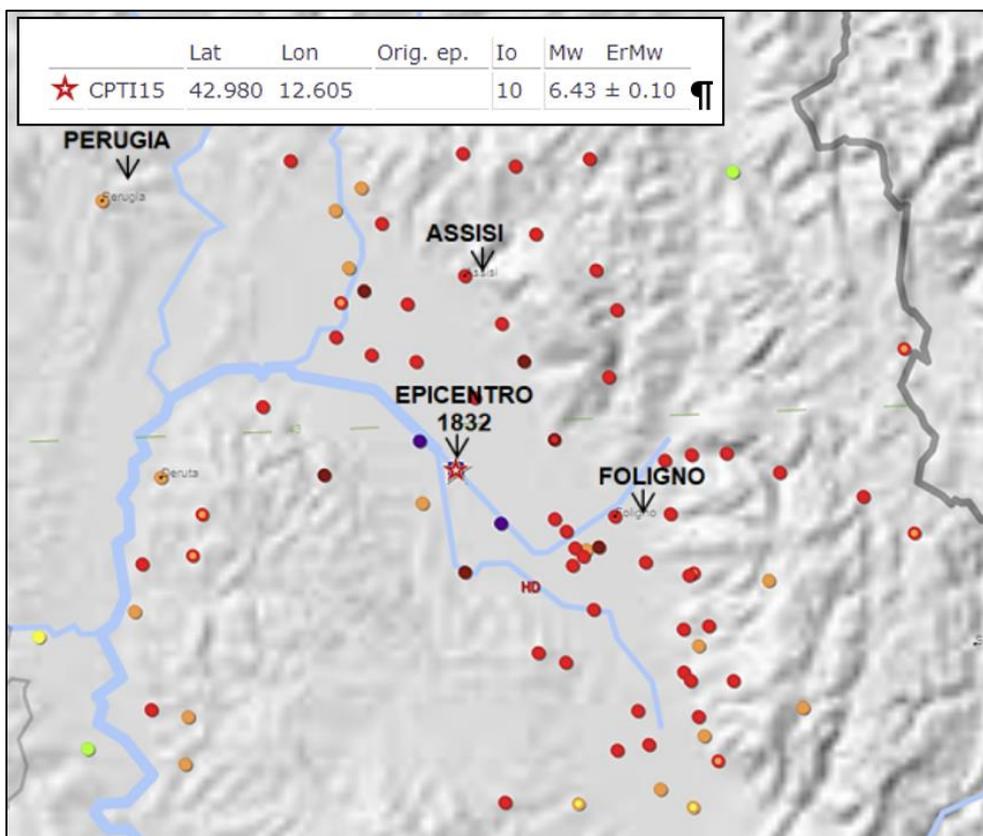


Figura 6—F: Localizzazione epicentro sisma 1832 – da CPTI15 INGV dismissione in verde.

Le intensità macrosismiche risentite nei vari comuni attraversati dal tracciato del metanodotto in occasione dei sismi occorsi sono anche dell'ordine di $I=9.5-8.5$, si sono registrate in occasione dei terremoti con epicentro nell'Alta Valle Tiberina del 1352 ($M_w=6.03$), del 1389 ($M_w=6.03$) e del 1789 ($M_w=5.89$), e dei terremoti della Valle Umbra del 1832 ($M_w=6.43$) e dell'Appennino Umbro-Marchigiano del 1279 ($M_w=6.2$).

I grafici con le intensità macrosismiche risentite nei vari comuni attraversati dal tracciato del metanodotto sono riportati nella Relazione di Pericolosità Sismica LSC-106 a cui si rimanda.

6.5 Microzonazione sismica

Per la caratterizzazione del territorio attraversato dal tracciato del metanodotto in oggetto si è fatto riferimento ai seguenti studi di Microzonazione sismica:

- Regione Toscana, comune di Sansepolcro
Studio di *Microzonazione Sismica di Livello 1* e Studio di *Microzonazione Sismica di livello 2*
- Regione Umbria
Carta di Pericolosità Sismica Locale, che copre l'intero territorio regionale
Pericolosità sismica locale di dettaglio dell'Alta Valle del Tevere
Pericolosità sismica locale di dettaglio di Umbertide
Pericolosità sismica locale di dettaglio di Perugia.

Inoltre si è consultato il *Portale Informativo e Cartografico della Microzonazione Sismica* (v. <http://www.webms.it>) nel quale sono riportate tutte le mappe di MS di livello 1/2/3 collaudate.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 62 di 111	Rev. 0

Per quanto riguarda lo studio di microzonazione sismica del comune di Sansepolcro, la parte esaminata comprende il breve tratto iniziale del tracciato, dove è prevista la Stazione L/R Pig in loc. Gragnano Alto; la cartografia prodotta non segnala alcuna zona di instabilità.

In relazione allo studio della regione Umbria, esso copre tutto l'areale percorso dal metanodotto in questa regione e costituisce di fatto una cartografia paragonabile alle MOPS che classifica il territorio secondo le seguenti zone omogenee:

- *zone suscettibili di instabilità:*
 - movimenti franosi attivi
 - movimenti franosi quiescenti
 - aree potenzialmente franose o esposte a rischio di frana
 - aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti
- *zone stabili suscettibili di amplificazioni sismiche locali*
 - aree di fondovalle con depositi alluvionali
 - aree pedemontane di falda di detrito o cono di deiezione
 - aree dei depositi delle unità sintemiche
 - linea di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse
- *zone stabili suscettibili di amplificazioni sismiche locali*
 - linea di ciglio con H>10 m
 - linea di crinale affilato
- *zone stabili non suscettibili di amplificazioni sismiche locali*

Nella carta a scala 1:10.000 allegata alla Relazione di Pericolosità sismica LSC-106 (PG-CPS-001 e 002) viene riportata la microzonazione sismica del territorio attraversato derivata dalla cartografia degli studi del comune di Sansepolcro e della regione Umbria sopra riportati.

Da questa si evince come la quasi totalità del tracciato percorre *zone stabili suscettibili di amplificazioni sismiche locali*, come classificate nella Carta della Pericolosità Locale della Regione Umbria. Brevi tratti classificati con *instabilità per terreni di fondazione particolarmente scadenti* sono presenti nella Valle Umbra, in corrispondenza dei quali tuttavia non sono previsti importanti impianti correlati alla tubazione.

Zone instabili per attività da frana non vengono interferite, se non presso Umbertide; tuttavia in questo caso il corpo classificato instabile viene sottopassato installando la condotta in profondità tramite metodologie trenchless.

6.6 Effetti sismoindotti

I principali effetti secondari conseguenti a un evento sismico possono essere ricondotti ai seguenti fenomeni:

- instabilità di versante in presenza di pendii instabili o potenzialmente instabili
- liquefazione del terreno in presenza di importanti spessori di terreni granulari saturi nei primi 20 m da piano campagna
- cedimenti/spostamenti differenziali in aree che presentano terreni con significative variazioni laterali delle caratteristiche meccaniche (zone di contatto tra materiali diversi, zone di faglia attiva, ecc.) o in presenza di cavità sotterranee
- stress nella tubazione dovuto allo scuotimento del terreno.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 63 di 111	Rev. 0

Relativamente agli aspetti legati ai fenomeni di instabilità di versante il metanodotto in progetto attraversa soltanto in due areali distinti delle *zone* suscettibili di instabilità, entrambi in comune di Umbertide alle PK 43+400÷43+550 e PK 43+740÷43+780 per le quali il progetto prevede la posa del metanodotto ad elevata profondità tramite metodologie trenchless al fine di sottopassare con grande garanzia il supposto corpo franoso (vedasi Relazione di compatibilità geomorfologica LSC-119).

Il fenomeno della liquefazione, è stato dapprima valutato tramite l'esame della cartografia di Microzonazione Simica (PG-CPS-001 e 002) da cui si può notare che solamente la parte del fondovalle della Valle Umbra tra PK 83+200 e PK 88+200 e tra PK 81+850 e PK 92+650 viene classificata nella classe "*zone suscettibili di instabilità: aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)*". In merito

Successivamente, dalle indagini geognostiche eseguite è emerso che nei tratti ricadenti nella classe sopracitata, i terreni sono di tipo coesivo e pertanto non suscettibili al fenomeno della liquefazione. La segnalata *instabilità* è da riferirsi invece alle scarse proprietà di resistenza al taglio con conseguenti problematiche di ordine fondazionale. Mentre i terreni più suscettibili alla liquefazione, dal punto di vista delle loro caratteristiche granulometriche, è la prima, cioè dal punto d'inizio delle opere fino all'incirca alla progressiva PK 42+000 km.

Pertanto, in fase di progetto di dettaglio il rischio della liquefazione verrà puntualmente verificato in corrispondenza degli impianti lungo il tracciato che comprendano edifici, in particolare con strutture in c.a., sulla scorta dei dati già disponibili integrati da ulteriori indagini, là dove necessario. Le verifiche si baseranno essenzialmente sul riconoscimento della precisa stratigrafia del sito, delle caratteristiche di resistenza del terreno, della stima del livello freatico nonché, evidentemente, sull'input sismico locale.

Infine per quanto attiene al rischio per la condotta derivante dallo scuotimento del terreno le verifiche eseguite hanno evidenziato come le condotte di progetto risultino idonee a sopportare con ampio fattore di sicurezza le sollecitazioni indotte dalla propagazione delle onde sismiche attese.

Per ogni considerazione relativa allo studio degli effetti sismoindotti, si rimanda alla Relazione di pericolosità sismica LSC-106.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 64 di 111	Rev. 0

7 DESCRIZIONE GEOLOGICA DEL TRACCIATO

7.1 Metanodotto Sansepolcro – Foligno DN 400 (16”) – DP 75 bar

Il metanodotto principale denominato “*Met. Sansepolcro Foligno DN 400 (16”) – DP 75 bar*” oggetto di studio, con direttrice prevalente Nord Ovest - Sud Est ha origine in Comune di Sansepolcro, a valle del ricollegamento con l’area impiantistica esistente denominata Stazione L/R in loc. Gragnano Alto.

Il suo tracciato termina in corrispondenza del nuovo impianto trappola L/R PIG in loc. la Pasciana. La maggior parte del tracciato si sviluppa in parallelismo con il metanodotto esistente, “*Sansepolcro - Foligno DN 250 (10”) – MOP 70 (35) bar*”, da porre fuori esercizio, scostandosene limitatamente solo in alcuni tratti.

Nel seguito viene descritto per tratti successivi il tracciato del metanodotto Sansepolcro – Foligno DN 400 (16”) – DP 75 bar in progetto e le interferenze con la geologia di superficie.

Dal punto di vista geologico il territorio in cui si disloca il metanodotto in progetto è inquadrabile nei fogli geologici IGM a scala 1:100.000 Città di Castello Fg. 115, Perugia Fg. 122, Assisi Fg. 123, Foligno Fg. 131. Inoltre ricade nei fogli della cartografia tecnica della Regione Umbria a scala 1:10.000 elencati al paragrafo 3.2. Specifiche cartografie geologiche sono state elaborate a partire da quest’ultima carta regionale e sono: PG-CGB-001 e PG-CGB-002 Geologia di Base e RIM-CGB-001 e RIM-CGB-002 Tracciato condotta da rimuovere - Geologia di base, riporta la cartografia geologica con sovrapposto il tracciato di progetto e quello in dismissione

7.1.1 Da PK 0+000 Stazione L/R loc. Gragnano Alto a PK 14+049 PIL loc. Villa Facchinetti

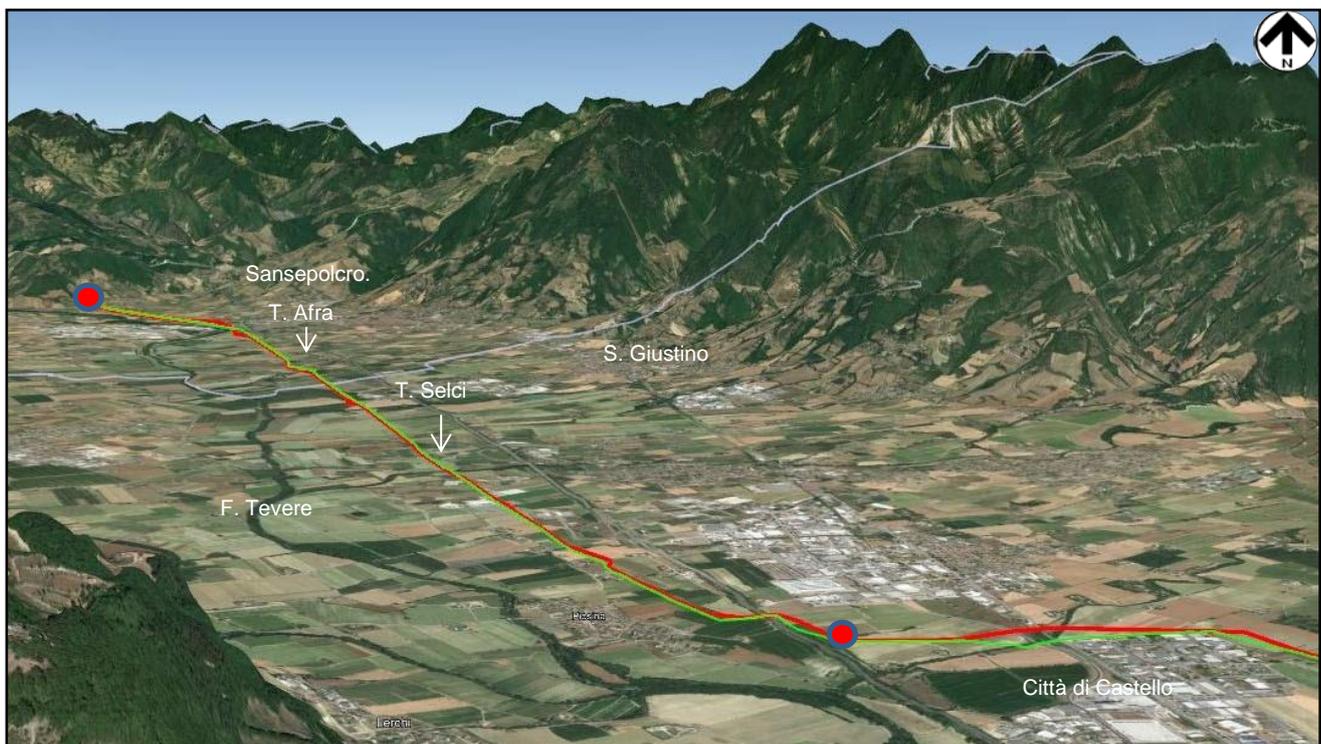


Figura 7—A: Vista aerea 3D del tratto in esame (da Google Earth), linea rossa tracciato in progetto, verde condotta in dismissione

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 65 di 111	Rev. 0

Il tratto si ubica nella piana alluvionale del F. Tevere a partire dalla Stazione L/R, ubicata in loc. Gragnano Alto al limite della piana con i rilievi collinari a N, fino al Loc. Villa Facchinetti.

Il tracciato della condotta in progetto avrà inizio con una stazione L/R pig che sarà interconnessa alla rete esistente nell'area impiantistica 4500170/27.

Il tracciato si sviluppa sempre in stretta adiacenza con quello esistente, tranne un breve tratto nell'intorno dello svincolo di Sansepolcro della E45 dove la presenza di un piano attuativo comunale, su cui già insistono costruzioni, servizi, attività e densa viabilità, ne ha consigliato un locale scostamento.

Esso percorre per tutta la sua estensione la piana alluvionale del F. Tevere, in sinistra idrografica, attraversando aree a morfologia assolutamente pianeggiante e rimanendo parallelo alla superstrada E45 lato fiume.

Il F. Tevere, che nel punto più vicino dista circa 60 m dal metanodotto in progetto, ha un andamento subrettilineo con dolci anse, inciso nelle proprie alluvioni e con sponde fissate da una folta vegetazione arborea.

Geologicamente l'area di fondovalle su cui si trova il corridoio in progetto è caratterizzata dalla presenza dei depositi alluvionali quaternari, a luoghi coperti da depositi di conoide.

Litologicamente sono presenti terreni con fuso granulometrico che spazia tra le argille e le sabbie, con locali livelli ghiaiosi in prossimità dei corsi fluviali

Gli unici elementi morfologici interessati dal tracciato da segnalare sono la presenza di incisioni di corsi d'acqua, affluenti del F. Tevere, tra i quali i principali sono:

- T. Afra (PK 6+239)
- T. Vertola (PK 8+330)
- T. Selci (PK 10+604).

Il T. Afra ha un alveo di circa 5 m di larghezza, ricoperto da ghiaie, con sponde rilevate sul piano campagna di 2-3 m e rivestite da alberature. Per il torrente Afra è prevista la metodologia di attraversamento trenchless tramite T.O.C. (Trivellazione Orizzontale Controllata).

Dal sondaggio S3 limitrofo si apprende che dal piano campagna, per circa 7 m di profondità, sono presenti sabbie limose debolmente argillose addensate. Più in profondità sono presenti argille consistenti e molto addensate.



Figura 7—B: Attraversamento T. Afra

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 66 di 111	Rev. 0

Il T. Selci, anch'esso inciso nelle proprie alluvioni grossolane, ha un alveo largo circa 4 m al fondo con sponde a quote di poco superiori al piano campagna circostante e ricoperte da vegetazione arborea. Per questo torrente è prevista la metodologia trenchless di attraversamento mediante trivella spingitubo.

Dal sondaggio S4 eseguito in prossimità dell'attraversamento fluviale è emerso che fino circa 8 m di profondità sono presenti ghiaie con sabbia, oltre le quali si ritrovano sabbie intercalate a livelli di argilla.

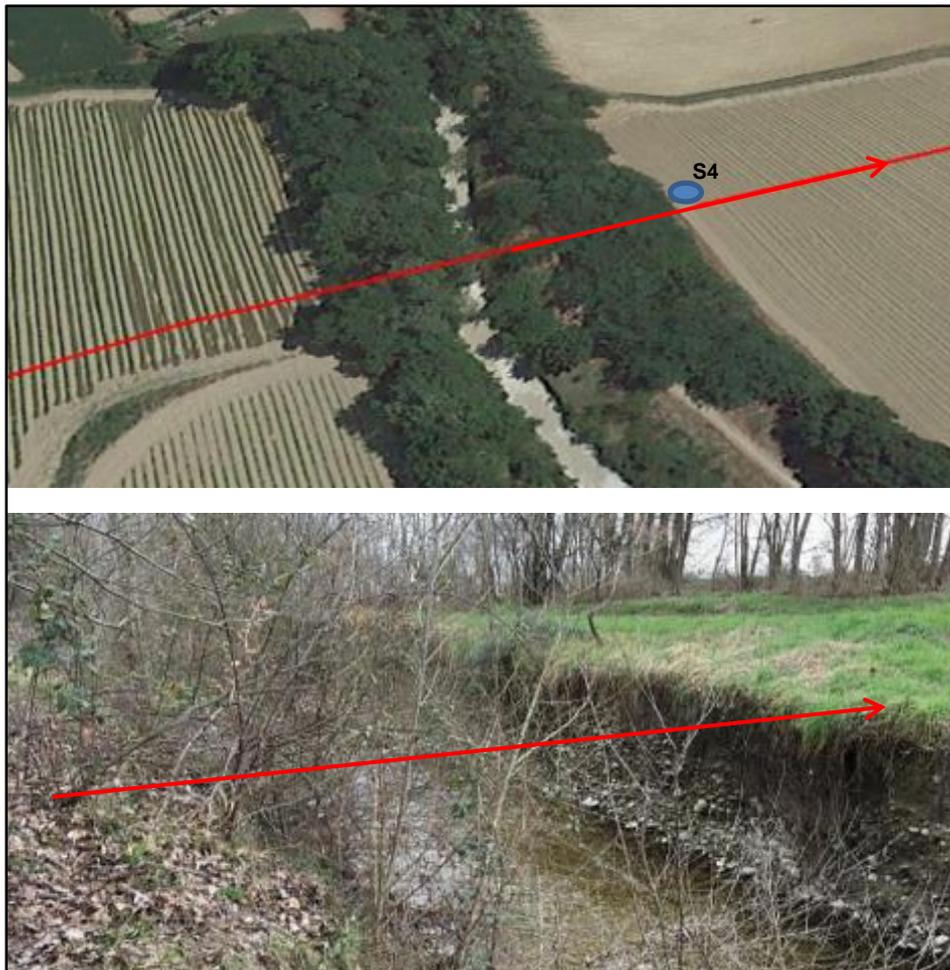


Figura 7—C: Attraversamento T. Selci

Lungo il tratto in questione il tracciato attraversa quattro strade principali:

- S.S. n. 73 al PK 2+602
- S.P. 100 al PK 7+925
- S.P. 100 al PK 10+487
- S.S. n. 3bis (E45) al PK 13+710

Tutti questi ultimi attraversamenti saranno realizzati con il metodo trenchless della trivellazione con spingitubo.

I primi 3 hanno piano stradale di poco elevato sul piano campagna, mentre la E45 risulta in rilevato alto circa 4÷5 m.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 67 di 111	Rev. 0

Geologicamente sono presenti terreni di natura sabbiosa con in subordine ghiaie nella parte settentrionale della pianura le quali scemano verso le argille man mano che ci si sposta verso Città di Castello.

Attraversata la superstrada E45 il tracciato ritorna ad essa parallelo lato monte, fino al termine del tratto in descrizione, PIL in Loc. Villa Facchinetti.

Indagini eseguite (per dettagli si veda *Report indagini geognostiche e geofisiche LSC-118* e relativi allegati con ubicazione indagini).

Sondaggi geognostici:

Sondaggio	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
S1	0+000	30	Terreno coesivo su substrato roccioso
S2	2+600	6	Terreno alluvionale prev. sabbioso
S3	6+250	12	Terreno alluvionale sabbioso e argilloso
S4	10+620	12	Terreno alluvionale prev. sabbioso
S5	13+750	6	Terreno alluvionale prev. sabbioso

Prove DPSH:

Prova DPSH	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
DPSH 1	0+000	5.2	Limo sabbioso su ghiaia

Prove MASW:

Prova MASW	PK (km)	Vs,eq	Categoria sottosuolo
MASW 1	2+230	234	C
MASW 2	10+840	260	C
MASW 3	14+090	342	C

Down Hole:

Down Hole	PK (km)	Vs,eq (m/s)	Categoria sottosuolo
DH1	0+000	307	B

Prova HVSR:

Prova HVSR	PK (km)	f ₀ (Hz)
HVSR 1	0+000	7.92

In questo tratto sono presenti quattro punti di linea:

- Stazione L/R pig Loc. Gragnano Alto al PK 0+000
- PIDI Loc. Masserotto al PK 2+198
- PIDI Loc. Capanne Palazzo al PK 7+958
- PIL Loc. Villa Facchinetti al PK 14+049

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 68 di 111	Rev. 0

Tutti si localizzano in aree agricole del tutto pianeggianti e insistono su terreni alluvionali di tipo granulare.

Lungo il tratto in oggetto dal metanodotto principale si staccano i seguenti allacciamenti/derivazioni:

- al PK 2+198:

All. Centrale Compr. Piccini Sansepolcro, DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 274 m

Ric. All. Centrale Compr. Piccini, DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 26 m

I terreni qui presenti sono caratterizzati da argille sabbiose che scemano verso sabbie di origine alluvionale. Morfologicamente i tracciati si sviluppano su aree agricole e per un ultimo breve tratto in una area destinata a deposito materiali, subito dopo aver attraversato un modesto corso d'acqua.

- al PK 3+288:

Ric. All. Nestlè IT Sansepolcro, DN 100 (4") – DP 75 bar L= 61 + 458 m

da cui si staccano

All. Buitoni S.p.A., DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 6 m

All. Centria Srl, DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 41 m

I rifacimenti sopracitati sono posizionati all'interno della piana alluvionale del Tevere che nella zona in oggetto sono rappresentati da una copertura di sabbie debolmente limose con ciottoli fino a circa 1 m di profondità le quali poggiano su ghiaie con sabbie (sondaggio S51).

Sondaggio	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
S51	0+180	6	Terreno alluvionale prev. sabbioso

- al PK 7+958:

All. Com. di Citerna, DN 100 (4") – DP 75 bar L= 15 m

- al PK 10+790:

All. Com. San Giustino, DN 100 (4") – DP 75 bar L= 28 m

- al PK 11+299:

Der. per San Giustino, DN 100 (4") – DP 75 bar L= 1323 m con i collegati

All. Nardi Francesco e Figli Spa - DN 100 (4") – DP 75 bar L= 424 m

All. Officine Selci DN 100 (4") – DP 75 bar L= 30 m

Dalla carta geologica della regione Umbria emerge che il tracciato principale si disloca per un primo tratto di circa 520 m su terreni appartenenti all'Unità del quaternario "b" costituita da depositi alluvionali che dai sondaggi geognostici S52 e S53 sono costituiti da sabbia e inclusi di ghiaia. Successivamente entra all'interno della zona distale di una conoide alluvionale in cui sono presenti sabbie con limi ed argilla.

Sondaggio	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
S52	0+400	6	Terreno alluvionale prev. Argilloso sabbioso
S53	1+630	6	Terreno alluvionale prev. Argilloso sabbioso

Tutti gli allacciamenti e ricollegamenti previsti si ubicano sul fondovalle tiberino, in aree prevalentemente agricole ed in parte industriali.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 69 di 111	Rev. 0

7.1.2 Da PK 14+049 PIL Loc. Villa Facchinetti a PK 24+453 S.P. n. 106



Figura 7—D: Vista aerea 3D del tratto in esame (da Google Earth) linea rossa tracciato in progetto, verde condotta in dismissione

Questo tratto rappresenta il superamento della zona in cui sorge l'abitato di Città di Castello, dove, sia per la minor ampiezza del fondovalle tiberino che per la vasta porzione del fondovalle stesso occupato dalla città, il tracciato è stato localizzato nella fascia pericollinare dei rilievi appenninici in sinistra Tevere.

Il tracciato è stato posizionato, quando possibile, in parallelismo con l'esistente, ma a causa delle particolarità morfologiche della zona talora se ne discosta anche sensibilmente.

Il tratto in esame ha inizio al PIL Loc. Villa Facchinetti e si sviluppa nella prima parte (sino alla base del Poggio San Benedetto) nella fascia orientale della piana tiberina, costituita dalle alluvioni del Tevere e dai depositi conoidali dei vari affluenti di sinistra che scendono dai rilievi appenninici con generale dolce pendenza verso sud; nella seconda parte nell'ambito delle propaggini collinari del fianco vallivo tiberino, formate da roccia arenacea e da depositi terrigeni (sabbiosi, argillosi, conglomeratici), con forme più accentuate e talora decise incisioni.

In questo tratto attraversa alcuni corsi d'acqua di rilievo, tutti affluenti diretti del Tevere, quali:

- T. Regnano (PK 14+880)
- T. Vaschi (PK 16+325)
- T. Scatorbia (PK 20+538).

Geologicamente lungo questo primo tratto è presente un grande corpo di conoide alluvionale originatasi dalla dinamica del torrente Regnano subito a valle del suo sbocco vallivo ubicato qualche km verso nord-est. Il metanodotto lambendo la porzione distale della conoide attraversa terreni di tipo fino ascrivibili a limi sabbiosi. Superato il corpo sedimentario il tracciato ripercorre i depositi alluvionali terrazzati del Tevere per un chilometro circa. In corrispondenza del T. Vaschi e del Rio Secco affiorano terreni del Sintema di Selci Lama costituito da depositi clastici a granulometria variabile. Il sondaggio geognostico eseguito in prossimità del Vaschi ha evidenziato presenza di sabbie con ciottoli fino a circa 4 m oltre i quali è presente argilla con intercalazione di livelli sabbiosi. Proseguendo dalla PK 17+400 sono presenti altri piccoli corpi di conoide coalescenti che il metanodotto percorre fino alla PK 21+500 circa.

In particolare, il tracciato dopo il PIL Loc. Villa Facchinetti percorre un tratto di fondovalle in direzione Est fino ad arrivare nello spazio di poco più di 100 m (PK 14+694÷14+798) ad un multiplo attraversamento: di una strada comunale (Via B. Russei), della linea ferroviaria F.S. Sansepolcro-Perugia Sant'Anna e di Viale Romagna (ex S.S. n.3.Tiberina).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 70 di 111	Rev. 0



Figura 7—E: Immagine aerea dell'attraversamento multiplo

Si prevede di attraversare queste infrastrutture tramite tecnica trenchless in spingitubo in due distinte sezioni.

Subito dopo, a breve distanza, il tracciato incontra il corso d'acqua del T. Regnano (PK 14+868) da passare in subalveo con tecnica di scavo a cielo aperto. La presenza subito a valle di una robusta briglia ne costituisce una garanzia nei confronti dell'erosione di fondo.

Continuando il suo sviluppo in direzione Sud Est, superata l'area di una zona artigianale, il tracciato attraversa il T. Vaschi (PK 16+367), il quale, insieme con il confluyente Rio Secco, è affluente diretto del Tevere.



Figura 7—F: Vista dell'attraversamento del T. Vaschi

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 71 di 111	Rev. 0

Il torrente Vaschi insieme a Rio Secco verranno attraversati con la tecnica trenchless della T.O.C.. Il tracciato quindi prosegue in direzione dei rilievi collinari e, passato il T. Cavaglione, giunge ad attraversare la strada S.R. n. 257 (in cui è stato eseguito il sondaggio S9), 300 m dopo la quale prosegue allontanandosi dal metanodotto esistente per evitare il passaggio lungo il rilievo del Poggio San Benedetto.



Figura 7—G: Vista dell'attraversamento della S.R. n. 257

Il tracciato prosegue ai piedi del rilievo del Poggio San Benedetto attraversando il T. Scatorbia, torrente dall'andamento molto sinuoso, incassato nel fondovalle alluvionale costituito da terreni sabbiosi fino 15 m circa che poggiano su argille (S10bis), con la sponda sinistra particolarmente ripida ed alta circa 6 m rivestita da una folta vegetazione arborea. Il corso d'acqua verrà attraversato con metodologia trenchless T.O.C..

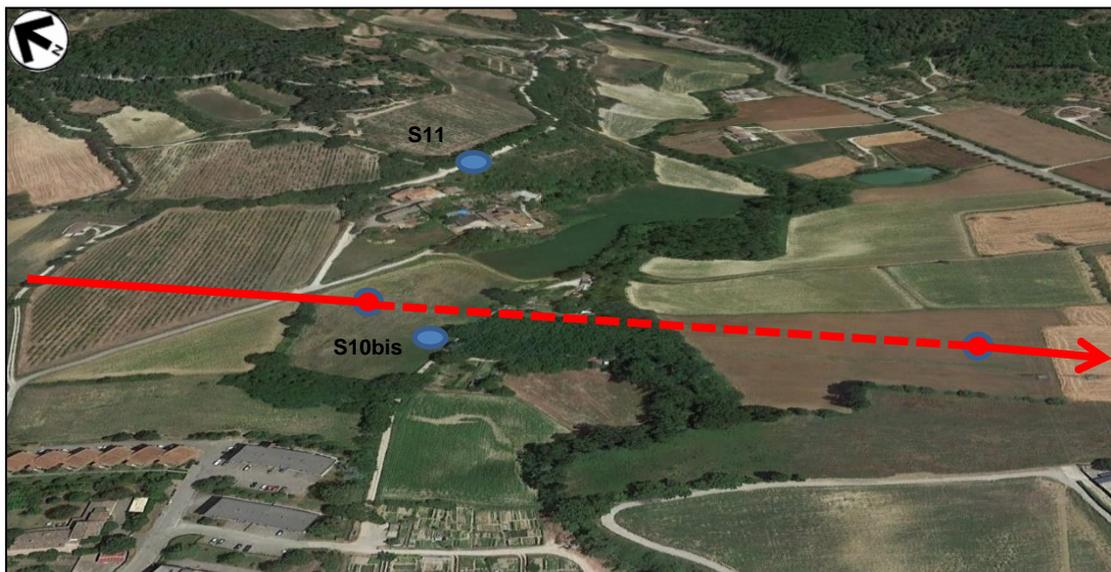


Figura 7—H: Vista dell'attraversamento del torrente Scatorbia con trenchless, linea tratteggiata TOC

Attraversato il fondovalle del T. Scatorbia il tracciato abbandona la piana tiberina e prosegue in direzione generale Sud e successivamente attraversa i rilievi collinari morfologicamente articolati

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 72 di 111	Rev. 0

che si elevano ad Est di Città di Castello fino a raggiungere di nuovo la piana stessa dopo aver attraversato la S.P. n 106.



Figura 7—I: Attraversamento zona collinare a tergo di Città di Castello

Tali rilievi sono costituiti da terreni afferenti al Sintema di Fighille “FHL” rappresentati da argille limose in banchi di alcuni metri. Questi terreni affiorano nella parte basale delle colline mentre in sommità affiorano i terreni limo-sabbiosi del Subsistema di Anghiari “MCT2”, quelli della Litofacies “c” del Sintema di Citerna “CTA2c” e nei tratti più elevati anche quelli della formazione Marnoso Arenacea Romagnola, Membro di Galeta “FMA4b”.

Lungo tali rilievi collinari il tracciato nel dettaglio:

- risale un dolce pendio argilloso, come evidenziato dalle prove penetrometriche DPSH2 e DPSH3, posto affianco ad un laghetto collinare fino alla sommità del rilievo discostandosi dalla linea esistente.

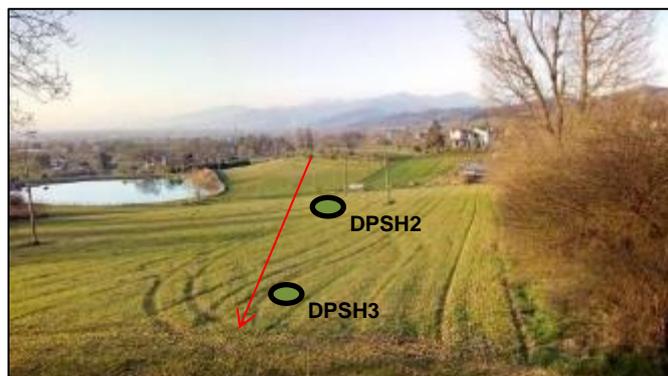


Figura 7—J: Risalita del pendio presso laghetto

- scende verso il vallone del F.so della Croce a destra senso gas per evitare un’area a controllo geologico

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 73 di 111	Rev. 0



Figura 7—K: Attraversamento F.so della Croce

- risale il costone fino alla località San Giovanni per poi ridiscendere lungo il versante



Figura 7—L: a sinistra Salita al costone in loc. S. Giovanni; a destra Discesa dal costone in loc. S. Giovanni

- attraversa il duplice impluvio del Fosso del Balzo con ripida discesa ed altrettanto ripida risalita percorrendo quasi completamente aree boscate. I terreni presenti a monte dell'attraversamento fluviale sono costituiti da sabbie e limi poggianti su argille marnose S13 mentre a valle il rilievo in cui è posto S14 è caratterizzato da sabbie poggianti su argille sabbiose.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 74 di 111	Rev. 0



Figura 7—M: Attraversamento dei due rami del F.so del Balzo

- riguadagna la vicinanza con il metanodotto in esercizio, percorrendo per circa 1 km il costone a fianco della strada comunale



Figura 7—N: a sinistra Percorrenza costone a lato strada comunale, a destra Percorrenza costone a lato strada comunale e suo attraversamento

- attraversa la strada comunale per poi ridiscendere in massima pendenza fino al fondovalle del T. Soara, attraversando lungo la discesa una scarpata morfologica e al termine la scarpata stradale della S.P. n. 106.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 75 di 111	Rev. 0



Figura 7—O: a sinistra Discesa al fondovalle del T. Soara, a destra Attraversamento S.P. n. 106

Lungo il tratto in esame, da PK 14+049 PIL Loc. Villa Facchinetti a PK 24+453 S.P. n. 106, è ubicato il PIDI Loc. Città di Castello al PK 14,990, in zona pianeggiante a fianco dell'attraversamento del T. Regnano ed a ridosso di un'area industriale. Infine, al PK 19+958, è ubicato il PIDA/D Loc. Poggio S. Benedetto.

Nell'ultimo tratto il metanodotto scende lungo le pendici collinari che bordano il T Soara abbandonando i terreni del Subsistema di Fighille "FHL" ed entra nelle alluvioni fluviali "b" con i rispettivi terrazzi "bn1" che bordano la valle.

Indagini eseguite (per dettagli si veda *Report indagini geognostiche e geofisiche LSC-118* e relativi allegati con ubicazione indagini).

Sondaggi geognostici:

Sondaggio	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
S6	14+960	12	Terreno alluvionale prev. limo-sabbioso
S7	16+300	12	Terreno alluvionale sabbioso su argilla
S7bis	16+360	25	Terreno alluvionale argilloso
S8	18+980	12	Terreno alluvionale limo-argilloso e sabbioso
S9	19+500	6	Terreno alluvionale sabbioso su argilla
S10	20+060	10	Terreno alluvionale limo-argilloso-sabbioso su argilla
S10bis	20+550	25	Terreno alluvionale limo-argilloso-sabbioso su argilla
S11	20+500	35	Terreno sabbioso su arenaria
S12	22+150	15	Argilla sabbiosa su argilla marnosa
S13	22+720	15	Sabbie limose su argille marnose
S14	23+080	15	Argilla limosa-sabbiosa

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 76 di 111	Rev. 0

Prove DPSH:

Prova DPSH	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
DPSH 2	21+800	9.40	Limo sabbioso, argilla limosa su ghiaia
DPSH 3	21+890	10.00	Limo argilloso, argilla limosa su sabbia limosa
DPSH 4	22+150	10.00	Limo sabbioso, sabbia limosa, sabbia
DPSH 5	22+240	10.00	Limo/argilla/sabbia
DPSH 6	23+500	2.60	Sabbia limosa su sabbia ghiaiosa
DPSH 7	23+630	10.00	Sabbia ghiaiosa con livelli limo-sabbiosi
DPSH 8	24+020	9.60	Sabbia e sabbia ghiaiosa

Prove MASW:

Prova MASW	PK (km)	Vs,eq	Categoria sottosuolo
MASW 4	14+970	388	B
MASW 5	19+760	321	C

Stendimenti geosismici:

Stendimento	PK (km)	Lunghezza
G2	20+580	120+120
G3	21+820	360
G4	22+300	460
G5	22+920	320

Ricapitolando, dalle indagini è emerso che nel tratto di pianura il terreno presente di natura alluvionale è costituito in prevalenza da sabbie, limi e argille subordinate. Nel tratto di tracciato collinare sono presenti terreni granulometricamente eterogenei sabbio-limo-argillosi.

Lungo il tratto in oggetto dal metanodotto principale si staccano i seguenti allacciamenti/derivazioni:

- al PK 14+990:
All. Com. Di Città di Castello 3^a Pr., DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 46 m
- al PK 18+184:
Ric. All. Piccini Paolo, DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 57 m
- al PK 19+958:
All. Com. Di Città di Castello 1^a Pr., DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 81 m

Tali allacciamenti/derivazioni si collocano sul bordo sinistro del fondovalle del F. Tevere, su aree prevalentemente agricole ed in minima parte industriali, in terreni alluvionali e di conoide dei suoi affluenti.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 77 di 111	Rev. 0

7.1.3 Da PK 24+453 S.P. n. 106 a PK 41+000 trenchless Niccone

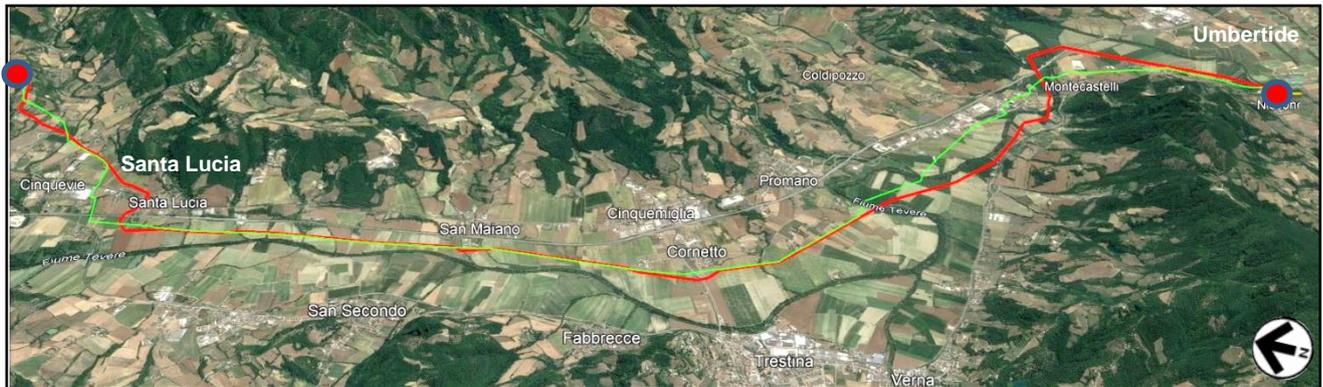


Figura 7—P: Vista aerea 3D del tratto in esame (da Google Earth) - Linea rossa tracciato in progetto, verde condotta in dismissione

Il tratto descritto si sviluppa interamente nella piana alluvionale del F. Tevere, interessando sia la parte sinistra idrografica che destra con attraversamento del F. Tevere in tre punti.

Appena attraversata la S.P. n. 106, il tracciato ritorna a percorrere la piana tiberina. Dapprima attraversa il fondovalle del T. Soara, affluente di sinistra del Tevere. Il corso d'acqua, ad andamento subrettilineo, ha un alveo inciso 2÷3 m nelle proprie alluvioni grossolane con un letto largo 5÷6 m. Il suo attraversamento (PK 24+721) è previsto con tecnica tradizionale a cielo aperto.



Figura 7—Q: Attraversamento T. Soara

Il tracciato quindi, mantenendosi sul bordo orientale della piana, prosegue fino all'abitato di Santa Lucia, da cui deviare verso la strada SS E45, parallelamente al suo svincolo, fino ad attraversarla (PK 26+588). Lungo questo tratto il metanodotto in progetto attraversa aree agricole periurbane. Successivamente, dopo una deviazione per evitare un filare di alberi, riprendere la direzione parallela all'andamento del Tevere, compreso tra la superstrada stessa e il fiume.

La E45 nel tratto di attraversamento è in rilevato, alto circa 2÷3 m; per il suo passaggio verrà utilizzata la tecnica trenchless della trivellazione con spingitubo. Qui i terreni sono costituiti da alluvioni sabbioso-limose come riportato nel sondaggio S18

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 78 di 111	Rev. 0

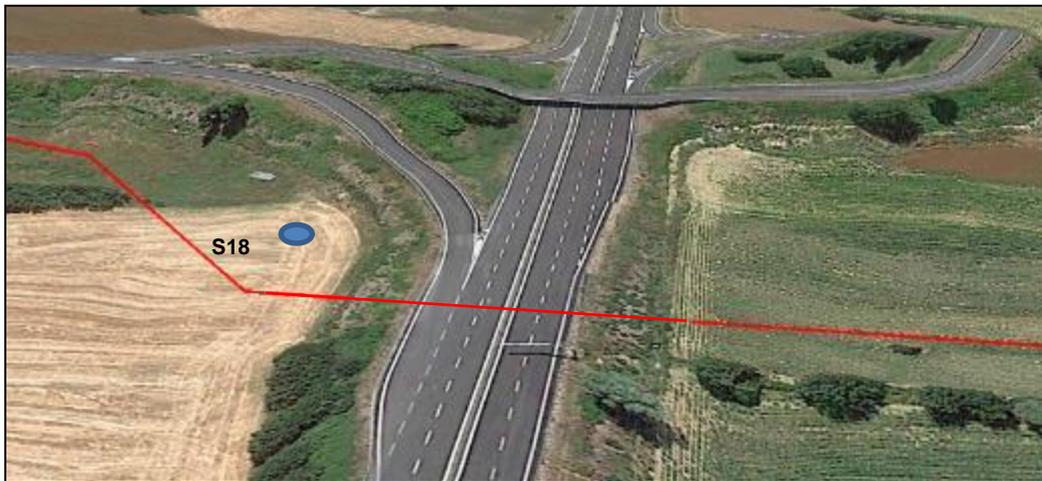


Figura 7—R: Vista aerea 3D dell'attraversamento della superstrada E45 (da Google Earth)

Successivamente il metanodotto percorre la piana, con andamento pressoché rettilineo compreso tra superstrada e fiume, ed anche in stretto parallelismo con il tracciato esistente attraversando zone agricole.

Giunge successivamente presso l'abitato di Promano dove il Tevere forma un meandro con un contro-meandro che occupa buona parte della piana. Il tracciato pertanto si trova a dover attraversare il fiume Tevere, portandosi in destra idrografica (Attraversamento Tevere 1, PK 34+261), la tecnica prevista è quella trenchless TOC.

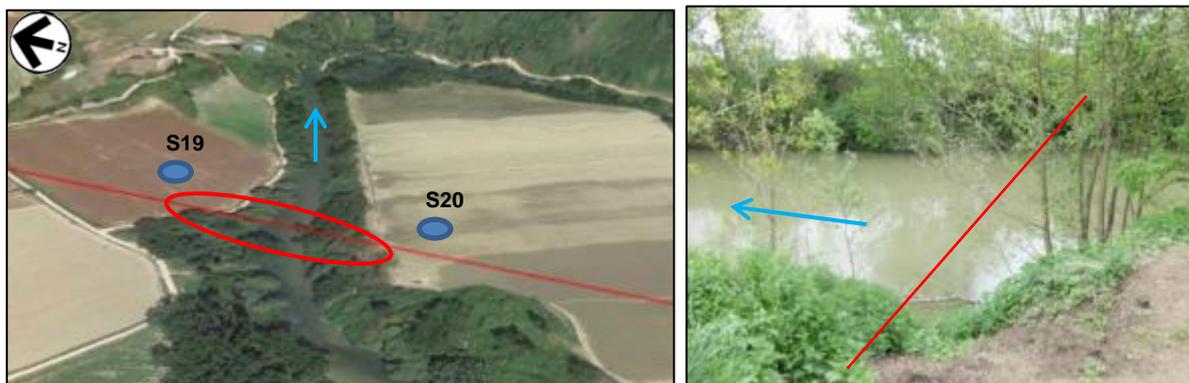


Figura 7—S: Vista dell'attraversamento Tevere 1 in trenchless

Attraversato il Tevere, il tracciato si sviluppa tra il fiume e la S.P. n. 140 fino alle porte della località Montecastelli, dove, non essendoci più spazio adeguato, il tracciato si sposta in sinistra Tevere, attraversandolo con la metodologia trenchless della T.O.C., per poi ritornare in destra, attraversandolo con la metodologia trenchless del Microtunnel.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 79 di 111	Rev. 0

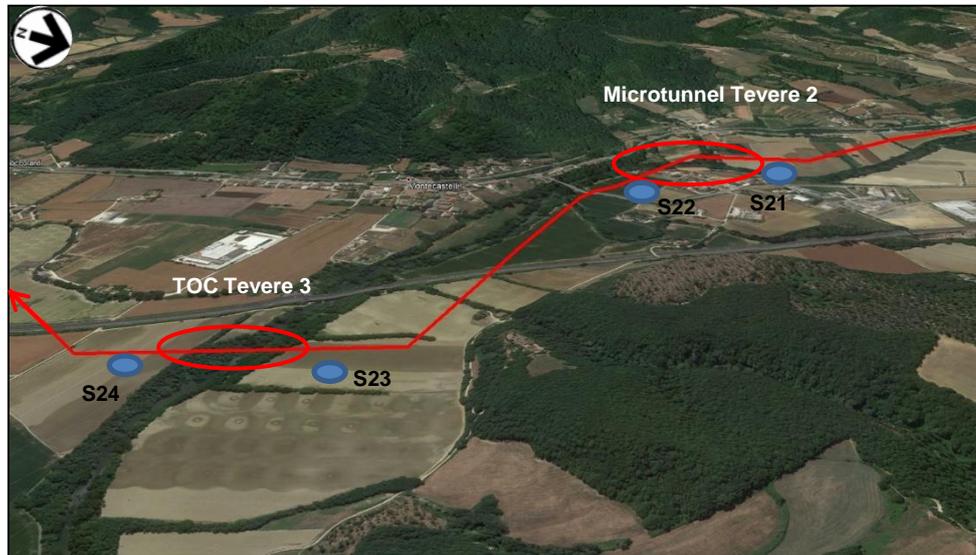


Figura 7—T: Vista aerea degli attraversamenti Tevere 2 e Tevere 3 in trenchless (da Google Earth)

Uscito dalla trenchless Tevere 3, il tracciato attraversa nuovamente la Superstrada E45 e si pone in parallelismo con il fiume fino alle porte dell'abitato di Niccone e della relativa area industriale, dove la situazione morfologica particolare, con la posizione del fiume e del suo affluente di destra T. Niccone a ridosso dell'abitato omonimo, obbliga ad attraversare tale tratto con la tecnica trenchless della T.O.C..

La TOC Niccone (PK 41+000) si sviluppa in parallelismo stretto con la sponda destra del F. Tevere, attraversando anche il T. Niccone in prossimità della sua confluenza. Il profilo della trenchless sarà mantenuto sufficientemente profondo per passare al di sotto della quota d'alveo del Tevere per tutta l'estensione del tratto di adiacenza. Qui il sondaggio S25 ha evidenziato sabbie per circa 12m poggianti su un substrato argilloso, mentre nel sondaggio S26 sono presenti ghiaie in matrice sabbiosa fino 10m dal pc poggianti su argille.



Figura 7—U: Vista aerea della TOC Niccone (da Google Earth)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 80 di 111	Rev. 0



Figura 7—V: Attraversamento T. Niccone con trenchless

Lungo il tratto in esame da PK 24+453 S.P. n. 106 a PK 41+000 trenchless *Niccone* il progetto prevede la realizzazione di un unico impianto di linea sulla linea principale, ovvero il PIDA/D Loc. Cornetto al PK 32+194 oltre quelli relativi agli stacchi degli allacciamenti/derivazioni.

Geologicamente l'intero tratto percorre zone di fondovalle in cui sono presenti depositi alluvionali quaternari "b". Dai sondaggi eseguiti è emerso che i livelli più superficiali sono costituiti da sabbie con argille e più in profondità argille e livelli di ghiaie.

Indagini eseguite (per dettagli si veda *Report indagini geognostiche e geofisiche LSC-118* e relativi allegati con ubicazione indagini).

Sondaggi geognostici:

Sondaggio	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
S16	24+700	12	Terreno alluvionale sabbioso su argilla
S17	26+300	6	Terreno alluvionale sabbioso su argilla
S18	26+540	6	Terreno alluvionale sabbioso-limoso
S19	34+180	25	Terreno alluvionale sabbio-ghiaioso su argilla
S20	34+400	25	Terreno alluvionale sabbio-ghiaioso su argilla
S21	36+960	20	Terreno alluvionale sabbio-ghiaioso su argilla/sabbia
S22	37+230	20	Terreno alluvionale sabbio-ghiaioso
S23	38+330	30	Terreno alluvionale sabbio-ghiaioso su argilla e ghiaie
S24	38+710	30	Terreno alluvionale sabbioso su argilla
S25	40+710	30	Terreno alluvionale sabbio-argilloso su argilla
S26	40+950	30	Terreno alluvionale ghiaioso su argilla

Prove MASW:

Prova MASW	PK (km)	Vs,eq	Categoria sottosuolo
MASW 6	36+200	351	C

Lungo il tratto in oggetto dal metanodotto principale si staccano i seguenti allacciamenti/derivazioni:
 - al PK 25+279:
 All. Sacofgas., DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 229 m

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 81 di 111	Rev. 0

- al PK 26+583:
All. Centrale metano Piccini, DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 433 m
- al PK 32+230:
All. Com. Di Città di Castello 2^a Pr., DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 163 m
- al PK 39+912:
Ric. All. Com. Umbertide 3^a Pr., DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 96 m

Questi metanodotti secondari si collocano sul fondovalle del F. Tevere in aree prevalentemente agricole ed in parte agricole periurbane, in terreni alluvionali granulari.

7.1.4 Da PK 41+000 trenchless Niccone a PK 49+857 trenchless Tevere 4

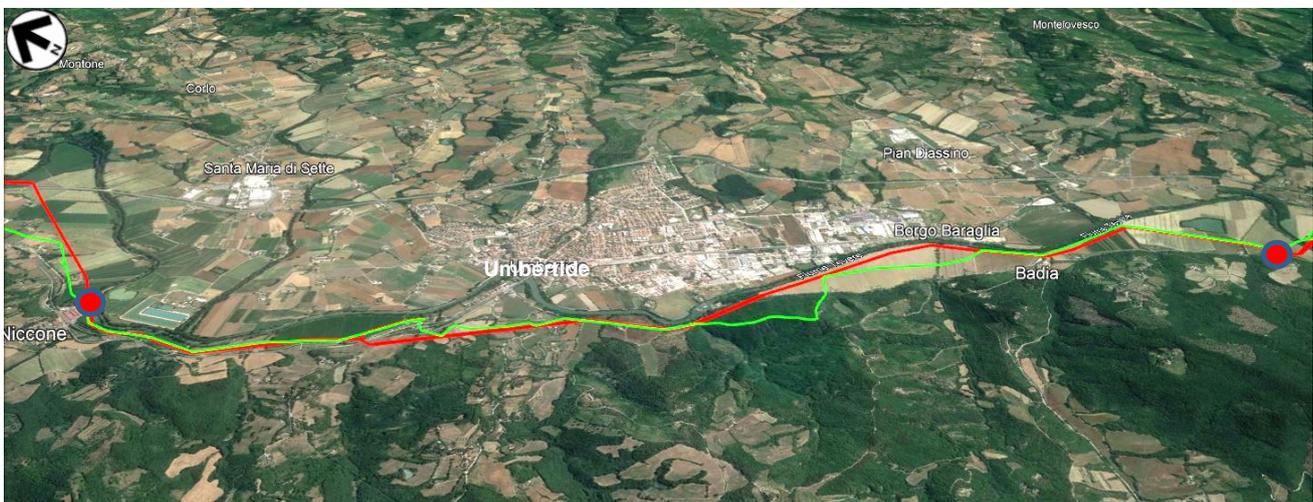


Figura 7—W: Vista aerea 3D del tratto in esame (da Google Earth) - Linea rossa tracciato in progetto, verde condotta in dismissione

Il tratto in esame si sviluppa totalmente in destra idrografica del Tevere nell'intorno dell'abitato di Umbertide su aree prevalentemente agricole ed in parte boscate. Appunto per l'estensione dell'area urbanizzata che occupa quasi tutta la larghezza della piana alluvionale, il tracciato deve mantenersi sul bordo destro del fondovalle ai piedi dei rilievi collinari, in alcuni tratti anche interessandoli.

In particolare il metanodotto, dall'uscita della trenchless *Niccone*, si mantiene tra la S.S. n. 3 bis e il Tevere, in parallelismo con il metanodotto esistente. Giunto in prossimità dei primi edifici del centro abitato di Umbertide in destra Tevere lungo la S.S. n. 3 bis, il tracciato abbandona la piana tiberina attraversando la strada statale e la ferrovia F.S. Centrale Umbra che le scorre in adiacenza, risalendo quindi per breve tratto il fianco destro della valle.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 82 di 111	Rev. 0

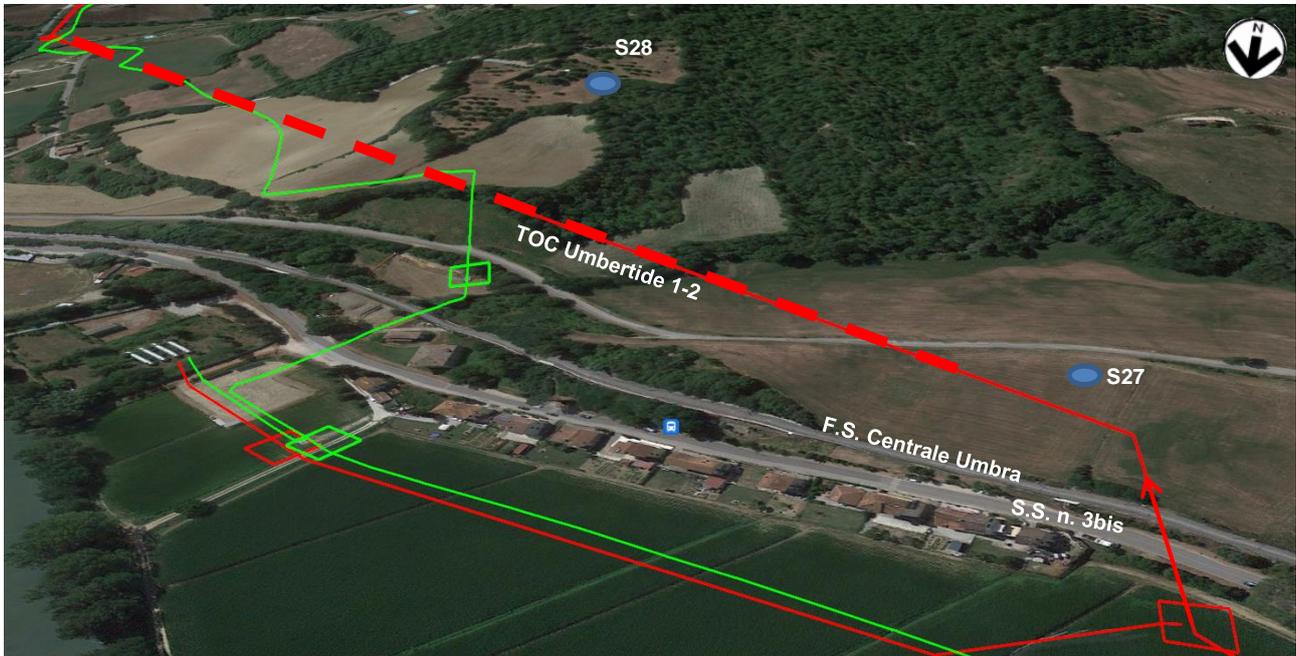


Figura 7—X: Attraversamento S.S. n. 3 bis e F.S. Centrale Umbra (Google Earth esagerata verticalmente)

Data l'assenza in corrispondenza dell'abitato di Umbertide della piana alluvionale in destra fiume dovuta all'andamento del F. Tevere, il tracciato percorre la base del versante ricorrendo a due tratti in trenchless per evitare percorrenze a mezza costa.

Le due trenchless (TOC *Umbertide 1-2* PK 43+068 – 44+323 e Microtunnel *Umbertide 3* PK 45+000 – 45+617) attraverseranno terreni afferenti alla serie torbiditica Umbra dello Schlier "SCH" costituite da marne ricoperte da argille, come evidenziato dal sondaggio S27 e S28.

Relativamente alla trenchless *Umbertide 1-2*, considerate le caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, nelle successive fasi progettuali potrà essere valutato l'utilizzo della tecnologia del Direct Pipe come alternativa alla TOC prevista.

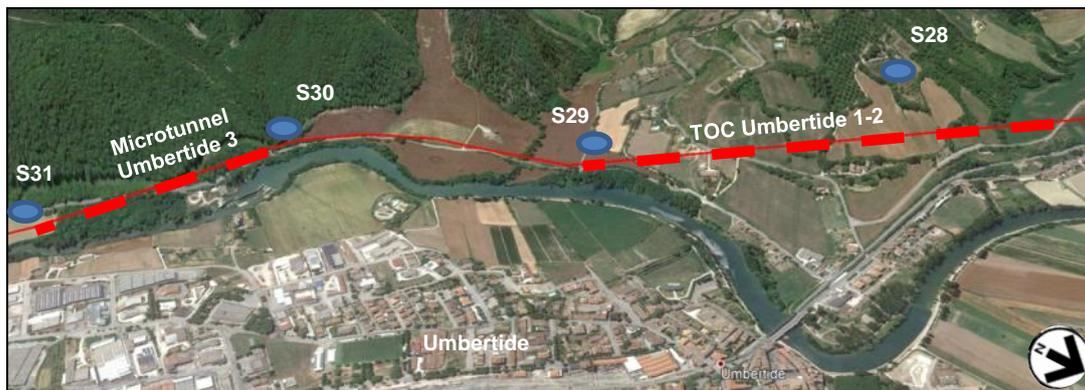


Figura 7—Y: Vista aerea 3D del tratto interessato da due trenchless (da Google Earth)

Queste due trenchless permetteranno di sottopassare in profondità anche le strade S.P. 142 e S.P. 170.

Uscito dalla trenchless *Umbertide 3*, il tracciato si trova nuovamente nel fondovalle alluvionale in destra Tevere, seguendo per buona parte, da Badia in poi, quello esistente, fino ad arrivare ad un nuovo attraversamento del F. Tevere (trenchless *Microtunnel Tevere 4*, PK 49+857) per passare

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 83 di 111	Rev. 0

quindi in sinistra idrografica. I sondaggi S33 ed S34 eseguiti nel fondovalle hanno permesso di constatare la presenza di terreni ghiaio-sabbiosi fino a 12m circa sovrastanti le argille.

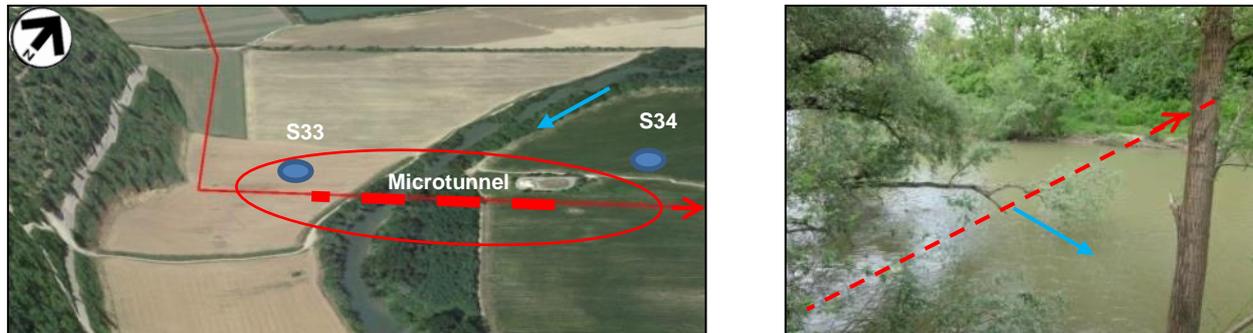


Figura 7—Z: a sinistra Vista aerea trenchless Tevere 4, a destra Attraversamento Tevere 4

Il tratto in questione è geologicamente caratterizzato da una prima percorrenza in depositi alluvionali e depositi terrazzati “bn1”, dove il tracciato si avvicina al margine del pendio destro del Tevere. Raggiunto il PIDI loc. Battifoglia supera in trenchless i rilievi costituiti alla base dallo Schlier “SCH” e sopra dal membro marnoso di Casa Spertaglia “MUM1”.

La trenchless termina su una coltre eluvio colluviale per poi percorrere depositi di terrazzo fluviale “bn1”. Successivamente è presente uno sperone che si protende sulla valle costituito dalle torbiditi del membro di Casa Spertaglia “MUM1”, il quale viene attraversato dal metanodotto tramite trenchless.

Infine percorre un tratto di circa 4 km nel fondovalle dove sono presenti sedimenti fluviali e di terrazzo fluviale “bn1” fino al termine del tratto d’interesse.

Lungo il tratto in esame da PK 41+000 *trenchless Niccone* a PK 49+857 *trenchless Tevere 4* il progetto prevede la realizzazione di due impianti, entrambi in aree agricole pianeggianti su terreno di natura alluvionale:

- PIDI Loc. Battifoglia al PK 42+929;
- PIL Loc. Umbertide al PK 44+345.

Indagini eseguite (per dettagli si veda Relazione Geotecnica LSC 118 e relativi allegati con ubicazione indagini).

Sondaggi geognostici:

Sondaggio	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
S27	43+160	20	Argilla sabbiosa su argilla marnosa
S28	43+480	35	Argilla su marna
S29	44+250	15	Argilla marnosa
S30	44+610	10	Alluvione ghiaiosa su argille e sabbie
S31	45+090	15	Alluvione ghiaiosa su marna
S32	45+680	15	Argilla marnosa
S33	49+810	25	Terreno alluvionale ghiaio-sabbioso su argilla
S34	49+950	25	Terreno alluvionale ghiaio-sabbioso su argilla

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 84 di 111	Rev. 0

Sondaggio	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
S35	50+370	30	Terreno alluvionale ghiaio-sabbioso su argilla

Prove DPSH:

Prova DPSH	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
DPSH 9	49+850	5	Sabbia ghiaiosa, limo sabbioso, ghiaia sabb.

Prove MASW:

Prova MASW	PK (km)	Vs,eq	Categoria sottosuolo
MASW 7	43+250	309	C
MASW 8	44+360	687	B

Down Hole:

Down Hole	PK (km)	Vs,eq (m/s)	Categoria sottosuolo
DH2	50+370	395	B

Prova HVSR:

Prova HVSR	PK (km)	f ₀ (Hz)
HVSR 2	50+370	0.76

Lungo il tratto in oggetto dal metanodotto principale si staccano i seguenti allacciamenti/derivazioni:

- al PK 42+929:

All. Com. Umbertide 1^a Pr., DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 453 m

Questo metanodotto secondario si colloca sul fondovalle del F. Tevere, in aree agricole costituite dai depositi alluvionali granulari del Tevere.

7.1.5 Da PK 49+857 trenchless Tevere 4 a PK 67+156 trenchless Tevere 5

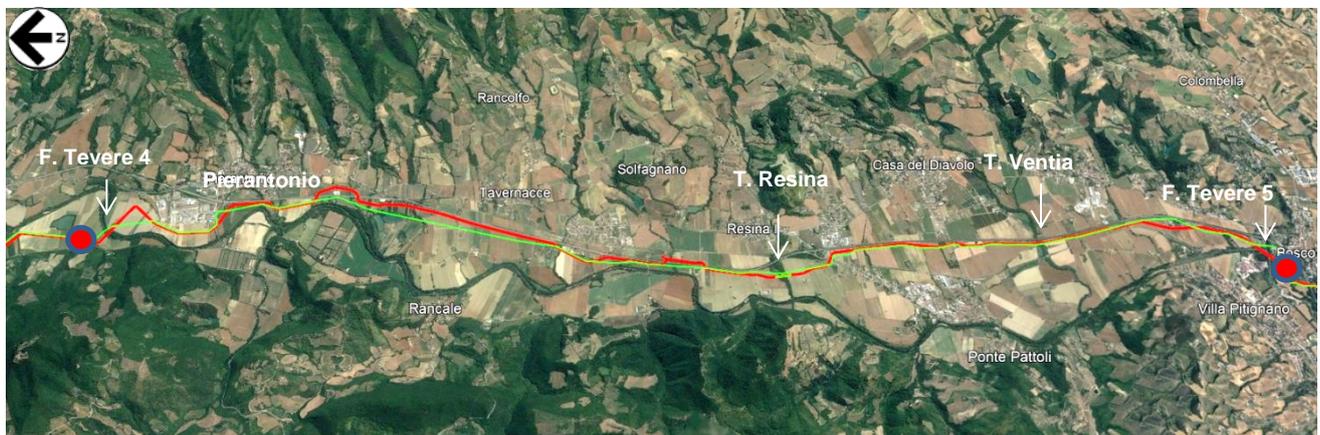


Figura 7—AA: Vista aerea 3D del tratto in esame (da Google Earth)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 85 di 111	Rev. 0

Questo tratto si ubica per tutta la sua estensione in sponda sinistra del F. Tevere, per la quasi totalità compreso tra la superstrada E45 e il corso d'acqua del Tevere stesso, quasi sempre in stretto parallelismo con il tracciato del metanodotto esistente. Alla fine del tratto, il metanodotto attraversa il F. Tevere e quindi abbandona definitivamente il fondovalle tiberino. Le aree sono identificate come agricole di pianura, di collina e limitatamente anche periurbane.

Più nel dettaglio, lungo il tracciato, poco dopo l'attraversamento in microtunnel *Tevere 4*, è prevista la realizzazione dell'impianto PIDI Loc. Scarseto (PK 50+379) nella cui area impiantistica verrà realizzata la nuova area trappola relativa al metanodotto *Ric. Der. per Gubbio DN 200 (8") - DP 75 bar* e lo stacco del *All. Comune di Umbertide 2^a Pr. DN 100 (4") - DP 75 bar*, al fine di ottimizzare l'allocazione degli impianti e di minimizzare il rischio di fenomeni alluvionali a cui potrebbe essere soggetto l'attuale impianto trappole. Tale area impiantistica è stata dunque ricollocata in una zona più distante dall'ansa del Tevere e più rialzata rispetto l'attuale ubicazione, ma soggetta comunque a pericolosità idraulica (PAI-PGRAAC), tra le fasce A e B, per mancanza di spazi utili fuori da aree a rischio idraulico.

Quindi il tracciato segue il parallelismo con l'esistente, aggira lo svincolo di Pierantonio della E45, si volge verso Sud seguendo la direzione della superstrada. La presenza di un agglomerato di edifici compreso tra il Tevere e la superstrada poco dopo l'abitato di Pierantonio costringe il tracciato a spostarsi per un breve tratto dalla parte Est della E45, mantenendo per un centinaio di metri circa il parallelismo con la ferrovia centrale umbra. Gli attraversamenti della superstrada E45 saranno effettuati con trivellazione-spingitubo.



Figura 7—BB: Duplice attraversamento della superstrada E45

Il tracciato continua in parallelismo alla superstrada fino ad incontrare il T. Resina (PK 60+249), che attraversa con tecnica tradizionale a cielo aperto. Il torrente nel tratto di attraversamento ha un'ampia fascia di vegetazione riparia. Il sondaggio S38 mostra la presenza di alluvioni costituite da ghiaie e ciottoli.



Figura 7—CC: Attraversamento T. Resina

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 86 di 111	Rev. 0

Superato il T. Resina, è previsto l'attraversamento della linea ferroviaria F.S. Centrale Umbra (PK 60+979) e a seguire verrà realizzato un impianto di linea PIL Loc. la Fraticciola Casacce (PK 61+026) ed a seguire.

Il tracciato prosegue sempre in parallelismo con la superstrada e con il metanodotto esistente fino poco prima dell'attraversamento dello svincolo di Ponte Pattoli della E45 al PK 62+886. L'attraversamento dello svincolo è previsto tramite trivellazione con spingitubo.

Successivamente al PK 63+978 la linea deve attraversare il corso d'acqua del T. Ventia, altro affluente diretto del F. Tevere, in trivellazione spingitubo.

Questo torrente ha sponde alte 2-3 m costituite da terreno ghiaioso, con fasce ripariali vegetate, particolarmente ampia quella in destra. Qui il sondaggio S40 ha permesso di osservare che i terreni alluvionali presenti sono costituiti da argille sabbiose poggianti su alluvioni ciottolose.



Figura 7—DD: a sinistra Attraversamento svincolo E45, a destra Attraversamento T. Ventia

Il tracciato continua seguendo sempre l'andamento della superstrada che, in corrispondenza dell'abitato di Bosco, curva verso Ovest. Il metanodotto, a causa della presenza di edifici che occupano totalmente il terrazzo tra superstrada e il corso del Tevere è costretto ad attraversare la stretta ansa del fiume, adottando la soluzione trenchless del Microtunnel (trenchless Tevere 5).



Figura 7—EE: Attraversamento trenchless F. Tevere 5

Sotto il profilo geologico lungo questo tratto il metanodotto lambisce soltanto i depositi alluvionali e i terrazzi alluvionali di fondovalle.

Dai sondaggi geognostici eseguiti è possibile apprezzare che nella parte iniziale del tratto sono presenti terreni argillosi con intercalazione di livelli ghiaiosi e sabbiosi a profondità dell'ordine di 10 m. Spostandosi verso sud aumenta la granulometria dei depositi e si passa da argille a sabbie affioranti con ghiaie e ciottoli di origine fluviale.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 87 di 111	Rev. 0

Lungo il tratto in oggetto, da PK 49+857 trenchless *Tevere 4* a PK 67+156 trenchless *Tevere 5*, sono presenti in totale 3 impianti:

- PIDI Loc. Scarseto al PK 50+379
- PIDI Loc. Zuccaro al PK 59+108
- PIL Loc. La Fraticciola Casacce al PK 61+026

Indagini eseguite (per dettagli si veda *Report indagini geognostiche e geofisiche LSC-118* e relativi allegati con ubicazione indagini).

Sondaggi geognostici:

Sondaggio	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
S36	53+330	6	Argilla con presenza di ghiaia
S37	54+060	6	Argilla con presenza di ghiaia
S38	60+350	12	Alluvione ghiaiosa e ciottolosa
S39	60+970	6	Argilla sabbiosa su alluvione ciottolosa
S40	63+940	12	Argilla sabbiosa su alluvione ciottolosa
S41	66+940	20	Sabbia poggiate su ghiaio-ciottoloso
S42	67+340	30	Terreno alluvionale ghiaio-ciottoloso su argilla

Prove MASW:

Prova MASW	PK (km)	Vs,eq	Categoria sottosuolo
MASW 9	58+320	361	B
MASW 10	60+660	401	B
MASW 11	61+020	420	B

Riepilogando, dalle indagini è emerso che nel tratto in oggetto, tutto in percorrenza della piana alluvionale, il terreno presente è costituito in prevalenza da argille sabbiose con alla base terreno ghiaioso.

Lungo il tratto in oggetto dal metanodotto principale si staccano i seguenti metanodotti secondari:

- al PK 50+379:
 Ric. Der. Per Gubbio, DN 200 (8") – DP 75 bar, L=177 m
 dal quale si stacca a sua volta:
 All. Comune di Umbertide 2^a Pr., DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 252 m
- al PK 59+108:
 All. Com. di Perugia 5^a Pr., DN 150 (6") – DP 75 bar, L= 586 m
- al PK 62+741:
 Ric. All. Com. di Perugia 4^a Pr., DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 38 m

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 88 di 111	Rev. 0

7.1.6 Da PK 67+156 trenchless Tevere 5 a PK 81+789 trenchless Fiume Chiascio

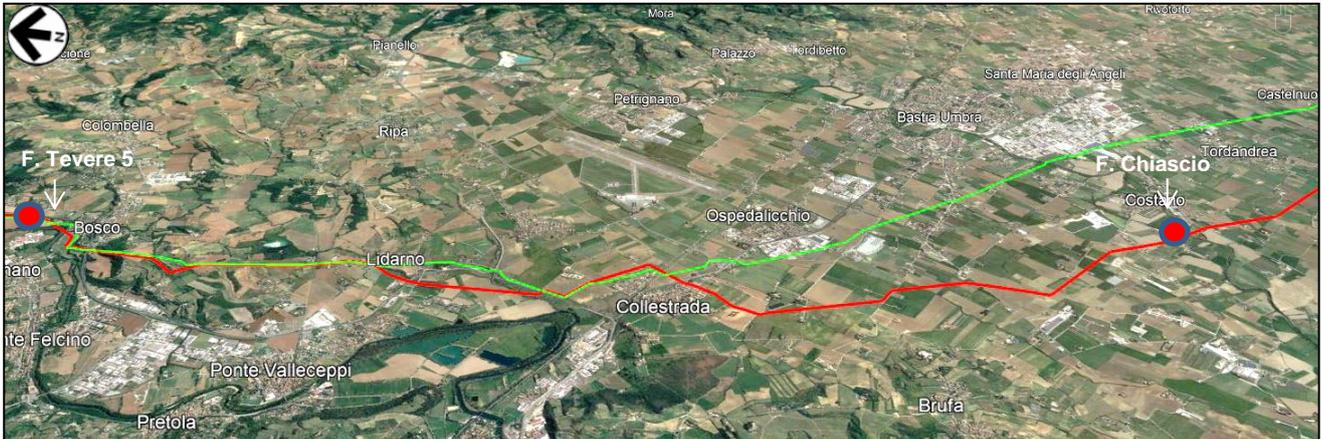


Figura 7—FF: Vista aerea 3D del tratto in esame (da Google Earth) - Linea rossa tracciato in progetto, verde condotta in dismissione

In questo tratto il tracciato lascia il fondovalle tiberino ed entra, dopo aver superato dei rilievi collinari, nella piana formata dal F. Chiascio e dai suoi affluenti, tra i quali il principale è il F. Topino col suo confluente T. Ose. La morfologia nella prima parte presenta dei rilievi collinari costituiti da roccia arenacea (Membro di Vesina "MUM3"), successivamente percorre un breve tratto all'interno dei depositi sabbiosi del Sintema di Solfagno "SLFa", "SLFc", poi come il tracciato entra nella piana alluvionale del Chiascio diventa del tutto pianeggiante con terreni di origine fluviale "b" e in parte fluviolacustre. Il corridoio si posiziona prevalentemente su terreni a destinazione agricola, collinare nel primo tratto e di pianura nel secondo, con locali passaggi in aree periurbane, in corrispondenza dell'abitato di Collestrada.

Di seguito si descrive l'articolazione del tracciato.

Attraversato il F. Tevere col metodo trenchless (*Tevere 5*), il tracciato (PK 67+819) attraversa il T. Rio Grande che confluisce poco più a valle nel Tevere stesso. Il torrente con andamento meandriforme risulta inciso nelle proprie alluvioni, con sponda destra alta circa 2 m e sinistra 6-7 m.



Figura 7—GG: a sinistra Attraversamento Rio Grande, E45, a destra Attraversamento Rio Grande Strada Tiberina Nord

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 89 di 111	Rev. 0

L'attraversamento del T. Rio Grande, della superstrada E45 e della Strada Tiberina Nord avverrà con la tecnica trenchless del Microtunnel (trenchless *Bosco*). Tale trenchless permette di evitare l'ingresso in un'area boscata e di porsi nelle vicinanze di edifici meritevoli di tutela. In questo tratto collinare, nel versante esposto a nord in cui si attesta la trenchless affiorano i terreni torbiditici appartenente al Membro di Vesina "MUM3", costituiti da arenarie e peliti in strati sottili come mostrato dal sondaggio S43.



Figura 7—HH: Vista aerea 3D della trenchless *Bosco* (da Google Earth)

Uscito dalla trenchless *Bosco*, il tracciato attraversa due dolci vallecicole e quindi ridiscende con direzione Sud verso il piano, passando da zone agricole collinari a zone agricole di pianura. Guadagnato il piano attraversa due volte la E45, dapprima al PK 71+919 presso lo svincolo di Lidarno e poco dopo al PK 73+369 entrambe tramite trivellazione-spingitubo. Lungo questo tratto il tracciato si discosta dalla linea esistente tra il PK 71+385 ed il PK 73+400 liberando porzioni di territorio parzialmente edificate ed a verde vincolato. La sommità del rilievo di *Bosco* è costituita da limi e limi sabbiosi con sabbie appartenenti alla Litofacies di Sant'Egidio del Supersistema Tiberino. Scendendo dal rilievo il tracciato continua a percorrere i terreni del Sistema di Solfagno fino alla sua base.



Figura 7—II: Duplice attraversamento della E45 tra Lidarno e Collestrada

Aggira quindi, spostandosi verso Est, l'abitato di Collestrada, attraversando dapprima la ferrovia F.S. Terentola-Foligno (PK 74+971) e poco dopo la S.S. n. 75 Centrale Umbra (PK 75+420). A monte dell'attraversamento ferroviario trova luogo il PIL Loc. Palazzone al PK 74+927.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 90 di 111	Rev. 0



Figura 7—JJ: – Attraversamento S.S. n. 75 Centrale Umbra

Superato Collestrada, è presente il PIDI Loc. Val Corgna da cui si stacca la Der. per Perugia DN 400 (16") – DP75 bar, così il metanodotto riprende la sua direzione generale verso Sud-Est fino ad incontrare il PIDS/C al PK 77+799 da cui si stacca l'All. Colussi Perugia Spa DN 100 (4") – DP 75 bar.

Proseguendo lungo il tracciato di progetto è presente la S.P. di Torgiano n. 400 (PK 78+765) e quindi la S.P. di Costano n. 404 (PK 79+347), anch'esse attraversate con tecnica trivellazione-spingitubo. Geologicamente nell'area di fondovalle il tracciato attraversa prevalentemente terreni alluvionali e per un breve tratto di circa 1 km nei pressi di Collestrada le formazioni appartenenti alla Litofacies di Sant'Egidio costituita da limi e limi sabbiosi.



Figura 7—KK: a sinistra Attraversamento S.P. n. 400, a destra Attraversamento S.P. n. 404

Prosegue quindi fino all'attraversamento del F. Chiascio, che nel tratto in esame ha andamento rettilineo con alveo inciso nel pacchetto alluvionale 5÷6 m e sponde fissate dalla vegetazione, anch'esso previsto con la metodologia trenchless del Microtunnel. La presenza del pacchetto alluvionale costituito da ghiaie sabbiose ha indirizzato la scelta verso tale tipologia di attraversamento.

Per la restante parte della percorrenza, una volta lasciata la valle del Tevere ed essere entrati nella Valle Umbra si ritorna all'interno dei depositi alluvionali afferenti alla dinamica del F. Chiascio e Topino.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 91 di 111	Rev. 0



Figura 7—LL: a sinistra Vista aerea Attr. F. Chiascio, a destra Attraversamento F. Chiascio

Lungo il tratto in oggetto, da PK 67+156 trenchless *Tevere 5* a PK 81+789 trenchless Fiume Chiascio, sono presenti 4 impianti:

- PIDI Loc. Montalcino al PK 70+588;
- PIL Loc. Palazzone al PK 74+927;
- PIDI Loc. Val Corgna al PK 76+260;

Le aree sono morfologicamente pianeggianti con terreni alluvionali afferenti ai depositi alluvionali “b” olocenici.

Indagini eseguite (per dettagli si veda *Report indagini geognostiche e geofisiche LSC-118* e relativi allegati con ubicazione indagini).

Sondaggi geognostici:

Sondaggio	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
S43	67+910	15	Argilla sabbiosa con ghiaia
S45	71+950	6	Alluvione ciottolosa-ghiaiosa
S46	73+400	6	Alluvione ciottolosa-ghiaiosa su argilla
S47	75+000	6	Alluvione ciottolosa-ghiaiosa su argilla
S48	75+270	6	Argilla sabbiosa
S49	81+770	20	Alluvione ghiaio-sabbiosa con livelli di argilla
S49bis	81+900	25	Alluvione ghiaio-sabbiosa con livelli di argilla

Prove MASW:

Prova MASW	PK (km)	Vs,eq	Categoria sottosuolo
MASW 12	70+590	427	B
MASW 13	74+820	412	B
MASW 14	76+260	283	C

Riepilogando, dalle indagini è emerso che nel tratto in oggetto il terreno presente è costituito in prevalenza da alluvione ciottolosa-ghiaiosa su substrato argilloso; solo in un tratto intermedio non è presente lo strato grossolano.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 92 di 111	Rev. 0

Lungo il tratto in oggetto dal metanodotto principale si staccano i seguenti metanodotti secondari:

- al PK 70+588:
 Ric. All. Pot. Com. Perugia 2^a Pr., DN 150 (6") – DP 75 bar, L= 131 m
 All. Luxenia Umbro Tiberina, DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 2088 m
- al PK 76+260:
 Der. per Perugia, DN 400 (16") – DP 75 bar, L= 6210 m
- al PK 77+799:
 All. Colussi Perugia Spa, DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 5406 m

7.1.7 Da PK 81+789 trenchless Fiume Chiascio a PK 96+742 Stazione Lancio e Ricevimento Loc. La Pasciana



Figura 7—MM: Vista aerea 3D del tratto in esame (da Google Earth) Linea rossa tracciato in progetto, verde condotta in dismissione

Nel tratto in esame il tracciato percorre la piana alluvionale Chiascio-Topino, del tutto pianeggiante e senza alcun elemento morfologico di rilievo. La direzione generale è WNW-ESE con andamento pressoché rettilineo, grazie all'assenza di centri abitati e di infrastrutture importanti. Il tracciato, che si era discostato dal metanodotto esistente a Collestrada all'incirca al PK 75+000, ritorna in parallelismo a partire dal PK 88+720, tranne brevi discostamenti locali, fino al termine. Il tracciato attraversa aree a destinazione agricola e per servizi di interesse comune.

Dal punto di vista geologico il tratto in questione percorre per la maggior parte i depositi alluvionali "b" dei fiumi Chiascio e Topino. A partire dalla PK 92+810 fino la fine del corridoio progettuale il metanodotto attraversa la conoide alluvionale del F. Topino. Dai sondaggi geognostici eseguiti è emerso che i terreni presenti a margine tra la valle umbra e quella Tiberina risultano costituiti da argille superficiali ed in profondità vanno a scemare verso sabbie e ghiaie. Spostandosi verso Foligno la granulometria dei terreni superficiali aumenta e le intercalazioni di materiale grossolano accrescono.

Dopo l'attraversamento del F. Chiascio, il tracciato incontra nel suo sviluppo 4 strade principali che di seguito si elencano:

- S.P. n. 404 al PK 82+112
- S.P. n. 408 al PK 84+872

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 93 di 111	Rev. 0

- S.P. n. 410 al PK 86+941
- S.P. n. 410 al PK 89+925

Lungo il tratto in oggetto, da PK 81+789 *Fiume Chiascio* a PK 96+742 Stazione Lancio e Ricevimento Loc. La Pasciana, sono presenti 3 impianti:

- PIDI Loc. Seminario al PK 83+065
- PIDI Loc. Il Castellaccio al PK 89+964
- Stazione lancio e ricevimento Pig Loc. La Pasciana PK 96+742.

Lungo il tratto in oggetto dal metanodotto principale si staccano i seguenti allacciamenti/derivazioni:

- al PK 83+065:
 Der. per Bastia Umbra DN 150 (6") – DP 75 bar, L= 3095 m
 dal quale a sua volta si staccano:
 All. Com. Di Assisi 3^a Pr., DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 888 m
 Ric. All. Olivi di Bastia Umbra, DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 36 m
 All. Com. di Bastia Umbra, DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 102 m
- al PK 85+706:
 All. Com. Di Assisi 1^a Pr., DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 2523 m
 dal quale si stacca a sua volta:
 All. Ferro Italia., DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 518 m
- al PK 89+964:
 All. Bonaca-Cannara, DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 2184 m
- al PK 92+453:
 All. Ceramica Falcinelli, DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 2325 m
- al PK 95+423:
 All. Com. di Spello, DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 6 m

Tutti questi metanodotti secondari si collocano sul fondovalle della Valle Umbra, in terreni agricoli ed in prossimità di aree produttive e residenziali in depositi alluvionali del fiume Chiascio e Topino costituiti da argille, sabbie e intercalazioni di ghiaie.

Infine, il tracciato in progetto termina in corrispondenza dell'area trappola L/R PIG Loc. La Pasciana che verrà realizzata in adiacenza al futuro PIDI 6 previsto nell'ambito del Rif. met.to Foligno (Fraz. Colfiorito) - Gallese DN 650 (26") - DP 75 bar, in progetto in altra opera.

L'area è ubicata in aree agricole periurbane.

Indagini eseguite (per dettagli si veda *Report indagini geognostiche e geofisiche LSC-118* e relativi allegati con ubicazione indagini).

Sondaggio	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
S50	96+742	30	Alluvione ciottolosa-ghiaiosa con livelli argillosi

Prova DPSH	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
DPSH 10	96+277	4.40	Limo sabbioso su ghiaia sabbiosa

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 94 di 111	Rev. 0

Prova MASW	PK (km)	Vs,eq	Categoria sottosuolo
MASW 15	83+080	220	C
MASW 16	89+990	282	C

Down Hole	PK (km)	Vs,eq (m/s)	Categoria sottosuolo
DH3	96+740	361	B

HVSR	PK (km)	F ₀ (Hz)
HVSR3	96+740	0.73

Indagini database Regione Umbria

Nel tratto in esame, per verificare la reale natura dei terreni presenti e la loro eventuale predisposizione granulometrica al fenomeno della liquefazione, ci si è basati su indagini presenti nel catalogo della regione, di cui nella seguente tabella si riportano i dati salienti.

Indagine (identificativo regionale)	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
Sondaggio (7320)	83+450	10.50	Argilla con limo, limo con argilla, limo argilloso
Pozzo (7773)	84+600	155.00	Argilla compatta (>56 m)
Sondaggio (7321)	85+550	10.00	Limo con argilla (fino 4 m), sabbia argillosa (fino a 9.5), argilla limosa (fino fondo foro)
Sondaggio (7433)	85+700	12.50	Argilla-limi argillosi (fino 5.8), sabbia limosa (fino 15.3), argilla limosa (fino 12.5)
Pozzo (7291)	87+600	45.00	Ghiaia (fino a 3), argille limose (>37)
Sondaggio (3371)	87+900	11.00	Limi argillosi, argille limose
Sondaggio (3372)	88+100	10.00	Argille limose e limi argillosi
Pozzo (712)	92+400	54.00	Argilla (fino 22.5), ghiaia con matrice (> 2.5)

Dalle indagini eseguite, integrate da quelle di DB della regione Umbria è emerso che il terreno presente è costituito per buona parte del tratto da alluvione di natura fine, mentre nella parte iniziale e terminale di natura più grossolana ciottolosa-ghiaioso con livelli argillosi dovuta alla deposizione da parte del F. Chiascio e F. Topino rispettivamente.

Di seguito si riportano le lunghezze dei tratti percorsi dal metanodotto in progetto nel territorio di ciascun comune.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 95 di 111	Rev. 0

Nome	DN	Comune	Provincia	Regione	Lungh. Tot. Km
Met. Sansepolcro-Foligno	400	Sansepolcro (AR)	Arezzo	Toscana	7,039
		San Giustino (PG)	Perugia	Umbria	4,587
		Città di Castello (PG)	Perugia	Umbria	22,875
		Umbertide (PG)	Perugia	Umbria	17,263
		Montone (PG)	Perugia	Umbria	1,017
		Perugia (PG)	Perugia	Umbria	24,311
		Torgiano (PG)	Perugia	Umbria	1,025
		Bastia Umbra (PG)	Perugia	Umbria	4,933
		Bettona (PG)	Perugia	Umbria	1,547
		Assisi (PG)	Perugia	Umbria	4,994
		Spello (PG)	Perugia	Umbria	7,151

7.2 Der. per Perugia DN 400 (16") – DP 75 bar

Nei paragrafi a seguire sono state descritte le principali opere connesse al met. Sansepolcro-Foligno DN 400, le quali considerata la loro rilevante lunghezza ed in base alle peculiarità del territorio, rivestono carattere di priorità rispetto le restanti opere connesse.



Figura 7—NN: Vista aerea 3D del tracciato in esame (da Google Earth) (in verde i metanodotti esistenti da dismettere, in rosso tracciati di fattibilità in magenta le varianti)

Il metanodotto Derivazione per Perugia DN 400 (16") – DP 75 bar, con direttrice prevalente Est - Ovest e lunghezza complessiva di 6,210 km, ha origine nel Comune di Perugia (PG) dove si stacca dal PIDI ubicato in località Val Corgna alla PK 76+260 del Met. Sansepolcro – Foligno DN 400 (16") – DP 75 bar, in progetto. Il tracciato individuato si discosta dai metanodotti esistenti per evitare un primo tratto di percorrenza all'interno di un sito natura 2000 (SIC/ZSC).

Il suo tracciato termina all'interno dell'area impiantistica esistente denominata impianti di Balanzano ove è previsto il ricollegamento con il metanodotto in esercizio Pietrafitta – Perugia DN 400 (16").

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 96 di 111	Rev. 0

Il primo chilometro del tracciato ha direttrice nord-sudest in terreni agrari caratterizzati da bassa pendenza, nel primo tratto percorrendo un dolce pendio in corrispondenza della sua massima pendenza per poi porsi in stretto parallelismo con alcune strade secondarie in corrispondenza della cresta del rilevato collinare.

Alla PK 1+094 la condotta volge in direzione est-ovest, sempre in parallelismo con una strada secondaria, fino ad una area sostanzialmente pianeggiante che ben si presta per l'installazione dell'area di cantiere per la spinta della trivellazione in TOC lunga 935 m circa con la quale il metanodotto attraversa un rilievo che presenta aree caratterizzate da pendii instabili da un lato e un esteso vigneto dall'altro, mentre in sommità corre la SP 401.

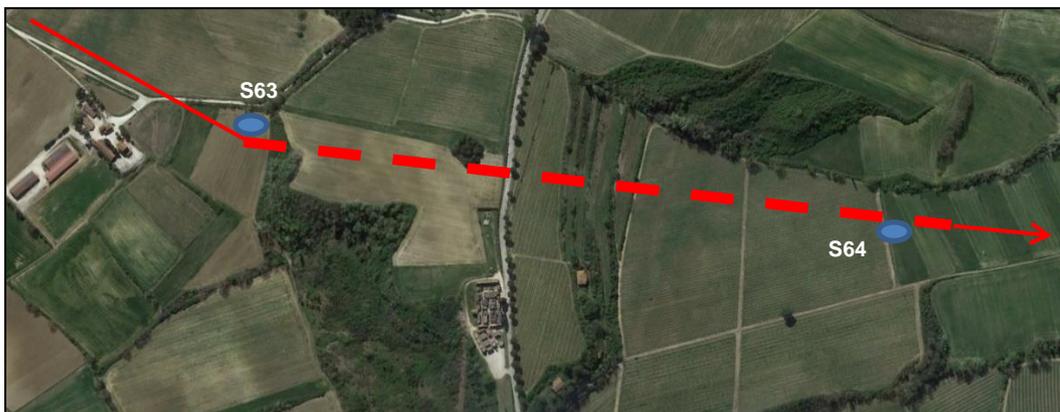


Figura 7—OO: Attraversamento in TOC

Il tracciato si mantiene in parallelismo all'area a destinazione industriale fino alla PK 3+856, dopo di che si dirige con direttrice est-ovest, attraversa la S.P. n.401 in trivellazione spingitubo al PK 4+671, quindi superata una fascia di terreno attualmente coltivata ma a destinazione edilizia, prosegue sempre mantenendo la stessa direttrice fino al Fiume Tevere che viene attraversato con la tecnologia trenchless del Microtunnel.



Figura 7—PP: - attraversamento S.P. n. 401

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 97 di 111	Rev. 0



Figura 7—QQ: Vista dell'attraversamento del Fiume Tevere

Attraversato il F. Tevere il nuovo metanodotto termina con il collegamento al Met. Pietrafitta – Perugia DN 400 a valle del nuovo impianto PIL Loc. Balanzano PK 6+210.

Lungo il tratto in oggetto del metanodotto Derivazione per Perugia è presente un solo impianti di linea:

- PIL Loc. Balanzano PK 6+210

Dalla linea del metanodotto non si staccano metanodotti secondari.

Sotto il profilo geologico, il tracciato dapprima attraversa aree dei depositi delle unità sintemiche, poi aree di fondovalle con depositi alluvionali. In particolare, una volta che esso ha superato i rilievi collinari si mantiene all'interno dei terreni afferenti alla Litofacies di Sant'Egidio "SLFc" fino a discendere dalle pendici e riconquistare la pianura del Tevere in cui sono presenti i suoi depositi alluvionali "b".

Indagini eseguite (per dettagli si veda *Report indagini geognostiche e geofisiche LSC-118* e relativi allegati con ubicazione indagini).

Sondaggio	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
S62	0+220	15	Argilla limosa- sabbiosa
S63	1+530	30	Argilla
S64	2+440	30	Argilla

Prova MASW	PK (km)	Vs,eq	Categoria sottosuolo
MASW 14	76+260	283	C

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 98 di 111	Rev. 0

7.3 All. Colussi Perugia Spa – DN 100 (4") – DP 75 bar

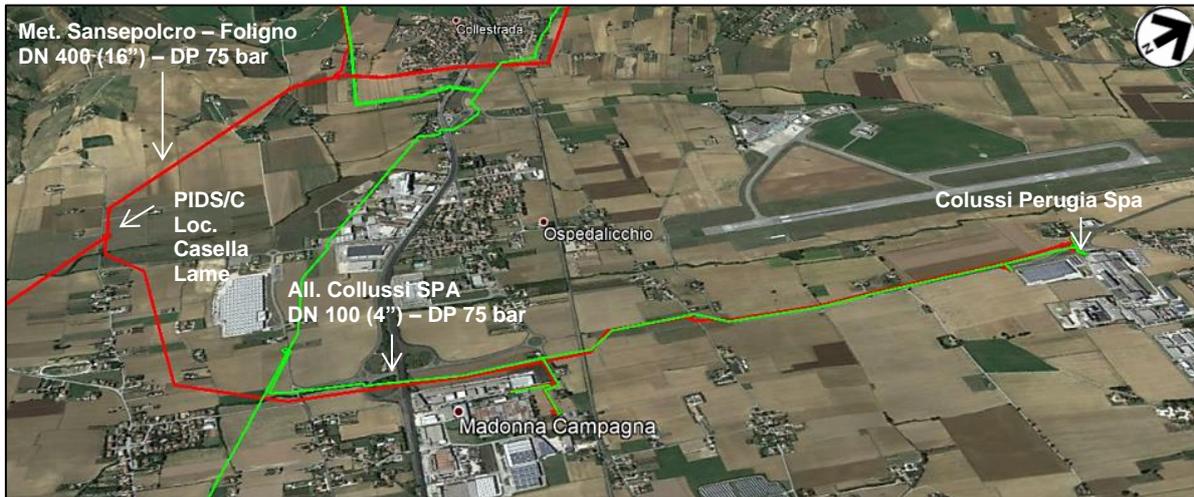


Figura 7—RR: Vista aerea 3D del tracciato in esame (da Google Earth)

Il tracciato del metanodotto *All. Colussi Perugia Spa – DN 100 (4") – DP 75 bar*, di lunghezza complessiva pari a 5+406 km, ha origine dal Metanodotto Sansepolcro – Foligno alla progressiva PK km 77+799 in corrispondenza del PIDS/C Loc. Casella Lama. Esso si dirige verso E per un tratto di circa 1 km lungo il quale attraversa la S.P. n. 247, per poi svilupparsi con andamento pressoché rettilineo verso N fino al termine al PK km 5+406. L'intero tracciato si posiziona in area pianeggiante nel fondovalle della Valle Umbra, su terreno costituito da alluvioni prevalentemente granulari. Le aree su cui si disloca la linea in progetto sono per la quasi totalità agricole, con brevi percorrenze su fasce di rispetto stradale.

Geologicamente i terreni attraversati sono costituiti da depositi alluvionali di tipo limo argilloso afferenti ai depositi alluvionali "b" riportati in carta geologica.

Lungo il tracciato vengono attraversate importanti strutture stradali:

- S.P. n. 247 Via Hanoi al PK 0+316
- S.S. n. 75 Centrale Umbra e il suo svincolo al PK 2+099



Figura 7—SS: attraversamento S.S. n. 75

- S.S. n. 147 di Assisi al PK 2+753 km
- S.P. n. 247 di Sant'Egidio al PK 3+899
- S.P. n. 247 di Assisi al PK 5+386 km

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 99 di 111	Rev. 0

Il tracciato attraversa anche la ferrovia Terontola-Foligno al PK 3+029
Indagini eseguite (per dettagli si veda *Report indagini geognostiche e geofisiche LSC-118* e relativi allegati con ubicazione indagini).

Sondaggio	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
S55	2+370	6	Argilla
S56	2+900	6	Ghiaia su argilla
S57	3+030	6	Argilla sabbiosa
S58	5+350	6	Argilla sabbiosa

Lungo il tratto in oggetto del metanodotto All. Colussi Perugia Spa sono presenti 4 impianti di linea:

- PIDS/C Loc. Casella Lame PK 0+000
- PIDI Loc. C. Viola PK 2+905
da cui si stacca:
All. Metano Auto RO.LA. DN 100 (4") – DP 75 bar
- PIL Loc. Ospedalichio PK 3+566
- PIDA Loc. Palazzo Rosso PK 5+307
da cui si stacca:
All. Assisi Gestioni e Servizi Srl DN 100 (4") – DP 75 bar

Dalla linea del metanodotto All. Colussi Perugia Spa si staccano i seguenti metanodotti secondari:

- al PK 2+905 All. Metano Auto RO.LA. DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 372 m
- al PK 4+973 All. Mignini e Petrini Spa, DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 68 m
- al PK 5+307 All. Assisi Gestioni e Servizi Srl, DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 97 m.

7.4 Der. per S. Giustino DN 100 (4") – DP 75 bar

Il tracciato del metanodotto *Der. per S. Giustino DN 100 (4") – DP 75 bar*, di lunghezza complessiva pari a 1,323 km, ha origine dal Metanodotto Sansepolcro – Foligno alla progressiva PK km 11+299 in corrispondenza del PIDS/C Loc. Case Nuove. Esso si sviluppa in direzione E attraversando con trivella spingitubo la Superstrada E45 al PK 0+369 e, sempre con trivella spingitubo, la S.P. n. 100 al PK 0+836 fino al termine al PK km 5+406. L'intero tracciato si posiziona in area prevalentemente pianeggiante nel fondovalle tiberino. Le aree su cui si disloca la linea in progetto sono per la quasi totalità agricola, con brevi percorrenze su fasce di rispetto stradale.

I terreni che affiorano lungo il tracciato del metanodotto in progetto sono depositi alluvionali "b" per un primo tratto di 500m, successivamente entra all'interno di un corpo di conoide coalescente afferente al T. Selci.

Indagini eseguite (per dettagli si veda *Report indagini geognostiche e geofisiche LSC-118* e relativi allegati con ubicazione indagini).

Sondaggio	PK (km)	Profondità (m)	Litologia
S52	0+400	6	Argilla
S53	1+630	6	Argilla

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 100 di 111	Rev. 0

7.5 All. Luxenia Umbro Tiberina DN 100 (4") – DP 75 bar

Il tracciato del metanodotto All. Luxenia Umbro Tiberina DN 100 (4") – DP 75 bar, di lunghezza complessiva pari a 2,088 km, ha origine dal Metanodotto Sansepolcro – Foligno alla progressiva PK 70+588 in corrispondenza del PIDS Loc. Montalcino. Esso si sviluppa prevalentemente in direzione O. Alla progressiva PK 1+074 devia in direzione N, per dirigersi, dopo l'attraversamento della Superstrada E45 al PK 2+028 mediante trivella spingitubo, verso il terminale PK 2+088.

Le aree su cui si disloca la linea in progetto sono per la quasi totalità agricola, con brevi percorrenze su fasce di rispetto stradale.

Geologicamente il tracciato percorre un primo tratto di circa 400 m su terreni afferenti alla Litofacies di Sant'Egidio "SLFc", Sintema di Solfagno rappresentata da limi e limi sabbiosi, successivamente si ubica sui depositi alluvionali "b" del Tevere.

7.6 Der. per Bastia Umbra DN 150 (6") – DP 75 bar

Il tracciato del metanodotto Der. per Bastia Umbra DN 150 (6") – DP 75 bar, di lunghezza complessiva pari a 3,095 km, ha origine dal Met. Sansepolcro – Foligno alla progressiva PK 83+065 in corrispondenza del PIDI Loc. Seminario. Esso si sviluppa prevalentemente in direzione N-O, attraversando con trivella spingitubo la S.P. n. 404 al PK 2+000.

L'intero tracciato si posiziona in area prevalentemente pianeggiante nel fondovalle della Valle Umbra per la quasi totalità a vocazione agricola.

Dalla linea del metanodotto Der. per Bastia Umbra DN 150 (6") – DP 75 bar, si staccano i seguenti metanodotti secondari:

- al PK 1+645 All. Com. Assisi 3^a Pr. DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 888 m
- al PK 2+975 Ric.All. Olivi di Bastia Umbra DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 36 m
- al PK 3+070 All. Com. di Bastia Umbra DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 102 m.

Il territorio su cui si trovano i metanodotti succitati è dominato da terreni composti da depositi alluvionali "b" e depositi di conoide alluvionale del F. Chiascio.

7.7 All. Com. Assisi 1^a Pr. DN 100 (4") – DP 75 bar

Il tracciato del metanodotto All. Com. Assisi 1^a Pr. DN 100 (4") – DP 75 bar, di lunghezza complessiva pari a 2,523 km, ha origine dal Met. Sansepolcro – Foligno alla progressiva PK 85,706 in corrispondenza del PIDIS Loc. Biscina. Esso si sviluppa per i primi 1.500 m in direzione N-E in parallelismo con il metanodotto All. Ferro Italia esistente da porre fuori esercizio, per poi deviare verso O in parallelismo con il Met. Sanspolcro – Foligno esistente da porre fuori esercizio fino al termine al PK 2+523.

L'intero tracciato si posiziona in area prevalentemente pianeggiante nel fondovalle della Valle Umbra, per totalità agricola.

Dalla linea del metanodotto All. Com. Assisi 1^a Pr. DN 100 (4") – DP 75 bar, si stacca, al PK 0+000 il metanodotto All. Ferro Italia DN 100 (4") – DP 75 bar, L= 518 m.

I terreni presenti sono ascrivibili ai depositi alluvionali "b" e depositi di conoide alluvionale del F. Chiascio.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 101 di 111	Rev. 0

7.8 All. Bonaca - Cannara DN 100 (4") – DP 75 bar

Il tracciato del metanodotto *All. Bonaca - Cannara DN 100 (4") – DP 75 bar*, di lunghezza complessiva pari a 2,184 km, ha origine dal Met. Sansepolcro – Foligno alla progressiva PK 89+964 in corrispondenza del PIDI Loc. Il Castellaccio. Esso si sviluppa in direzione S-O in parallelismo con il metanodotto All. Comune di Cannara esistente da porre fuori esercizio fino al termine al PK 2+523.

L'intero tracciato si posizione in area prevalentemente pianeggiante nel fondovalle della Valle Umbra, per totalità agricola.

Il corridoio in progetto e pienamente collocato sui depositi alluvionali del fiume Topino.

7.9 All. Ceramica Falcinelli DN 100 (4") – DP 75 bar

Il tracciato del metanodotto *All. Ceramica Falcinelli DN 100 (4") – DP 75 bar*, di lunghezza complessiva pari a 2,325 km, ha origine dal Met. Sansepolcro – Foligno alla progressiva PK 92+453 in corrispondenza del PIDI/C Loc. Santa Marinella. Esso si sviluppa in direzione N-E in parallelismo con il metanodotto All. Ceramica Falcinelli esistente da porre fuori esercizio fino al termine al PK km 2+325.

L'intero tracciato si posizione in area prevalentemente pianeggiante nel fondovalle della Valle Umbra, per totalità agricola.

Lungo il tratto in oggetto del metanodotto All. Ceramica Falcinelli sono presenti 3 impianti di linea:

- PIDS/C Loc. Santa Marinella PK 0+000
- PIL Loc. S. Felice Nuovo PK 1+417
- PIDA/C Loc. Pod. Mariangeli PK 2+286

Geologicamente il tracciato si localizza su terreni di natura alluvionale (Depositati alluvionali "b") del F. Topino.

7.10 Attraversamenti trenchless

Il metanodotto è una struttura che viene posata interamente nel sottosuolo, con una copertura minima fissata dal DM 17 aprile 2008² di 0.90 m, ma che Snam eleva per maggior sicurezza a non meno di 1.50 m. La posa avviene tramite tecnica tradizionale dello *scavo a cielo aperto*, che comporta lo scavo della trincea, la posa della tubazione, il successivo rinterro con ripristino della superficie alla situazione ante operam.

In tratti specifici la profondità di posa della condotta può essere approfondita per garantire ampi margini di sicurezza nei confronti dei processi geomorfologici e/o idraulici che potrebbero svilupparsi. Per questi ultimi casi, laddove la tecnica tradizionale non può essere impiegata, la tubazione viene installata con tecnologie cosiddette *trenchless*, cioè senza scavo di trincea, tramite la formazione di un foro ottenuto con perforazione e successivo inserimento della condotta.

In particolare in corrispondenza degli attraversamenti di corsi d'acqua gli spessori di copertura vengono fissati, sulla base di specifici studi idraulici, a valori di grande sicurezza al fine di garantire la tubazione nei confronti dei fenomeni idraulici di approfondimento dell'alveo che possono aver luogo in fase di piena o comunque a seguito dell'eventuale tendenza evolutiva del corso d'acqua.

² Ministero dello Sviluppo Economico, DM 17 Aprile 2008: *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8*

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 102 di 111	Rev. 0

Gli attraversamenti dei corsi d'acqua di maggior rilevanza o comunque quelli che si presentano arginati vengono realizzati con tecnologia trenchless, cioè senza scavo a cielo aperto ma tramite trivellazione e installazione della condotta nel foro preventivamente eseguito.

I corsi d'acqua secondari e minori sono attraversati con metodologia classica a cielo aperto e successivamente ripristinati con adeguate protezioni.

Le tecnologie trenchless previste dal progetto sono:

-senza controllo direzionale:

- *Trivellazione Spingitubo (TS)*

-con controllo direzionale:

- *Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)*

- *Microtunneling (MT)*

- *Direct Pipe (DP)*

La tecnologia della *trivellazione con spingitubo TS* è prevista in progetto per attraversamenti di contenuta lunghezza (massimo 80-100 m) di strade, ferrovie e piccoli corsi d'acqua non particolarmente incisi. Essa è applicabile in terreni di varia granulometria, sia coesivi, che granulari, senza trovanti di larghe dimensioni in relazione al diametro di perforazione.

La tecnologia della *trivellazione orizzontale controllata TOC* è impiegata, laddove possibile in funzione dei terreni presenti, per l'attraversamento di corsi d'acqua di maggiori dimensioni o comunque parecchio incisi, per i quali non è applicabile la tecnologia della TS. Inoltre essa è prevista anche in un tratto di percorrenza pedecollinare per sottopassare un'area di instabilità di versante, classificata da PAI/IFFI. L'impiego della TOC non è stato applicato in corrispondenza di terreni con elevati spessori di ghiaie e ciottoli, materiali che creano gravi problemi di stabilità del foro e di recupero del detrito di perforazione.

Il progetto prevede invece la tecnologia del *microtunneling MT* per attraversare aree (fiumi ed anche zone collinari) con presenza di depositi ghiaiosi-ciottolosi non idonei per l'impiego della TOC.

In merito all'utilizzo della tecnologia del *Direct Pipe DP*, la presente fase progettuale non prevede l'uso di tale sistema per gli attraversamenti dei corsi d'acqua lungo il tracciato. Tuttavia, date le sue possibilità di impiego anche in situazioni litologiche con presenza di ghiaie, esso potrà essere preso in considerazione in fase di progettazione di dettaglio, in alternativa ad altre tecnologie trenchless per casi particolari.

In corrispondenza degli attraversamenti trenchless con controllo direzionale sono state eseguite indagini geognostiche al fine di valutare le caratteristiche dei terreni e, sulla loro base, la tecnologia trenchless più adeguata.

La lista completa degli attraversamenti è riportata nella Relazione di Studio di Impatto Ambientale (LSC-100), mentre di seguito si riporta l'elenco di quelli per i quali si utilizzano le tecnologie TOC e MT (v. Tab. 3.3.4.12/A). In questi elenchi si riportano anche le indagini geognostiche eseguite, per i cui dettagli si veda lo specifico Report indagini geognostiche e geofisiche LSC-118 con i relativi allegati e la planimetria con l'ubicazione delle indagini PG-TPSO-01, PG-TPSO-02 Tracciato di progetto con ubicazione indagini geognostiche.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 103 di 111	Rev. 0

	Attraversamento	PK	Lunghezza TOC (m)	Sondaggi	Elaborato di riferimento
Sansepolcro Foligno	T. Afra	6+242	251	S3	AT-20047L01-02
	T. Vaschi con R. Secco	16+325	400	S7, S7bis	AT-20047L01-09
	T. Scatorbia	20+538	273	S10 bis	AT-20047L01-12
	F. Tevere 1	34+166	285	S19, S20	AT-20047L01-18
	F. Tevere 3	38+069	330	S23, S24	AT-20047L01-22
	F. Tevere-T. Niccone ³	40+735	452	S25, S26	AT-20047L01-24
	Pendio Umbertide 1-2 ³	43+140	1196	S27, S28, S29	AT-20047L01-26

Tabella 7/A: Attraversamenti previsti con trivellazione orizzontale controllata TOC

	Attraversamento	PK	Lunghezza MT (m)	Sondaggi	Elaborato di riferimento
Sansepolcro Foligno	F. Tevere 2	37+079	288	S21, S22	AT-20047L01-19
	Pendio Umbertide 3	45+538	609	S31, S32	AT-20047L01-27
	F. Tevere 4	49+708	342	S33, S34	AT-20047L01-28
	F. Tevere 5	66+755	479	S42	AT-20047L01-37
	T. Rio Grande e risalita Bosco	67+416	1064	S43	AT-20047L01-38
	F. Chiasco	81+200	353	S49, S49bis	AT-20047L01-4

Tabella 7/B: Attraversamenti previsti con microtunneling MT

Nel seguito vengono descritte le caratteristiche delle tecnologie trenchless previste in progetto

Trivellazione Spingitubo (TS)

La metodologia trenchless della trivellazione con spingitubo viene impiegata per l'installazione nel sottosuolo di tubazioni, anche di grosso diametro, per attraversamenti di infrastrutture stradali e corsi d'acqua, fino a lunghezze massime di circa 100 m, in funzione dei terreni da attraversare.

Questa tecnologia prevede l'esecuzione di un foro nel terreno e il contestuale inserimento in tale foro di una tubazione di protezione tramite una macchina perforatrice montata su slitta e dotata di una batteria di aste ad elica. In caso di trivellazioni sotto falda la macchina può essere dotata di scudo fresante.

Man mano che l'elica avanza, vengono inserite le tubazioni di protezione spinte da martinetti idraulici. Una volta conclusa la trivellazione e rivestito tutto il cavo con tali tubazioni, in esso vengono introdotte le tubazioni del metanodotto.

Per la realizzazione di tale tecnologia occorre la predisposizione di una buca di partenza con muro reggi-spinta e di una di arrivo di dimensioni adeguate in funzione della macchina di perforazione-spinta impiegata e della profondità di intestazione del foro.

³ Per tali attraversamenti la tecnologia da impiegare (TOC o Direct Pipe) verrà definita in fase di progettazione di dettaglio.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 104 di 111	Rev. 0

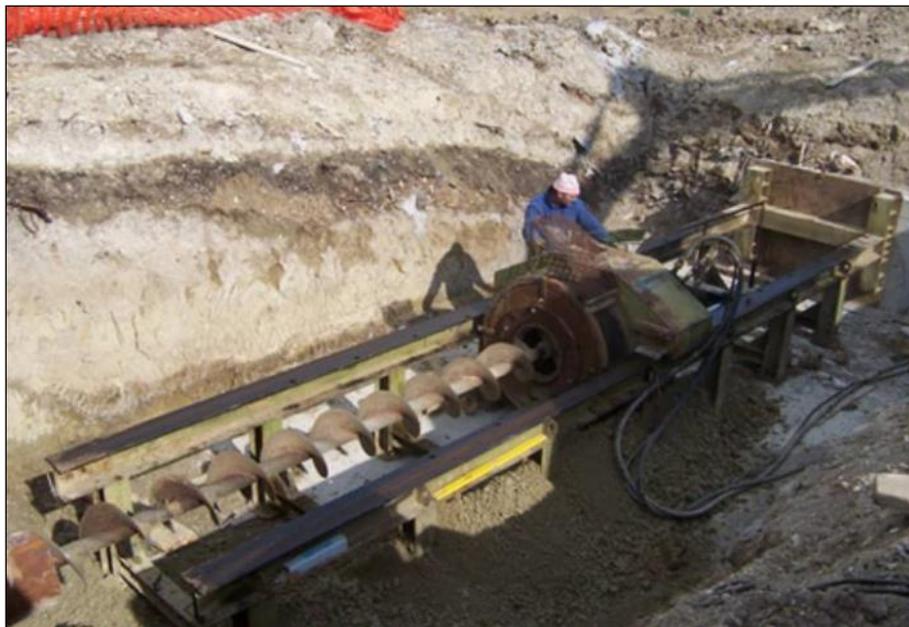


Figura 7—TT: Trivella ad elica con spingitubo

Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)

Il metodo trenchless della trivellazione orizzontale controllata consiste nel praticare tramite trivellazione un foro nel terreno controllandone nella sua esecuzione la direzione, in modo tale da poter sottopassare ostacoli di varia natura (tipicamente corsi d'acqua, infrastrutture stradali o ferroviarie, aree instabili, ecc.). Una volta realizzato il foro, viene tirato entro lo stesso la condotta del metanodotto preassemblata.

Questa tecnologia, che permette di operare dal piano campagna senza la necessità di opere accessorie quali pozzi di partenza o di arrivo, comprende tre fasi operative:

- la prima consiste nella trivellazione di un *foro pilota*, di piccolo diametro, lungo il profilo prestabilito.
- la seconda fase implica l'allargamento (*alesaggio*) del foro pilota, al fine di aumentarne il diametro fino a un valore tale da consentire l'introduzione della condotta. A seconda del diametro di questa possono essere necessari più passaggi di alesatura, oppure, per piccole tubazioni, può essere sufficiente il solo foro pilota.
- la terza fase (denominata *tiro-posa* della condotta) consiste nell'introduzione -nel foro alesato- della condotta del metanodotto dalla parte opposta della posizione della macchina di perforazione (rig) tirata dal rig stesso.

Di seguito in Figura 7—UU vengono riportati gli schemi grafici di tale modalità operativa.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 105 di 111	Rev. 0

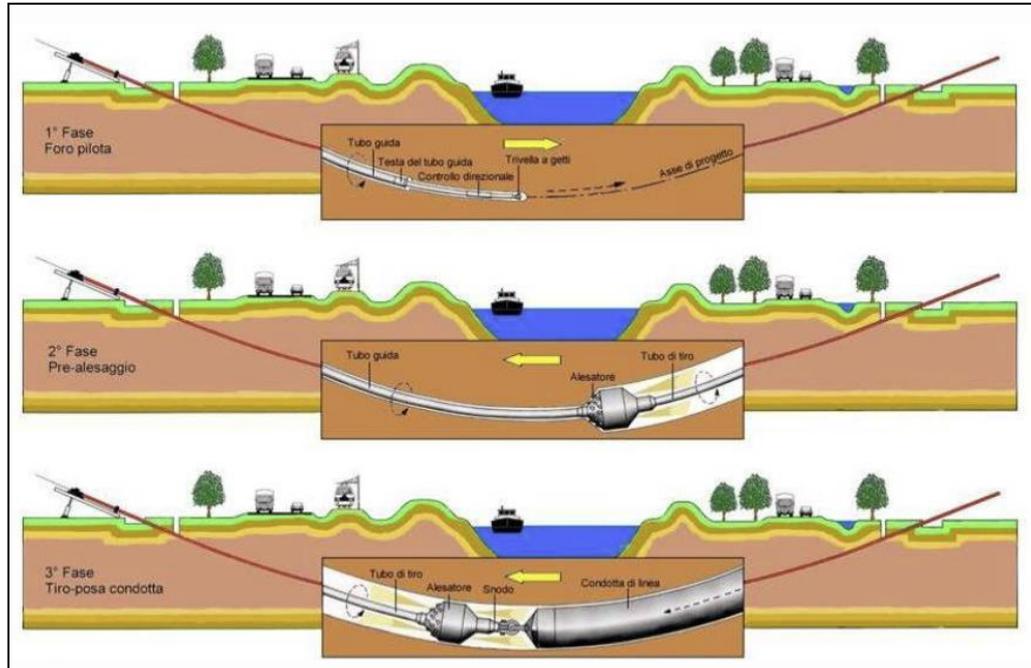


Figura 7—UU: Fasi operative della TOC

Microtunneling (MT)

La metodologia trenchless del *microtunneling* consiste nella realizzazione di un tunnel di piccolo diametro (compreso tra i 300 e i 3000 mm) tramite l'avanzamento di uno scudo cilindrico, cui è applicato frontalmente una testa fresante, e la contestuale introduzione per spinta nel foro praticato di *conci* cilindrici prefabbricati che sostengono e rivestono la cavità.

Martinetti idraulici ubicati nella postazione di spinta esercitano la necessaria pressione sugli elementi di rivestimento del tunnel (in genere in c.a.) per provocarne l'avanzamento, mentre lo scudo telecomandato (microtunneler) munito di una fresa rotante disgrega il materiale durante l'avanzamento. La testa fresante è conformata e munita di appositi cutters in funzione del tipo di terreno/roccia che si intende attraversare.

Per la realizzazione del microtunnel necessita predisporre un pozzo di partenza in cui posizionare la stazione di spinta e inserire i vari conci e un pozzo di ricezione nel quale termina la colonna di conci. Tali pozzi sono realizzati con sostegno delle terre con diaframmi in c.a. (strutture permanenti) oppure tramite palancolati (strutture temporanee rimovibili).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 106 di 111	Rev. 0

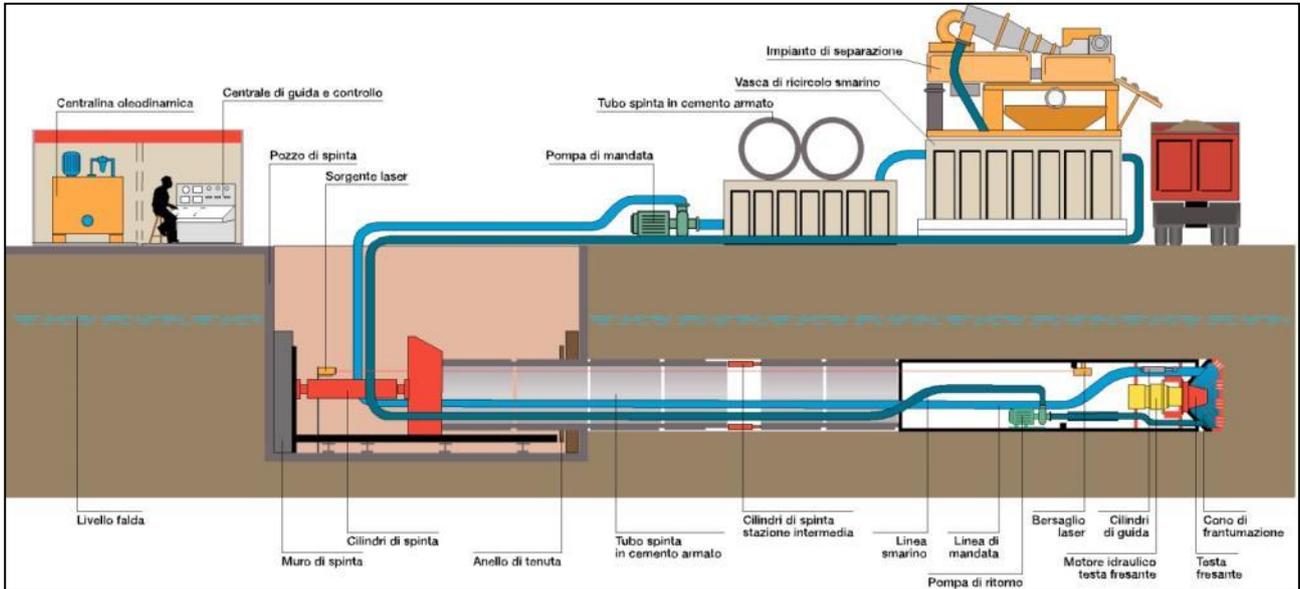


Figura 7—VV: Schema del sistema di microtunneling

Direct Pipe

La metodologia trenchless del Direct Pipe consente la posa in opera diretta della tubazione mediante l'avanzamento nel terreno della colonna prefabbricata per mezzo di una speciale unità di spinta (*thruster*) in contemporanea con lo scavo eseguito dallo scudo fresante a smarino idraulico posto in testa e solidalmente congiunto con la colonna.



Figura 7—WW: Schema della metodologia Direct Pipe

Il DP può essere considerato un sistema di posa che combina le caratteristiche positive delle tecnologie microtunneling (MT) e trivellazione orizzontale controllata (TOC). Con questo metodo, infatti, lo scavo viene effettuato con lo stesso metodo del microtunnel, mediante una fresa a scudo chiuso, resa solidale con la tubazione da posare. Pertanto l'avanzamento è garantito dalla spinta nel sottosuolo della tubazione stessa che viene posata in un'unica fase, senza l'impiego di tubazioni

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 107 di 111	Rev. 0

camicia aggiuntive e senza richiedere grossi volumi di fango bentonitico per il sostegno provvisorio dello scavo e relativa alta pressione per spingere a ritroso il fango stesso con i detriti di perforazione nell'ambito dell'anello di perforazione.

A differenza del microtunnel, dove la forza di spinta viene applicata al singolo concio in c.a. nel pozzo di partenza, nel DP la spinta si esercita direttamente per mezzo del *pipe thruster* sulla tubazione posizionata sulla rampa di varo, preassemblata per la sua lunghezza totale o divisa in più stringhe (Figura 7—XX).



Figura 7—XX: Particolare della colonna di varo spinta tramite il pipe thruster

Il *pipe thruster* è ancorato ad una struttura in c.a. (postazione di spinta) e trasferisce la sua spinta sulla tubazione tramite clampe per attrito, senza danneggiare il rivestimento della condotta. Esso è collocato in una postazione di spinta di dimensioni idonee a contenerlo (lunghezza non inferiore a 12-15 m) e a sopportare la spinta del *pipe thruster*.

La tubazione spinta con il sistema DP deve avere un diametro di almeno 42", motivo per il quale per tubazioni di metanodotto di minor diametro, come nel il caso in oggetto, si dovrà ricorrere alla installazione di un tubo casing tramite DP, nel quale successivamente inserire la condotta del metanodotto e la relativa tubazione portacavi.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 108 di 111	Rev. 0

8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nel presente studio, sulla base dei dati disponibili, si sono analizzate le caratteristiche geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche e sismiche del sito ove è prevista la realizzazione dei metanodotti afferenti al progetto denominato “Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse”.

Di seguito si riportano le relative considerazioni conclusive.

Morfologia: Il tracciato del metanodotto in oggetto si colloca nell’ambito della Alta Valle Tiberina e della Valle Umbra in territori caratterizzati da rilievi collinari e dorsali montuose incise da un articolato reticolo idrografico. Il reticolo idrografico costituito da F. Tevere, dal F. Chiascio ed i loro affluenti è impostato sulle pianure di origine tettonica.

Litologia: i terreni presenti, secondo la cartografia geologica disponibile, risultano costituiti prevalentemente da rocce di natura alluvionale e lacustre, con predominio di depositi alluvionali incoerenti. Solo in tre aree il tracciato abbandona il fondovalle interessando pertanto terreni di natura diversa.

Il primo riguarda la zona in cui il metanodotto risale sui primi rilievi collinari che bordano Città di Castello, dove sono presenti depositi fluvio-lacustri ascrivibili al Lago Tiberino. I depositi sono sia di tipo incoerente sabbiosi che di tipo coesivo (Plio-Pleistocene).

Il secondo riguarda il passaggio attorno alla progressiva chilometrica PK 43+000 circa, dove il metanodotto percorre il versante destro della Valle Tiberina di fronte all’abitato di Umbertide, costituito da successioni torbiditiche in alternanze di strati marnosi ed arenacei prevalenti.

L’ultimo tratto in cui il tracciato si discosta dai depositi alluvionali corrisponde al tratto attorno alla progressiva chilometrica PK 67 circa dove abbandona la Valle Tiberina per entrare nella Valle Umbra.

Qui attraversa un rilievo costituito da rocce torbiditiche e successivamente da depositi argilloso-sabbiosi pliocenici.

Geotecnica: al fine di definire le caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati è stata eseguita una campagna di indagine consistente in 61 sondaggi geognostici dai quali è stato possibile prelevare 107 campioni di terreno indisturbato e 60 rimaneggiati, oltre a 10 prove penetrometriche dinamiche DPSH. Per gli approfondimenti del caso si rimanda alla *Report delle indagini geognostiche e geofisiche LSC-118* appositamente predisposta.

Pericolosità idraulica: il tracciato, snodandosi per la quasi totalità della sua estensione nei fondovalle Tiberino e della Valle Umbra, interferisce più volte con il corso d’acqua del F. Tevere e dei suoi affluenti, nonché con le fasce di esondazione. Per gli approfondimenti del caso si rimanda alla *Relazione di compatibilità idrogeologica-idraulica del tracciato LSC-130* appositamente predisposta.

Pericolosità geomorfologica: relativamente alla pericolosità geomorfologica come cartografato dal PAI e da IFFI le opere percorrono alcune aree perimetrate da tali strumenti. Lo studio sulla compatibilità dell’opera con queste zone è stato approfondito nella *Relazione di compatibilità geomorfologica LSC-119*.

Sismica: dallo studio sismico dell’area attraversata dall’opera in progetto è emerso che è presente una faglia capace che viene attraversata dal tracciato presso l’abitato di Bosco, ma che dagli studi bibliografici condotti fanno ritenere improbabile il rischio per la condotta.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 109 di 111	Rev. 0

In merito alla suscettibilità al fenomeno della liquefazione, la quasi totalità del tracciato percorre *zone stabili suscettibili di amplificazione sismiche locali*, come classificate nella Carta della Pericolosità Locale della Regione Umbria. Brevi tratti classificati con *instabilità per terreni di fondazione particolarmente scadenti* sono presenti nella Valle Umbra, in corrispondenza dei quali tuttavia non sono previsti importanti impianti correlati alla tubazione. Per gli approfondimenti del caso si rimanda alla *Relazione di pericolosità sismica LSC-106* appositamente predisposta.

Scavabilità: stante la natura alluvionale dei terreni attraversati per la quasi totalità dai tracciati, gli scavi sono da considerarsi in terra sciolta. Solo localmente e per limitate lunghezze gli scavi potranno interessare roccia tenera. Nei tratti previsti in trivellazione, sulla base dei rilievi di campagna e delle indagini in campo, la natura e la consistenza dei terreni presenti ne consente la fattibilità.

Metanodotto in dismissione: relativamente alla condotta da dismettere, questa è localizzata per circa l'85% della sua lunghezza in parallelismo con il tracciato in progetto.

La dismissione della condotta comporterà la sua rimozione dal sottosuolo, cui seguiranno interventi di ripristino morfologico e vegetazionale.

In tali tratti di rimozione si adotteranno particolari precauzioni al fine di non creare perturbazione all'equilibrio esistente, influenzando negativamente sulla stabilità dei versanti.

Solo nei tratti di attraversamento fluviale dove la rimozione potrebbe provocare danni alle strutture arginali o interferire in modo determinante con gli alvei, la condotta verrà lasciata sottoterra dove attualmente si trova e si provvederà al suo intasamento con riempimento di idonee miscele cementizie.

Similmente nei tratti dove il tracciato di dismissione interferisce con zone a pericolosità da frana si adotteranno particolari precauzioni sull'utilizzo di mezzi meccanici leggeri, piste ristrette e lavoro in condizioni non piovose, per tratti di limitata lunghezza, prevedendo la stabilizzazione superficiale con opere di ingegneria naturalistica, quali fascinate e palizzate.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 110 di 111	Rev. 0

BIBLIOGRAFIA

Cattuto, Gregori, Melelli, Taramelli & Broso, *I conoidi nell'evoluzione delle conche intermontane umbre*. (2005);

Gregori L., *L'Umbria: Regione di contratti litologici e morfologici*, (2007);

Gregori L., *Evoluzione paleogeografica del territorio umbro alla confluenza Tevere-Nestore (bacini di "S. Fortunato" e di "Ripalvella")*. (1989);

Regione Toscana, Univ. degli Studi di Siena, *Sismotettonica dell'Appennino settentrionale, implicazioni per la pericolosità sismica della Toscana*, (2010);

Servizio Geologico d'Italia, ISPRA, *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia (1:50.000)*, (2009);

Crespellani et.al., Univ. degli Studi di Firenze, *Studio geotecnico finalizzato alla valutazione degli effetti locali in un'area campione dell'alta val tiberina umbra*, (2001);

Boncio P. e Lavecchia G., *A structural model for active extension in Central Italy*, (2000);

Mantovani et Al., *Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'Appennino Tosco-Umbro-Marchigiano*, (2014);

Balocchi P., *Faglia Tiberina e sistema estensionale Umbro-Marchigiano*, (2020);

Barchi M. et al., *Sintesi delle Conoscenze Sulle Faglie Attive in Italia Centrale: Parametrizzazione ai Fini della Caratterizzazione della Pericolosità Sismica*, (2000);

Regione Umbria, *Carta della Pericolosità Sismica di Base*;

Regione Umbria, *Carta Geologica Regionale*.

Regione Umbria, *Analisi del dissesto in Umbria ed eventi di frana del Novembre 2005*, (Convegno Roma 13-14/11/2007).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI UMBRIA E TOSCANA	LSC-117	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 111 di 111	Rev. 0

ALLEGATI DI RIFERIMENTO PRESENTI NEL SIA E ANNESSI

- **Met. Sansepolcro-Foligno DN 400 (16") –DP 75 bar**
 - PG-TP-001 Tracciato di Progetto (1:10.000)
 - PG-PAI-IDR-001 Piano di Assetto Idrogeologico - Idraulico (1:10.000)
 - PG-PAI-GEO-001 Piano di Assetto Idrogeologico - geomorfologico - IFFI (1:10.000)
 - PG-CGB-001 Geologia di base (1:10.000)
 - PG-CGL-001 Carta Litotecnica (1:10.000)
 - PG-TPSO-001 Tracciato di Progetto con ubicazione indagini geognostiche (1:10.000)
 - PG-TPSA-001 Tracciato di Progetto con ubicazione indagini ambientali (1:10.000)
 - PG-CPS-001 Carta della microzonazione sismica (1:10.000)

- **Met. Sansepolcro-Foligno DN 400 (16") –DP 75 bar opere connesse**
 - PG-TP-002 Tracciato di Progetto (1:10.000)
 - PG-TPSO-002 Tracciato di Progetto con ubicazione indagini geognostiche (1:10.000)
 - PG-TPSA-002 Tracciato di Progetto con ubicazione indagini ambientali (1:10.000)
 - PG-CGL-002 Carta Litotecnica (1:10.000)
 - PG-PAI-IDR-002 Piano di Assetto Idrogeologico - Idraulico (1:10.000)
 - PG-PAI-GEO-002 Piano di Assetto Idrogeologico - geomorfologico - IFFI (1:10.000)
 - PG-CGB-002 Geologia di base (1:10.000)
 - PG-CPS-002 Carta della microzonazione sismica (1:10.000)

- **Met. Sansepolcro-Foligno DN 250 (10") – MOP 70 (35) bar**
 - RIM-TP-001 Tracciato condotta da rimuovere (1:10.000)
 - RIM-CGB-001 Tracciato condotta da rimuovere - Geologia di base (1:10.000)
 - RIM-PAI-IDR-001 Tracciato condotta da rimuovere - Piano di Assetto Idrogeologico - Idraulico (1:10.000)
 - RIM-PAI-GEO-001 Tracciato condotta da rimuovere - Piano di Assetto Idrogeologico - geomorfologico - IFFI (1:10.000)
 - RIM-CGL-001 Tracciato condotta da rimuovere - Carta Litotecnica (1:10.000)
 - RIM-CPS-001 Carta della microzonazione sismica (1:10.000)

- **Met. Sansepolcro-Foligno DN 250 (10") – MOP 70 (35) bar opere connesse**
 - RIM-TP-002 Tracciato condotta da rimuovere (1:10.000)
 - RIM-CGB-002 Tracciato condotta da rimuovere - Geologia di base (1:10.000)
 - RIM-PAI-IDR-002 Tracciato condotta da rimuovere - Piano di Assetto Idrogeologico - Idraulico (1:10.000)
 - RIM-PAI-GEO-002 Tracciato condotta da rimuovere - Piano di Assetto Idrogeologico - geomorfologico - IFFI (1:10.000)
 - RIM-CGL-002 Tracciato condotta da rimuovere - Carta Litotecnica (1:10.000)
 - RIM-CPS-002 Carta della microzonazione sismica (1:10.000)