

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 1 di 26	Rev. 0

Metanodotto:

MET. SANSEPOLCRO – FOLIGNO
 DN 400 (16") – DP 75 bar
 E OPERE CONNESSE

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA-IDRAULICA

ATTRAVERSAMENTO FIUME TEVERE 6
 CON MICROTUNNEL
 NEI COMUNI DI TORGIANO E PERUGIA (PG)



0	Emissione	Polloni	Battisti	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 TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 2 di 26	Rev. 0

INDICE

1	PREMESSA.....	3
1.1	Generalità	3
1.2	Attraversamento F. Tevere 6 con Microtunnel.....	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
3	CARATTERISTICHE FISICHE DELL' AREA.....	9
3.1	Inquadramento geomorfologico e idrografico	9
3.2	Caratteristiche litostratigrafiche	12
4	PERICOLOSITÀ IDRAULICA	13
4.1	Generalità	13
4.2	Caratteristiche idrologiche.....	14
4.3	Caratteristiche idrauliche	15
4.4	Ricostruzione dei livelli di piena locali	15
4.4.1	Generalità	15
4.4.2	Ricostruzione dei livelli di piena	15
4.4.3	Risultati della modellazione	16
4.4.4	Risultati delle verifiche di stabilità planimetrica e altimetrica.....	17
5	DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI ATTRAVERSAMENTO	20
5.1	Attraversamento trenchless con Microtunnel.....	20
5.2	Caratteristiche del MT in progetto	21
6	CONSIDERAZIONI SULLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA	22
6.1	Normativa di riferimento PAI/PGRAAC.....	22
6.2	Compatibilità idraulica.....	23
7	CONCLUSIONI.....	24
	ALLEGATI E ANNESSI	26
	ALLEGATI DI RIFERIMENTO PRESENTI NEL SIA E ANNESSI	26

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 3 di 26	Rev. 0

1 PREMESSA

1.1 Generalità

Il tracciato del *Metanodotto Sansepolcro - Foligno DN 400 (16") -DP 75 bar* si snoda per la stragrande maggioranza del suo sviluppo nella piana alluvionale del F. Tevere e lungo la Piana Umbra, intersecando più volte l'alveo del F. Tevere stesso e quello di parte dei suoi affluenti ed attraversando in più occasioni le fasce fluviali come definite nel *Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)* della (ex) Autorità di Bacino del F. Tevere e con le aree a pericolosità idraulica cartografate nel *Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRAAC)* del Distretto idrografico dell'Appennino Centrale (v. Corografia, Fig. 1/A).

Nella *Relazione di compatibilità idraulica del tracciato* (v. LSC 130) sono stati trattati i seguenti aspetti:

- inquadramento territoriale delle aree percorse dal tracciato per quanto attiene gli aspetti morfologici, geologici, di uso del suolo;
- caratterizzazione del reticolo idrografico con l'elenco degli attraversamenti e dei tratti di corso interferiti dal tracciato oggetto della "fasciatura" PAI/mappatura di pericolosità PGRA;
- descrizione delle opere in progetto, sia per quanto attiene la struttura lineare del metanodotto che gli impianti puntuali lungo il suo sviluppo e in particolare le tecniche previste per l'attraversamento dei corsi d'acqua e per le eventuali opere di protezione e ripristino;
- valutazione delle generali condizioni di compatibilità idraulica del metanodotto in progetto nei tratti di attraversamento delle fasce fluviali PAI e a pericolosità idraulica PGRA.

In relazione agli attraversamenti dei corsi d'acqua del reticolo principale (F. Tevere e F. Chiascio) e del reticolo secondario (affluenti principali del F. Tevere) secondo la classificazione AdB Tevere interferenti con il tracciato sono state eseguite specifiche valutazioni idrauliche a supporto della progettazione, sia per la definizione della geometria di attraversamento che della tecnica da impiegare per la loro realizzazione, e per il dimensionamento delle eventuali opere di protezione/ripristino. Per la maggior parte di tali attraversamenti, cioè quelli che interferiscono con aree di fasce fluviali PAI e di pericolosità PGRA, sono state eseguite relazioni di compatibilità e studi idrologici-idraulici.

Esse sono state predisposte in ossequio con quanto richiesto dalle *Norme Tecniche di Attuazione* del PAI dell'Autorità di Bacino del Tevere (ora Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale), all'art. 28 punto 2, secondo il quale opere di interesse pubblico non diversamente localizzabili sono consentite anche nelle fasce fluviali di maggior pericolosità a patto che esse *non costituiscano significativo ostacolo al libero deflusso e/o significativa riduzione della capacità d'invaso*.

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 4 di 26	Rev. 0

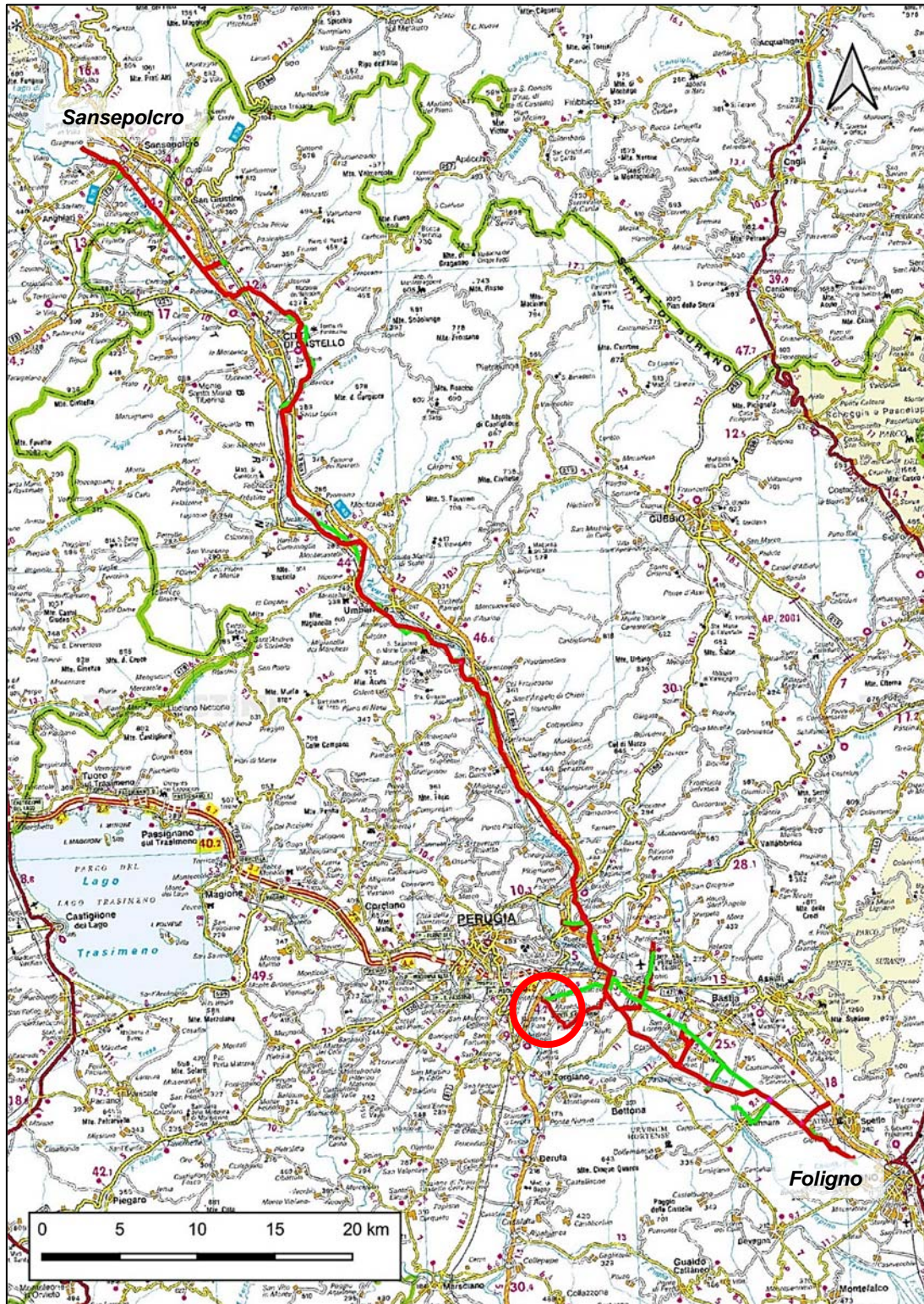


Figura 1-A: Corografia (Linea rossa tracciato metanodotti in progetto, linea verde metanodotti da dismettere, cerchio rosso attraversamento in oggetto)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 5 di 26	Rev. 0

1.2 Attraversamento F. Tevere 6 con Microtunnel

Lungo il *Metanodotto Derivazione per Perugia, DN 400 (16")-DP 75 bar*, che si stacca dal *Metanodotto Sansepolcro-Foligno DN 400 (16") – DP 75 bar* alla progressiva 76+260 km, il tracciato nella sua parte terminale attraversa in subalveo il fiume Tevere.

La presente relazione è relativa alla valutazione di compatibilità idraulica di questo attraversamento in subalveo denominato, *attraversamento F. Tevere 6 con microtunnel*, che ricade nel territorio dei comuni di Torgiano e di Perugia (PG) alla progressiva PK 6+000 km.

Il tratto di attraversamento interferisce con l'alveo del F. Tevere e le relative fasce fluviali così come definite dal *Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)*. Lo stesso ambito territoriale ricade in area a pericolosità idraulica come mappato da parte del *Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale (PGRAAC)*.

Il progetto prevede l'attraversamento in subalveo a elevata profondità grazie alla tecnica trenchless del *Microtunneling* passando sotto l'alveo del fiume ad elevata profondità.

Nella presente relazione, finalizzata all'ottenimento dell'autorizzazione idraulica, si analizzano le condizioni di compatibilità idraulica del progetto in oggetto nell'ambito specifico di interferenza con le aree a pericolosità idraulica del corso d'acqua. Dai risultati delle verifiche idrauliche effettuate si mette in evidenza come l'attraversamento in progetto, del tutto interrato ad elevata profondità grazie all'impiego di metodologie trenchless, non comporta modifiche alla geometria dell'alveo e non costituisce alcuna interferenza con il flusso idrico né tantomeno sottrazione della capacità d'invaso, risultando peraltro sicuro per la condotta nei confronti della dinamica fluviale.

Vengono di seguito illustrate le caratteristiche geomorfologiche del sito, la situazione litologica del sottosuolo, le caratteristiche idrauliche del flusso di piena e si argomenta in merito alla compatibilità dell'opera nei confronti della dinamica del corso d'acqua.

Le caratteristiche idrologiche-idrauliche del corso d'acqua per quanto attiene le portate di massima piena al colmo con i relativi livelli idrici e i parametri idraulici in corrispondenza del tratto di corso interessato dagli interventi sono stati oggetto dello specifico studio riportato in Allegato nello *Studio Idrologico-Idraulico (LSC 136/ALL. A)* al quale si rimanda per eventuali approfondimenti.

La tipologia, la geometria e le modalità operative del progetto di attraversamento sono state scelte pertanto sulla base delle condizioni morfologiche del sito, delle caratteristiche litologiche del sottosuolo e delle valutazioni idrauliche emerse a seguito dello specifico studio, in modo da garantire da una parte la sicurezza del metanodotto per tutta la sua vita operativa nei confronti dei fenomeni idraulici attesi e della dinamica evolutiva del corso d'acqua, dall'altra la compatibilità della struttura in progetto nei confronti dell'aspetto idraulico e ambientale in genere.

Il presente elaborato, con riferimento alle fasi di studio condotte, si articola nei seguenti punti:

- localizzazione geografica dell'area di attraversamento e inquadramento territoriale, così da individuare in modo univoco il tratto di corso d'acqua interessato dall'interferenza con il tracciato del metanodotto;
- caratterizzazione fisica dell'area: geomorfologica, idrografica, litologica;
- valutazioni idrologiche con la stima della portata di massima piena al colmo utilizzata nello

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 6 di 26	Rev. 0

studio idraulico;

- risultati dello studio idraulico (riportati in allegato);
- descrizione della scelta progettuale per l'attraversamento in subalveo: tipologia, geometria, modalità operative;
- valutazione della compatibilità idraulica dell'intervento, in riferimento ai criteri stabiliti nelle Norme di Attuazione per la regolamentazione delle opere nelle aree censite a pericolosità idraulica ai sensi del PAI e del PGRAAC.

Il progetto di attraversamento, comprensivo di planimetria, profilo, caratteristiche geometriche e strutturali della condotta e caratteristiche delle eventuali opere di ripristino e protezione è raffigurato nell'elaborato grafico allegato allo Studio di impatto ambientale (SIA)::

- AT-20047/ L02-03 Attraversamento Fiume Tevere 6

al quale si rimanda per approfondimenti.

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 7 di 26	Rev. 0

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in cui si colloca l'intervento in oggetto è localizzata lungo il corso d'acqua del F. Tevere nella parte medio-alta del suo sviluppo, nel territorio dei comuni di Torgiano e di Perugia presso la località Balanzano, in provincia di Perugia. Nello stralcio allegato in Fig. 2/A, tratto dalla base cartografica IGM a scala 1:25.000, si riporta la localizzazione del sito.

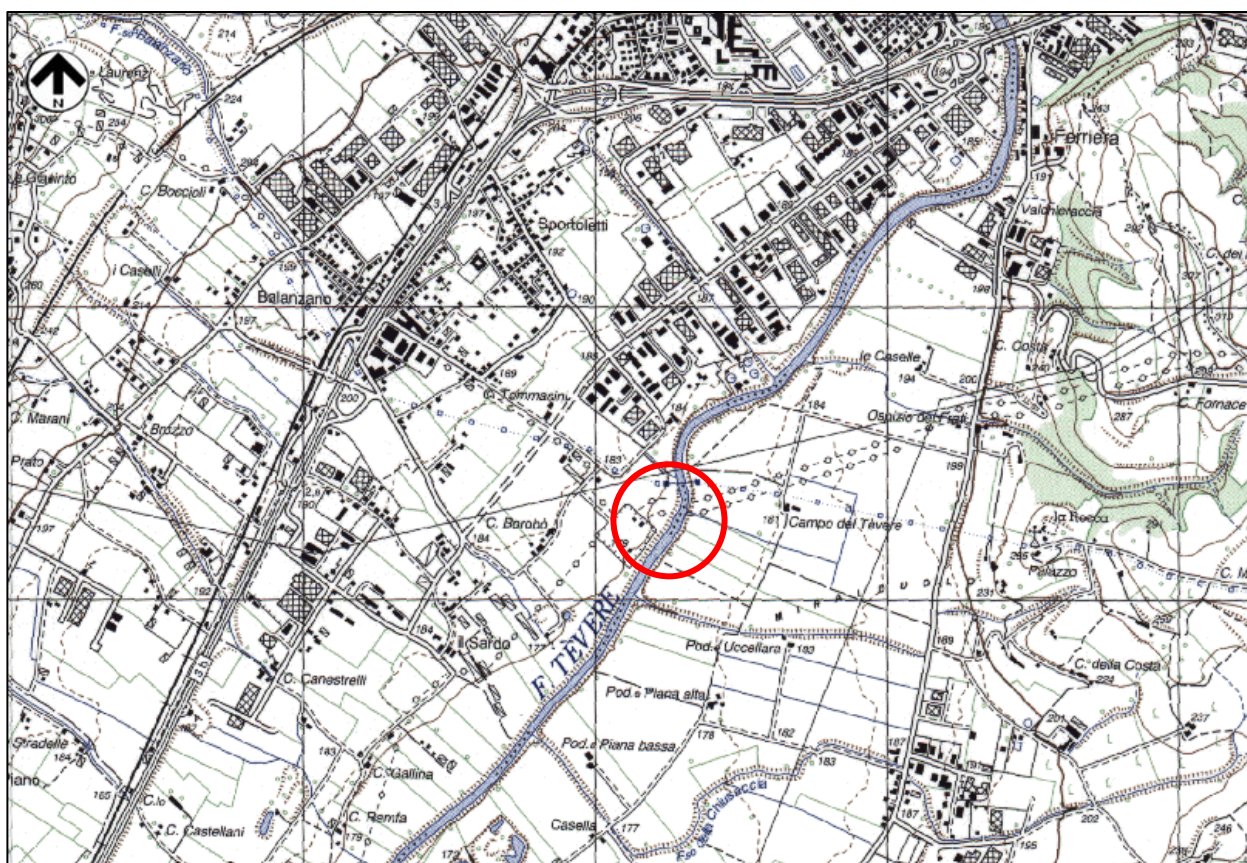


Figura 2/A – Inquadramento a scala 1:25.000 con indicata la posizione dell'attraversamento in studio

A livello della cartografia CTR della regione Umbria, l'attraversamento si ubica nel foglio 311100, di cui si riporta il particolare con l'ubicazione dell'opera in progetto (v. Fig. 2/B).

In tale immagine il tracciato in progetto è individuato dalla linea in colore rosso, il metanodotto in fase di dismissione dalla linea di colore verde e l'area di attraversamento del corso d'acqua con cerchio blu. E' indicato schematicamente con sagoma rettangolare il tratto di condotta in subalveo la cui installazione è prevista tramite posa con la metodologia trenchless del *microtunneling*. In Figura 2/C viene riportata anche l'ubicazione su immagine aerea Google.

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 8 di 26	Rev. 0

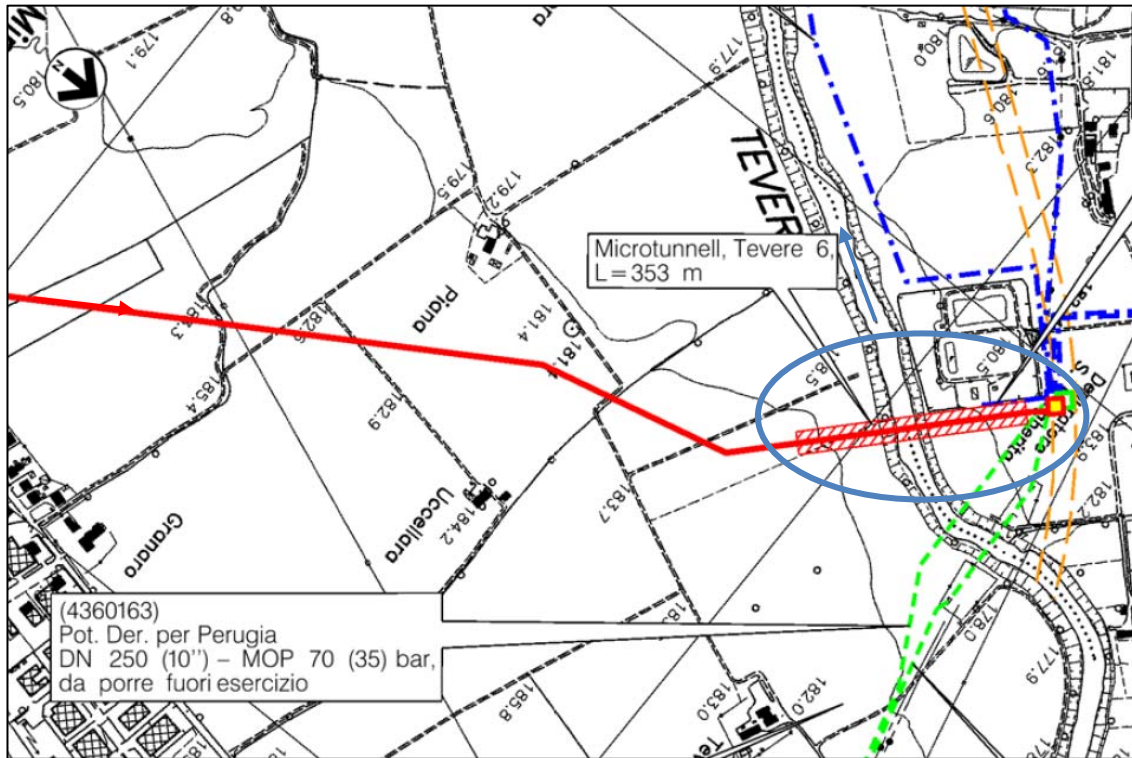


Figura 2/B – Stralcio CTR con localizzazione dell'attraversamento

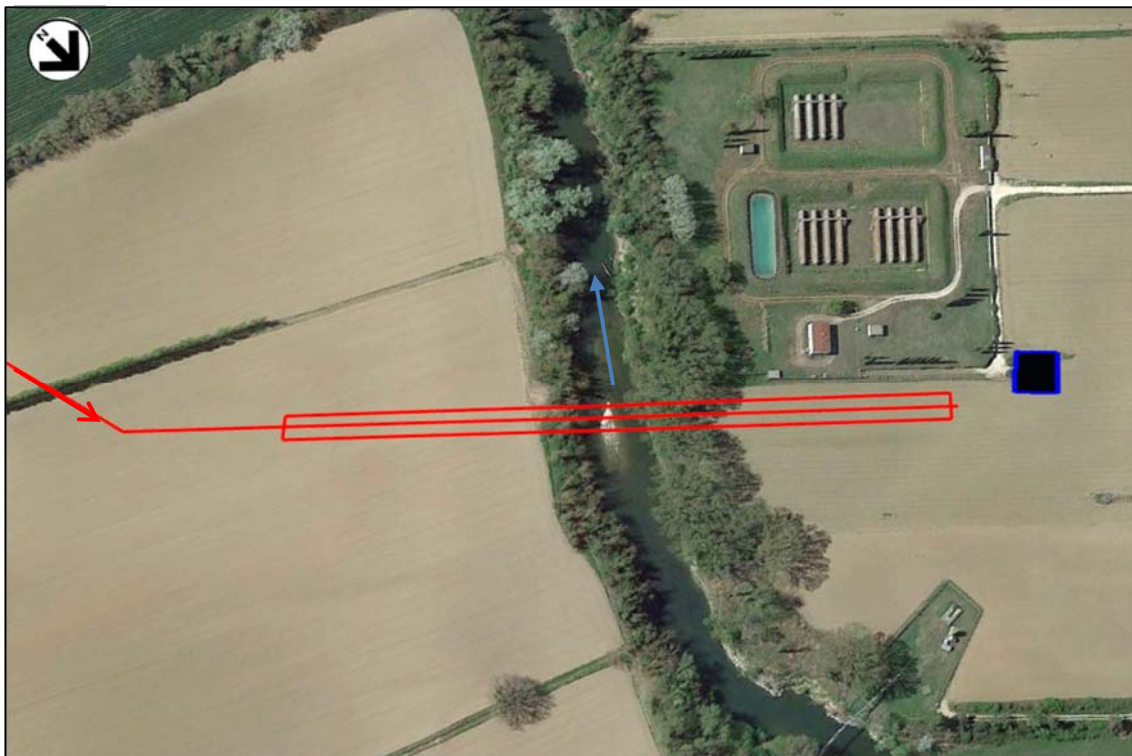


Figura 2/C – Immagine aerea con localizzazione della sezione di attraversamento (su base Google Earth)

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 9 di 26	Rev. 0

3 CARATTERISTICHE FISICHE DELL' AREA

3.1 Inquadramento geomorfologico e idrografico

Il tracciato del metanodotto si sviluppa per quasi la totalità della sua lunghezza nel fondovalle dell'alto Tevere fino all'altezza di Perugia e quindi nel fondovalle umbro dei fiumi Chiascio e Topino.

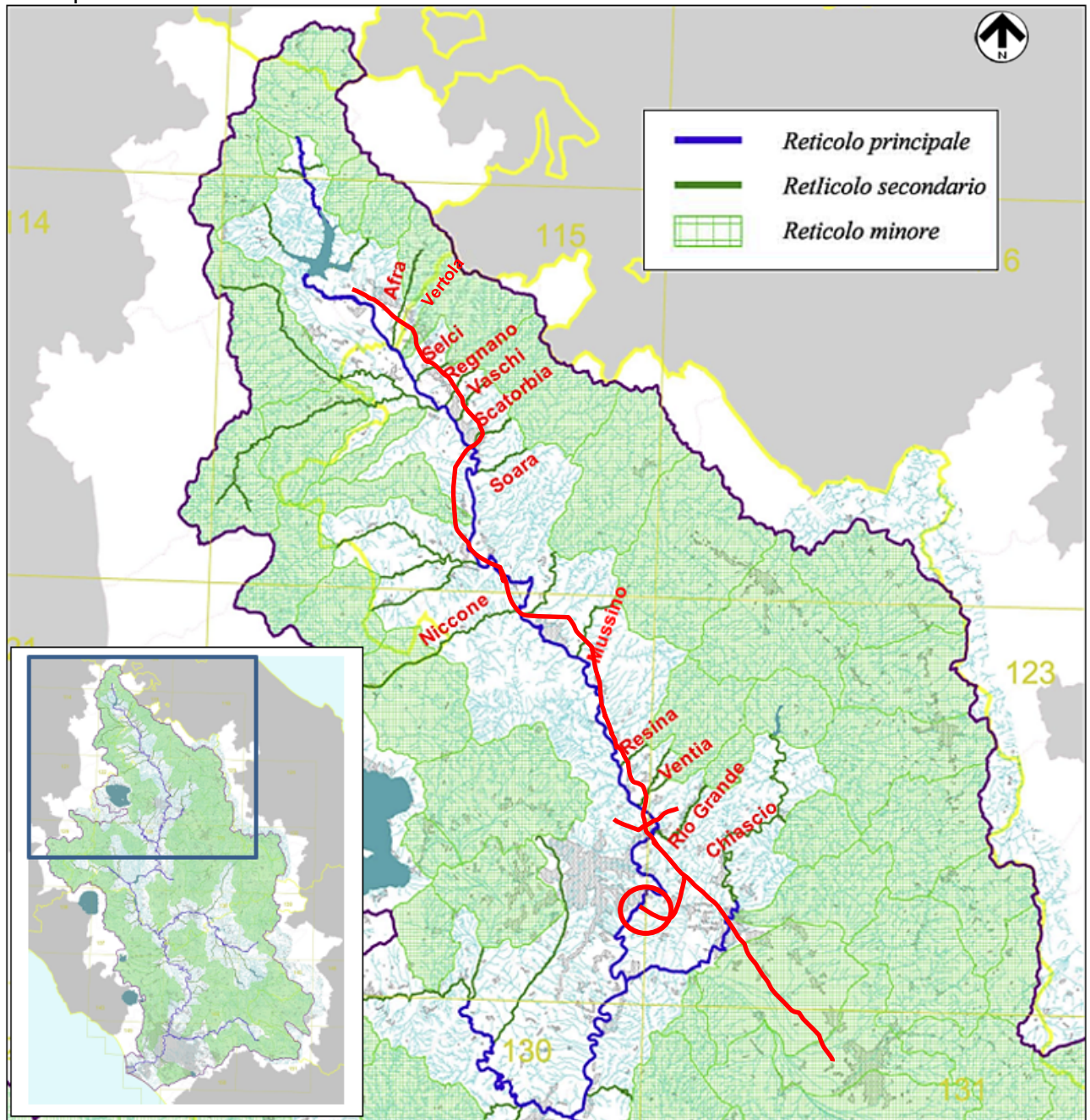


Figura 3.1/A – Bacino dell'alto F. Tevere con localizzazione della sezione di attraversamento (cerchio rosso)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 10 di 26	Rev. 0

Il fiume Tevere ha un bacino di estensione di poco più di 17.000 km² e rappresenta il secondo fiume italiano in quanto a superficie drenata. Esso nasce sull'Appennino tosco-emiliano e sfocia nel Mar Tirreno dopo un percorso di circa 400 km. Il suo percorso ha un andamento circa N-S fino alla confluenza col F. Aniene, poi viene bruscamente deviato verso S-W dall'apparato vulcanico dei Colli Albani, presso Roma.

Il settore settentrionale, fino alla confluenza col Nera, è costituito da rocce poco permeabili ed il regime della portata del Tevere è molto irregolare, alimentato prevalentemente dalle acque di ruscellamento superficiale ed ipodermico nelle stagioni piovose (primavera e soprattutto autunno). Le magre estive sono marcate, per la carenza di importanti risorse idriche sotterranee, con eccezione dell'alto Topino, alimentato da sorgenti ubicate nella dorsale carbonatica umbra.

Nella figura 3.1/A si riporta il bacino del fiume Tevere nella parte della Val Tiberina, cioè la porzione più settentrionale, con riportata la rete idrografica e la sezione di attraversamento in studio. Nella stessa immagine vengono evidenziati i corsi d'acqua del reticolo secondario affluenti del Tevere, attraversati dal tracciato del metanodotto Sansepolcro-Foligno.

Nel tratto in studio il Tevere ha un andamento con dolci anse con alveo inciso nell'ambito della piana di fondovalle. In corrispondenza dell'attraversamento l'alveo presenta una larghezza di circa 50 m, inciso nella piana per 8 m circa con sponde ricoperte da ricca vegetazione arborea. Sulla sommità della sponda sinistra è presente localmente un modesto rilevato di altezza circa 1 m che tuttavia non fa parte di una difesa arginale. Il letto presenta materiale alluvionale di dimensioni ciottolose (v. Fig. 3.1/C, 3.1/D).



**Figura 3.1/B – Vista aerea 3D Google del tratto di fiume nella zona in studio
(linea rossa: tracciato metanodotto; in blu: impianto)**

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 11 di 26	Rev. 0



Figura 3.1/C – Immagine aerea della sezione di attraversamento



Figura 3.1/D – Immagine del fiume in corrispondenza della sezione di attraversamento

Nella figura 3.1/F si mostra il profilo longitudinale del fiume con indicato il punto interessato dall'attraversamento del metanodotto.

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 12 di 26	Rev. 0

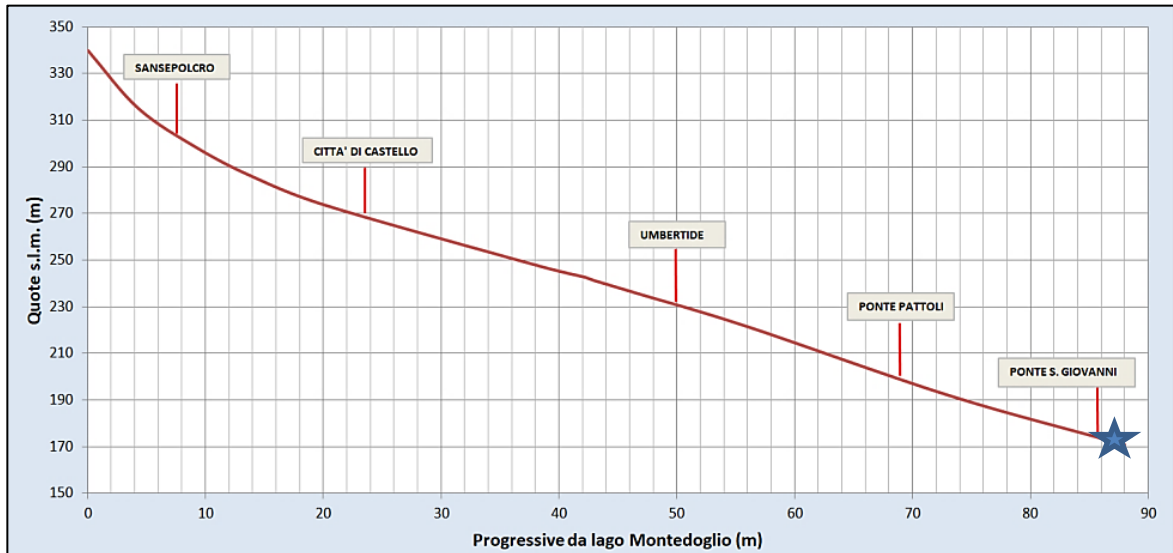


Figura 3.1/F – Profilo di fondo del F. Tevere con indicata la sezione di attraversamento in studio

3.2 Caratteristiche litostratigrafiche

La zona di fondovalle interessata dall'attraversamento è costituita da depositi alluvioni sabbiosi-gliaiosi di età olocenica sovrapposti a terreni di origine lacustre sabbio-argillosi, come riportato sulla carta geologica del Servizio Geologico d'Italia a scala 1:100.000 Fg. 122 Perugia (v. Fig. 3.2/A).

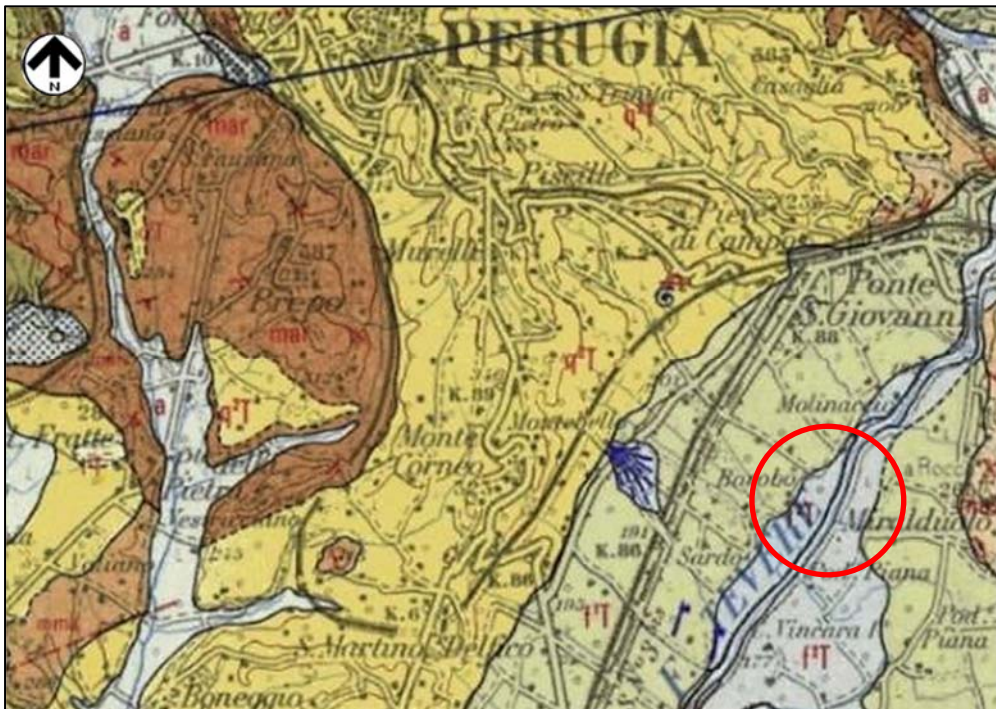


Figura 3.2/A – Stralcio carta geologica SGI Fg. 122 Perugia con localizzazione della sezione di attraversamento

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 13 di 26	Rev. 0

4 PERICOLOSITÀ IDRAULICA

4.1 Generalità

L'Autorità di Bacino del F. Tevere, nell'ambito della redazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Tevere ha definito le fasce di assetto A, B, C interessate da alluvioni riconducibili a tre scenari definiti dalla Direttiva come evento frequente, medio e raro rispettivamente.

Il Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, nell'ambito del Piano di Gestione Rischio Alluvioni PGRAAC (Adottato nel Comitato Istituzionale integrato il 17 Dicembre 2015 e Approvato dal Comitato Istituzionale integrato il 3 Marzo 2016) ha provveduto successivamente a redigere la mappatura di pericolosità per diversi livelli di severità:

P1 – bassa probabilità: alluvioni rare di estrema intensità, con tempo di ritorno fino a 500 anni

P2 – media probabilità: alluvioni poco frequenti con tempo di ritorno tra 100 e 200 anni

P3 – elevata probabilità: alluvioni frequenti con tempi di ritorno tra 20 e 50 anni.

Tale mappatura di pericolosità si rifà essenzialmente alla perimetrazione in fasce fluviali del PAI e nei suoi aggiornamenti. In particolare per quanto riguarda il tratto fluviale in esame del F. Tevere le elaborazioni idrologiche e idrauliche sono quelle sviluppate nel PAI approvato nel 2006.

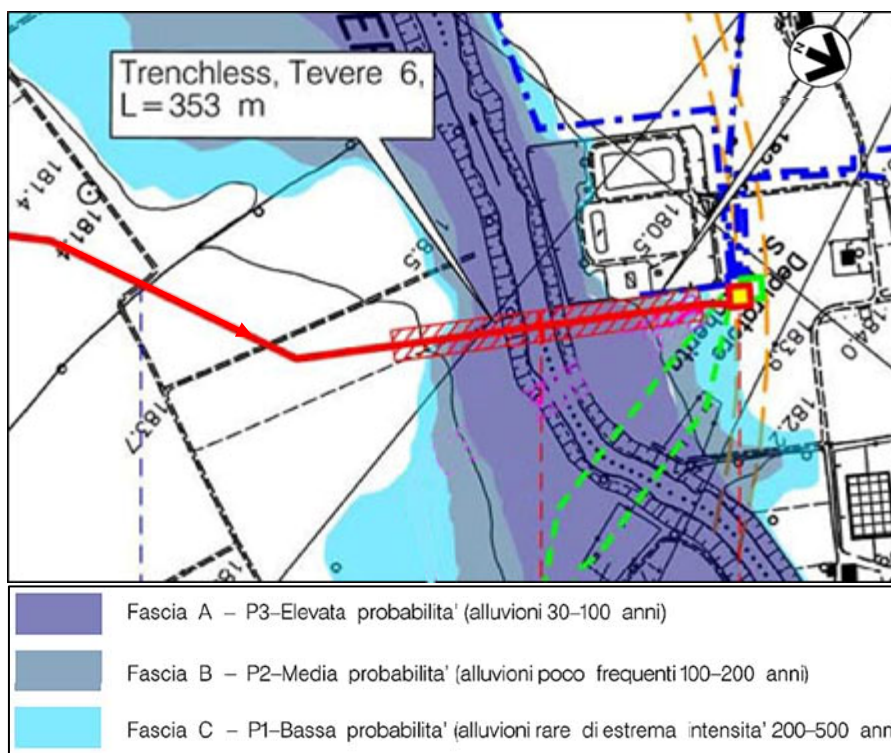


Figura 4.1/A – Situazione di pericolosità da alluvione nel tratto di attraversamento
(da mappe di pericolosità PGRAAC, ridisegnato)

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 14 di 26	Rev. 0

L'attraversamento del F. Tevere in oggetto si colloca nell'ambito di un'area P3 (alluvioni frequenti) e marginalmente P2 (alluvioni poco frequenti) e P1 (alluvioni rare).

Le valutazioni delle caratteristiche idrauliche del fiume nell'intorno dell'attraversamento utilizzate per la relativa progettazione si basano sulle stime idrologiche effettuate in ambito PAI e sui risultati di una locale modellazione idraulica sviluppata per il presente progetto, inquadrata nella modellazione PAI dell'intero corso d'acqua.

La modellazione PAI comprende una sezione di studio presso il punto di attraversamento del metanodotto, in particolare (v. Fig. 4.1/B):

- sezione 724, 10 m a monte della sezione di attraversamento

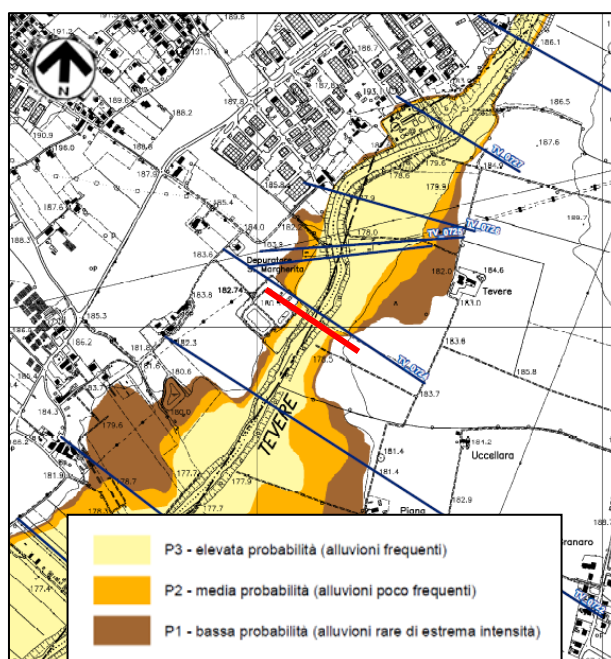


Figura 4.1/B – Stralcio della mappa di pericolosità del PGRAAC (TAV. 25 P) (in rosso sezione di attraversamento)

4.2 Caratteristiche idrologiche

La stima della portata di piena al colmo per il tempo di ritorno di 200 anni è stata desunta dalla valutazione operata per la modellazione del PAI, come descritto in allegato (LSC 136/ALL. A). Da tale modellazione PAI sono risultate le seguenti stime dei valori delle portate di massima piena in funzione dei tempi di ritorno, alla sezione PAI 724 (v. Tab. 4.2/A).

Tempo di ritorno (anni)	Portata massima piena al colmo (m ³ /s)
50	1047
100	1215
200	1424
500	1882

Tabella 4.2/A – Portate di massima piena al colmo (da PAI AbB Tevere)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 15 di 26	Rev. 0

4.3 Caratteristiche idrauliche

La modellazione eseguita da A&B Tevere nell'ambito di redazione del PAI ha definito per il reticolo principale del fiume Tevere i livelli e i parametri idraulici relativi ai fenomeni di massima piena al colmo tramite modellazione monodimensionale in moto permanente per diversi tempi di ritorno. Per eventuali approfondimenti in merito alla metodologia utilizzata si consulti il riferimento bibliografico in calce¹. Per la sezione 724, poco a valle dell'attraversamento in progetto, i valori risultano come seguito riportato (v. Tab. 4.3/A):

Tempo di Ritorno	Portata Totale	Quota Idrica	Tirante max	Velocità golena sx	Velocità canale	Velocità golena dx
(anni)	(m ³ /s)	(m s.m.)	(m)	(m/s)	(m/s)	(m/s)
TR=50	1047	179.59	9.44	0.54	3.82	0.61
TR=100	1215	180.20	10.05	0.65	3.71	0.67
TR=200	1424	180.85	10.71	0.72	3.56	0.71
TR=500	1882	182.12	11.97	0.79	3.16	0.61

Tabella 4.3/A – Parametri idraulici da modellazione PAI

4.4 Ricostruzione dei livelli di piena locali

4.4.1 Generalità

Il tratto di corso attraversato dal metanodotto in progetto è stato oggetto di uno studio idraulico con modellazione a moto permanente con una portata $Tr=200$ anni utilizzando il codice HEC-RAS estesa a monte e a valle per una sufficiente lunghezza. I risultati ottenuti hanno evidenziato i parametri idraulici di battente, velocità ecc., input necessario per la progettazione sia delle eventuali opere di ripristino e protezione che per la definizione della profondità di posa della condotta.

Lo studio idrologico-idraulico è riportato nella relazione LSC 136/ALL. A, qui riportato in Allegato.

4.4.2 Ricostruzione dei livelli di piena

Per la caratterizzazione geometrica del tratto di alveo del corso d'acqua in studio ci si è basati su una serie di 5 sezioni trasversali di cui 3 rilevate allo scopo e 2 derivate da quelle PAI di chiusura a monte e a valle, la cui ubicazione è riportata sulla visione aerea Google di Figura 4.4.2/A.

Altre sezioni interpolate sono state ricostruite dal programma per meglio modellare il flusso.

Il valore della portata è stato considerato costante nel tratto modellato (modellazione a *moto permanente*) pari a 1424 m³/s come assunto nella modellazione PAI.

¹ P.A.I. Piano di Assetto Idrogeologico. *Le aree inondabili nel reticolo principale del fiume Tevere. Piano Stralcio PS2.* Dicembre 2000

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 16 di 26	Rev. 0

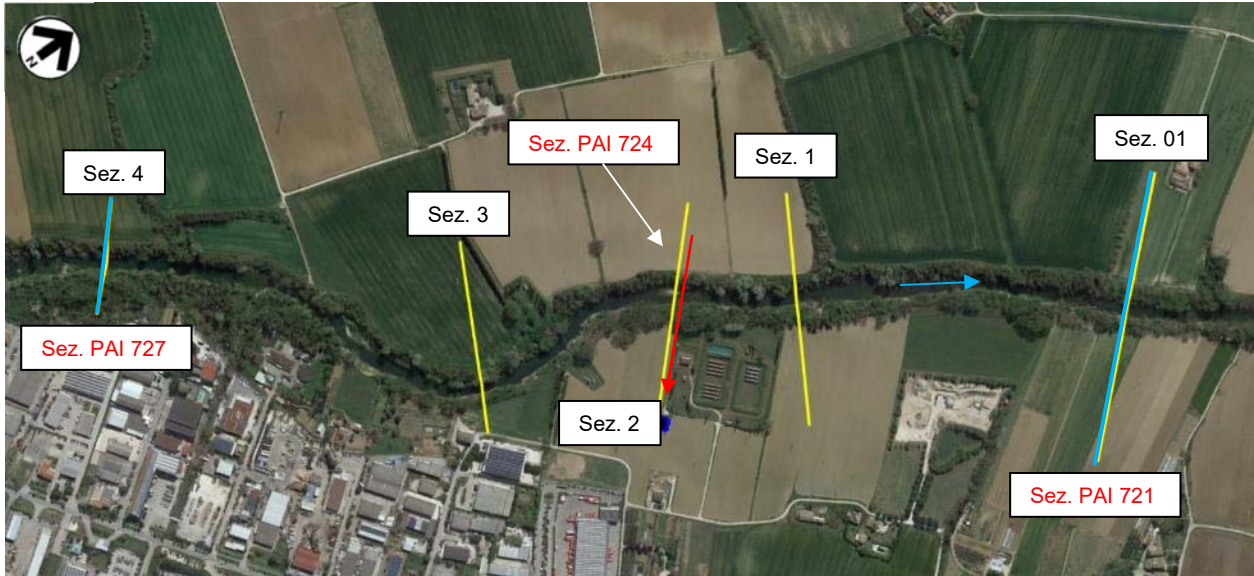


Figura 4.4.2/A – Planimetria del tratto di corso modellato con riportate le sezioni di studio
 (in rosso sezione di attraversamento, in azzurro sez. PAI, in giallo sez. rilevate)

4.4.3 Risultati della modellazione

I valori dei principali parametri vengono riassunti nella tabella di seguito riportata (v. Tab. 4.4.3/A). Si ricorda che essi sono relativi ad un evento critico di tempo di ritorno 200 anni. Il profilo longitudinale output del programma è rappresentato in

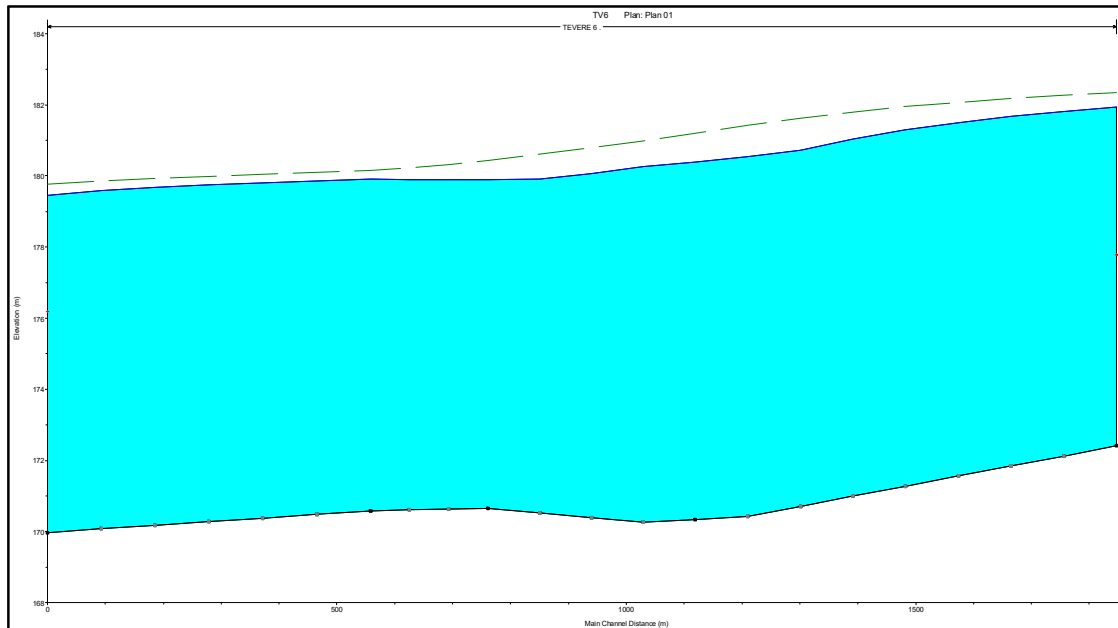


Figura 4.4.3/A.

In sintesi, in relazione al tratto di interesse per i lavori in oggetto, si può osservare quanto segue:

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 17 di 26	Rev. 0

- nel tratto di fiume in cui si colloca l'attraversamento in oggetto le piene duecentennali di progetto non sono contenute dall'alveo, seppur profondamente inciso nella piana alluvionale, ma determina esondazioni sia in destra che in sinistra;
- i battenti idrici sono di altezze comprese tra 9 e 10 m, con altezze sulla piana alluvionale circostante che possono arrivare anche a quasi 2 m;
- nella sezione di attraversamento le velocità del flusso idrico in alveo sono pari a 3.41 m/s; nella piana alluvionale le velocità del flusso d'esondazione sono dell'ordine di circa di 0.75 m/s.

Sezione	Portata	Quota fondo	Livelli idrici	Battenti idrici	Vel. golena sin	Vel. canale	Vel. golena dx	n. Froude
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	-
0.1	1424	169.97	179.46	9.49	0.71	2.75	0.61	0.36
1	1424	170.58	179.91	9.33	0.82	2.42	0.42	0.29
2	1424	170.65	179.89	9.24	0.75	3.41	0.71	0.44
3	1424	170.34	180.39	10.05	1.14	4.26	-	0.55
4	1424	172.41	181.94	9.53	-	2.82	0.84	0.33

Tabella 4.3/A - Principali parametri idraulici nel tratto modellato Tr=200 anni
(in grassetto la sezione d'attraversamento del metanodotto)

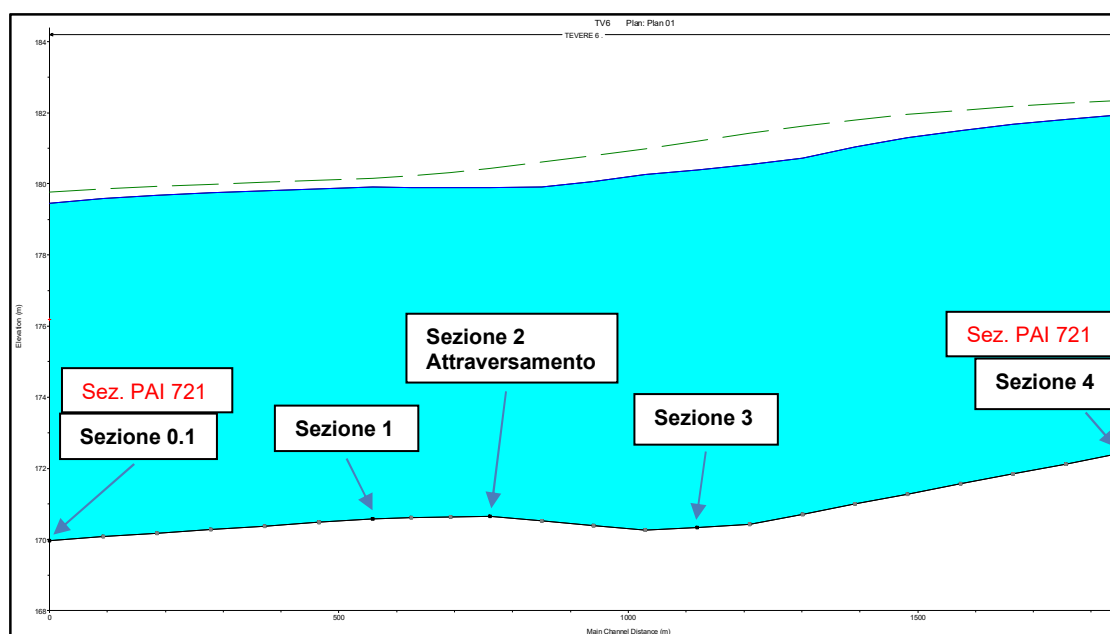


Figura 4.4.3/A – Profilo longitudinale con livelli di piena duecentennale, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione locale, di cui due coincidenti con sezioni PAI

4.4.4 Risultati delle verifiche di stabilità planimetrica e altimetrica

Sulla base dei risultati delle verifiche idrauliche effettuate, delle informazioni cartografiche e di immagini aeree riprese in periodi diversi, nonché dei sopralluoghi condotti in posto, si possono effettuare le seguenti osservazioni:

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 18 di 26	Rev. 0

- stabilità planimetrica: essendo l'alveo inciso in terreni incoerenti, esso può essere soggetto ad erosione spondale. La presenza di vegetazione arborea tuttavia fissa le sponde e ne limita l'erosività. Anche dal confronto di immagini aeree di tempi progressivi non emergono apprezzabili spostamenti (v. Fig. 4.4.4/A);
- stabilità altimetrica: non si sono osservati evidenti segni di tendenza all'approfondimento generalizzato dell'alveo;
- approfondimenti temporanei in fase di piena: gli spessori di fondo alveo mobilizzabili temporaneamente in fase di piena, nel caso non si adottassero misure di prevenzione, si sono stimati, utilizzando la metodologia riportata nello studio idraulico in allegato (LSC-136/ALL. A) in circa 3.14 m, e la profondità di buche locali in alveo risulta pari a circa 2.81 m.

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 19 di 26	Rev. 0



Figura 4.4.4/A Immagini del tratto di corso d'acqua in periodi diversi

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 20 di 26	Rev. 0

5 DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI ATTRAVERSAMENTO

5.1 Attraversamento trenchless con Microtunnel

Lungo il tracciato del metanodotto in oggetto gli attraversamenti dei corsi d'acqua di maggior rilevanza, quali nello specifico il F. Tevere, vengono realizzati con metodologia trenchless, cioè senza scavo diretto ma tramite trivellazione e installazione della condotta nel foro preventivamente eseguito.

In tal modo la realizzazione dell'opera interferente con il corso d'acqua non comporta alcun danno all'ambiente idraulico né all'ambiente ripariale, risultando –se adeguatamente approfondita- essa stessa sicura nei confronti dei fenomeni di dinamica idraulica e di eventuale evoluzione plani-altimetrica che l'alveo potrebbe subire nel tempo.

L'attraversamento Tevere 6 in oggetto è previsto con la tecnologia trenchless del *Microtunneling* (MT), ritenuto più idoneo rispetto alla *Trivellazione Orizzontale Controllata* (TOC), in quanto la natura del terreno che comprende granulometrie grossolane ne sconsiglia l'applicazione.

La metodologia trenchless del microtunnel 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.

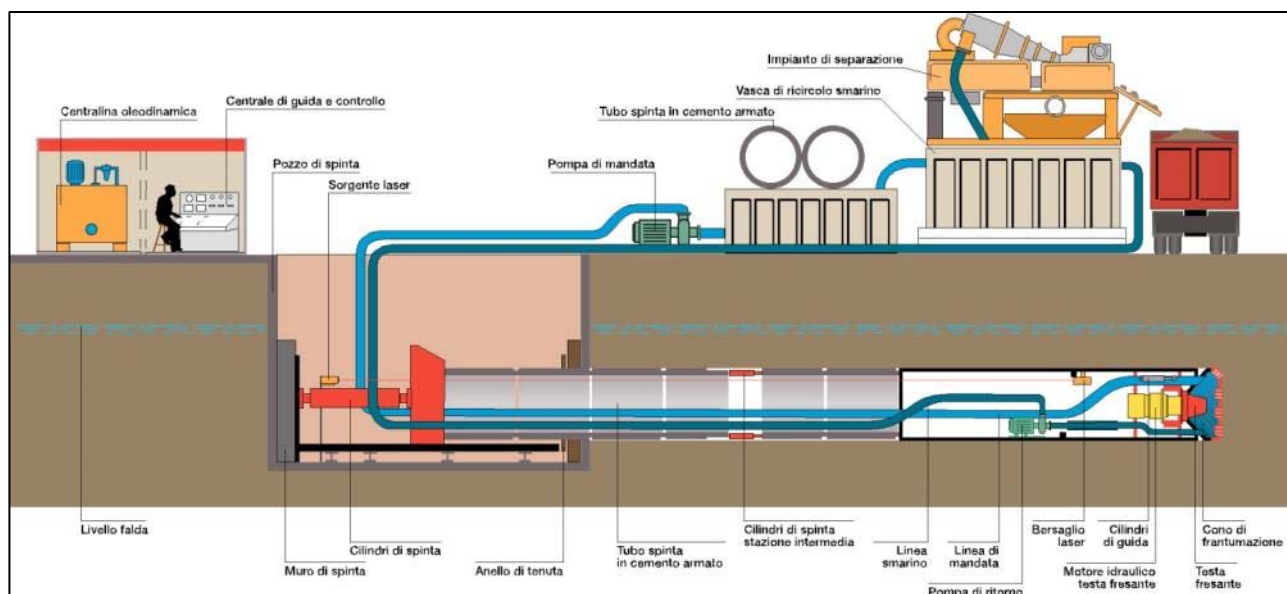


Figura 5.1/A – Schema del sistema di microtunneling

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 21 di 26	Rev. 0

5.2 Caratteristiche del MT in progetto

L'attraversamento con MT del F. Tevere 6 è situato in un tratto di corso subrettilineo ed orientato pressoché ortogonalmente rispetto al flusso idrico.

La lunghezza del profilo è di 353 m, con entrata ubicata in sponda destra e uscita in sinistra. Lo spessore di copertura del microtunnel sotto la quota minima del letto è di 7.3 m.

Tale profondità del profilo consente una sicura garanzia nei confronti di eventuali approfondimenti del fondo alveo che dovessero verificarsi in caso di piena critica o lentamente nel tempo (stimati al massimo in fase di piena in 3.14 m), in considerazione anche del fatto che la tubazione del gasdotto si trova all'interno del microtunnel in c.a., intasato con boiaccia di cemento.

I conci inseriti con spinta nel cavo perforato dalla testa fresante a piena sezione saranno in c.a. con diametro interno $D_i=1.60$ m e spessore delle pareti di 20 cm e pertanto con diametro esterno $D_e= 2.00$ m. La lunghezza dei singoli conci è prevista di 2.50 m, da definirsi nel dettaglio da parte dell'Appaltatore in funzione della disponibilità sul mercato.

Essi saranno costituiti da c.a di elevata classe di resistenza C42 o C50, adeguatamente armati longitudinalmente e circonferenzialmente per resistere agli sforzi di spinta e alla pressione del terreno, nonché alle sollecitazioni sismiche.

Nel disegno di progetto (Dis. AT-20047/L02-03) viene riportata la sezione di attraversamento in subalveo del fiume con microtunnel e i relativi particolari costruttivi.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 22 di 26	Rev. 0

6 CONSIDERAZIONI SULLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA

6.1 Normativa di riferimento PAI/PGRAAC

L'intervento in progetto, attraversando il corso d'acqua del F. Tevere e le aree limitrofe, interferisce con le fasce fluviali perimetrare dal PAI e con le zone di pericolosità idraulica, così come cartografate da PGRAAC.

In particolare tutto il tratto di attraversamento in MT ricade rispettivamente per i suddetti Piani in fascia A, B, C e in area di pericolosità P3 ad elevata probabilità (alluvioni frequenti), P2 a media probabilità (alluvioni poco frequenti) e P1 (alluvioni rare).

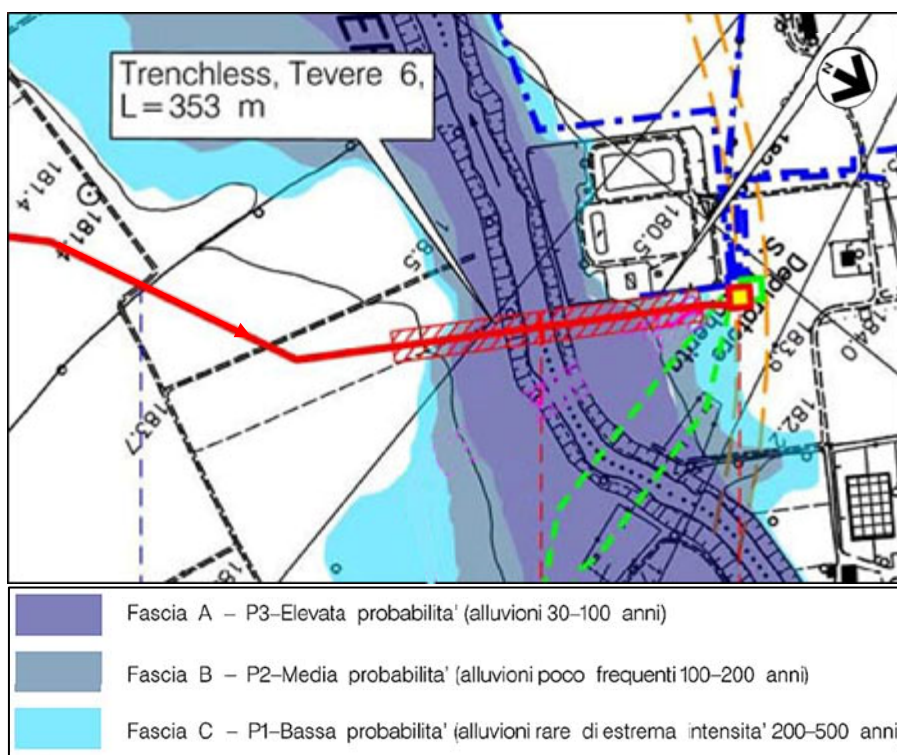


Figura 6.1/A – Situazione di pericolosità da alluvione nel tratto di attraversamento

Le *Norme Tecniche di Attuazione* del PAI, all'art. 28 comma 2 prevedono 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;

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 23 di 26	Rev. 0

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.

L'art. 46 stabilisce inoltre che per le opere pubbliche e di interesse pubblico:

1. All'interno delle fasce fluviali e delle aree a rischio idraulico e/o geomorfologico è consentita la realizzazione di opere pubbliche e di interesse pubblico purché compatibili con le condizioni di assetto idraulico e/o geomorfologico definite dal PAI e non altrimenti localizzabili; a tale scopo l'autorità proponente indice una Conferenza di servizi con la presenza obbligatoria dell'autorità competente alla gestione del vincolo idraulico o idrogeologico e dell'Autorità di Bacino del fiume Tevere.

6.2 Compatibilità idraulica

Il metanodotto in oggetto *Met. Der. per Perugia* costituisce un'infrastruttura lineare di interesse pubblico; esso collega il metanodotto principale *Met. Sansepolcro-Foligno* con la rete esistente presso il PIL in località Balanzano attraversando il F. Tevere alla progressiva PK 6+000.

Si fa presente che il metanodotto in progetto risulta un'opere completamente interrata, costituita da tubazioni in acciaio saldate e rivestite in polietilene, posata nel sottosuolo con spessori di copertura ovunque non inferiori a 1.50 m. Nei casi di attraversamento degli alvei dei corsi d'acqua la profondità di posa viene mantenuta a valori di ampia garanzia nei confronti degli eventuali fenomeni sia di erosione in fase di piena che di approfondimento nel tempo.

Per l'attraversamento in oggetto l'installazione della condotta in subalveo avviene facendo ricorso alla tecnica trenchless del *Microtunneling* che permette il passaggio ad elevata profondità sotto il letto, nel caso specifico 7.3 m, profondità che si ritiene di sufficiente garanzia nei confronti di possibili approfondimenti del letto, stimati al massimo in 3.1 m. Tale sistema di installazione inoltre non produce alcun impatto sull'ambiente fluviale, sia idrico che morfologico e vegetazionale, sia nel transitorio di cantiere che a lungo termine durante la vita dell'opera.

In conclusione, considerando la tipologia dell'opera in esame e le scelte progettuali operate, dal punto di vista della compatibilità idraulica l'intervento in progetto, che risulta del tutto interrato, non modifica affatto le condizioni di deflusso nell'ambito del fondovalle in cui l'intervento si colloca. Esso non incide sui fenomeni idraulici anche in caso di piene eccezionali, dal momento che non costituisce alcun ostacolo al deflusso e riduzione della capacità d'invaso del tratto di fondovalle. Nel contempo la condotta installata in profondità risulta sicura e garantita nel tempo nei confronti dei fenomeni idraulici previsti anche nei casi più severi.

Pertanto si può affermare che l'intervento in progetto risulta assolutamente compatibile, sia durante che a seguito dei lavori di realizzazione dell'opera, con le condizioni idrauliche del corso d'acqua e dell'area di fondovalle dove esso si colloca.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 24 di 26	Rev. 0

7 CONCLUSIONI

La società Snam Rete Gas S.p.A. intende realizzare un metanodotto denominato “*Metanodotto Sansepolcro-Foligno DN 400 (16”) – DP 75 bar*” che si sviluppa in piccola parte nell’ambito della regione Toscana e per la maggiore della regione Umbria in sostituzione di un metanodotto in esercizio e in fase di dismissione.

Tra le opere connesse rientra il *Met. Der. per Perugia DN 400 (16”) – DP 75 bar*, il cui tracciato attraversa l’alveo del fiume Tevere alla progressiva PK 6+000 nell’ambito del territorio comunale di Perugia presso la località Balanzano.

Con lo scopo di individuare le soluzioni tecniche-operative più idonee per l’attraversamento in esame (metodologia costruttiva, profilo di posa in subalveo della condotta) sono state eseguite specifiche valutazioni di carattere geomorfologico, litologico, idrologico ed idraulico.

Alla luce dei risultati conseguiti, per il superamento in subalveo del corso d’acqua in esame è stata prevista l’adozione di un sistema di attraversamento trenchless, il *Microtunnel*.

Tale soluzione operativa consentirà dunque di evitare interferenze tra i lavori di posa del metanodotto con il deflusso naturale del corso d’acqua non arrecando danno alcuno all’ambiente idrico e vegetazionale delle sponde.

La geometria del microtunnel è stata configurata in modo da soddisfare i vincoli relativi sia all’aspetto idraulico del corso d’acqua che a quello costruttivo del microtunnel, assicurando adeguate profondità al di sotto del letto e rispettando nel contempo i raggi di curvatura minimi sopportabili dalla elasticità della condotta.

E’ stata prevista una conformazione di posa in subalveo che assicura profondità molto elevate nei confronti delle quote di fondo alveo (circa 7.3 m), in sicurezza nei confronti dei possibili processi erosivi, stimati al massimo di 3.1 m.

L’adozione e il rispetto dei criteri e dei vincoli suddetti, sia quelli propri del sistema di trivellazione che quelli più strettamente dipendenti dalla configurazione geometrica della tubazione, offrono pertanto ottime garanzie della stabilità dell’insieme, a breve e a lungo termine. Pertanto si può affermare che la tecnica operativa individuata e la geometria della tubazione garantiscono i necessari livelli di sicurezza sia per il metanodotto che per l’alveo sovrastante.

Nell’analisi delle interferenze tra la linea in progetto con i vincoli derivanti dalla perimetrazione PAI e dalla mappatura PGRAAC si rileva che l’attraversamento del fiume Tevere in oggetto interseca rispettivamente le Fasce fluviali A, B, C e aree a pericolosità P3 (alluvioni frequenti), P2 (alluvioni poco frequenti) e P1 (alluvioni rare).

Le Norme Tecniche di Attuazione del PAI consentono la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, come si configura l’intervento in oggetto, non diversamente localizzabili, “*a condizione che non costituiscano significativo ostacolo al libero deflusso e/o significativa riduzione dell’attuale capacità d’invaso, né impedimento alla realizzazione di interventi di attenuazione e/o eliminazione delle condizioni di rischio*”.

A tale riguardo, in considerazione delle modalità operative scelte per la messa in opera della condotta e della geometria della stessa, del tutto interrata e a elevata profondità sotto l’alveo, si possono esprimere in sintesi le seguenti considerazioni in merito alla compatibilità dell’intervento con la dinamica fluviale del corso d’acqua in oggetto.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 25 di 26	Rev. 0

- 1- Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena
L'intervento, essendo del tutto interrato in profondità, non induce alcun effetto sui livelli idrici e quindi dell'inviluppo del profilo di piene non costituisce alcun intralcio al flusso di piena.
- 2- Riduzione della capacità di invaso dell'alveo
Nessuna sottrazione della capacità di invaso dell'area verrà indotta dal metanodotto in progetto, che risulta del tutto interrata.
- 3- Modifiche indotte sulle potenziali dinamiche fluviali dei corsi d'acqua
La tecnica operativa trenchless prevista e le geometrie dei profili di attraversamento dei corsi d'acqua sono tali da escludere qualsiasi interferenza dell'intervento con la dinamica fluviale e in particolare le profondità di attraversamento sotto l'alveo sono di ampia garanzia nei confronti di eventuali fenomeni di approfondimento del fondo.
- 4- Interazioni con le opere di difesa idrauliche esistenti
Opere di difesa idraulica esistenti, sia di fondo che spondali non sono presenti nel tratto di alveo in questione. Nel contempo i lavori in progetto non rappresentano ostacolo alla realizzazione in futuro di nuove opere di protezione o di prosecuzione delle esistenti che si volessero intraprendere.
- 5- Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento
Il progetto non prevede la realizzazione di opere di protezione idraulica del fondo e delle sponde.
- 6- Modifiche indotte sull'assetto morfologico, planimetrico e altimetrico dell'alveo inciso
L'intervento in progetto non induce alcuna modifica all'assetto morfologico né planimetrico, né altimetrico, dal momento che esso si sviluppa tutto in subalveo ad una profondità superiore a qualsiasi prevedibile fenomeno di approfondimento.
- 7- Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale
L'intervento non modifica affatto la morfologia del sito né incide sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale, dal momento che non c'è alcuna interferenza con l'ambiente fluviale.
- 8- Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena
Stante l'elevata profondità di posa della condotta nel tratto di attraversamento fluviale, che ne garantisce una elevata copertura anche in relazione ad eventuali fenomeni di approfondimento del letto, si ritiene che essa sia assolutamente sicura nei confronti di eventuali eventi di massima piena.

Alla luce delle considerazioni soprariportate si ritiene che le specificità dell'opera in oggetto (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti la metodologia costruttiva ed alla configurazione geometrica della condotta siano congruenti con le disposizioni stabilite nella normativa PAI/PGRAAC.

Pertanto, in conclusione, l'opera in progetto è da considerarsi **compatibile** con il contesto idraulico in esame.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC – 136	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 26 di 26	Rev. 0

ALLEGATI E ANNESSI

- LSC 136/ALL. A Studio Idrologico-Idraulico

ALLEGATI DI RIFERIMENTO PRESENTI NEL SIA E ANNESSI

- **Met. Sansepolcro-Foligno DN 400 (16") –DP 75 bar**
- AT-20047/ L02-03 Attraversamento Fiume Tevere 6