

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 1 di 29	Rev. 0

Progetto:

RIFACIMENTO METANODOTTO SANSEPOLCRO – FOLIGNO
E OPERE CONNESSE

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA-IDRAULICA

ATTRAVERSAMENTO TORRENTE AFRA
CON TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA
IN COMUNE DI SANSEPOLCRO (AR)



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 - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 2 di 29	Rev. 0

INDICE

1	PREMESSA.....	3
1.1	Generalità	3
1.2	Attraversamento T. Afra	5
2	LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	7
3	CARATTERISTICHE FISICHE DELL' AREA.....	9
3.1	Inquadramento geomorfologico e idrografico	9
3.2	Caratteristiche litostratigrafiche	13
4	PERICOLOSITÀ IDRAULICA	15
4.1	Generalità	15
4.2	Caratteristiche idrologiche.....	17
4.3	Caratteristiche idrauliche	17
4.4	Ricostruzione dei livelli di piena locali	18
4.4.1	Generalità	18
4.4.2	Ricostruzione della geometria	18
4.4.3	Risultati della modellazione	18
4.4.4	Risultati delle verifiche di stabilità planimetrica e altimetrica.....	19
5	DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI ATTRAVERSAMENTO	21
5.1	Metodo di attraversamento: Trivellazione Orizzontale Controllata TOC.....	21
5.2	Caratteristiche della TOC in progetto	22
6	CONSIDERAZIONI SULLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA	23
6.1	Normativa di riferimento PAI/PGRAAC.....	23
6.2	Legge Regione Toscana L.R. n. 41/2018	24
6.3	Compatibilità idraulica.....	25
7	CONCLUSIONI.....	27
	ALLEGATI E ANNESSI	29
	ALLEGATI DI RIFERIMENTO PRESENTI NEL SIA E ANNESSI	29

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 3 di 29	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 (PRGAAC)* 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 PRGA;
- 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 stati 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 - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 4 di 29	Rev. 0

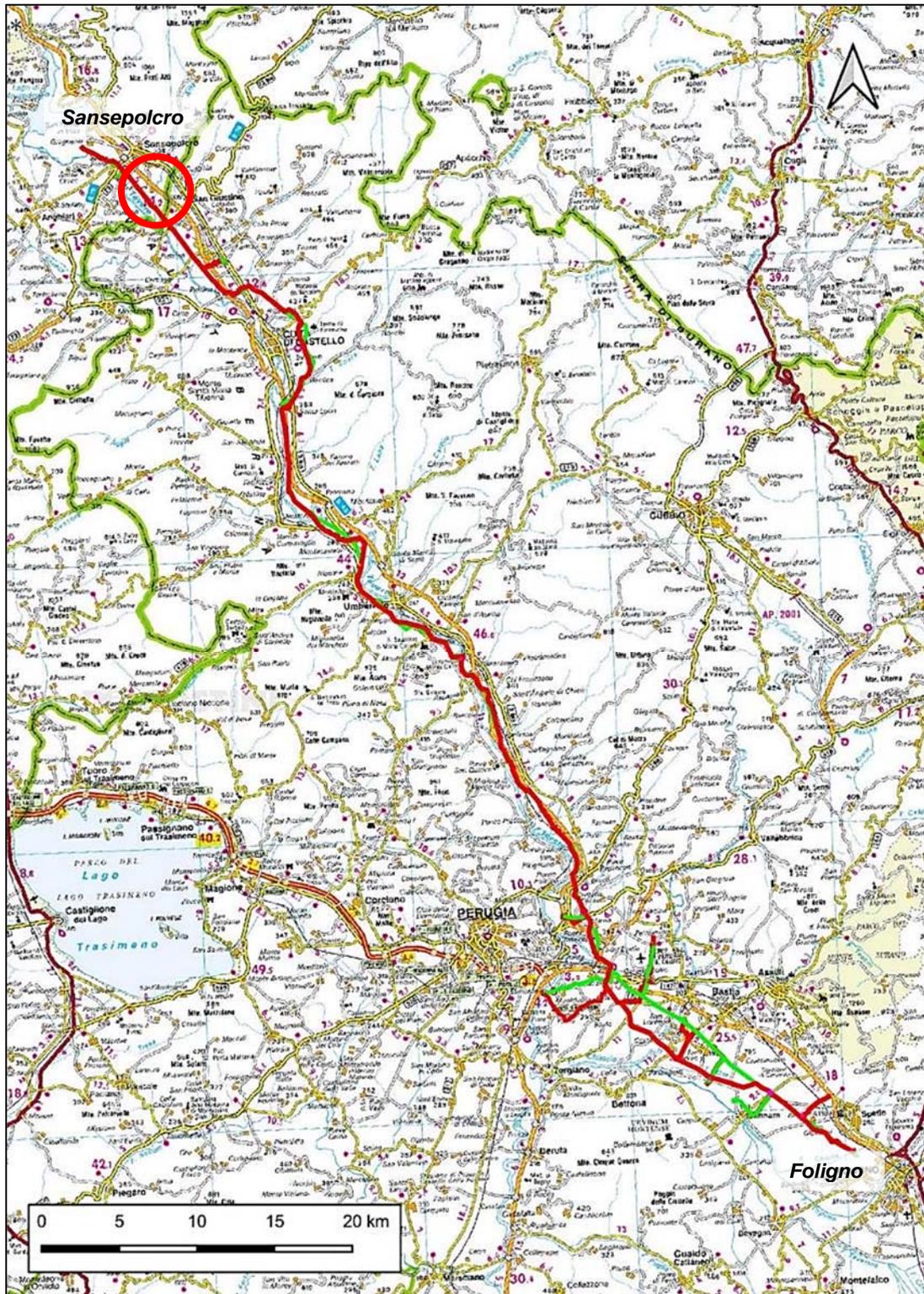


Figura 1/A - Corografia (Linea rossa tracciato metanodotti in progetto, linea verde metanodotti da dismettere, cerchio rosso attraversamento in oggetto)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 5 di 29	Rev. 0

1.2 Attraversamento T. Afra

Il *Metanodotto Sansepolcro-Foligno DN 400 (16") – DP 75 bar* si sviluppa prevalentemente lungo il fondovalle del fiume Tevere e il tracciato attraversa più volte il suo corso e i relativi affluenti, tra i quali il T. Afra in sinistra idrografica.

La presente relazione è relativa alla valutazione di compatibilità idraulica dell'attraversamento di tale corso d'acqua, che ricade nel territorio del comune di Sansepolcro (AR) alla progressiva PK 6+239. Il tratto di attraversamento interferisce con l'alveo del torrente e con 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)*.

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 T. Afra. Dai risultati delle verifiche idrauliche effettuate si mette in evidenza come l'attraversamento in progetto, realizzato con la tecnica trenchless della trivellazione orizzontale controllata (TOC) ad elevata profondità, 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 riportate nello specifico studio in allegato (*Studio Idrologico-Idraulico*, LSC-137/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 studio idraulico;
- risultati dello studio idraulico (riportati in allegato);
- descrizione della scelta progettuale per l'attraversamento in subalveo: tipologia, geometria, modalità operative;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 6 di 29	Rev. 0

- 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 e alle disposizioni stabilite dalla L.R. n. 41/2018 della Regione Toscana.

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

- AT-20047-L01-02 Attraversamento Torrente Afra

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 - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 7 di 29	Rev. 0

2 LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'area in cui si colloca l'intervento in oggetto è localizzata lungo il corso d'acqua del T. Afra nella parte terminale del suo sviluppo compresa tra la superstrada E45 e la sua confluenza in Tevere. Ricade nel territorio del comune Sansepolcro presso la località Trebbio, in provincia di Arezzo. Nello stralcio allegato in Fig. 2/A, tratto dalla base cartografica IGM a scala 1:25.000, si riporta la localizzazione del sito.

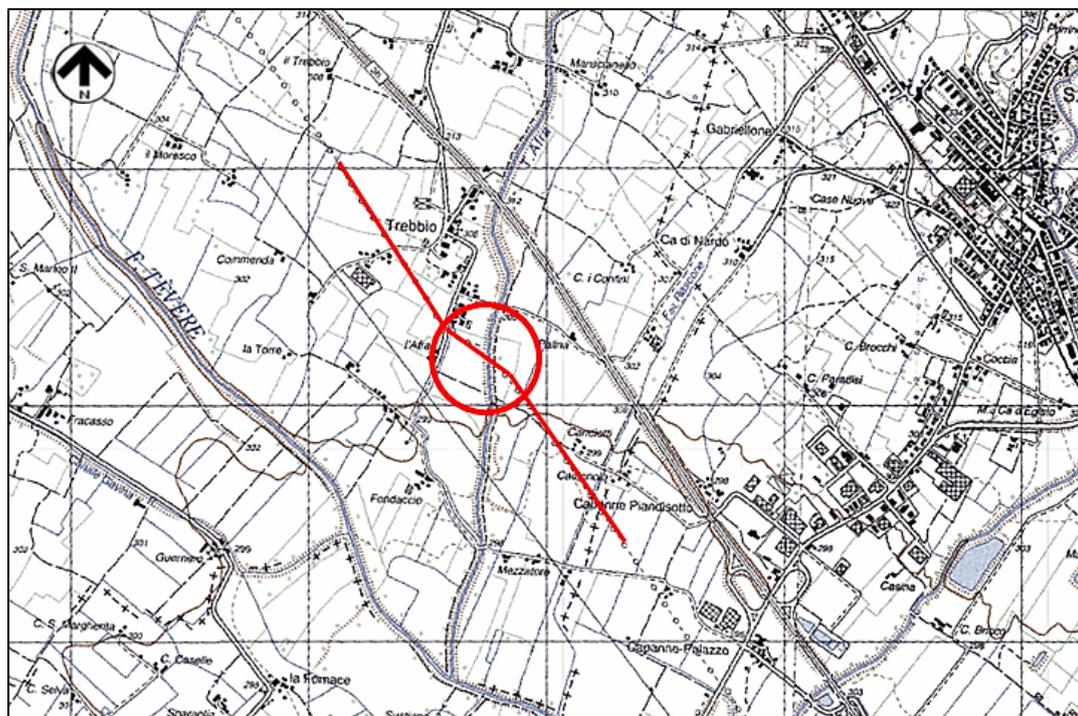


Figura 2/A – Inquadramento a scala 1:25.000 con indicata la posizione dell'attraversamento in studio

A livello della cartografia CTR della regione Umbria, l'attraversamento si ubica nel foglio 289060, di cui si riporta il particolare con la localizzazione 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 rosso. E' indicato schematicamente con sagoma rettangolare il tratto di condotta in subalveo la cui installazione è prevista tramite posa con la metodologia trenchless della trivellazione orizzontale controllata. In Figura 2/C viene riportata anche la ubicazione su immagine aerea Google.

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ' REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 8 di 29	Rev. 0

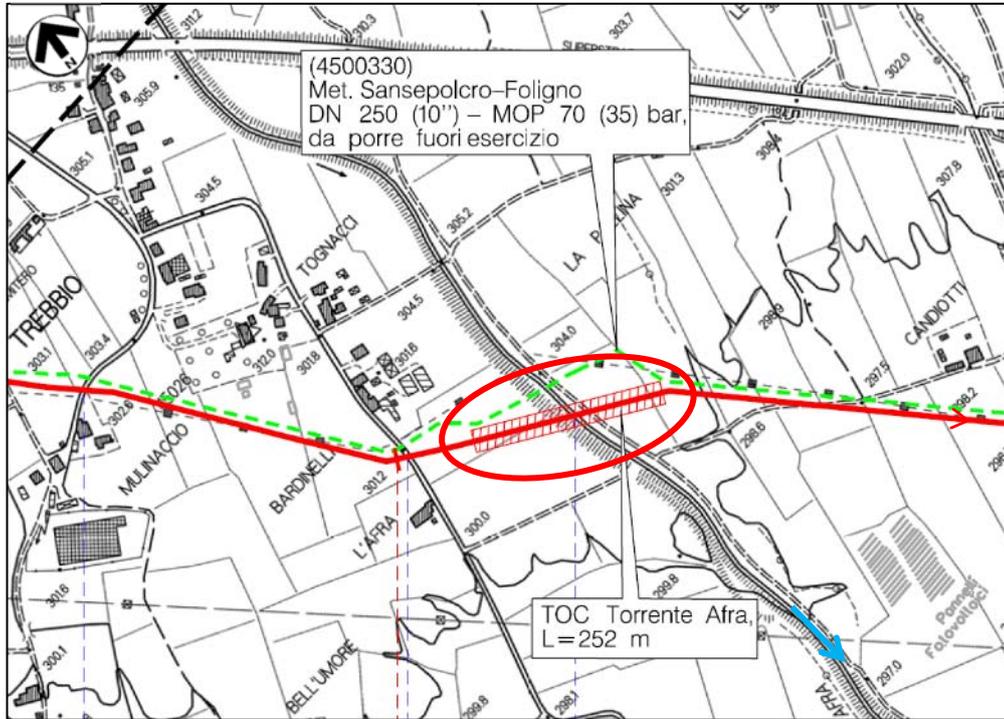


Figura 2/B – Stralcio CTR con localizzazione dell’attraversamento

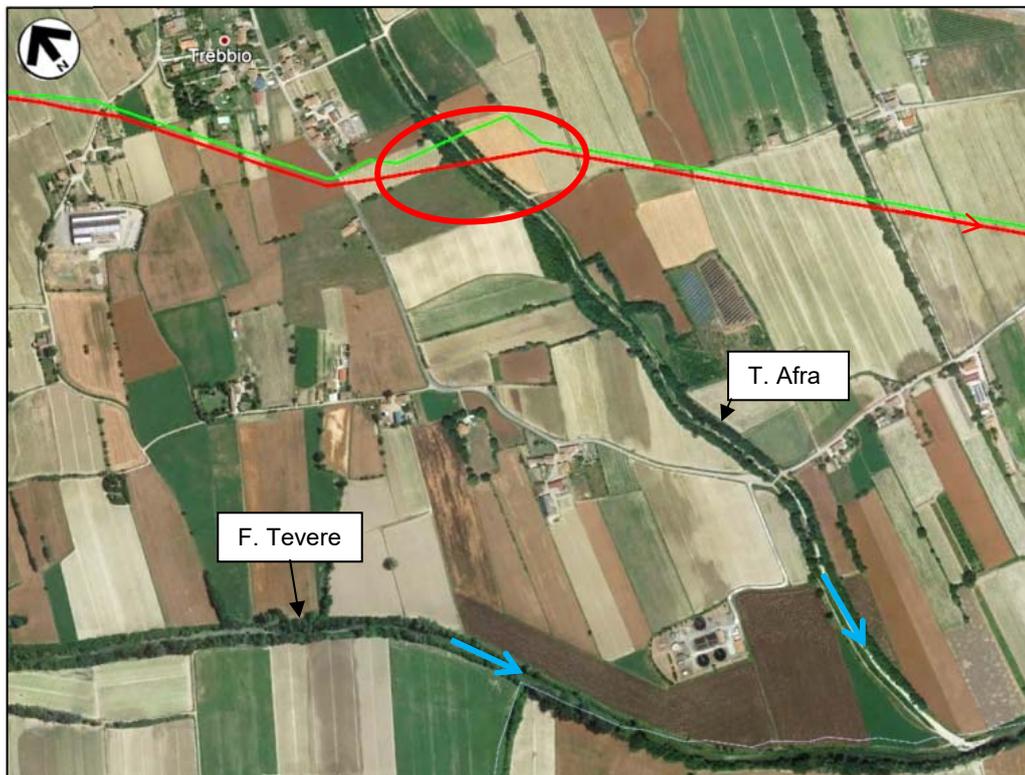


Figura 2/C – Immagine aerea con localizzazione della sezione di attraversamento (su base Google Earth)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 9 di 29	Rev. 0

3 CARATTERISTICHE FISICHE DELL' AREA

3.1 Inquadramento geomorfologico e idrografico

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

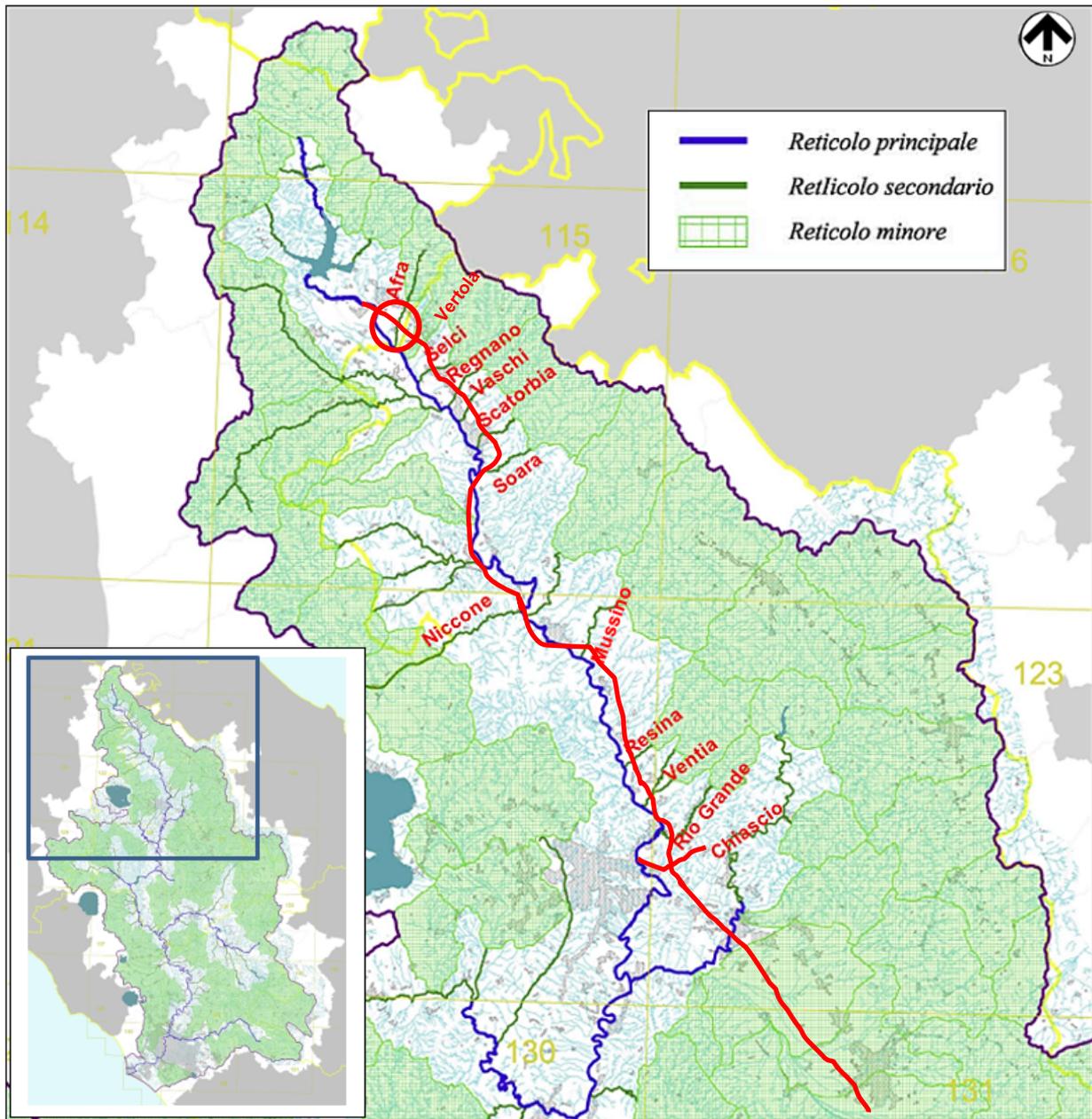


Figura 3.1/A – Bacino dell'alto F. Tevere con localizzazione della sezione di attraversamento (cerchio rosso)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 10 di 29	Rev. 0

Nel suo sviluppo nell'ambito del fondovalle tiberino, il tracciato incontra numerosi affluenti del Tevere, in zone prossime alla loro immissione in Tevere.

Tra questi corsi d'acqua il primo affluente di sinistra di una certa rilevanza è costituito dal torrente Afra che viene interferito dal gasdotto ad una distanza di poco più di 1 km dalla sua confluenza in Tevere.

Il torrente nasce sulle pendici del Monte dei Frati (1454 m), attraversa le foreste dell'Alpe della Luna con andamento da N verso S, costeggia verso E l'abitato di Sansepolcro per poi confluire in Tevere in sinistra idrografica dopo un percorso di circa 15 km.

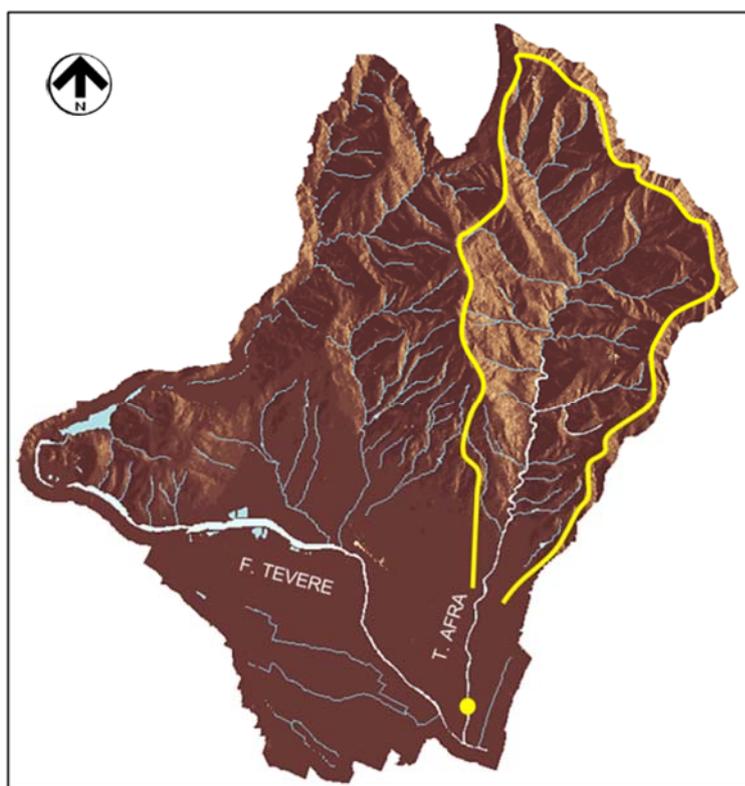


Figura 3.1/B – Bacino del T. Afra con localizzato il punto di attraversamento

Il corso del torrente mostra una chiara distinzione tra il tratto montano e quello di pianura. Nel primo il torrente si fa strada con forte pendenza in un letto scavato nell'arenaria e caratterizzato da una serie di buche e rapide. Dallo sbocco della valle montana, il corso d'acqua attraversa con andamento subrettilineo, il fondovalle tiberino, subpianeggiante e costituito da terreni alluvionali. In tale tratto il torrente è definito da un robusto sistema arginale sia in destra che in sinistra, finalizzato a difendere i terreni e le abitazioni dalle possibili alluvioni.

La figura 3.1/C rappresenta una vista 3D del bacino del T. Afra dai rilievi appenninici fino alla sua confluenza in Tevere.

In corrispondenza dell'attraversamento l'alveo, arginato, presenta una larghezza di circa 20 m tra le sommità arginali, un letto circa 7 m, inciso rispetto alla piana tiberina per 2 m circa. con sponde e rilevati arginali ricoperti da vegetazione arborea (v. Fig. 3.1/D).

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 11 di 29	Rev. 0

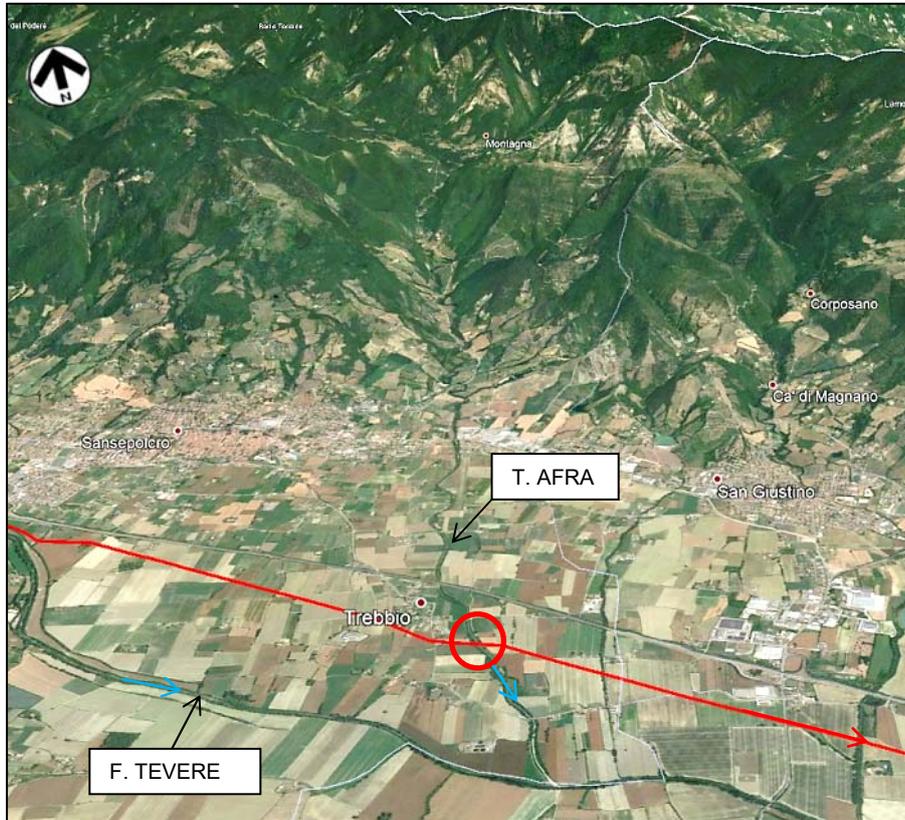


Figura 3.1/C – Vista aerea 3D Google del tratto di fiume nella zona in studio.



Figura 3.1/D – Immagine aerea della sezione di attraversamento

L'alveo, costituito da materiale alluvionale di dimensioni ciottolose, si presenta soggetto a fenomeni di erosione laterale, mentre sembra altimetricamente stabile (Fig. 3.1/E).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 12 di 29	Rev. 0

In corrispondenza dell'attraversamento da parte del metanodotto esistente (circa 50 m a monte) sono presenti robuste opere di difesa spondale in massi ciclopici nonché una soglia di stabilizzazione del fondo, sempre in massi (Fig. 3.1/F).



Figura 3.1/E – Sezione di attraversamento ripresa dalla sponda destra



Figura 3.1/F – Opere di protezione poco a monte della sezione di attraversamento a protezione del metanodotto esistente

Le caratteristiche morfometriche del torrente Afra sono sintetizzate nella seguente tabella (v. Tab. 3.1/G).

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 13 di 29	Rev. 0

Area (km ²)	Lunghezza asta (km)	Quota massima (m)	Quota confluenza (m)	Quota sezione (m)	Quota media (m)	Pendenza media (%)
30.5	12.5	1454	292	299	741	9.3

Figura 3.1/G – Caratteristiche morfometriche del corso d'acqua

3.2 Caratteristiche litostratigrafiche

La zona di fondovalle interessata dall'attraversamento è costituita da depositi alluvionali deposti sia dal F. Tevere che dal T. Afra stesso. In considerazione delle modalità deposizionali e delle migrazioni dei corsi d'acqua nel fondovalle, essi sono costituiti da litotipi eterogenei con variabilità sia laterale che verticale. La carta litologico-tecnica del Piano Strutturale del comune di Sansepolcro, indica la presenza di "litotipi con presenza di intercalazioni limoso-sabbioso-argillose, moderatamente addensati e/o consistenti".

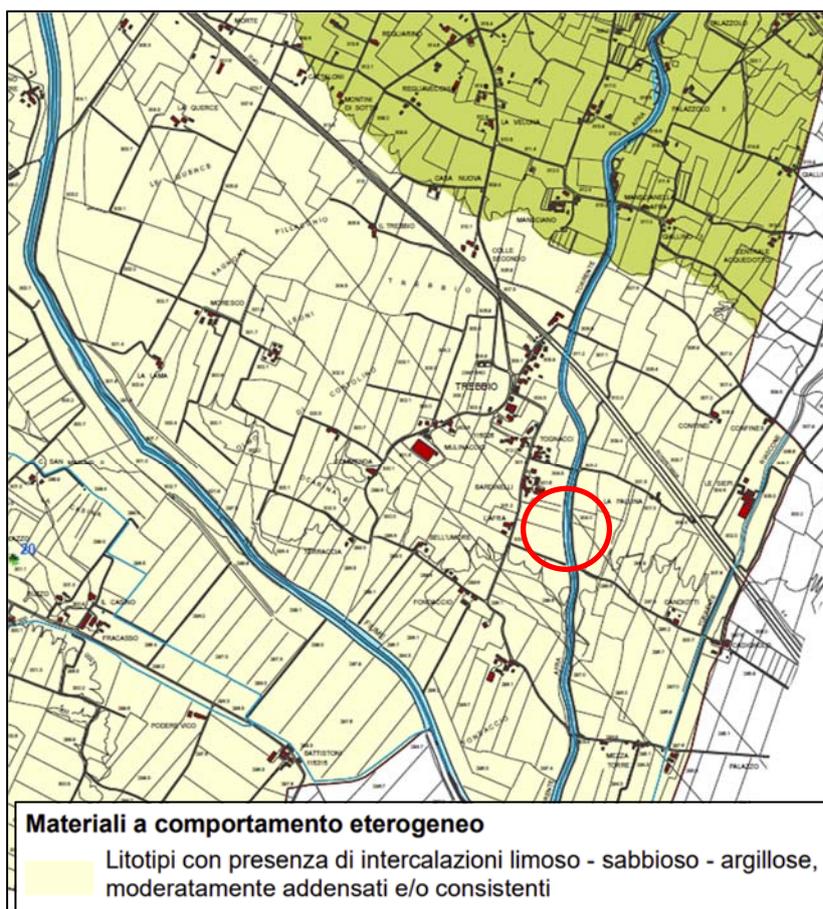


Figura 3.2/A – Stralcio della "Carta litologico-Tecnica" tratta da PS Sansepolcro

Al fine di definire con precisione i terreni presenti e conseguentemente la tipologia di tecnica

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 14 di 29	Rev. 0

trenchless da utilizzare ed il relativo profilo per attraversare il fiume, è stata intrapresa una campagna geognostica consistente in un sondaggio geognostico a carotaggio continuo ubicato in sponda sinistra, come mostrato in Fig. 3.2/B.



Figura 3.2/B – Localizzazione dei sondaggi eseguiti

Le indagini hanno evidenziato che la stratigrafia dei terreni presenti, di origine alluvionale-lacustre, è schematizzabile come di seguito:

n.	Litologia SG1	Profondità (m)
1	Sabbia limosa	0.00-4.50
2	Sabbia limosa con presenza di ciottoli	4.50-6.90
3	Argilla consistente	6.90-12

Figura 3.3/D – Schematizzazione stratigrafica derivata dai sondaggi

La stratigrafia del sondaggio è riportata nel Report Indagini geognostiche e geofisiche (LSC-118, Annesso 1).

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 15 di 29	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 fenomeni di dinamica idraulica e di esondazione e 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.

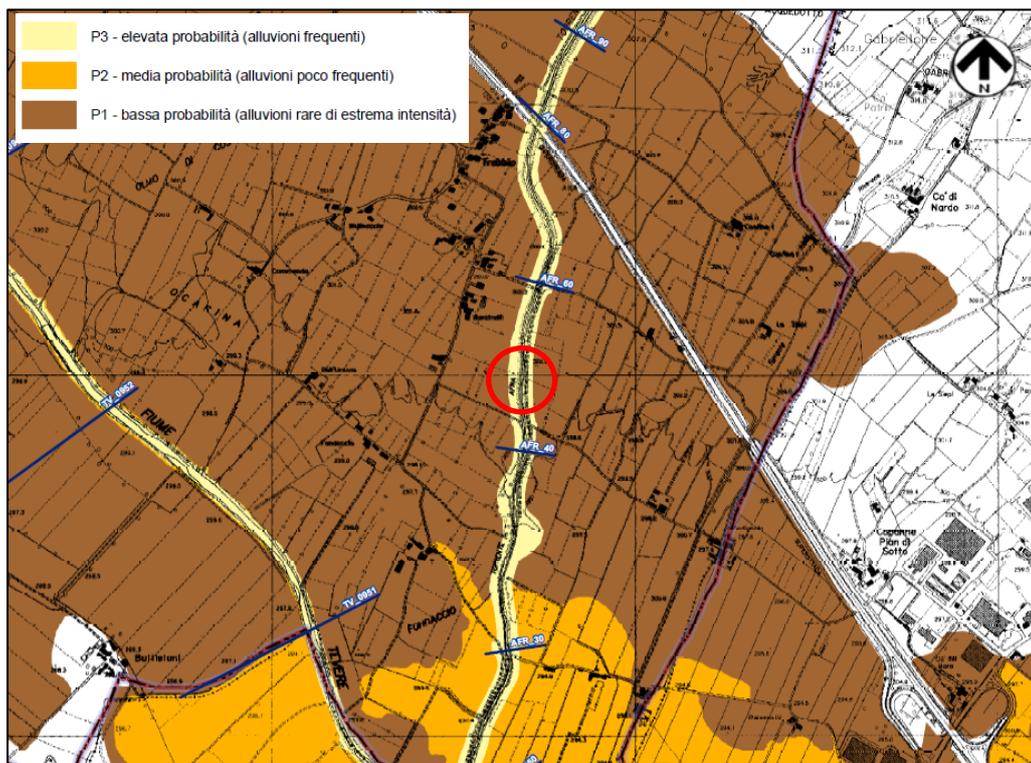


Figura 4.1/A – Situazione di pericolosità da alluvione nel tratto di attraversamento
(da mappe di pericolosità PRGAAC)

Tale mappatura di pericolosità si basa sulla perimetrazione in fasce fluviali del PAI e suoi aggiornamenti. In particolare per quanto riguarda il tratto fluviale in esame del T. Afra le elaborazioni idrologiche e idrauliche sono rimaste quelle già sviluppate nel PAI approvato nel 2006.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 16 di 29	Rev. 0

Secondo la perimetrazione della pericolosità PGRAAC l'alveo del T. Afra comprensivo dei rilevati arginali si colloca interamente nell'ambito di un'area P3 (elevata probabilità, alluvioni frequenti) mentre la piana limitrofa, sia in destra che in sinistra idrografica, si connota come area a pericolosità P1 (bassa probabilità, alluvioni rare di estrema intensità).

Le valutazioni delle caratteristiche idrauliche del corso d'acqua nell'intorno dell'attraversamento utilizzate per la relativa progettazione si basano sui risultati dello studio idraulico effettuato in ambito Piano Strutturale (PS) del comune di Sansepolcro (Novembre 2008) comprensivo di modellazione a moto permanente e sui risultati di una locale verifica idraulica sviluppata per il presente progetto, inquadrata nella modellazione PS di cui sopra.

La modellazione PS comprende sezioni di studio non distanti dal punto di attraversamento del metanodotto, in particolare (v. Fig. 4.1/B):

- sezione 0.01 180 m a monte
- sezione 0 200 m a valle.

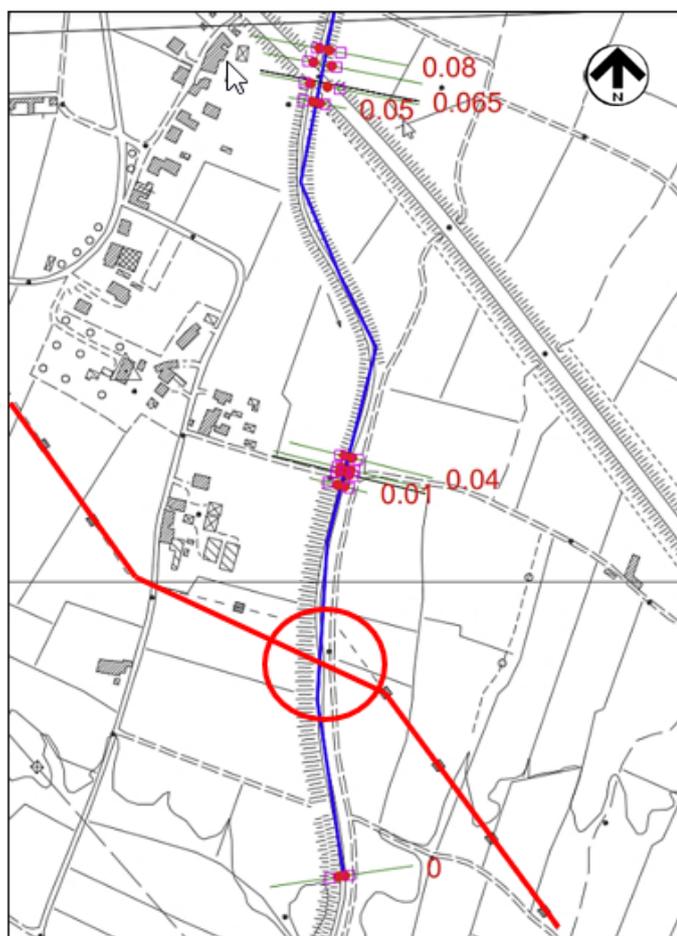


Figura 4.1/B – Stralcio della mappa con riportate le sezioni di modellazione dello studio idraulico PS (in rosso tracciato metanodotto)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 17 di 29	Rev. 0

4.2 Caratteristiche idrologiche

La stima della portata di piena al colmo per diversi tempi di ritorno è riportata nella tabella di Fig. 4.2/A, tratta dallo studio idraulico del PS di Sansepolcro.

Essa è stata effettuata con diverse metodologie che hanno fornito risultati omogenei per la piena di tempo di ritorno di 200 anni e invece non allineati per tempi di ritorno sia inferiori che maggiori. Comunque per la piena di progetto, assunta per un tempo di ritorno pari a 200 anni, il valore pressoché identico per i vari metodi risulta essere:

$$Q_{200} = 138 \text{ m}^3/\text{s}$$

Corso d'acqua	Metodi	$Q_{\max} \text{ Tr} = 20$ [m ³ /s]	$Q_{\max} \text{ Tr} = 30$ [m ³ /s]	$Q_{\max} \text{ Tr} = 200$ [m ³ /s]	$Q_{\max} \text{ Tr} = 500$ [m ³ /s]
Torrente Afra	Volume d'invaso	102.10	108.40	137.70	151.71
	ALTO	72.49	82.22	136.40	170.63
	AdB Tevere	74.08	84.41	138.19	170.76

Figura 4.2/A – Portate di massima piena al colmo (da Piano Strutturale Sansepolcro)

4.3 Caratteristiche idrauliche

La modellazione dello studio idraulico PS ha definito i livelli e i parametri idraulici relativi ai fenomeni di massima piena al colmo per diversi tempi di ritorno; per le sezioni 0.01 e 0, rispettivamente a monte e a valle della sezione di attraversamento, sono stati ottenuti i valori riportati nella seguente tabella (v. Fig. 4.3/A):

Torrente Afra								
Sezione	Portata	Quota fondo canale	Quota W.S.	Franco sponda sinistra	Franco sponda destra	Altezza critica	Velocità	N. di Froude
0.01	102.1	300.91	304.27	0.13	0.15	304.03	3.82	0.74
	108.4	300.91	304.35	0.05	0.07	304.12	3.91	0.75
	138.19	300.91	304.51	-0.11	-0.09	304.4	2.01	0.37
0	170.76	300.91	304.4	0	0.02	304.4	3.96	0.75
	102.1	297.99	300.98	0.51	0.59	300.98	4.23	0.83
	108.4	297.99	301.05	0.44	0.52	301.05	4.32	0.83
	138.19	297.99	301.39	0.1	0.18	301.39	4.62	0.84
	170.76	297.99	301.49	0	0.08	301.49	1.15	0.21

Figura 4.3/A – Parametri idraulici da modellazione PS Sansepolcro
(evidenziata in rosso la piena Tr= 200)

Come si vede la piena duecentennale (evidenziata in rosso) sormonta sia l'argine destro che quello sinistro provocando esondazione nella sezione poco a monte della sezione di attraversamento, mentre nella sezione ubicata più a valle la piena duecentennale è contenuta dai rilevati arginali, con franco pressoché nullo in sinistra.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 18 di 29	Rev. 0

4.4 Ricostruzione dei livelli di piena locali

4.4.1 Generalità

Al fine di verificare i livelli idrici e la velocità della corrente proprio in corrispondenza della sezione di attraversamento subalveo da parte del metanodotto, è stata effettuata una modellazione locale per integrazione e confronto con lo studio idraulico del PS sopracitato. La modellazione a moto permanente, eseguita per una portata di progetto $T_r=200$ anni (tempo di ritorno prescritto da NTA di AdB Tevere), utilizzando il codice HEC-RAS è estesa a monte e a valle per una sufficiente lunghezza per caratterizzare la sezione in esame. I risultati ottenuti hanno evidenziato i parametri idraulici di battente, velocità ecc., input necessario per la progettazione sia delle opere di ripristino e protezione, qualora necessarie, che per la definizione della profondità di posa della condotta. Lo studio idrologico-idraulico è riportato in Allegato A alla presente relazione.

4.4.2 Ricostruzione della geometria

Sono state rilevate 3 sezioni topografiche, una in corrispondenza dell'attraversamento, una a monte ed una a valle, la cui ubicazione è riportata nella planimetria di Fig. 4.3.2/A. In tal modo si attualizza la morfologia del tratto di corso, rispetto ai rilievi utilizzati per la modellazione del PS, rilevati ormai parecchi anni orsono.

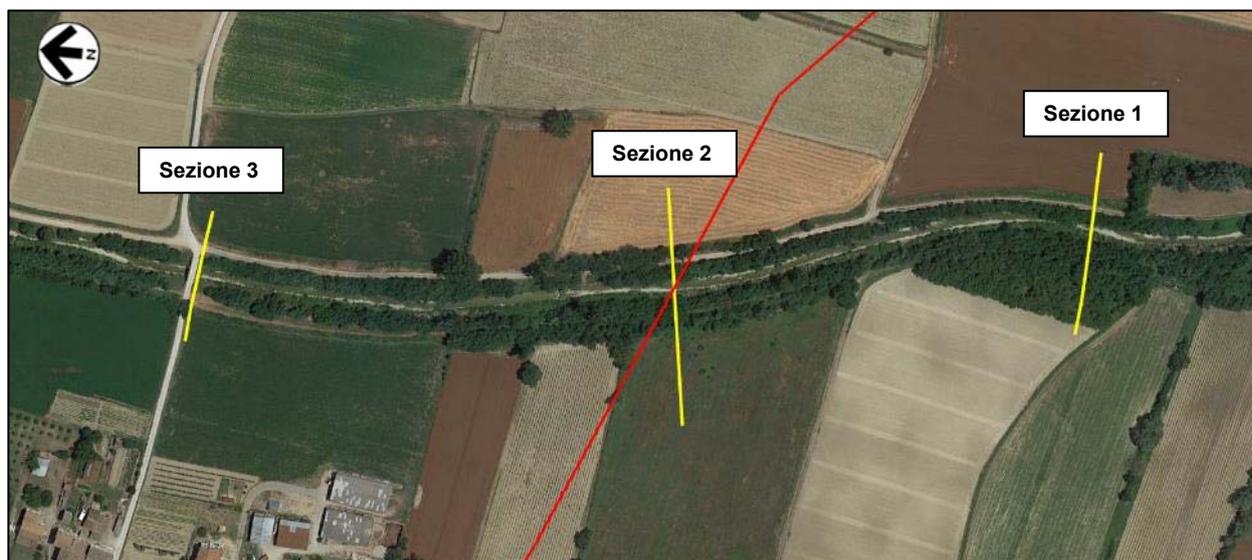


Figura 4.4.2/A – Stralcio della mappa con riportate le sezioni di modellazione idraulica locale (in rosso tracciato metanodotto)

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. In figura 4.4.3/A è riportato il profilo longitudinale con il livello idrico duecentennale.

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 - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 19 di 29	Rev. 0

- la piena duecentennale ($Q= 138 \text{ m}^3/\text{s}$) non è contenuta per poco dall'argine sinistro che viene sormontato nella sezione 1 e 2, cioè quella di attraversamento, provocando esondazione;
- una portata di poco inferiore, pari a $125 \text{ m}^3/\text{s}$, è tuttavia smaltibile da tali sezioni a piene rive;
- i battenti idrici in alveo hanno valori di circa 3.50
- la velocità del flusso è di circa 3.5 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)	-
1	138	300.85	304.53	3.68	-	3.82	-	0.78
2	138	299.14	302.76	3.62	-	3.40	-	0.77
3	138	297.73	301.30	3.57	-	3.35	-	0.74

Tabella 4.4.3/A - Principali parametri idraulici nel tratto modellato $T_r=200$ anni
(in grassetto: sezione di attraversamento)

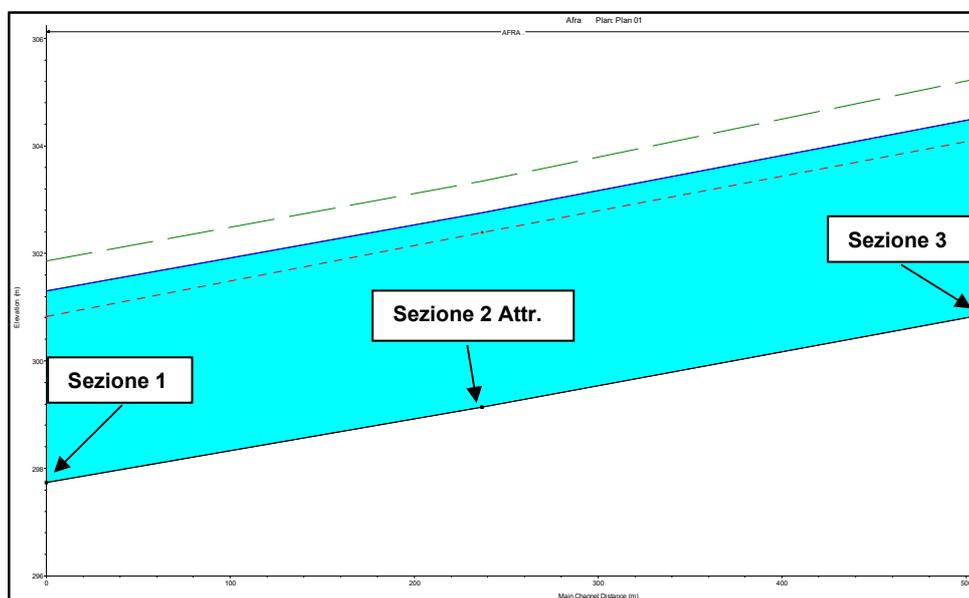


Figura 4.4.3/A – Profilo longitudinale con livello idrico duecentennale

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 - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 20 di 29	Rev. 0

- stabilità planimetrica: essendo l'alveo definito da rilevati arginali, con le sponde fissate dalla vegetazione, si ritiene che il corso d'acqua risulti planimetricamente stabile;
- 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 si sono stimati, utilizzando la metodologia riportata nello studio idraulico allegato (LSC-131/ALL. A), in circa 0.95 m, e la profondità di buche locali in alveo risulta pari a circa 1.04 m.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 21 di 29	Rev. 0

5 DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI ATTRAVERSAMENTO

5.1 Metodo di attraversamento: Trivellazione Orizzontale Controllata TOC

Lungo il tracciato del metanodotto in oggetto gli attraversamenti dei corsi d'acqua di maggior rilevanza o comunque arginati 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 del T. Afra in oggetto è previsto con la tecnologia trenchless della *Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)*, la quale si ritiene possibile applicare grazie alla natura del terreno compatibile con l'applicazione di tale metodo.

La tecnologia 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 Fig. 5.1/A vengono riportati gli schemi grafici di tale modalità operativa.

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 22 di 29	Rev. 0

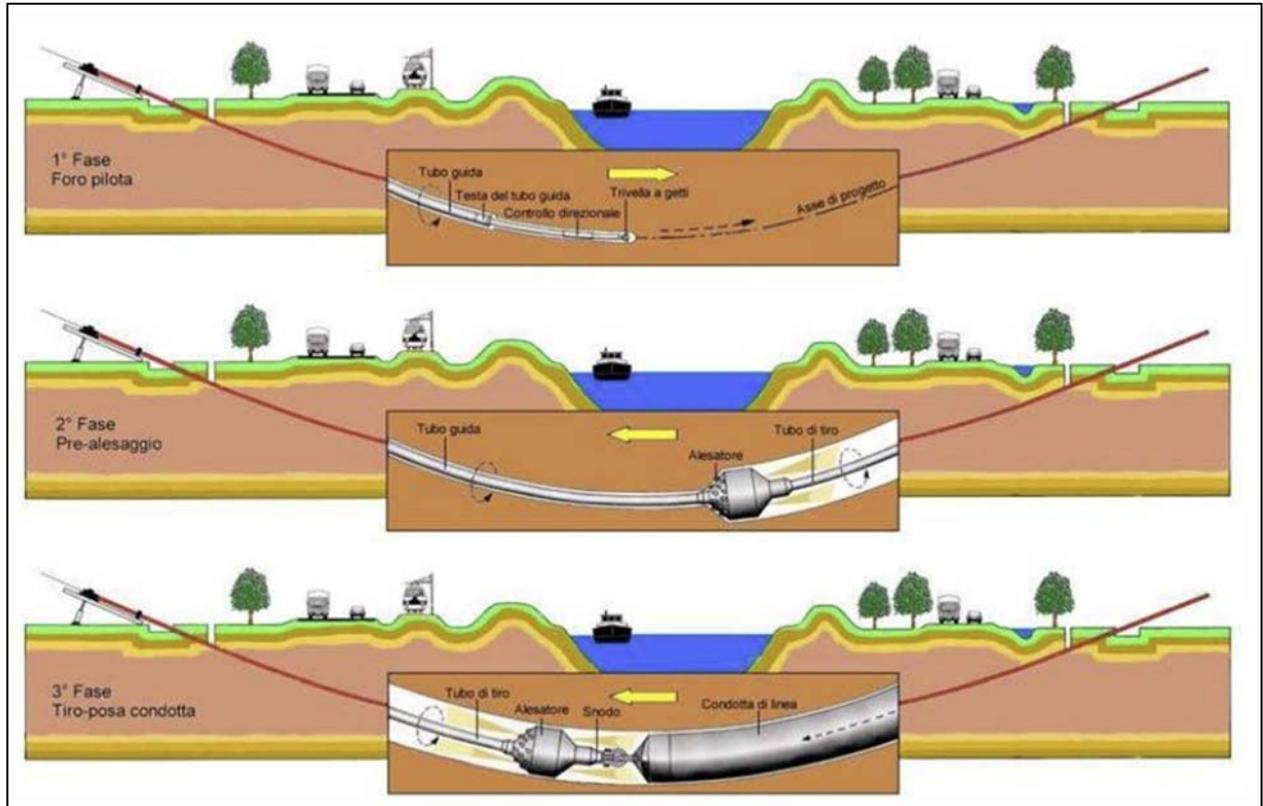


Figura 5.1/A – Fasi operative della TOC

5.2 Caratteristiche della TOC in progetto

La trivellazione del T. Afra è situata in un tratto di corso subrettilineo ed orientata con un angolo di circa 30° rispetto al flusso idrico.

La lunghezza del profilo è di 252 m, con entrata ubicata in sponda destra e uscita in sinistra. La profondità sotto il letto garantisce una copertura minima della condotta di 10 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, e nel contempo fa escludere fenomeni di venuta a giorno di fango in fase di perforazione.

Per i dettagli del profilo TOC si rinvia al disegno di progetto AT-20047-L01-02.

Si fa inoltre presente che anche il passaggio in subalveo da parte dei cavi per il telecontrollo sarà realizzata tramite una seconda TOC di identico profilo, inserendo una tubazione in acciaio di diametro 200 mm nella quale saranno successivamente collocate tre polifore portacavi.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 23 di 29	Rev. 0

6 CONSIDERAZIONI SULLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA

6.1 Normativa di riferimento PAI/PGRAAC

L'intervento in progetto, attraversando il corso d'acqua del T. Afra 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 il tratto di attraversamento trenchless dell'alveo, tra rilevato arginale destro e rilevato sinistro, ricade rispettivamente per i suddetti Piani in fascia A e in area di pericolosità P3 ad elevata probabilità (alluvioni frequenti), mentre le parti esterne della trenchless in fascia C e a pericolosità P1 (alluvioni rare).

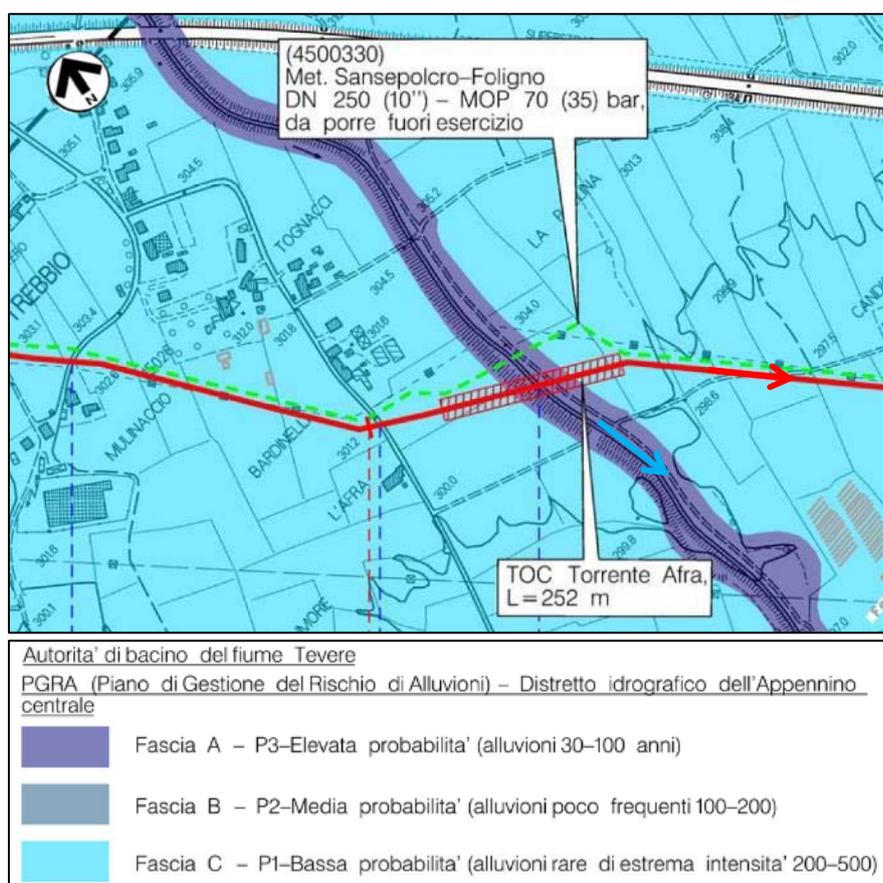


Figura 6.1/A – Situazione di pericolosità da alluvione nel tratto di attraversamento
(da mappe di pericolosità PRGAAC, ridisegnato)

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):

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 24 di 29	Rev. 0

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.

L'art. 46 stabilisce inoltre che:

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 Legge Regione Toscana L.R. n. 41/2018

La Regione Toscana, in data 24/07/2018, ha emanato L.R.41/2018 "*Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014*".

La Legge regionale è stata emanata, nel rispetto del decreto legislativo 23 febbraio 2010, 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni), al fine di ridurre le conseguenze negative, derivanti dalle alluvioni, per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche, nonché al fine di mitigare i fenomeni di esondazione e dissesto idrogeologico, disciplina la gestione del rischio di alluvioni in relazione alle trasformazioni del territorio e la tutela dei corsi d'acqua (cfr: art.1 - oggetto).

La Legge regionale all'art.3, comma 2, lettera b) stabilisce che negli alvei, nelle golene sono consentite le realizzazione di reti dei servizi essenziali e opere sovrappassanti o sottopassanti il corso d'acqua.

Ciò a condizione che, ai sensi dell'art.3, comma 5, vi sia previa autorizzazione della struttura regionale competente, che verifica la compatibilità idraulica nel rispetto delle seguenti condizioni:

- a) sia assicurato il miglioramento o la non alterazione del buon regime delle acque
- b) non interferiscano con esigenze di regimazione idraulica, accessibilità e manutenzione del corso d'acqua e siano compatibili con la presenza di opere idrauliche
- c) non interferiscano con la stabilità del fondo e delle sponde
- d) non vi sia aggravio del rischio in altre aree derivante dalla realizzazione dell'intervento

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 25 di 29	Rev. 0

e) non vi sia aggravio del rischio per le persone e per l'immobile oggetto dell'intervento.

L'art. 13, comma 4, stabilisce che nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, gli interventi di seguito indicati possono essere realizzati alle condizioni stabilite:

c) nuove infrastrutture a rete per la distribuzione della risorsa idrica, il convogliamento degli scarichi idrici, il trasporto di energia e gas naturali nonché l'adeguamento e l'ampliamento di quelle esistenti, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio.

6.3 Compatibilità idraulica

Il metanodotto in progetto Met. Sansepolcro-Foligno con le relative opere connesse costituisce un'infrastruttura lineare di interesse pubblico. Il suo tracciato, sia per esigenze di distribuzione del metano ai comuni e alle varie utenze, che per la situazione morfologica dell'areale da servire, deve necessariamente percorrere la Valle Tiberina e la Valle Umbra, interferendo pertanto con la rete idrica sia del Fiume Tevere che dei suoi affluenti.

Dovendo esso collegare la stazione di partenza localizzata in Toscana, presso Sansepolcro, con la stazione di arrivo ubicata in Umbria presso Foligno, con una direttrice generale N-S incontra i vari torrenti che scendono dai rilievi appenninici di orientamento generale E-W, nonché è costretto ad attraversare più volte il corso sinuoso, talora meandreggiante, del Tevere.

Non è quindi stato possibile trovare una localizzazione diversa che soddisfacesse le necessità di collegamento e di distribuzione del metano e che nel contempo non determinasse interferenze con la rete idrografica e il F. Tevere in particolare attraversando le relative fasce di rispetto, come definite dal PAI, e aree a pericolosità, come mappato da PGRAAC.

Si consideri inoltre che l'intervento in progetto costituisce il del metanodotto esistente, da dismettere successivamente, motivo per il quale il nuovo tracciato è stato posizionato il più possibile in un corridoio parallelo a quello in essere, a meno di scostamenti -più o meno locali- per sopravvenuti impedimenti dovuti alla presenza di nuove infrastrutture viarie o edificazioni.

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 del torrente Afra l'installazione della condotta in subalveo avviene facendo ricorso alla tecnica trenchless della *trivellazione orizzontale controllata* (TOC) che permette il passaggio ad elevata profondità sotto il letto (nel caso specifico 10 m), nonché 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.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 26 di 29	Rev. 0

Pertanto si può affermare che l'intervento in progetto risulta 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 - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 27 di 29	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.

La suddetta linea in progetto alla progressiva PK 6+239 km, nell’ambito del territorio comunale di Sansepolcro presso la località Trebbio, attraversa l’alveo del torrente Afra.

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, la trivellazione orizzontale controllata (TOC).

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 alla dinamica idraulica né all’ecosistema del sito.

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

E’ stata prevista una conformazione di posa in subalveo che assicura profondità molto elevate nei confronti delle quote di fondo alveo (circa 10 m), in assoluta sicurezza nei confronti dei possibili processi erosivi, valutati nell’ordine di 1 m circa.

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 PGRAC si rileva che l’attraversamento del torrente Afra in oggetto interseca rispettivamente la Fascia fluviale A e aree a pericolosità P3 (alluvioni frequenti) nel tratto compreso tra i rilevati arginali.

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.

1- Modifiche indotte sul profilo involuppo di piena

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 28 di 29	Rev. 0

- 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
L'attraversamento, condotto con metodologia trenchless, non comporta nessuna interferenza con le eventuali opere di difesa idraulica esistenti, sia di fondo che spondali, né tantomeno con i rilevati arginali. 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 né risulta visibile in alcun modo.
 - 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 sia nella normativa PAI/PGRAAC che nella legge della Regione Toscana L.R. n. 41/2018.

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 - 137	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 29 di 29	Rev. 0

ALLEGATI E ANNESSI

- LSC 137/ALL. A Studio Idrologico-Idraulico

ALLEGATI DI RIFERIMENTO PRESENTI NEL SIA E ANNESSI

- **Met. Sansepolcro-Foligno DN 400 (16'') –DP 75 bar**
- AT-20047/L01-02 Attraversamento T. Afra