

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONI TOSCANA E UMBRIA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 1 di 27	Rev. 0

Progetto:

RIFACIMENTO METANODOTTO SANSEPOLCRO – FOLIGNO
E OPERE CONNESSE

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA-IDRAULICA

ATTRAVERSAMENTO TORRENTE SELCI
CON TRIVELLAZIONE SPINGITUBO
IN COMUNE DI SAN GIUSTINO (PG)



Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data
0	Emissione	Polloni	Battisti	Luminari	30.09.2021

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 2 di 27	Rev. 0

INDICE

1	PREMESSA.....	3
1.1	Generalità	3
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	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.....	16
4.3	Caratteristiche idrauliche	17
4.3.1	Generalità	17
4.3.2	Ricostruzione dei livelli di piena	17
4.3.3	Risultati della modellazione	18
4.3.4	Risultati delle verifiche di stabilità planimetrica e altimetrica.....	19
5	DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI ATTRAVERSAMENTO	20
5.1	Metodo di attraversamento: Trivellazione con Spingitubo (TS)	20
5.2	Caratteristiche della TS in progetto.....	21
6	CONSIDERAZIONI SULLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA	22
6.1	Normativa di riferimento PAI/PGRAAC.....	22
6.2	Compatibilità idraulica.....	23
7	CONCLUSIONI.....	25
	ALLEGATI E ANNESSI	27
	ALLEGATI DI RIFERIMENTO PRESENTI NEL SIA E ANNESSI	27

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 3 di 27	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' REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 4 di 27	Rev. 0

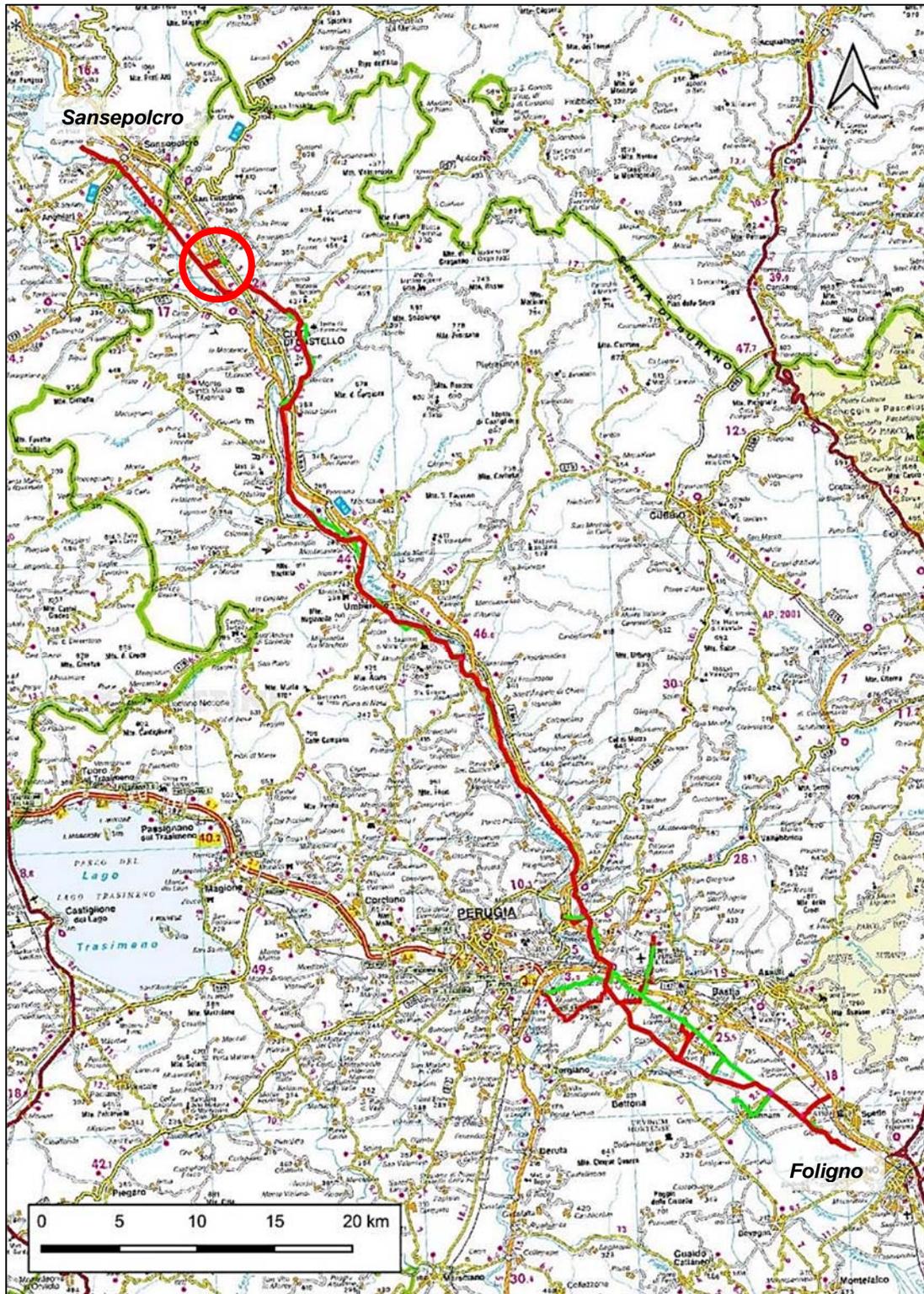


Figura 1.1/A - Corografia tratta da Atlante De Agostini a scala 1:200.000
 (Linea rossa tracciato metanodotti in progetto, linea verde metanodotti da dismettere)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 5 di 27	Rev. 0

1.2 Attraversamento T. Selci

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. Selci in sinistra idrografica.

La presente relazione è relativa alla valutazione di compatibilità idraulica dell'attraversamento del T. Selci, che ricade nel territorio del comune di San Giustino (PG) alla progressiva PK 10+604. Nella sezione di attraversamento da parte del metanodotto il corso d'acqua non ricade nell'ambito delle fasce fluviali come definite dal *Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)* né in aree a pericolosità idraulica come mappato da parte del *Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale (PGRAAC)*. Solamente più a valle di circa 300 m il torrente entra in zone a pericolosità idraulica per esondazione del F. Tevere.

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 in profondità e installato con la metodologia trenchless della trivellazione con spingitubo, 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 138/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,

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 6 di 27	Rev. 0

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/L01-05 Attraversamento Torrente Selci

al quale si rimanda per approfondimenti.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 7 di 27	Rev. 0

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

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

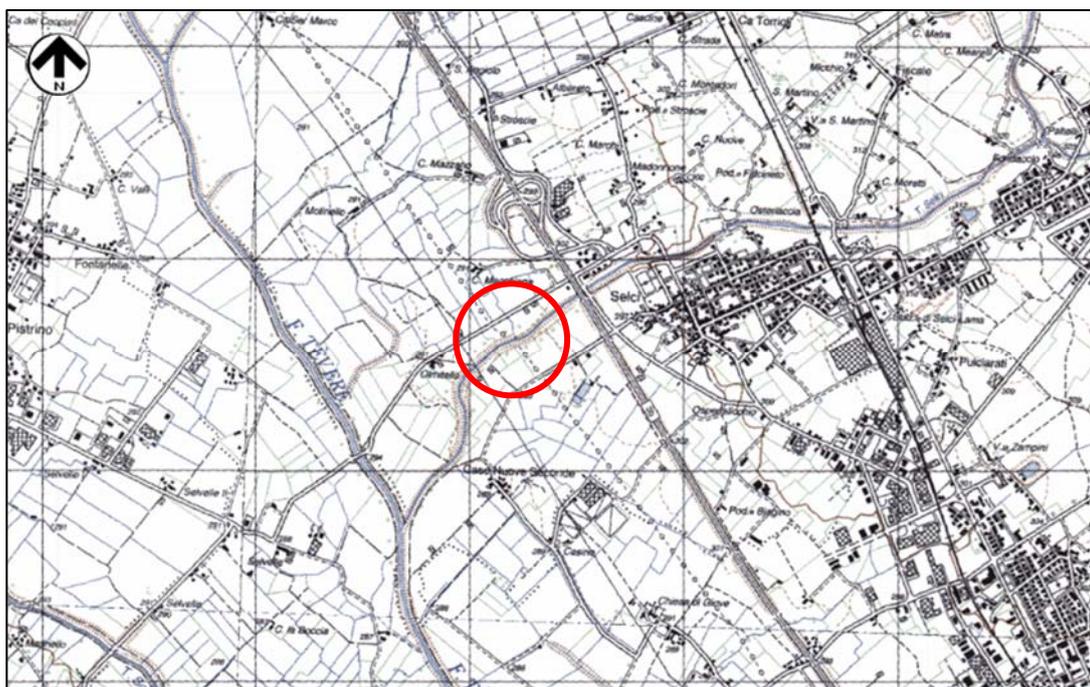


Figura 2/A – Inquadramento a scala 1:25.000 con indicata la posizione dell'attraversamento in studio

A livello della cartografia CTR della regione Umbria, l'attraversamento si ubica nel foglio 289070, 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. 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
	LOCALITA' REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 8 di 27	Rev. 0

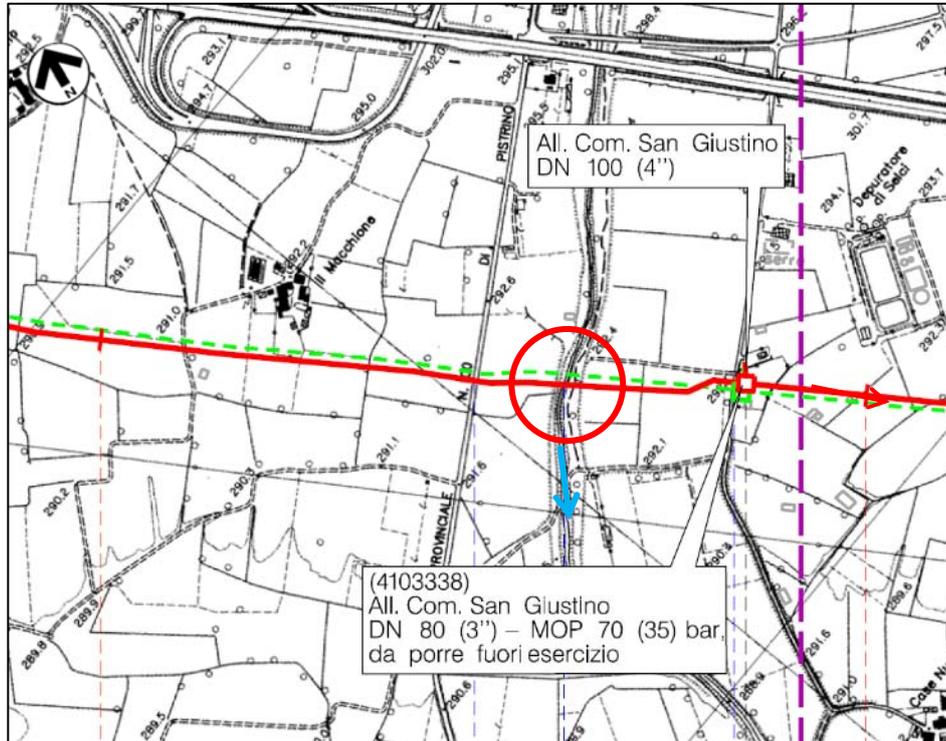


Figura 2/B – Stralcio CTR con localizzazione dell'attraversamento



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 REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 9 di 27	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.

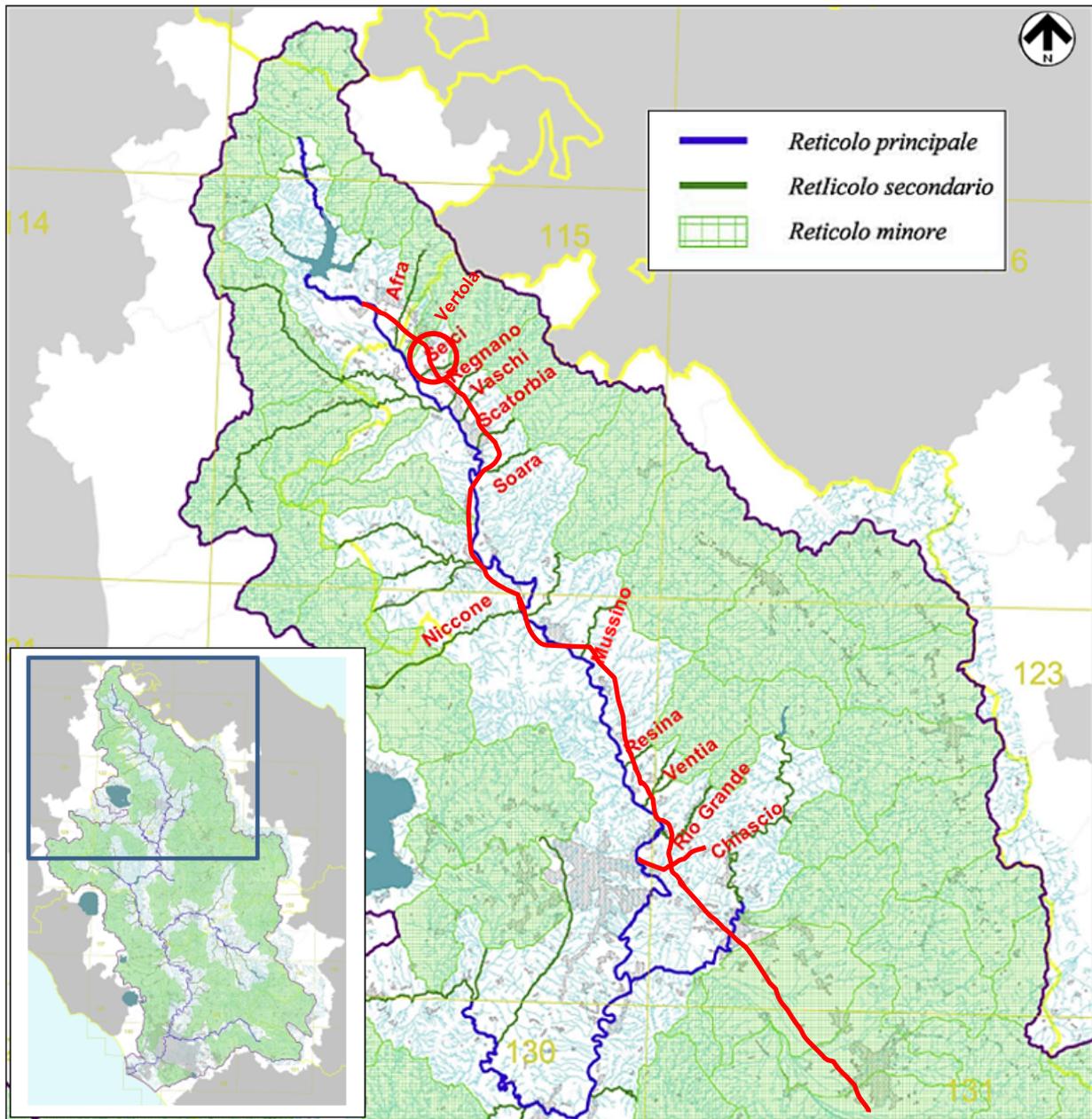


Figura 3.1/A – Bacino dell'alto F. Tevere con localizzazione della sezione di attraversamento (cerchio rosso)

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 10 di 27	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 in sinistra, nel territorio del comune di San Giustino, interferisce con il torrente Selci che viene attraversato dal gasdotto non lontano dalla sua confluenza in Tevere.

Il torrente Selci nasce sui rilievi appenninici al confine tra Umbria e Marche, presso la Bocca Trabaria, con quota più elevata sul M. S. Antonio a 1177 m; il suo bacino montano comprende anche l'area drenata dal T. Valdimonte, confluyente in destra idrografica all'altezza dell'abitato di Lama (v. Fig. 3.1/B). Nella porzione montana il corso d'acqua è inciso nelle rocce marnoso-arenacee e poi dalle quote intorno ai 350 m entra nella piana alluvionale tiberina lambendo gli abitati di Lama e di Selci. Qui scorre nei depositi alluvionali conoidali (del Selci) e fluviali (della valle tiberina) fino a sfociare in sinistra Tevere. Il tratto di corso a valle di Selci assume un andamento subrettilineo con una blanda ansa poco prima della sua immissione in Tevere.

Per tutto il tratto a valle dell'abitato di Lama il corso d'acqua è definito da un sistema arginale sia in destra che in sinistra, finalizzato a difendere i terreni e le abitazioni circostanti dalle possibili alluvioni. In tale tratto si colloca l'attraversamento del metanodotto in progetto, ad una distanza dalla confluenza di circa 1050 m.

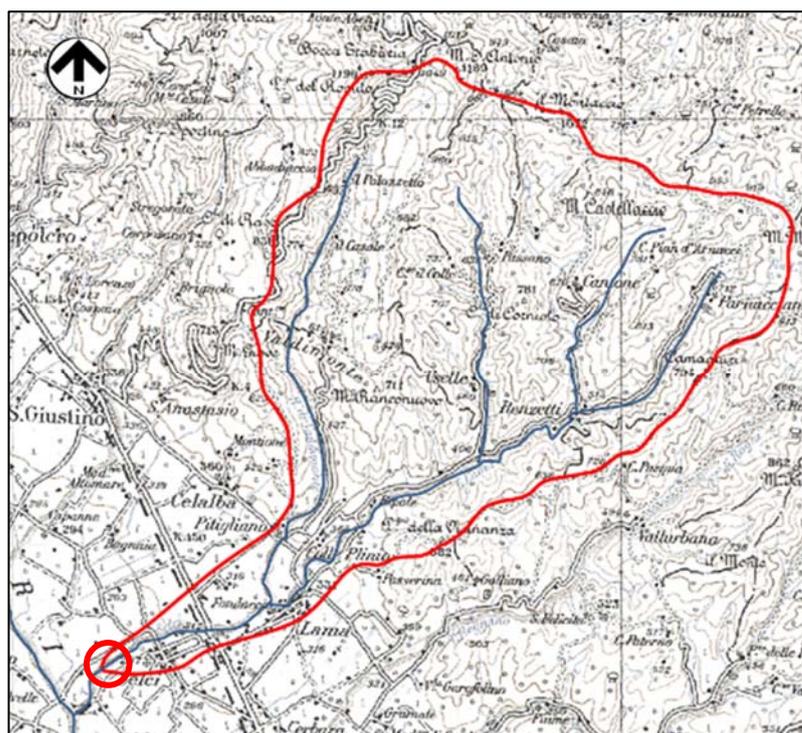


Figura 3.1/B – Bacino del T. Selci con localizzato il punto di attraversamento

La figura 3.1/C rappresenta una vista 3D del bacino del T. Selci 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  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 11 di 27	Rev. 0

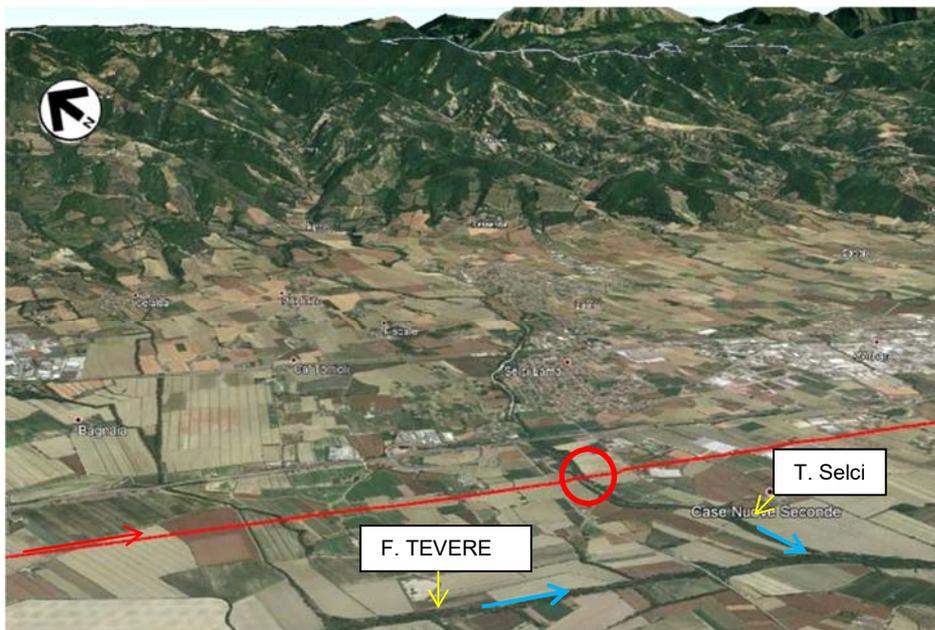


Figura 3.1/C – Vista aerea 3D Google del torrente e del suo bacino.

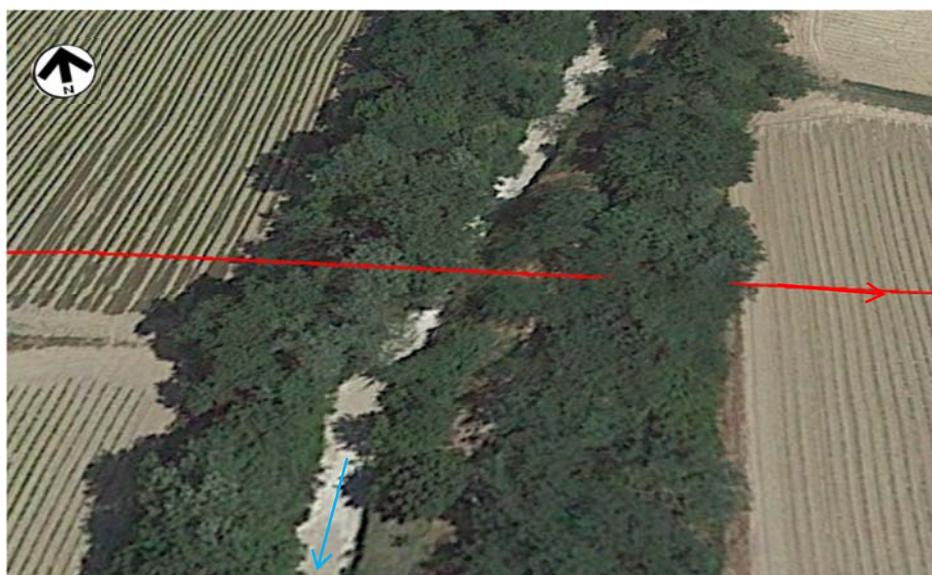


Figura 3.1/D – Immagine aerea della sezione di attraversamento

L'alveo, costituito da materiale alluvionale di dimensioni ciottolose, si presenta limitato da rilevati arginali di altezza circa 2-2.5 m, rivestiti da folta vegetazione arborea e arbustiva. I corpi dei rilevati sono soggetti localmente a fenomeni di erosione laterale, e il letto sembra altimetricamente stabile (v. Fig. 3.1/E), anche grazie alla vicinanza con la confluenza in Tevere, protetta da una soglia in massi ciclopici che funge da livello di base ad una distanza di circa 1 km (v. Fig. 3.1/F).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 12 di 27	Rev. 0



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



Figura 3.1/F – Confluenza del T. Selci in Tevere

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 13 di 27	Rev. 0

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

Area (km ²)	Lunghezza asta (km)	Quota massima (m)	Quota confluenza (m)	Quota sezione (m)	Quota media (m)	Pendenza media (%)
48.87	14.1	1152	288	289	595	6.1

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

3.2 Caratteristiche litostratigrafiche

La zona di fondovalle interessata dall'attraversamento è costituita da terreni alluvionali depositi sia dal F. Tevere che dal T. Selci 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 geologica CARG della zona indica la presenza di limi argillosi, sabbie sciolte e ghiaie sabbiose (v. Fig. 3.2/A).

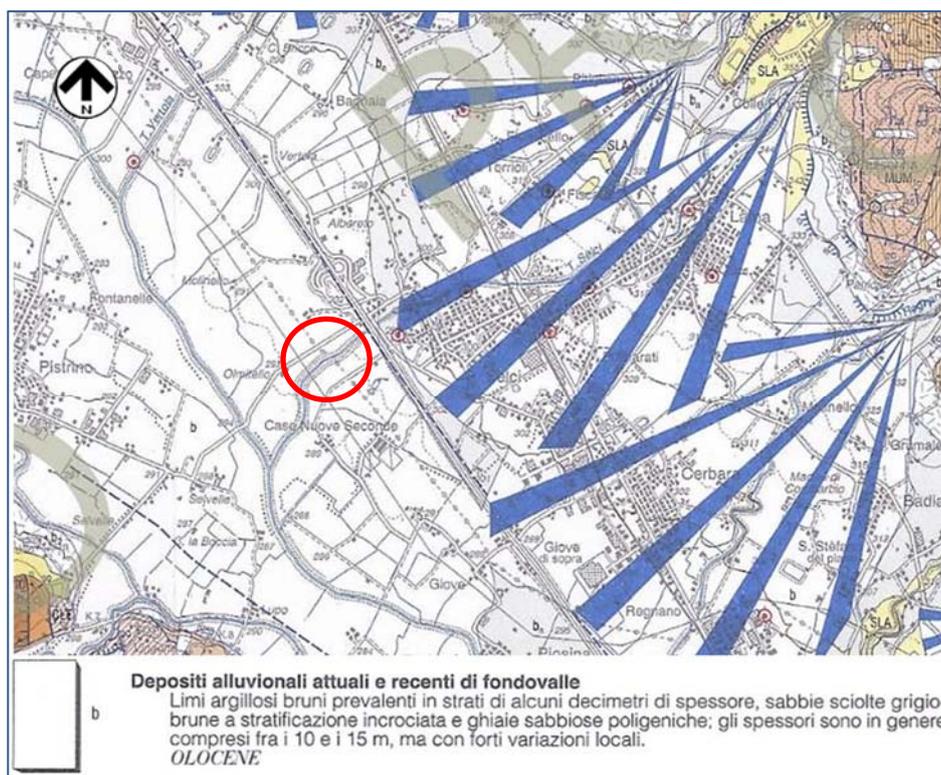


Figura 3.2/A – Carta geologica CARG a scala 1:50.000 Foglio 289 Città di Castello

Il sondaggio geognostico S4 ubicato nella piana alluvionale in prossimità della sponda sinistra del torrente (v. Fig. 3.2/B) ha evidenziato la presenza di terreni alluvionali-lacustri prevalentemente sabbiosi con un livello argilloso ed uno ciottoloso.

In particolare la stratigrafia può essere così schematizzata:

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 14 di 27	Rev. 0

n.	Litologia SG1	Profondità (m)
1	Sabbia con inclusi ciottoli	0.0-6.0
2	Ciottoli	6.0-7.0
3	Sabbia limosa	7.0-8.0
4	Argilla con livelli ciottolosi	8.0-9.3
5	Sabbie con inclusi ciottoli	9.3-12.0

Tabella 3.2/A – Schematizzazione stratigrafica derivata dal sondaggio

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

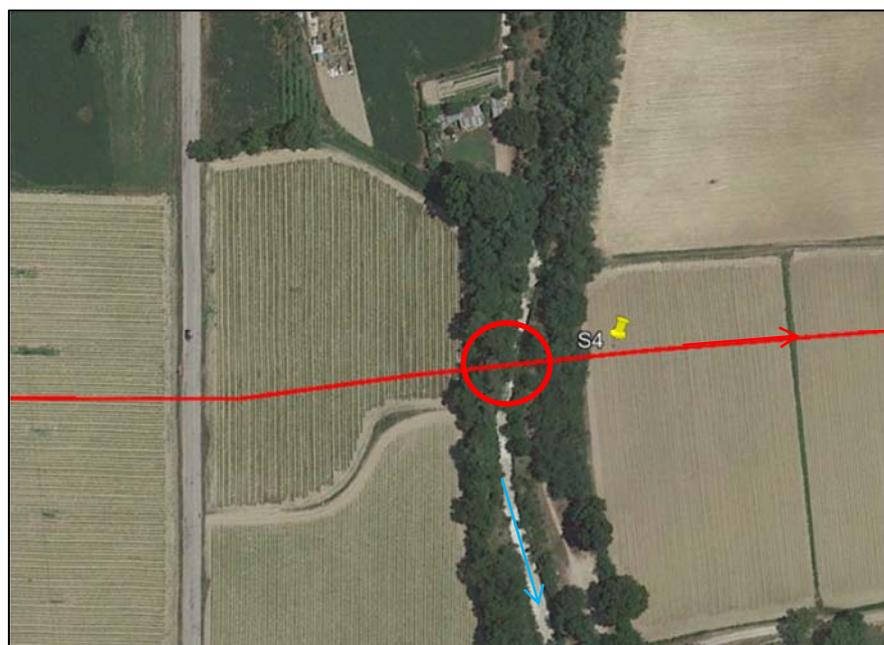


Figura 3.2/B – Localizzazione del sondaggio geognostico

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 15 di 27	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.

Tale mappatura di pericolosità si rifà essenzialmente alla perimetrazione in fasce fluviali del PAI e nei suoi aggiornamenti.

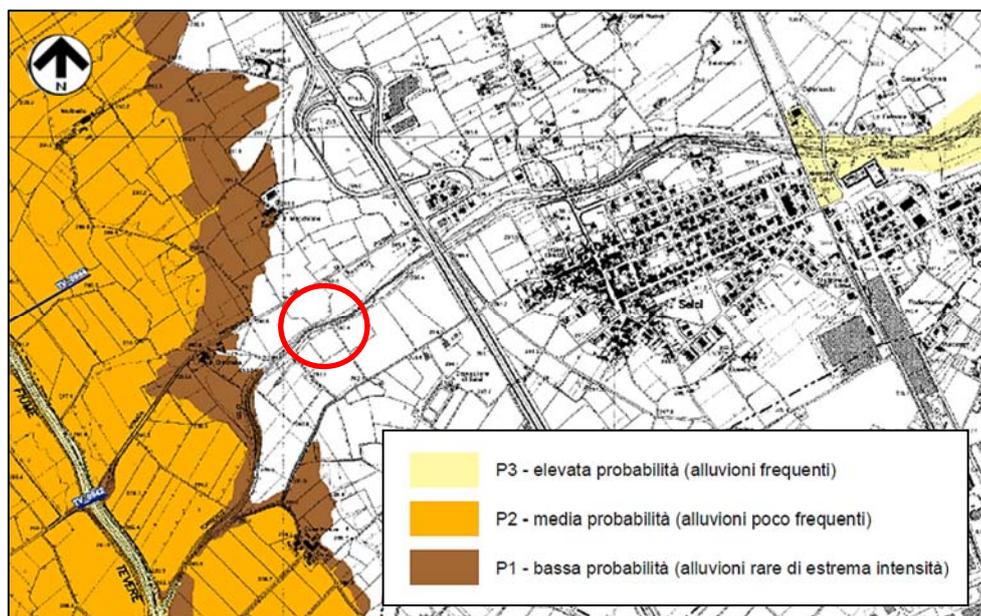


Figura 4.1/A – Situazione di pericolosità da alluvione nel tratto di attraversamento
(da mappe di pericolosità PRGAAC)

Secondo la perimetrazione della pericolosità PGRAAC l'alveo del T. Selci ricade in area a pericolosità P3 (elevata probabilità, alluvioni frequenti) solo nel tratto adiacente l'abitato di Lama; il rimanente tratto presso l'abitato di Selci e a valle della superstrada E45 non presenta aree a pericolosità alcuna se non la parte terminale che rientra nelle fasce del Tevere con pericolosità P2 (media probabilità, alluvioni poco frequenti) e P1 (bassa probabilità, alluvioni rare di estrema intensità).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 16 di 27	Rev. 0

L'area di attraversamento da parte del gasdotto in oggetto non ricade pertanto in alcuna area di pericolosità di qualsiasi livello.

4.2 Caratteristiche idrologiche

La caratterizzazione idrologica del torrente è stata valutata nell'ambito del PAI dallo studio eseguito dall'Università degli Studi di Perugia per conto della Regione Umbria "Valutazione del rischio idraulico nei nodi critici del reticolo dell'Alto Tevere e del Nera. Progetto per la realizzazione delle mappe di Allagabilità".

Per la determinazione delle portate al colmo in corrispondenza delle sezioni di chiusura dei bacini analizzati è stato utilizzato il modello trasformazione afflussi-deflussi concettuale dell'Idrogramma Unitario Istantaneo di tipo Geomorfologico (GIUH), determinando la pioggia efficace con il metodo del Soil Conservation Service (SCS).

La metodologia utilizzata può essere schematicamente scomposta nelle seguenti fasi:

- definizione degli eventi meteorici di progetto (costruzione delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSP))
- calcolo della pioggia netta (derivazione degli ietogrammi di pioggia netta dagli ietogrammi di pioggia lorda)
- costruzione dell'idrogramma unitario istantaneo di tipo geomorfologico (GIUH)
- calcolo della portata diretta come convoluzione tra la pioggia effettiva e il GIUH.

La stima delle portate di piena al colmo per diversi tempi di ritorno in tal modo ottenute è riportata in figura 4.2/A.

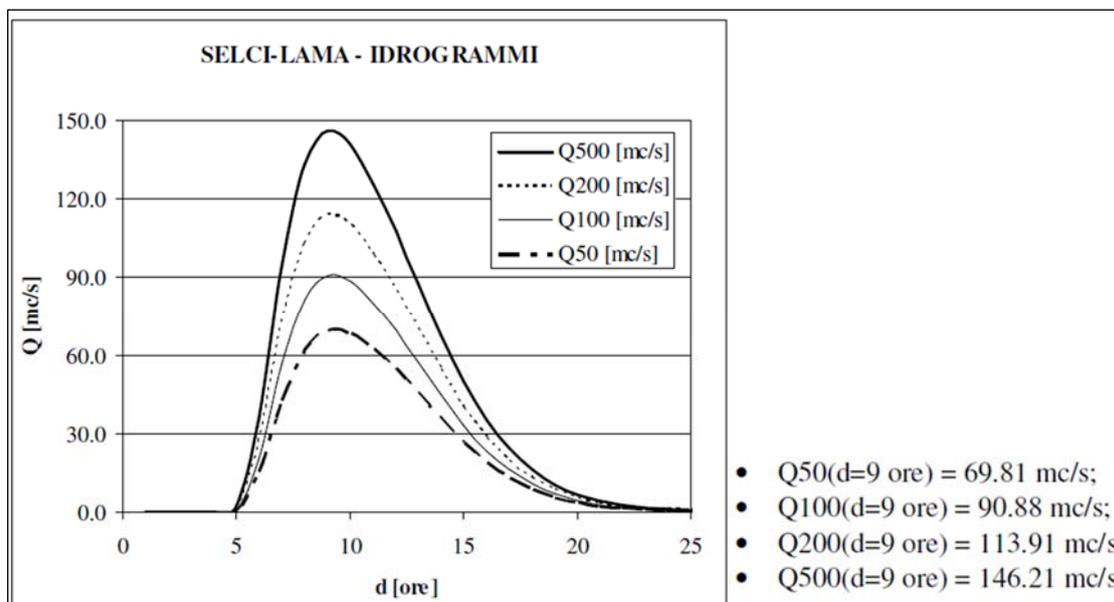


Figura 4.2/A – Idrogrammi e portate per la sezione di chiusura del T. Selci
(da R. Umbria, Analisi Idrologiche reticolo secondario Alto Tevere)

Come si vede la portata duecentennale viene stimata in $Q_{200} = 113.91 \text{ m}^3/\text{s}$. Ma non essendo disponibile l'intera modellazione lungo il corso d'acqua da Selci-Lama fino alla confluenza in Tevere, tale valore corrisponde alla portata teorica, competente all'area e caratteristiche del

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 17 di 27	Rev. 0

bacino e alle piogge efficaci attese per tale tempo di ritorno. Non è detto tuttavia che tale portata sia effettivamente quella che può transitare nella sezione di attraversamento, perché è possibile che essa non sia compatibile con la geometria della sezione stessa e la pendenza dell'alveo oppure perché laminata a monte da eventuali esondazioni.

4.3 Caratteristiche idrauliche

4.3.1 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 a moto permanente, eseguita per una portata di progetto $T_r=200$ anni, utilizzando il codice HEC-RAS, 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 nella relazione allegata.

4.3.2 Ricostruzione dei livelli di piena

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.

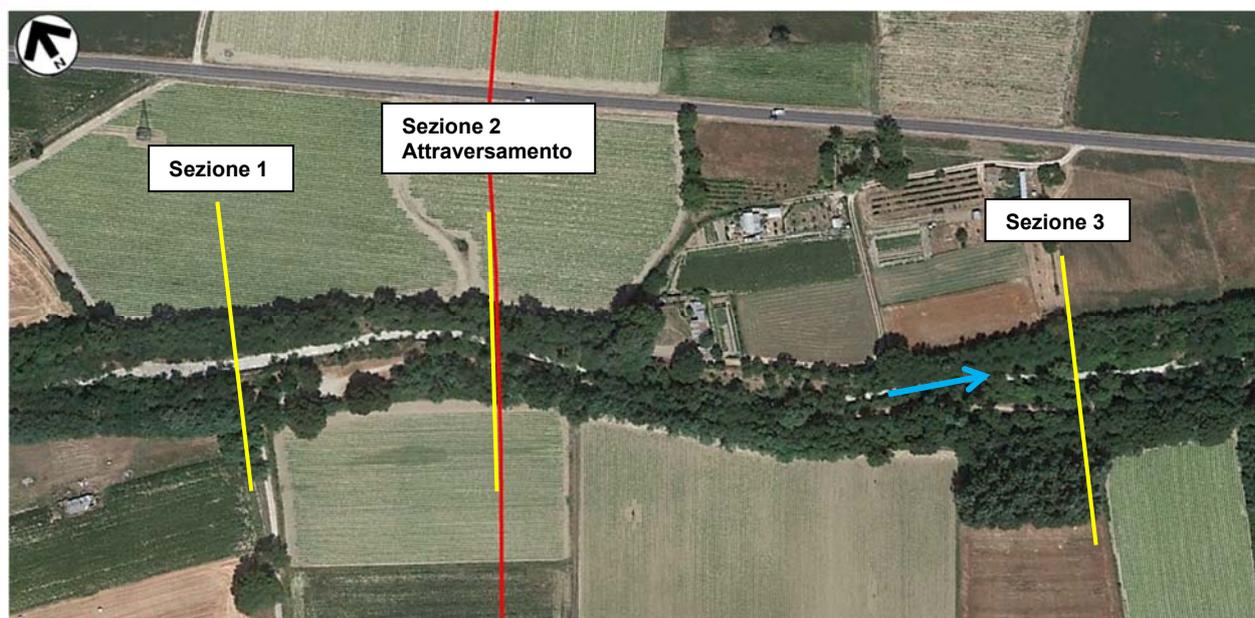


Figura 4.3.2/A – Planimetria del tratto di corso modellato con riportate le sezioni di studio
(in rosso tracciato del metanodotto)

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 18 di 27	Rev. 0

4.3.3 Risultati della modellazione

I valori dei principali parametri vengono riassunti nella tabella di seguito riportata (v. Tab. 4.3.3/A). Si ricorda che essi sono relativi ad un evento critico di tempo di ritorno 200 anni, tempo di ritorno prescritto da NTA di AdB Tevere. In figura 4.3.3/A è riportato il profilo longitudinale con il livello idrico della piena 200ennale

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

- per tutto il tratto modellato, in caso di piena duecentennale, l'alveo limitato dai rilevati arginali è sufficiente a contenere la piena di progetto;
- la corrente transita in condizione "lenta" ($n. Froude < 1$)
- i battenti idrici nel caso di piena $Tr = 200$ anni sono -in corrispondenza della sezione di attraversamento- pari a 3.5 m;
- la relativa velocità del flusso risulta di 4.4 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	114	290.45	294.39	3.94	-	2.6	-	0.51
2	114	289.42	292.96	3.54	-	4.42	-	0.78
3	114	288.95	292.5	3.55	-	3.26	-	0.65

Tabella 4.3.3/A - Principali parametri idraulici nel tratto modellato $Tr=200$ anni
(in grassetto la sezione d'attraversamento del metanodotto)

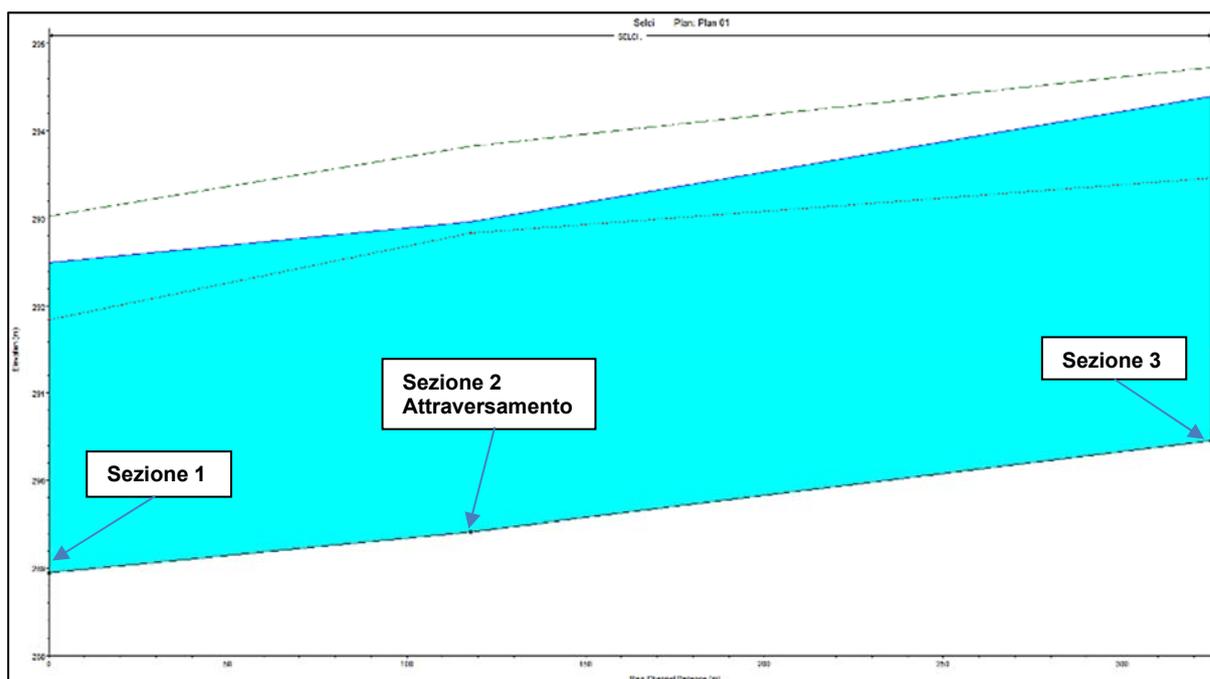


Figura 4.3.3/A – Profilo longitudinale in alveo con livello piena duecentennale

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 19 di 27	Rev. 0

4.3.4 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:

- stabilità planimetrica: essendo l'alveo definito da rilevati arginali fissati 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, anche grazie alla vicinanza con la confluenza in Tevere, protetta da una soglia in massi ciclopici;
- 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, in circa 1.6 m, e la profondità di buche locali in alveo risulta pari a circa 1.7 m.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 20 di 27	Rev. 0

5 DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI ATTRAVERSAMENTO

5.1 Metodo di attraversamento: Trivellazione con Spingitubo (TS)

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 torrente Selci in oggetto è previsto con la tecnologia trenchless della *Trivellazione con spingitubo (TS)*, la quale si ritiene possibile applicare grazie alla natura del terreno e la geometria della sezione, compatibili con l'applicazione di tale metodo.

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

Questa tecnologia prevede l'esecuzione di un foro nel terreno e il contestuale inserimento in tale foro di una tubazione di protezione (nel caso specifico DN 550) tramite una macchina perforatrice montata su slitta e dotata di una batteria di aste ad elica (v. Fig. 5.1/A e 5.1/B). In caso di trivellazioni sotto falda la macchina può essere dotata di scudo fresante.

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

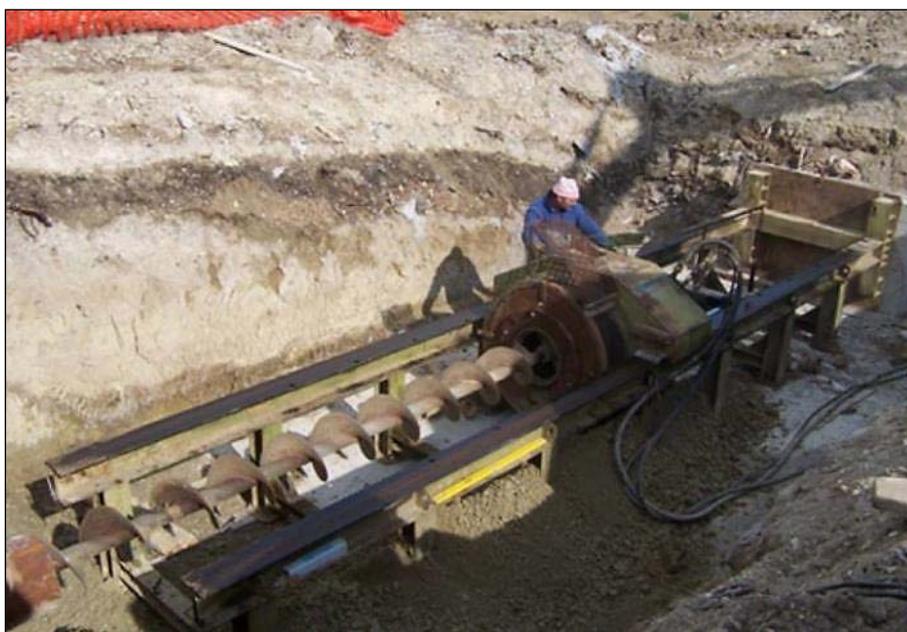


Fig. 5.2/A – Trivella ad elica con spingitubo

	PROGETTISTA  consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITA' REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 21 di 27	Rev. 0

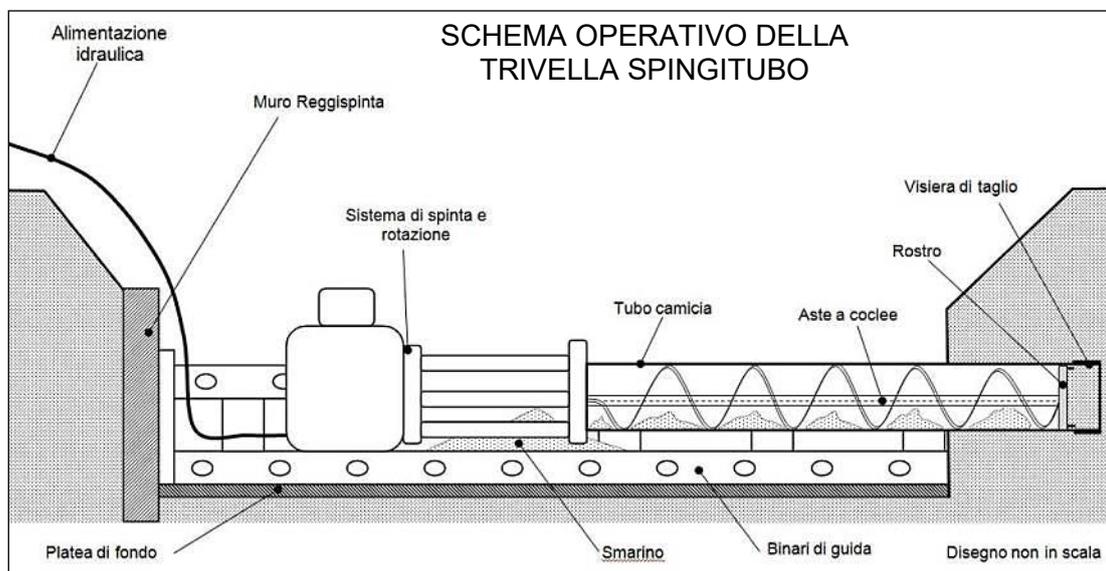


Figura 5.2/D – Schema operativo della trivella-spingitubo

5.2 Caratteristiche della TS in progetto

La trivellazione con spingitubo in progetto è prevista con punto di ingresso e punto di uscita posizionati ad una distanza di sufficiente garanzia (> 10 m) dal piede dei rilevati arginali, sia destro che sinistro, e nel contempo ad una profondità dal letto del torrente che garantisce la non interferenza della tubazione da installare con la dinamica fluviale e pertanto anche la sicurezza della stessa nel tempo.

Il tratto in trivellazione avrà una lunghezza di 84 m, garantendo una copertura al tubo camicia di 3.00 m. La tubazione del metanodotto sarà alloggiata entro il tubo camicia di diametro 550 mm. Nell'intercapedine saranno pure alloggiati le polifore portacavi.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 22 di 27	Rev. 0

6 CONSIDERAZIONI SULLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA

6.1 Normativa di riferimento PAI/PGRAAC

Secondo la perimetrazione della pericolosità PGRAAC l'alveo del T. Selci comprensivo dei rilevati arginali, nonché la piana esterna sia in destra che in sinistra, non ricadono in aree a pericolosità idraulica (v. Fig. 4.2/A). Ricadono invece tratti di corso d'acqua a monte e a valle, tuttavia non interferiti dal tracciato.

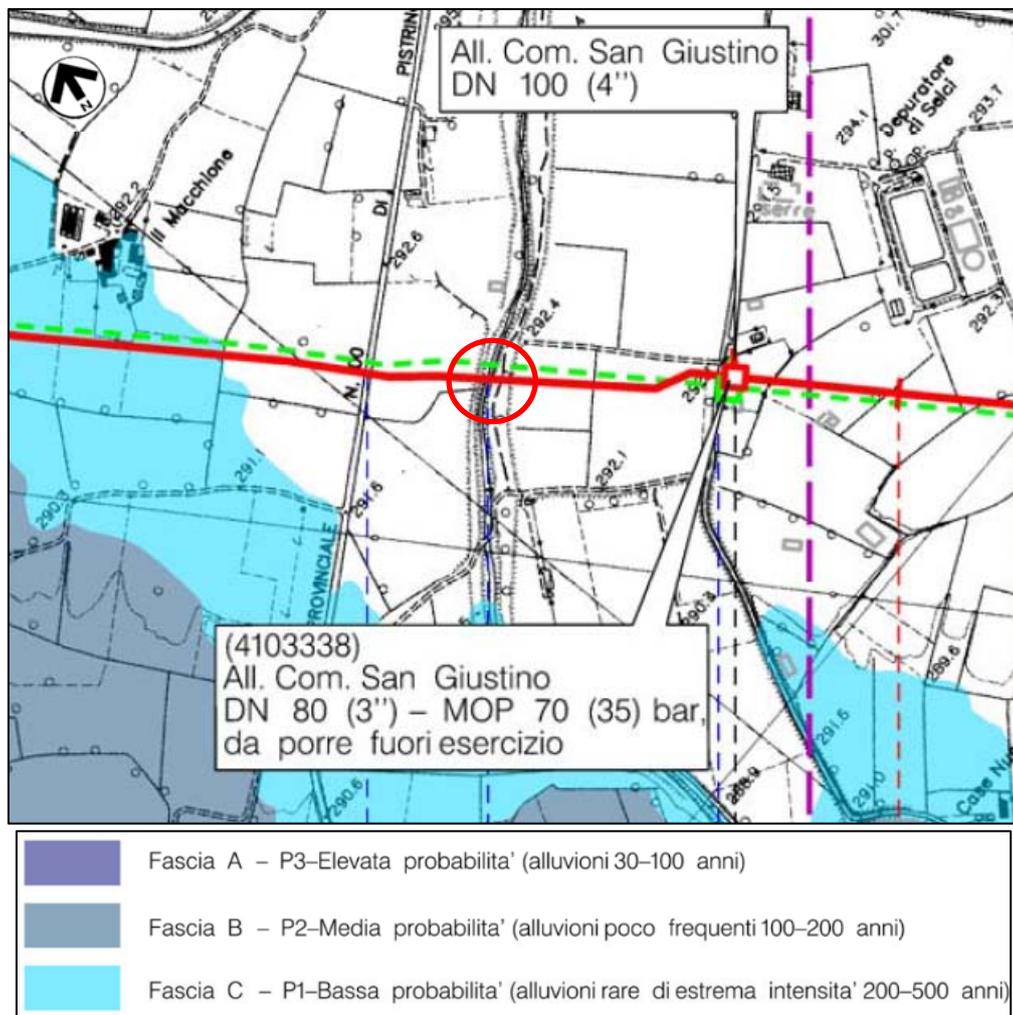


Figura 6.1/A – Carta 1:10000 con riportate le aree di vincolo idraulico (fasce fluviali PAI = pericolosità PGRAAC)

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 gli interventi specificati alla lettera e):

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 23 di 27	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 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 Sansepolcro-Foligno in progetto 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 il metanodotto in progetto costituisce il rifacimento 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

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/20047	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 24 di 27	Rev. 0

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 Selci l'installazione della condotta in subalveo avviene facendo ricorso alla tecnica trenchless della *trivellazione con spingitubo (TS)* che permette il passaggio subalveo senza interferire con l'alveo e a profondità di garanzia, 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 particolare il tubo di protezione in acciaio DN 550, entro il quale alloggia la tubazione del metanodotto, avrà una copertura di 3.00-3.12 m dal fondo alveo.

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 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 REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 25 di 27	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, nell’ambito del territorio comunale di San Giustino presso la località Selci, alla progressiva PK 10+604 km attraversa l’alveo del torrente Selci.

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 con spingitubo (TS).

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 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’ stata prevista infatti una conformazione di posa in subalveo che assicura una profondità sufficientemente elevata nei confronti delle quote di fondo alveo, in assoluta sicurezza nei confronti di possibili processi erosivi.

La tubazione verrà alloggiata in un tubo di protezione in acciaio DN 550 installato in subalveo tramite trivellazione spingitubo, con una copertura di 3.00÷3.12 dal fondo alveo (v disegno di progetto AT-20047/L01-05). Il corso d’acqua, come risulta dalle osservazioni in sito, non ha tendenza erosiva e per di più è stabilizzato poco a valle, alla confluenza in Tevere, con una soglia in massi. I calcoli idraulici mostrano un teorico approfondimento massimo di 1.7 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 torrente Selci in oggetto non interseca rispettivamente alcuna Fascia Fluviale né aree a Pericolosità Idraulica.

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 REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 26 di 27	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'involuppo 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 la geometria del profilo di attraversamento del corso 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 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 la 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 e la 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 REGIONE UMBRIA E TOSCANA	LSC - 138	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse	Pagina 27 di 27	Rev. 0

ALLEGATI E ANNESSI

- LSC 138/ALL. A Studio Idrologico-Idraulico

ALLEGATI DI RIFERIMENTO PRESENTI NEL SIA E ANNESSI

- **Met. Sansepolcro-Foligno DN 400 (16'') –DP 75 bar**
- AT-20047/L01-05 Attraversamento T. Selci