

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 1 di 59	Rev. 0	

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

PROGETTO

RIFACIMENTO METANODOTTO LIVORNO – PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75bar e opere connesse

2°, 3° e 4° Attraversamento in subalveo
TORRENTE SAVALANO
(km: 21,855, 22,265 e 22,970)

STUDIO IDROLOGICO - IDRAULICO E RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

0	Emissione	Vitelli	Caccavo	Santi	Gen. 2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 2 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

INDICE

1	GENERALITÀ	5
1.1	Premessa	5
1.2	Scopo e descrizione dell'elaborato	5
1.3	Disegni di Attraversamento	6
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
3	CARATTERIZZAZIONE DEGLI AMBITI IN ESAME	9
3.1	Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua	9
3.2	Descrizioni delle aree d'attraversamento	11
3.2.1	<u>Ambito 2° attraversamento torrente Savalano</u>	12
3.2.2	<u>Ambito 3° attraversamento torrente Savalano</u>	13
3.2.3	<u>Ambito 4° attraversamento torrente Savalano</u>	14
3.3	Indagini di caratterizzazione litostratigrafica	15
4	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	16
4.1	Generalità	16
4.2	Considerazioni specifiche preliminari	16
4.3	Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino	16
4.4	Progetto di "Regimazione Idr. F.Fine" – Contenuti e stato di attuazione	18
4.4.1	<u>Finalità e articolazione del progetto</u>	18
4.4.2	<u>Lotti funzionali e stato di attuazione del progetto</u>	18
4.5	Progetto di "Regimazione Idr. F.Fine" – Elaborazioni idrologiche	19
4.5.1	<u>Modalità e criteri di elaborazione</u>	19
4.5.2	<u>Sintesi sui risultati delle elaborazioni idrologiche</u>	23
4.6	Selezione dei risultati di interesse e Portata di riferimento	24
4.6.1	<u>Selezione dei risultati di interesse</u>	24
4.6.2	<u>Portata di riferimento per lo studio idraulico</u>	24
5	VALUTAZIONI IDRAULICHE	25
5.1	Premessa	25
5.2	Considerazioni specifiche	25
5.3	Progetto di "Regimazione Idr. F.Fine" – Studi idraulici sul Savalano	26
5.3.1	<u>Premessa</u>	26
5.3.2	<u>Modellazioni idrauliche sul Savalano – scenari analizzati</u>	26
5.3.3	<u>Selezione scenario di interesse</u>	26
5.3.4	<u>Modellazioni idrauliche – assetto geometrico</u>	26
5.4	Risultati della simulazione idraulica	28
6	VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO	31

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 3 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

6.1	Generalità	31
6.2	Criteri di calcolo	32
6.3	Stima delle erosioni in alveo	34
6.4	Analisi dei risultati e considerazioni progettuali	34
7	2° ATTRAVERSAMENTO: METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	35
7.1	Metodologia operativa: Trivellazione con Spingitubo	35
7.2	Generalità sul sistema costruttivo	35
7.3	Configurazione geometrica di progetto e ripristini	38
8	3°, 4° ATTRAVERSAMENTO: METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	39
8.1	Premessa	39
8.2	Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto	39
8.3	Geometria della condotta ed interventi di ripristino	41
8.3.1	<u>3° Attraversamento torrente Savalano</u>	41
8.3.2	<u>4° Attraversamento torrente Savalano</u>	41
9	VALUTAZIONI INERENTI ALLA COMPATIBILITA' IDRAULICA	43
9.1	Quadro normativo generale	43
9.1.1	<u>Direttiva 2007/60/CE (Floods Directive - FD")</u>	43
9.1.2	<u>D.Lgs. 49/2010</u>	43
9.1.3	<u>Piani di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)</u>	44
9.2	Quadro normativo di riferimento per l'ambito in esame	46
9.2.1	<u>Premessa</u>	46
9.2.2	<u>PGRA del Distretto Appennino Settentrionale</u>	46
9.2.3	<u>L.R. n. 41/2018</u>	48
9.3	Interferenze con PGRA nell'ambito di attraversamento del corso d'acqua	49
9.4	Analisi delle condizioni di compatibilità idraulica	50
9.4.1	<u>Considerazioni di carattere generale</u>	50
9.4.2	<u>Considerazioni specifiche inerenti all'ambito 2° attraversamento del corso d'acqua</u>	50
9.4.3	<u>Considerazioni specifiche inerenti al 3° e 4° attraversamento dell'alveo</u>	52
9.4.4	<u>Considerazioni specifiche inerenti ai tratti di percorrenza di linea delle aree inondabili</u>	53
9.5	Interferenze con cassa di espansione in progetto e verifica compatibilità	53
9.5.1	<u>Premessa</u>	53
9.5.2	<u>Ubicazione della cassa in progetto e cenni sulle tipologie d'intervento previste</u>	54
9.5.3	<u>Analisi delle interferenze del metanodotto ed accorgimenti tecnici</u>	55

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 4 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

9.5.4	<u>Verifica delle condizioni di compatibilità</u>	55
9.6	Considerazioni conclusive sulla compatibilità idraulica	56
10	CONCLUSIONI	57
	APPENDICE 1: COLONNE STRATIGRAFICHE DEI SONDAGGI	59
	ANNESI:	
•	Disegni del 2°, 3° e 4° Attraversamento del corso d'acqua (cfr. par.1.3)	

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 5 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

1 GENERALITÀ

1.1 Premessa

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto generale denominato "Rifacimento metanodotto Livorno – Piombino DN 750 (30"), DP 75bar e opere connesse", intende realizzare un metanodotto caratterizzato da una lunghezza complessiva di circa 84km, che si sviluppa dal comune di Collesalvetti al comune di Piombino (interessando i territori delle province di Livorno e di Pisa), in sostanziale parallelismo al metanodotto "Livorno - Piombino" DN 400 (16") in esercizio.

Il tracciato del metanodotto in progetto (DN 750), nell'ambito del proprio sviluppo, interseca per n.4 volte l'alveo del torrente SAVALANO. In particolare, il 1° attraversamento ricade nel tratto alto del corso d'acqua; mentre gli altri 3 attraversamenti sono ubicati (a distanza ravvicinata) nel tratto terminale dell'asta fluviale.

Nel presente elaborato vengono analizzati proprio gli ultimi 3 attraversamenti del Savalano (2°, 3° e 4°), in quanto ricadenti in aree censite a pericolosità idraulica Elevata (P3) e/o Media (P2) ai sensi del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) redatto dal Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale.

1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato

Lo scopo del presente elaborato è quello di analizzare le condizioni di compatibilità idraulica del metanodotto in progetto negli ambiti specificatamente in esame (d'interferenza con le aree a pericolosità idraulica P3 e/o P2).

Nell'ambito della presente relazione vengono inoltre illustrati gli studi effettuati al fine di individuare le caratteristiche di progettazione negli attraversamenti in subalveo del corso d'acqua, con particolare riferimento alla definizione della metodologia operativa, del profilo di posa della condotta e delle caratteristiche delle eventuali opere di ripristino e di presidio idraulico.

Le scelte sono state effettuate in funzione di valutazioni di tipo geomorfologico, geologico, idrologico ed idraulico, con lo scopo di garantire la sicurezza del metanodotto per tutto il periodo di esercizio, nonché di assicurare la compatibilità dell'infrastruttura in considerazione del contesto idraulico del corso d'acqua, subordinandola alla dinamica evolutiva dello stesso.

In tal senso le valutazioni specifiche di cui al presente elaborato sono state condotte in riferimento alle fasi di studio qui di seguito sinteticamente descritte:

- Inquadramento territoriale delle aree d'attraversamento, in modo da consentire di individuare in maniera univoca i tratti del corso d'acqua interessati dall'interferenza con l'infrastruttura lineare in progetto;
- Caratterizzazione idrografica del corso d'acqua e descrizione degli ambiti di attraversamento;
- Valutazioni idrologiche, al fine di stimare le portate al colmo di piena di progetto in corrispondenza degli ambiti di studio;
- Valutazioni idrauliche, volte ad individuare i parametri caratteristici di deflusso idrico ed i fenomeni associati alla dinamica fluviale locale in corrispondenza di ciascun ambito di attraversamento, con particolare riferimento alla valutazione dei fenomeni erosivi di fondo alveo;

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 6 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

- Descrizione delle scelte progettuali inerenti alla metodologia costruttiva, alla geometria della condotta in subalveo ed alle eventuali opere di presidio idraulico previste in ciascun attraversamento in esame;
- Valutazioni sulle condizioni di compatibilità idraulica dei sistemi d'attraversamento, in riferimento alle misure di salvaguardia stabilite nella Disciplina di Piano del PGRA ed in considerazione della regolamentazione di normativa per gli interventi ricadenti in ambiti censiti a pericolosità da alluvione fluviale.

1.3 Disegni di Attraversamento

I progetti d'attraversamento in esame, comprendenti le caratteristiche geometriche e strutturali della condotta, il profilo di posa della stessa, nonché le caratteristiche tipologiche e dimensionali delle eventuali opere di sistemazione, sono stati sviluppati nei seguenti elaborati grafici:

- **AT-15E-01219**
"Rifacimento Metanodotto Livorno-Piombino", DN750 (30");
Torrente Savalano (2° Attraversamento)
- **AT-11E-01220**
"Rifacimento Metanodotto Livorno-Piombino", DN750 (30");
Torrente Savalano (3° Attraversamento)
- **AT-11E-01221**
"Rifacimento Metanodotto Livorno-Piombino", DN750 (30");
Torrente Savalano (4° Attraversamento)

Pertanto, per gli approfondimenti di alcune tematiche affrontate nel presente documento, si rimanda alla visione degli elaborati grafici di progetto sopra citati.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 7 di 59

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Gli attraversamenti in esame del metanodotto in progetto "Rifacimento Met. Livorno – Piombino, DN750" dell'alveo del torrente Savalano sono ubicati in ambiti di confine tra i territori comunali di Rosignano Marittimo (LI) e di Santa Luce (PI) e ricadono nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua.

Al fine di fornire un inquadramento territoriale generale degli ambiti di attraversamento in esame, qui di seguito si riporta una corografia in scala 1:25.000 (estratta dalle tavolette IGM), dove il tracciato del metanodotto in progetto (DN750) è riportato mediante una linea in rosso, il metanodotto in esercizio sulla medesima direttrice (DN400) è indicato tramite una linea in verde e le aree di attraversamento del corso d'acqua da parte del metanodotto in progetto (DN750) sono indicate mediante dei cerchi in colore blu.

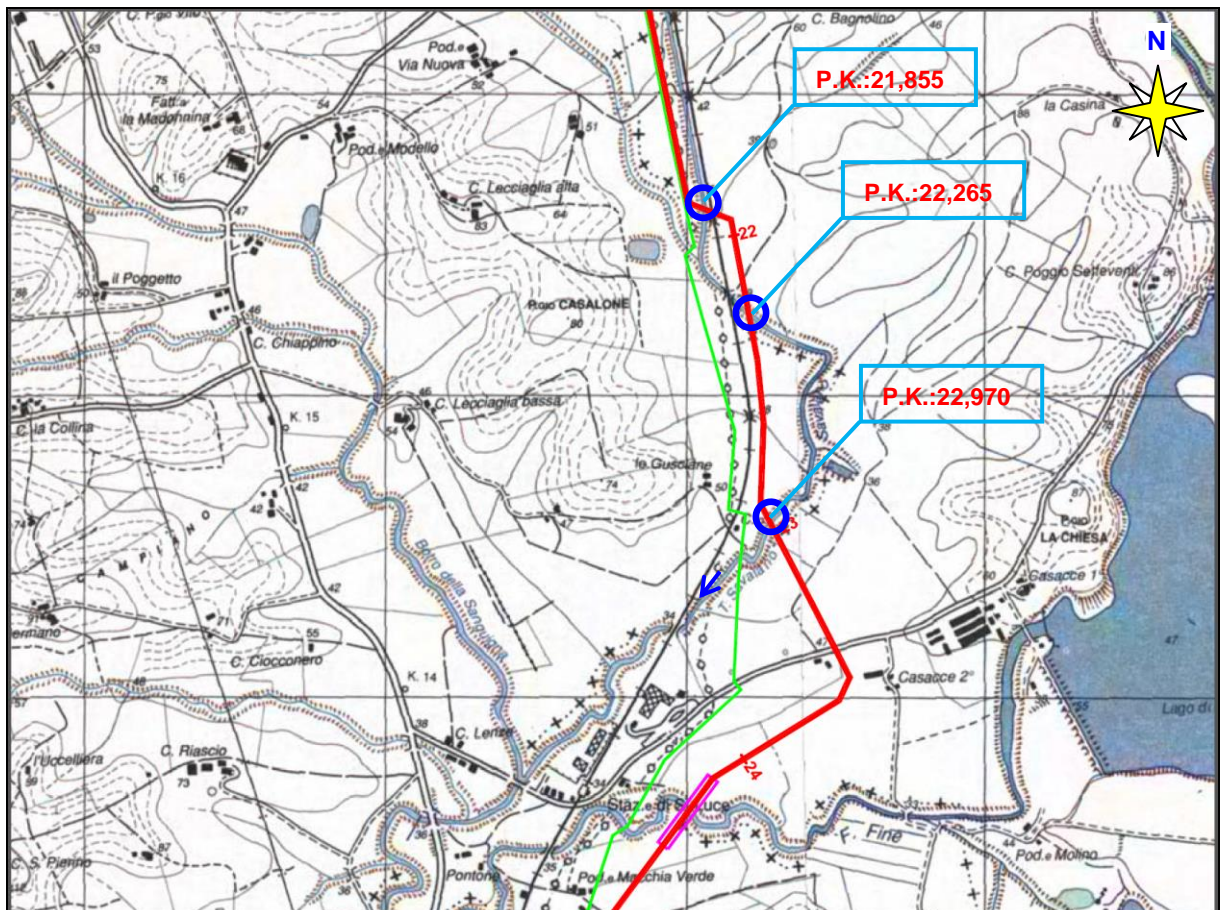


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

Le coordinate piane degli ambiti di attraversamento del corso d'acqua sono riportate nella tabella seguente:

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 8 di 59

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

Tab.2.1/A: Coordinate ambiti di attraversamento del corso d'acqua

Coordinate 2° Attraversamento del torrente Savalano		
Coordinate Piane (EPSG: 3003): Est /Nord	1621020 m E	4812434 m N
Coordinate 3° Attraversamento del torrente Savalano		
Coordinate Piane (EPSG: 3003): Est /Nord	1621165 m E	4812081 m N
Coordinate 4° Attraversamento del torrente Savalano		
Coordinate Piane (EPSG: 3003): Est /Nord	1621236 m E	4811393 m N

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico di maggior dettaglio (dalle CTR in scala 1:10.000), nel quale sono riportate le medesime informazioni di cui allo stralcio precedente.

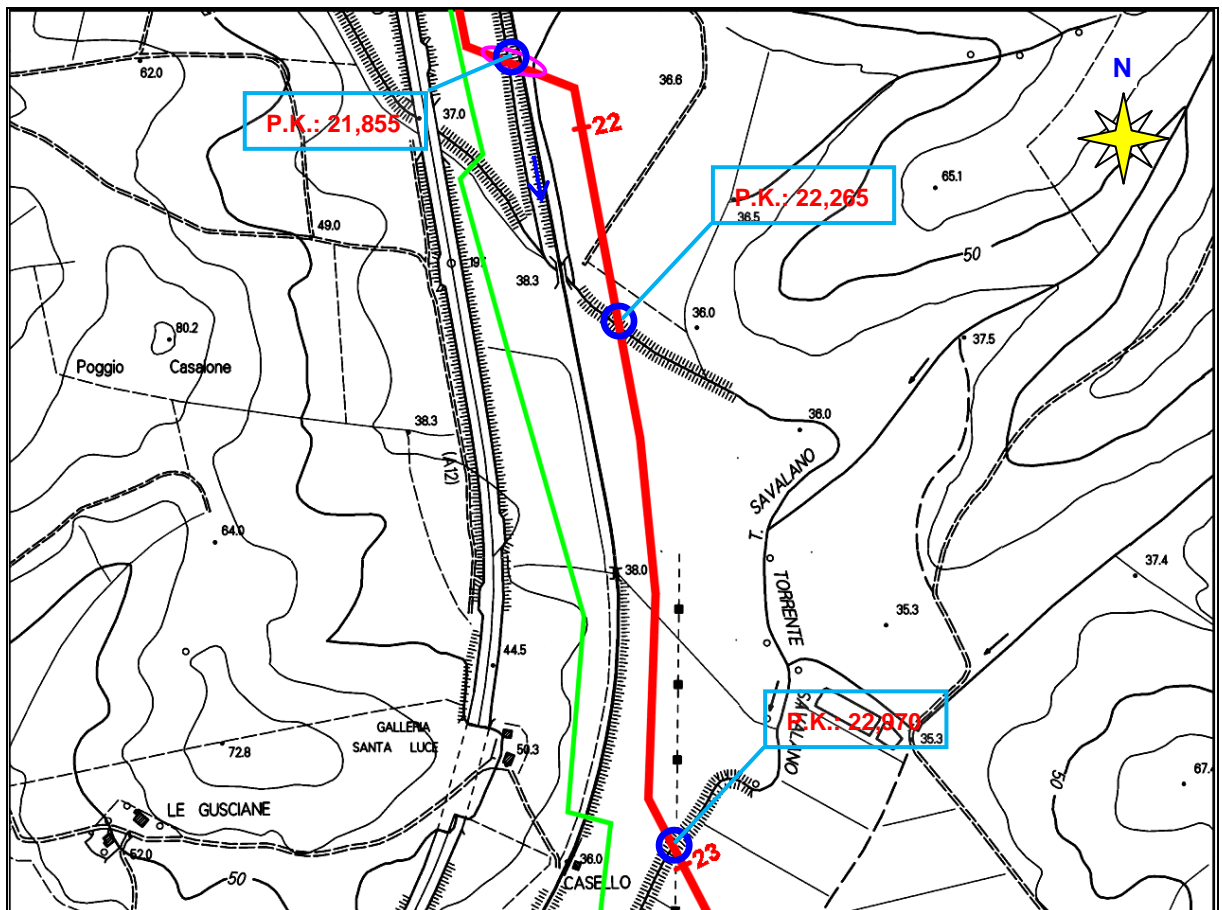


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

Nella figura precedente è inoltre schematicamente indicato (mediante un'ellisse in magenta) il tratto di condotta con posa prevista in trivellazione in corrispondenza del 2° attraversamento (quello di monte in figura). Ciò in quanto (come meglio specificato in seguito), quell'attraversamento dell'alveo del corso d'acqua verrà realizzato in trenchless, con la tecnica dello "spingitubo".

Gli altri 2 attraversamenti in esame, invece, verranno realizzati con la classica tecnica degli scavi a cielo aperto.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 9 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

3 CARATTERIZZAZIONE DEGLI AMBITI IN ESAME

3.1 Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua

Il torrente Savalano rappresenta il principale affluente del fiume Fine, dunque ricadente nell'UoM Toscana Costa e facente parte della pertinenza del Distretto Appennino Settentrionale.

Il Savalano è caratterizzato da un bacino complessivo di superficie di circa 50 km², ricadente nei territori dei comuni di Collesalveti (LI), di Orciano Pisano (PI), Santa Luce (PI) e di Rosignano Marittimo (LI).

Il torrente nasce in prossimità della località "Poggio alle Fate" e si sviluppa nel tratto iniziale prima in direzione Est e poi Sud-Est, nel territorio di Collesalveti.

Quindi arrivato a valle, il torrente si dirige in direzione Sud, assumendo una configurazione rettilinea per circa 4km, in quanto artificializzato poiché scorre tra la linea ferroviaria e l'Autostrada "Genova-Rosignano".

A circa 4km dalla foce, subito dopo la confluenza del Botro di Melarno, il Savalano attraversa la ferrovia ed intraprende un percorso molto tortuoso, con presenza di numerosi meandri, sino alla foce nel Fine.

A circa 1.5km dalla foce riceve le acque del suo principale affluente Botro di Riardo, denominato anche Botro della Sanguigna, che è un tributario di destra caratterizzato da un bacino di circa 18 km².

Il regime idraulico è tipicamente torrentizio con piene anche violente ed improvvise e con periodi prolungati, anche mesi, di completa siccità.

Nella figura seguente è riportato il bacino complessivo del corso d'acqua (in color arancione), su una base cartografica estrapolata dalle tavolette IGM, con indicazione dell'asta del corso d'acqua e del reticolo idrografico principale (in blu), e del reticolo minore (in celeste). Nella stessa figura sono anche indicati, mediante dei cerchi in rosso, gli ambiti d'interferenza tra il metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in rosso) e l'alveo del corso d'acqua in esame nel presente elaborato.



PROGETTISTA



COMMESSA
NR/20049

UNITÀ
000

LOCALITÀ

REGIONE TOSCANA

REL-CI-E-00402

PROGETTO

RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar

Fg. 10 di 59

Rev.
0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

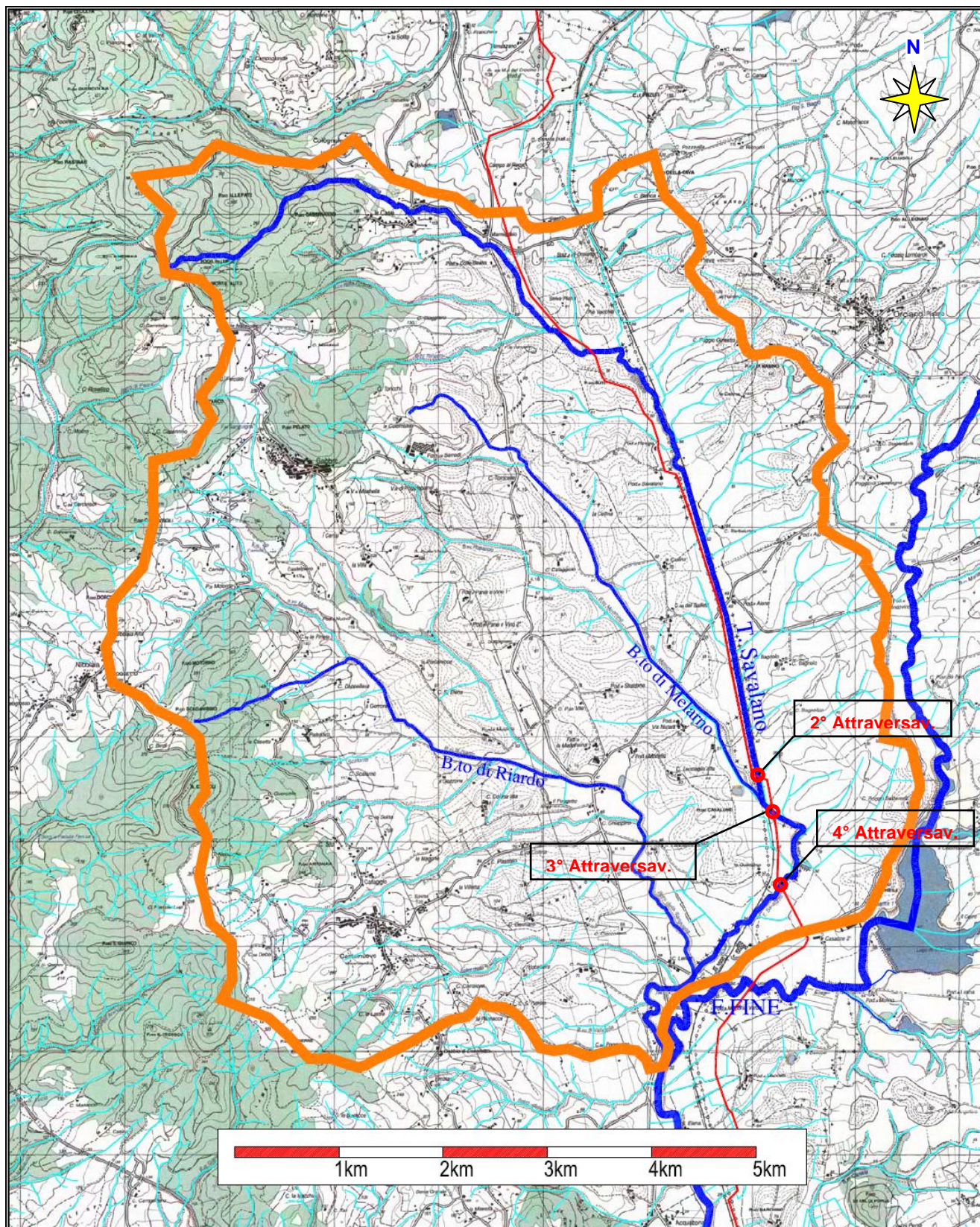


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del Savalano con indicazione ambiti di attraversamento in esame

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 11 di 59	Rev. 0	

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

Dall'esame della figura precedente si rileva che gli ambiti di attraversamento del corso d'acqua in esame nel presente elaborato ricadono nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua. In particolare, il 2° attraversamento ricade poco a monte della confluenza del Botro di Melarno; mentre il 3° e 4° attraversamento ricadono a valle della confluenza del Botro summenzionato.

3.2 Descrizioni delle aree d'attraversamento

Come si rileva dalla precedente Fig.3.1/A, gli ambiti di attraversamento in esame ricadono nel basso dello sviluppo del corso d'acqua.

Al fine di consentire una visione diretta degli ambiti d'interferenza tra il metanodotto in progetto (DN750) e l'alveo del corso d'acqua, nella figura seguente è riportata una foto aerea (estratta da Google Earth), dove il tracciato del metanodotto in progetto è riportato mediante una linea in rosso e le aree di attraversamento in esame sono indicate mediante dei cerchi in colore celeste.

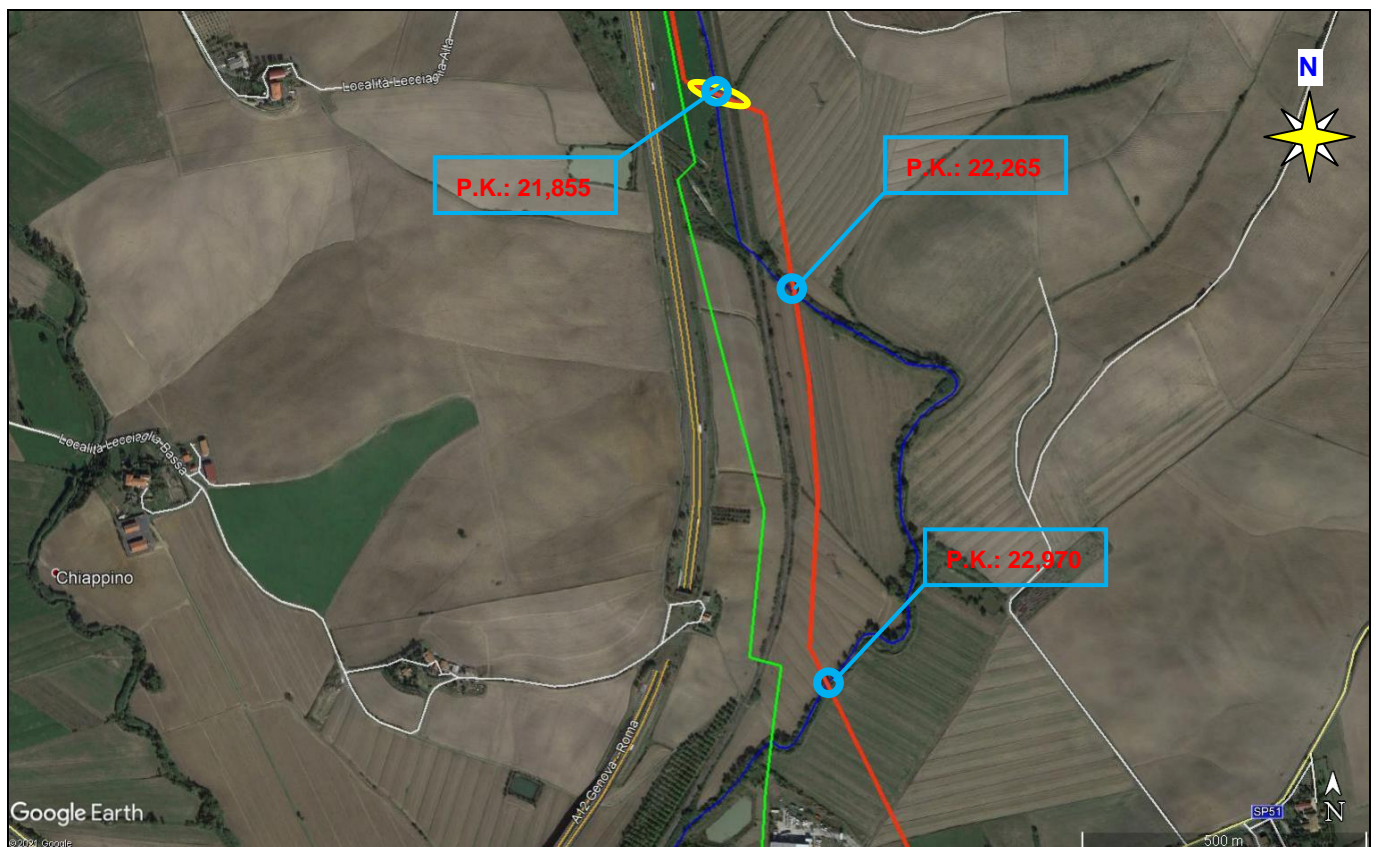


Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento (estratta da Google Earth)

Nella figura precedente è inoltre schematicamente indicato (mediante un'ellisse in giallo) il tratto di condotta con posa prevista in trivellazione in corrispondenza del 2° attraversamento (quello di monte in figura). Ciò in quanto (come meglio specificato in seguito) quell'attraversamento dell'alveo del corso d'acqua verrà realizzato in trenchless, con la tecnica dello "spingitubo".

Qui di seguito si riportano delle descrizioni particolareggiate relative a ciascuno degli ambiti di attraversamento in esame.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 12 di 59		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

3.2.1 Ambito 2° attraversamento torrente Savalano

Come si rileva dalla precedente Fig.3.1/A l'attraversamento in esame ricade nel tratto basso dello sviluppo dell'asta fluviale del corso d'acqua, poco a monte della confluenza del Botro di Melarno.

In corrispondenza dell'area di attraversamento il corso d'acqua assume una configurazione longitudinale rettilinea, in quanto scorre in parallelismo all'Autostrada A12 ed alla linea ferroviaria "Pisa – Cecina".

Nel tratto in esame l'alveo risulta completamente rimaneggiato e dunque presenta una configurazione artificiale e regolare (a forma trapezia), con sezione incisa. Il fondo alveo presenta un'ampiezza di circa 4m; mentre le sponde, mediamente acclivi (circa 45°), si elevano dal letto del corso d'acqua di circa 2.5m.

Dal punto di vista vegetazionale la sponda destra risulta inerbita; mentre nella sponda in sinistra idrografica si individua una folta vegetazione arbustiva (costituita soprattutto da canneti e da rovi).

Sul fondo alveo si rileva la presenza di acqua sostanzialmente stagnante e non si individuano fenomeni erosivi significativi sia al fondo, che sulle sponde.

Nella figura seguente è inoltre riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento in esame del corso d'acqua, scattata dalla sponda in destra idrografica.

La linea indicata in rosso rappresenta la posizione del tracciato del metanodotto in progetto. La stessa linea è stata riportata tratteggiata per indicare che l'attraversamento verrà eseguito in trivellazione (con la tecnica dello "spingitubo").



Fig.3.2/B: Foto ambito 2° attraversamento torrente Savalano

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA	REL-CI-E-00402	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 13 di 59	Rev. 0	

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

3.2.2 Ambito 3° attraversamento torrente Savalano

Come si rileva dalla precedente Fig.3.1/A l'attraversamento in esame ricade nel tratto basso dello sviluppo dell'asta fluviale del corso d'acqua, poco a valle della confluenza del Botro di Melarno.

In prossimità dell'area di attraversamento il corso d'acqua assume un andamento longitudinale moderatamente sinuoso; seppur il punto di attraversamento ricade in un breve tratto dove s'individua una configurazione longitudinale sostanzialmente rettilinea. L'alveo si presenta con una configurazione incisa, con fondo largo 4÷5m e con sponde, significativamente acclivi, che si elevano dal letto del corso d'acqua per circa 3 m.

Nell'intorno del corso d'acqua si individua una stretta fascia ripariale costituita prevalentemente da arbusti (canneti e rovi) e con rada presenza di elementi di vegetazione arborea a basso fusto.

Sul fondo alveo si rileva la presenza di acqua, che scorre con una bassa velocità di deflusso. Non si individuano fenomeni erosivi apprezzabili sia al fondo, che sulle sponde.

Nella figura seguente è inoltre riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento in esame del corso d'acqua, scattata dalla sponda in sinistra idrografica.

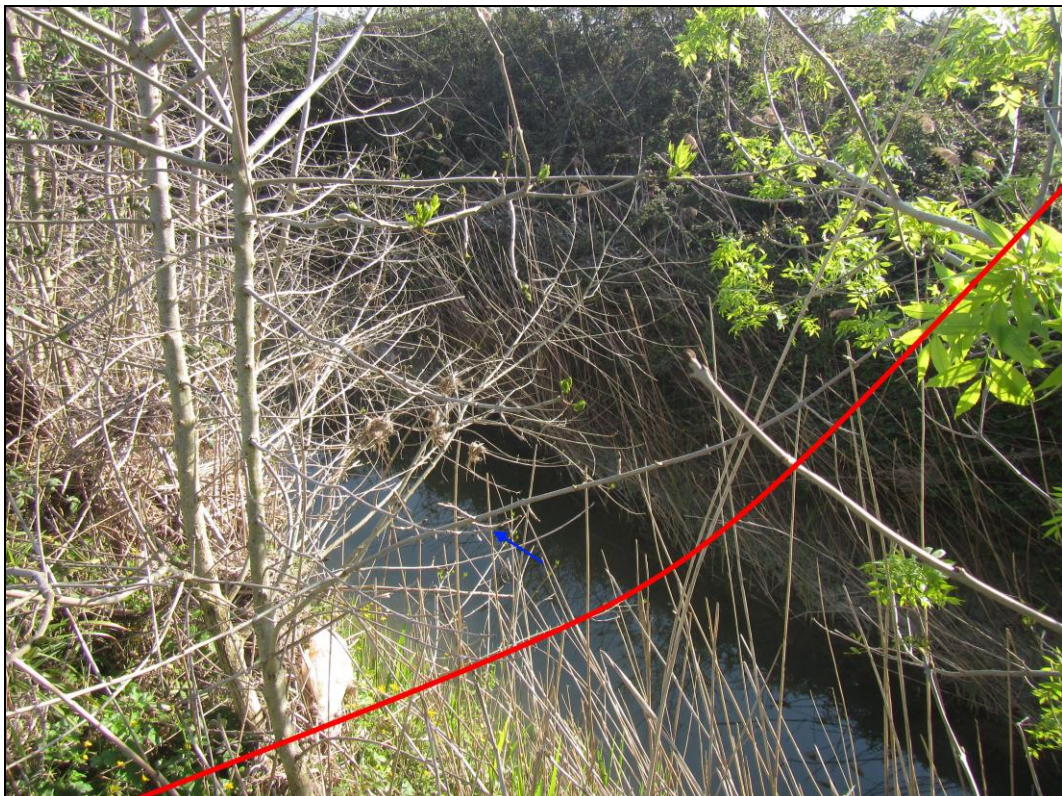


Fig.3.2/C: Foto ambito 3° attraversamento torrente Savalano

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 14 di 59		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

3.2.3 Ambito 4° attraversamento torrente Savalano

Come si rileva dalla precedente Fig.3.1/A l'attraversamento in esame ricade nel tratto basso dello sviluppo dell'asta del corso d'acqua, a circa 1.3 km a monte della confluenza del Botro di Riardo e a circa 2.8 km dalla foce nel Fine.

In prossimità dell'area di attraversamento il corso d'acqua assume un andamento longitudinale moderatamente tortuoso; seppur il punto di attraversamento ricade in un breve tratto dove si rileva una configurazione longitudinale sostanzialmente rettilinea. L'alveo si presenta con una configurazione incisa, con fondo largo 3÷4m e con sponde, significativamente acclivi, che si elevano dal letto del corso d'acqua per circa 3.5m.

Nell'intorno del corso d'acqua si individua una stretta fascia ripariale costituita prevalentemente da arbusti (canneti e rovi). Nel lato in destra si individua la presenza di radi elementi di vegetazione arborea a basso fusto.

Sul fondo alveo si rileva la presenza di acqua, che defluisce con una velocità molto bassa; inoltre, non si individuano fenomeni erosivi apprezzabili sia al fondo, che sulle sponde.

Nella figura seguente è inoltre riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento in esame del corso d'acqua, scattata dalla sponda in sinistra idrografica.

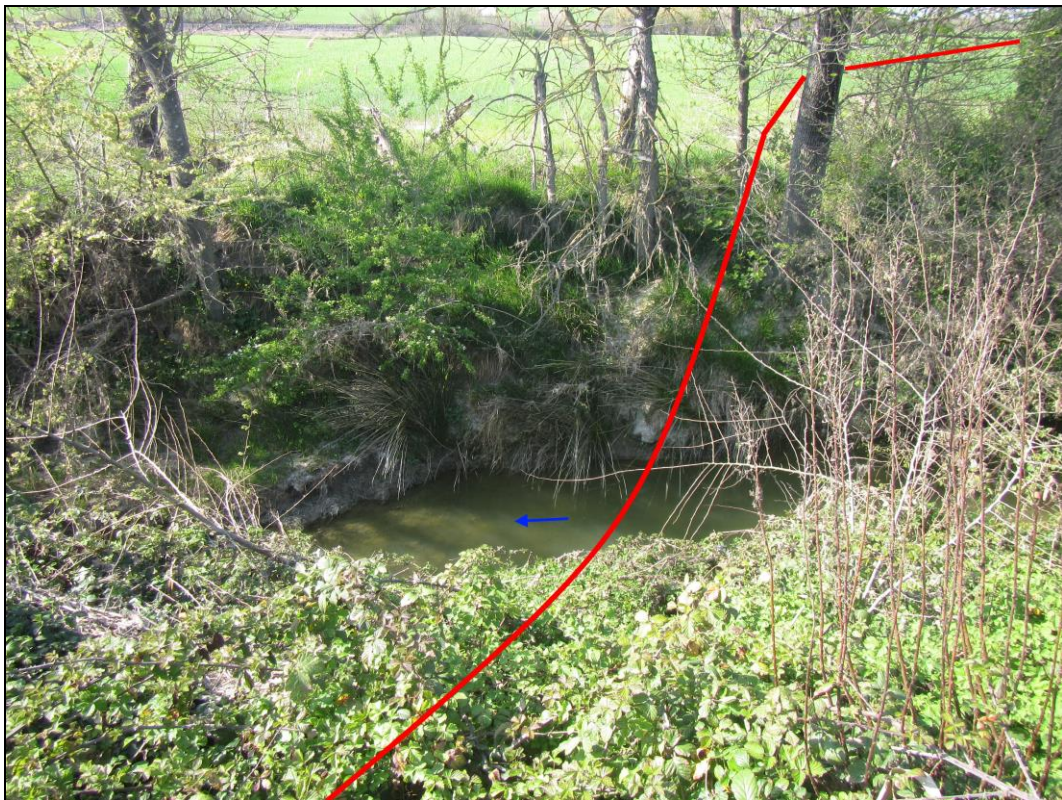


Fig.3.2/D: Foto ambito 4° attraversamento torrente Savalano

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 15 di 59

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

3.3 Indagini di caratterizzazione litostratigrafica

Per l'acquisizione degli elementi che hanno permesso di esprimere un giudizio sui litotipi dei terreni presenti nell'ambito fluviale di cui al 3° attraversamento del corso d'acqua, ci si riferisce espressamente ad un sondaggio geognostico effettuato nel 2009, nell'ambito del progetto del metanodotto SRG "Piombino -Collesalveti" (intervento mai realizzato).

Il sondaggio, denominato S38 (spinto sino alla profondità di 15m), può essere considerato rappresentativo anche per il 2° e il 4° attraversamento del corso d'acqua.

Nella figura seguente si riporta una foto aerea dell'ambito in esame (estratta da Google Earth) con l'ubicazione del sondaggio geognostico.

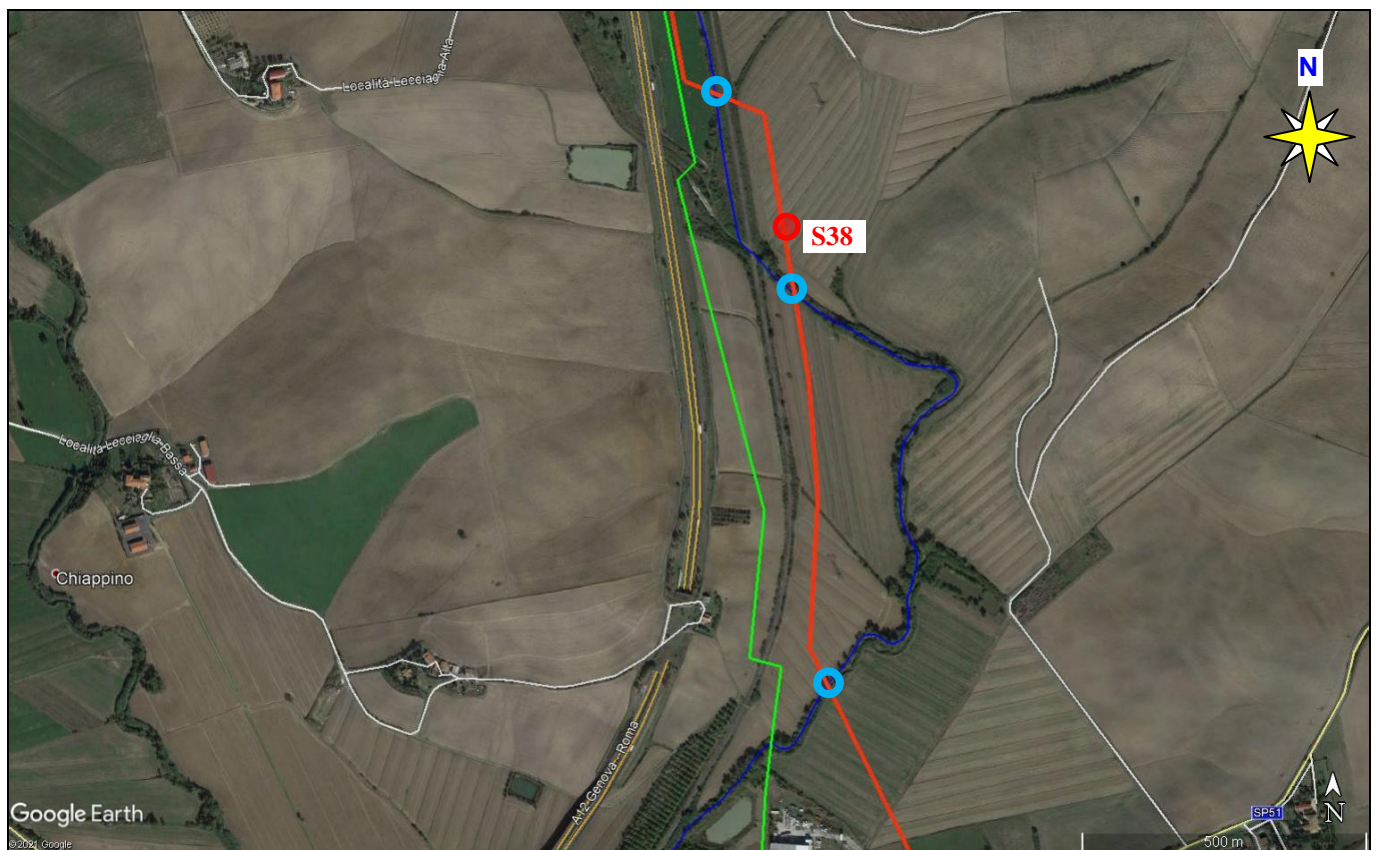


Fig.3.3/A: Foto aerea, con ubicazione del sondaggio geognostico

Per l'esame della colonna stratigrafica del sondaggio di riferimento si rimanda alla visione dell'Appendice 1.

Dall'analisi della colonna stratigrafica, s'individua la presenza prevalente di limi argillosi e/o sabbiosi, talvolta alternati con dei piccoli livelli costituiti da argille e da ghiaie.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 16 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

4 VALUTAZIONI IDROLOGICHE

4.1 Generalità

Lo studio idrologico in generale assume la finalità di determinazione delle portate al colmo di piena e/o degli idrogrammi di piena di uno o più corsi d'acqua in prefissate sezioni di studio ed in funzione di associati tempi di ritorno.

I risultati di tale studio nello specifico costituiscono la base per le verifiche idrauliche, in relazione alle quali verranno analizzate le condizioni di deflusso del corso d'acqua ed individuati i valori di copertura della linea in progetto, per la sua posa in sicurezza.

La valutazione delle portate può essere eseguita con diverse metodologie di calcolo, in funzione della natura dei dati disponibili.

In generale, avendo a disposizione dati di portata registrati in continuo da una stazione idrometrica presente sul corso d'acqua, si esegue l'elaborazione statistica degli eventi estremi disponibili (metodo diretto).

In mancanza di detti dati, si verifica se sono disponibili dati di portata di altri corsi d'acqua, siti nelle circostanze del fiume oggetto di studio, con le medesime caratteristiche idrologiche. In detto caso si esegue l'elaborazione statistica di dati disponibili e successivamente si cerca di interpretare le portate del corso d'acqua in esame sulla base dei risultati ottenuti (metodo della similitudine idrologica).

In molti casi è possibile utilizzare i cosiddetti "metodi di regionalizzazione", attraverso i quali è possibile valutare le portate di piena in riferimento a parametri idrologici caratteristici del bacino in esame.

Infine, è possibile ricorrere al metodo indiretto (Afflussi- Deflussi), che permette la valutazione delle portate al colmo in funzione delle precipitazioni intense.

4.2 Considerazioni specifiche preliminari

Per le valutazioni idrologiche nell'ambito specifico in esame, ci si riferisce esplicitamente ai risultati degli "studi ufficiali" ricomprendenti l'analisi idrologica del corso d'acqua in esame e con particolare riferimento a quelli riportati nel progetto denominato "*Regimazione idraulica del Fiume Fine*" redatto dalla H.S. Ingegneria S.r.l. – Ing. S. Pozzolini, su incarico della Solvay Chimica Italia S.p.A., con la finalità di individuare gli interventi necessari (a scala di bacino) per eliminare le situazioni idraulicamente critiche ricadenti nel tratto terminale del Fine.

Il progetto, la cui attuazione allo stato attuale risulta parziale, ha ottenuto il parere favorevole da parte di tutti gli Enti Pubblici interessati.

In tal senso nel seguito si provvederà a descrivere brevemente i contenuti del progetto e lo stato di attuazione degli interventi; poi verranno riportati dei cenni sulle metodologie di elaborazione impiegate per le valutazioni idrologiche. Quindi si procederà a selezionare i risultati di interesse per lo specifico elaborato.

4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

Si assume come sezione di studio quella relativa all'ultimo attraversamento da parte del metanodotto in progetto, che ricade nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua, a circa 2.8 km dalla foce nel Fine.

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico, ricavato dalle tavolette IGM, con la delimitazione del bacino sotteso dalla sezione di studio (in color magenta) e con indicazione del reticolo idrografico. Nella stessa figura il tracciato di progetto è indicato mediante una linea in colore rosso.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fig. 17 di 59

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

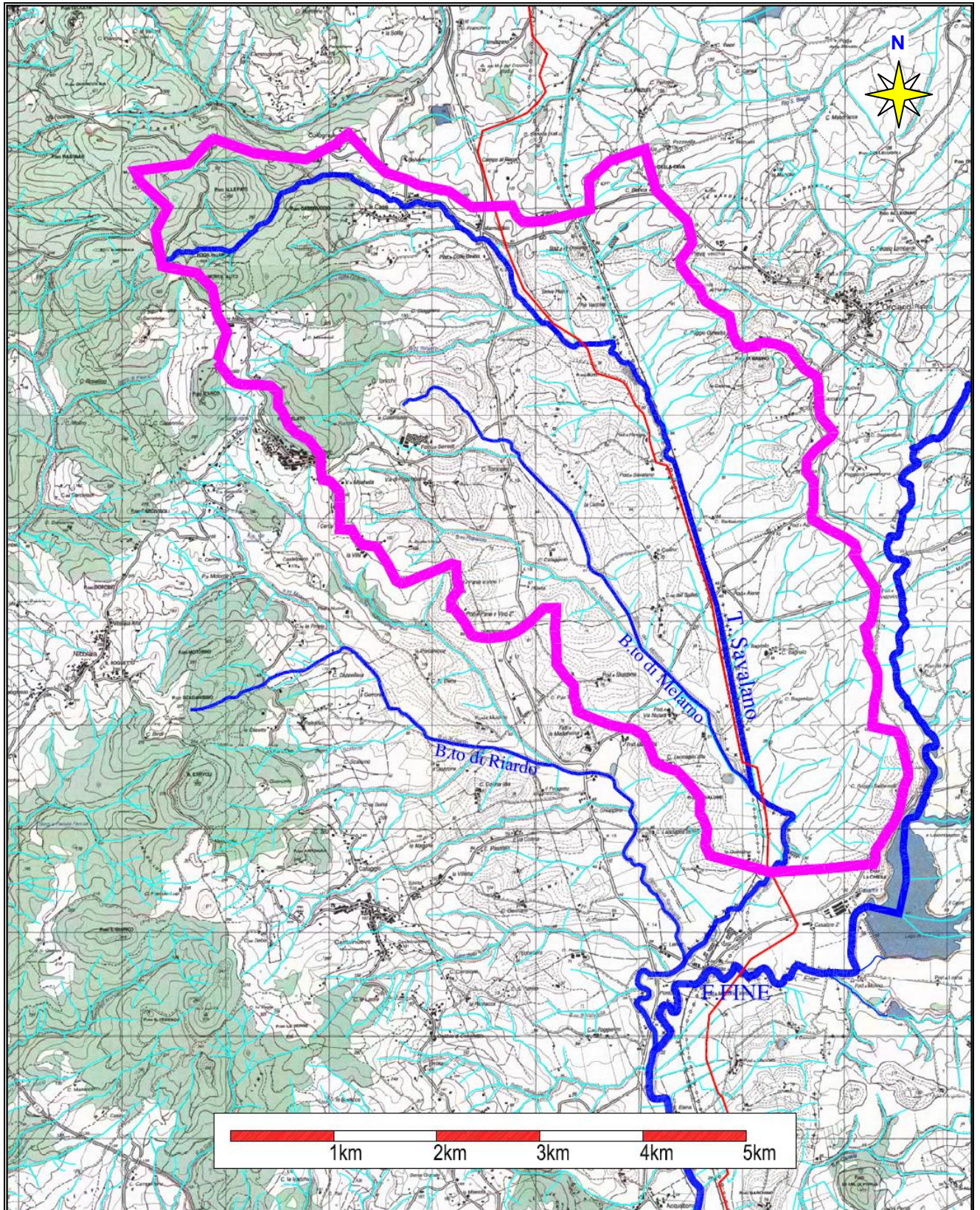


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 18 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

Nella tabella seguente sono riportati i parametri morfometrici del bacino sotteso dalla sezione di studio (4° e ultima sezione di attraversamento del corso d'acqua).

Tab.4.3/A: Parametri morfometrici

Corso d'acqua	Sez. di studio	Superficie Bacino (kmq)	Lunghezza asta principale (km)	Altitudine max del Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
Torrente Savalano	Ultimo Attravers. (di valle)	26.8	11.5	453	30

4.4 Progetto di "Regimazione Idr. F.Fine" – Contenuti e stato di attuazione

4.4.1 Finalità e articolazione del progetto

Il progetto dell'intervento denominato "Regimazione idraulica del Fiume Fine" è stato redatto dalla H.S. Ingegneria S.r.l. – Ing. S. Pozzolini, su incarico della Solvay Chimica Italia S.p.A., con la finalità di individuare gli interventi necessari (a scala di bacino) per eliminare le situazioni idraulicamente critiche ricadenti nel tratto terminale del corso d'acqua.

Le fasi progettuali svolte per la definizione degli interventi di sistemazione idraulica del Fine possono essere così sintetizzate:

- studio idrologico di dettaglio del bacino del fiume Fine, considerando sia l'asta principale, che i vari sottobacini. Da tale studio si sono ottenute le portate massime con tempo di ritorno 200 anni e 500 anni sia del Fine che dei suoi affluenti, utilizzate poi per la scelta tra i diversi scenari di sistemazione e per la progettazione dei vari interventi;
- studio idraulico dei corsi d'acqua principali e definizione degli interventi prioritari per la sistemazione del bacino del Fine, nel quadro di riferimento degli interventi strutturali previsti dal Piano di Assetto Idrogeologico dell'ex Autorità di Bacino Toscana Costa;
- progettazione delle opere idrauliche per la messa in sicurezza delle aree oggetto di interesse da parte della Committenza e degli Enti Pubblici interessati.

4.4.2 Lotti funzionali e stato di attuazione del progetto

Al fine di conseguire gli obiettivi previsti, nel progetto sono stati previsti degli interventi sia sul corso d'acqua principale che su alcuni suoi affluenti, i quali sulla base delle necessità sia della Committenza che dei diversi Enti interessati, sono stati raggruppati in n.4 lotti funzionali:

- I LOTTO: interventi per la messa in sicurezza di Vada;
- II LOTTO: cassa d'espansione sul torrente Savalano;
- III LOTTO: casse d'espansione sul Botro della Sanguigna;
- IV LOTTO: rinforzo e adeguamento delle arginature a protezione dello stabilimento Solvay;

Allo stato attuale sono stati realizzati i lavori relativi al 1° lotto funzionale, consistenti nell'adeguamento dei tre attraversamenti presenti nel tratto focivo del fiume (ponte della linea FS Livorno-Roma, ponte della ex SS1, e attraversamento delle condotte Solvay) e la rimozione e il rifacimento delle arginature in prossimità del ponte della linea FS Livorno-Roma.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 19 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

4.5 Progetto di “Regimazione Idr. F.Fine” – Elaborazioni idrologiche

4.5.1 Modalità e criteri di elaborazione

Lo studio idrologico di dettaglio del bacino del fiume Fine è stato condotto considerando sia l'asta principale che i vari sottobacini. Da tale studio si sono ottenute le portate massime con tempo di ritorno 200 anni e 500 anni sia del Fine che dei suoi affluenti, utilizzate poi per la scelta tra i diversi scenari di sistemazione e per la progettazione dei vari interventi.

Nella figura seguente è riportato il bacino imbrifero del Fine dal quale si può individuare il reticolo idrografico ed i sottobacini di riferimento. In figura è stato riportato il metanodotto in progetto tramite una linea in rosso; nonché la localizzazione dell'ambito dell'ultimo attraversamento del corso d'acqua è stato indicato mediante una freccia in rosso.

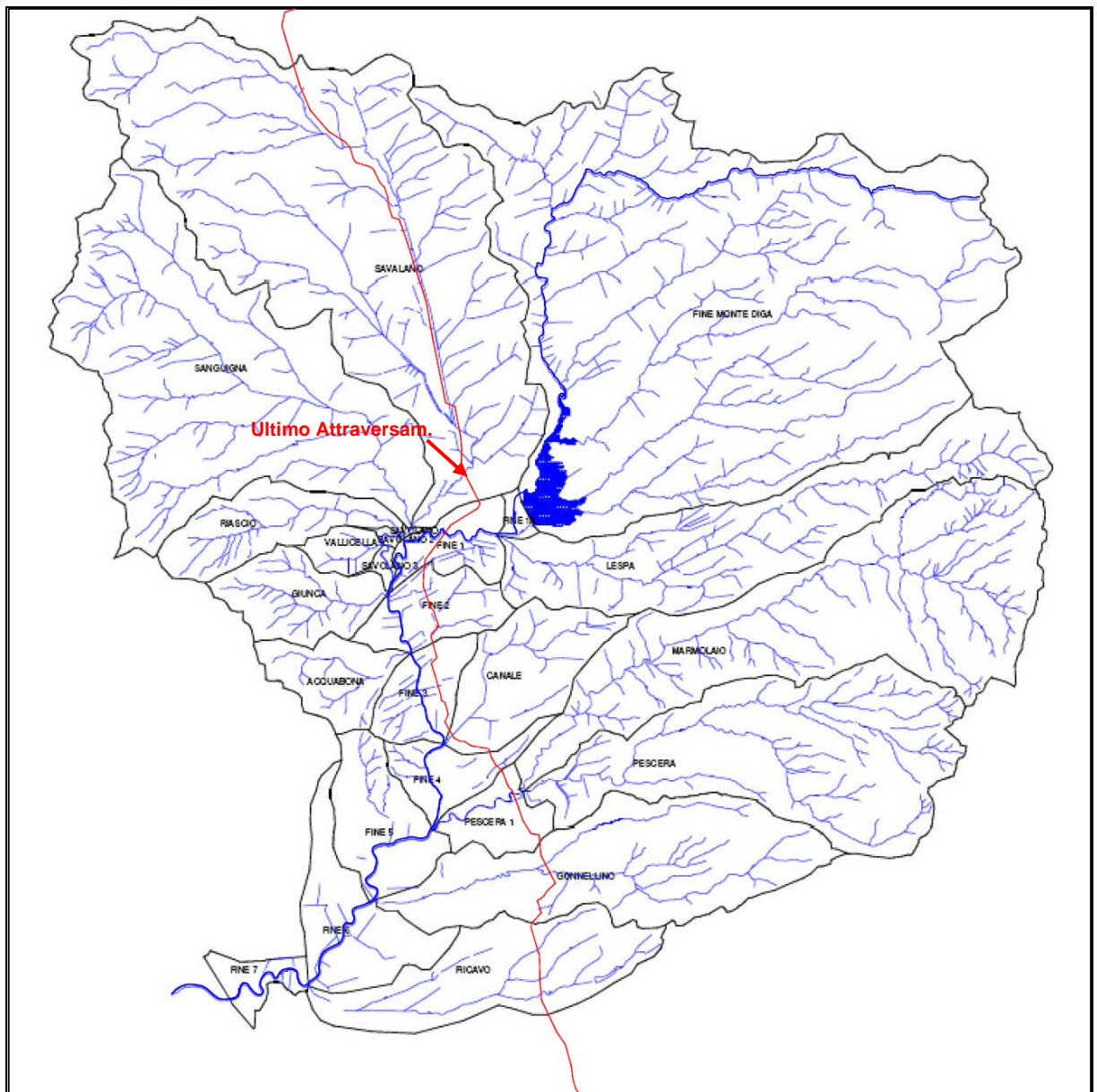


Fig.4.5/A: Reticolo Idrografico e sottobacini di riferimento

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 20 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

Le principali caratteristiche morfometriche dei vari sottobacini considerati nello studio sono riportate nella tabella seguente.

Tab.4.5/A: Caratteristiche dei sottobacini e degli affluenti principali del fiume Fine

Bacino	S (kmq)	Pendenza media di bacino	L asta principale (km)	Pendenza asta principale	Magnitudine rete	Diametro rete
Savolano	27.718	0.155526	12.73	0.010998	102	31
Vallicella	0.707	0.144600	1.04	0.001250		
Savolano 1	0.045	0.067500	0.24	0.001240		
Savolano 2	0.133	0.073500	0.44	0.001230		
Savolano 3	0.187	0.129600	0.92	0.001250		
Sanguigna	18.084	0.193918	8.23	0.016201	67	21
Riasco	3.080	0.204981	4.28	0.044860	16	14
Giunca	2.719	0.203384	3.07	0.052117		
Acquabona	2.136	0.232140	2.59	0.039640		
Ricavo	5.820	0.087727	6.04	0.015120	8	6
Gonnellino	9.192	0.204659	8.02	0.027764	19	12
Canale	3.783	0.142051	3.72	0.020430	12	8
Fine 1	1.583	0.070456	3.52	0.006390		
Fine 1A	0.283	0.097000	0.65	0.006350		
Fine 2	2.145	0.107259	1.19	0.001930		
Fine 3	1.831	0.166461	1.63	0.009020		
Fine 4	1.680	0.187500	1.57	0.000637		
Fine 5	2.984	0.146937	2.15	0.000465		
Fine 6	3.456	0.054815	1.92	0.002340		
Fine 7	0.916	0.015000	2.06	0.000728		
Pescera	12.125	0.260530	8.62	0.055684	57	24
Pescera 1	1.465	0.110792	2.00	0.008000		
Marmolaio	15.741	0.248266	11.13	0.035340	93	33
Lespa	10.130	0.222883	10.00	0.035200	63	31

Lo studio idrologico del bacino del fiume Fine è stato effettuato utilizzando il codice di calcolo HEC-HMS, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers. Il deflusso superficiale risultante dalle precipitazioni sul bacino idrografico viene simulato rappresentando il bacino come un sistema interconnesso di componenti idrologici, ognuno dei quali modella un determinato aspetto della trasformazione afflussi-deflussi e della successiva propagazione a moto vario delle portate di piena da monte verso valle. Nell'impostazione del lavoro si sono tenuti presenti i risultati e le indicazioni presenti nello studio idrologico ed idraulico del fiume Fine redatto per conto della Provincia di Livorno dal prof. P.L. Aminti e dal prof. E. Paris nel 1995.

Nella figura seguente si riporta il modello idrologico considerato nello studio, individuato tramite la discretizzazione del bacino del Fine tramite il programma HEC-HMS. Nella figura la localizzazione schematica dell'ambito di attraversamento in esame è stata indicata mediante una freccia in rosso.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE TOSCANA	REL-CI-E-00402	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 21 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

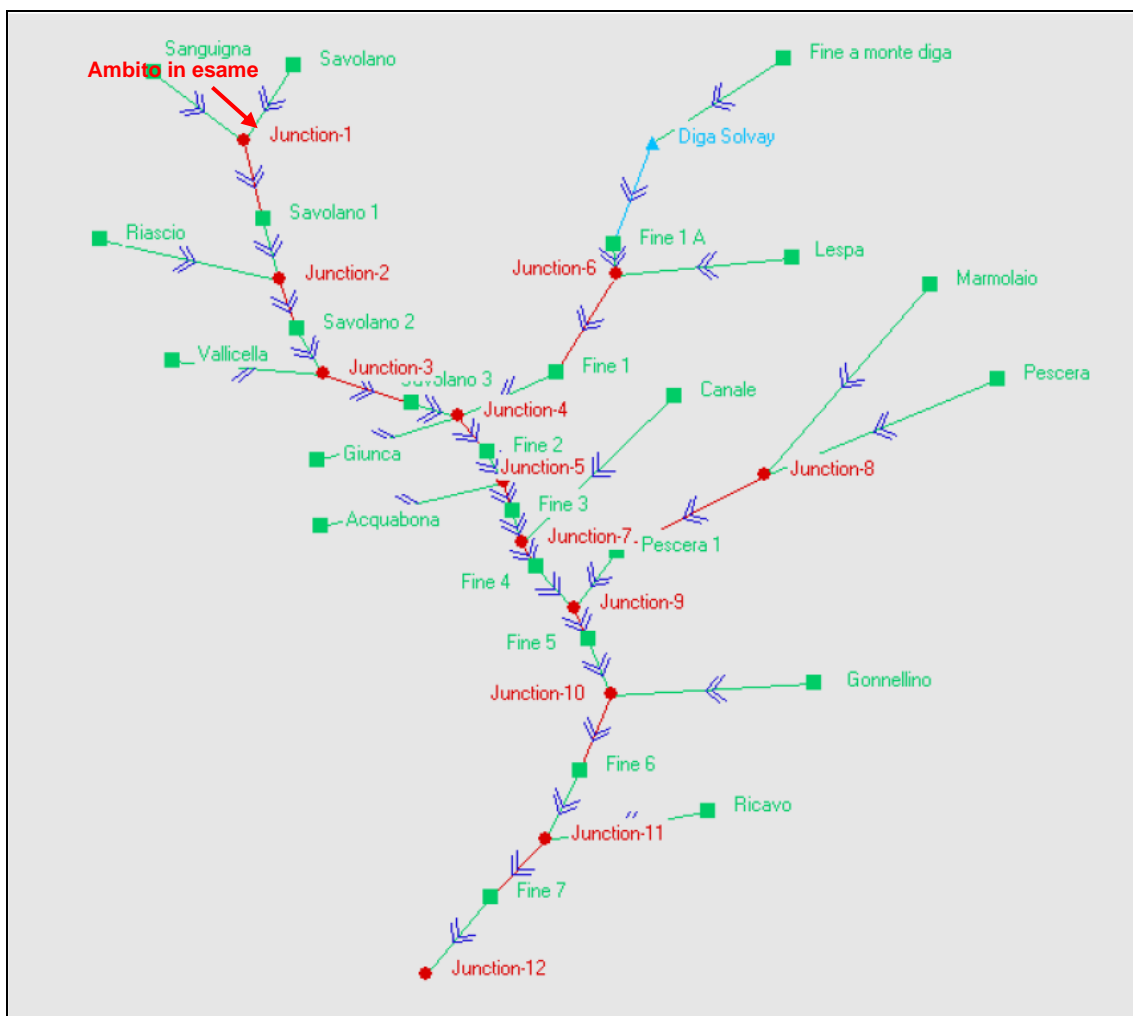


Fig.4.5/B: HEC-HMS – discretizzazione del bacino del Fine (modello idrologico)

In aggiunta, poiché tra le attività progettuali sono state previste anche la realizzazione di casse di espansione sul torrente Savalano e sul Botro della Sanguigna, il modello idrologico di cui la figura precedente è stato anche implementato con la schematizzazione degli interventi citati. Ciò al fine di valutare gli effetti delle laminazioni delle piene sia sui corsi d'acqua (Savalano e Sanguigna) che sul fiume Fine a valle della foce del Savalano.

In tal senso nella figura seguente si riporta un secondo modello idrologico considerato nello studio di progetto per valutare degli scenari idrologici al seguito della realizzazione degli interventi di cui ai Lotti II e III (elencati nel par.4.4.2).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 22 di 59

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

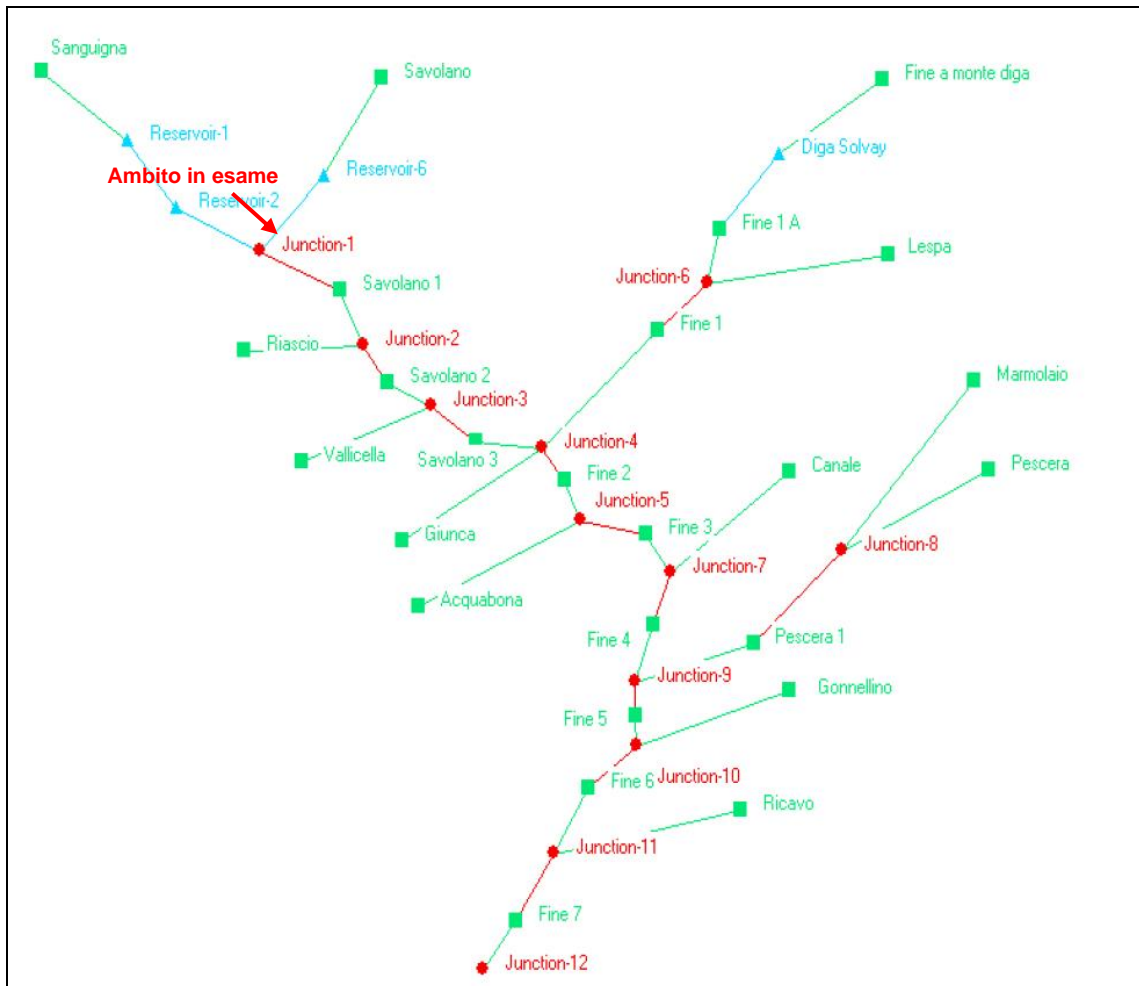


Fig.4.5/C: HEC-HMS – modello idrologico, con Casse di espansione

Per quel che concerne la diga Solvay, nelle simulazioni effettuate si è sempre assunto che la quota nell'invaso al momento dell'inizio della precipitazione fosse pari alla quota degli sfioratori superficiali. Ciò a titolo conservativo ed in quanto il suo contributo nella laminazione delle piene è limitato dal fatto che spesso la diga nel periodo autunnale non ha che limitati volumi disponibili per l'invaso delle acque di piena.

Il bacino idrografico in esame è stato dunque suddiviso in vari sottobacini, ai quali sono stati forniti in ingresso vari ietogrammi di pioggia, con diversa durata e diversa distribuzione nel tempo dell'altezza di pioggia.

Le stazioni pluviometriche utilizzate per la determinazione delle curve pluviometriche di vari tempi di ritorno per il bacino del Fine sono quelle di Nugola, Santa Luce, Casacce e Quercioletta. Di queste significativamente risultano le stazioni di Casacce e Santa Luce, per la loro posizione approssimativamente baricentrica all'interno del bacino idrografico.

Poi l'extrapolazione delle piogge associate ai tempi di ritorno di riferimento (200 e 500 anni) è stata eseguita facendo ricorso a dei modelli di regionalizzazione.

Nel modello di trasformazione "afflussi – deflussi", la valutazione della pioggia netta (quella parte di precipitazione che dà origine al deflusso superficiale) è stata eseguita con il metodo Curve Number (CN), sviluppato dal Soil Conservation Service (SCS).

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 23 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

4.5.2 Sintesi sui risultati delle elaborazioni idrologiche

Negli studi condotti per la progettazione degli interventi necessari (a scala di bacino) per eliminare le situazioni idraulicamente critiche ricadenti nel tratto terminale del Fine sono state valutate le portate massime di tempo di ritorno 200 anni e 500 anni sia del Fine che dei suoi affluenti, in considerazione dello scenario stato attuale e quello successivo all'esecuzione delle casse di espansione sul Savalano e sul Sanguigna. Nella tabella seguente si riporta un prospetto riepilogativo di tutte le valutazioni idrologiche.

Tab.4.5/B: Prospetto riepilogativo delle portate di piena (TR=200, 500 anni)

Elemento:	Note:	Q200_max (*)	Q200_max (**)	Q500_max (*)	Q500_max (**)
Acquabona		27.9	27.9	35.3	35.3
Giunca		41.4	41.4	51.2	51.2
Vallicella		14.1	14.1	17.2	17.2
Riasco		39.4	39.4	47.9	48.0
Sanguigna		158.8	158.8	193.4	193.4
Reservoir-1	Cassa di monte sulla Sanguigna	/	118.4	/	163.5
Reservoir-2	Cassa di valle sulla Sanguigna	/	100.0	/	139.6
Savalano		228.8	228.8	274.3	274.3
Reservoir-6	Cassa sul Savalano	/	131.7	/	181.8
Junction-1		385.5	231.5	465.1	317.6
Savalano 1		384.1	231.4	463.2	316.3
Junction-2		413.6	238.0	499.0	326.9
Savalano 2		411.1	237.9	495.7	324.8
Junction-3		415.1	238.7	500.6	325.3
Savalano 3	sezione di chiusura bacino Savalano	408.9	238.3	492.4	321.2
Fine a monte diga		836.4	836.4	1026.7	1026.7
Diga Solvay		384.2	384.2	475.1	475.1
Fine 1 A		384.4	384.4	475.5	475.5
Lespa		86.7	86.7	105.3	105.3
Junction-6		468.3	468.3	577.9	577.9
Fine 1		463.9	463.9	573.5	573.5
Junction-4		886.1	668.2	1076.6	799.4
Fine 2		879.4	663.1	1069.3	794.8
Junction-5		892.7	675.0	1085.9	811.4
Fine 3		888.5	676.2	1082.9	812.3
Canale		50.4	50.4	61.2	61.2
Junction-7		914.3	704.8	1114.3	849.7
Fine 4		888.4	676.5	1063.4	814.0
Marmolaio		113.3	113.3	141.7	141.7
Pescera		97.0	97.0	120.2	120.2
Junction-8		206.8	206.8	260.8	260.8
Pescera 1	sezione di chiusura bacino Pescera-Marmolaio	211.6	211.6	256.6	256.6
Junction-9	confluenza Fine-Marmolaio	1078.8	879.9	1319.8	1067.4
Fine 5		1014.1	828.1	1240.2	1011.0
Gonnellino		77.8	77.8	95.5	95.5
Junction-10	confluenza Fine-Gonnellino	1078.6	889.4	1315.1	1085.0
Fine 6		1082.6	891.9	1314.2	1087.8
Ricavo		49.4	49.4	61.1	61.1
Junction-11	confluenza Fine-Ricavo	1118.9	925.5	1353.9	1128.9
Fine 7	sezione a monte FFSS Livorno-Roma	1092.8	905.2	1318.5	1108.9
(*) Portate valutate con Configurazione stato attuale					
(**) Portate valutate con Casse di espansione sul torrente Savalano e Botro della Sanguigna					

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 24 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

4.6 Selezione dei risultati di interesse e Portata di riferimento

4.6.1 Selezione dei risultati di interesse

L'ambito di attraversamento in esame (ultimo attraversamento del corso d'acqua) ricade nel presente elaborato ricade nell'elemento "Savalano" di cui le Figg.4.5/A, 4.5/B e all'interno della cassa di cui l'elemento "Reservoir 6" di cui 4.5/C, le cui righe sono state evidenziate con campitura in giallo nella Tab.4.5/B.

Nella tabella seguente si riportano i valori di portata riferiti all'elemento "Savalano", in considerazione dello scenario stato attuale (con portate maggiori, in quanto senza l'effetto di laminazione della casse d'espansione sul corso d'acqua - da realizzare).

Tab.4.6/A: Portate di piena (TR=200, 500 anni)

Corso d'acqua	Elemento	Q200 (mc/s)	Q500 (mc/s)
Torrente Savalano	Savalano	228.8	274.3

4.6.2 Portata di riferimento per lo studio idraulico

Conformemente a quanto previsto in normativa, si adotta come portata di riferimento quella associata ad un tempo di ritorno (TR) pari a 200 anni. In particolare viene presa in esame la portata relativa alla situazione stato attuale (senza effetto di laminazione), la quale è maggiore nei confronti di quella della configurazione con la cassa di espansione. Nella tabella seguente si riepiloga dunque la portata di riferimento, la quale verrà presa in considerazione per le valutazioni idrauliche di cui al capitolo seguente.

Tab.4.6/B: Portata di riferimento

Corso d'acqua	Sezione Idrologica	Sup. Bacino (kmq)	Qprogetto (mc/s)	qmax (mc/s×kmq)
Torrente Savalano	4° Sezione di Attrav.	26.8	228.8	8.54

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 25 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

5 VALUTAZIONI IDRAULICHE

5.1 Premessa

Lo studio idraulico è finalizzato alla valutazione dei parametri idraulici che caratterizzano il deflusso (velocità media della corrente, battente d'acqua, numero di Froude, carico totale e cinetico, ecc.) in considerazione di una generica portata o idrogramma di piena in uno o più ambiti di studio del corso d'acqua.

In generale le finalità ultime degli studi idraulici sono rappresentate dalla valutazione dei battenti idraulici in un tronco d'alveo e dall'individuazione delle eventuali fasce di esondazione e dei relativi tiranti idraulici, in concomitanza di prestabiliti eventi di piena.

Relativamente agli attraversamenti in subalveo da parte di metanodotti, le verifiche idrauliche sono invece finalizzate principalmente all'individuazione dei parametri idraulici di deflusso necessari per la valutazione delle erosioni in alveo nell'ambito d'attraversamento. Ciò con lo scopo di determinare i valori di copertura in alveo della condotta che assicurino gli adeguati margini di sicurezza nei confronti dei processi erosivi del letto fluviale, relativamente a tutta la vita utile dell'opera.

Come esposto nel capitolo precedente, le valutazioni idrauliche sono effettuate sulla base della portata al colmo corrispondente al tempo di ritorno $T_r = 200$ anni (al quale si associa la probabilità di non superamento del 99.5%).

5.2 Considerazioni specifiche

Il torrente Savalano è stato oggetto di approfondite analisi idrauliche condotte nell'ambito del progetto denominato "Regimazione idraulica del Fiume Fine" redatto dalla H.S. Ingegneria S.r.l. – Ing. S. Pozzolini, su incarico della Solvay Chimica Italia S.p.A., con la finalità di individuare gli interventi necessari (a scala di bacino) per eliminare le situazioni idraulicamente critiche ricadenti nel tratto terminale del fiume Fine. Il progetto, la cui attuazione allo stato attuale risulta parziale, ha ottenuto il parere favorevole da parte di tutti gli Enti Pubblici interessati.

Gli ambiti di attraversamenti del metanodotto in progetto in esame nel presente elaborato (2°, 3° e 4° attraversamento del Savalano) ricadono all'interno del tratto oggetto nello studio sopramenzionato; onde per cui per le valutazioni idrauliche relative agli ambiti specifici in esame, si è deciso di riferirsi esplicitamente ai risultati degli studi idraulici condotti negli elaborati del progetto di regimazione idraulica del Fine.

Pertanto qui di seguito si riporta una breve descrizione sulle metodologie di analisi idraulica; poi viene effettuata una selezione dei risultati in riferimento alle finalità di cui al presente elaborato.

È opportuno evidenziare che lo studio risulta pertinente sia all'attuale configurazione idraulica del corso d'acqua, che a quella di fine lavori. Ciò in quanto, con i lavori di costruzione del metanodotto, non verranno apportate al corso d'acqua alterazioni tali da modificarne le condizioni di deflusso della corrente.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 26 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

5.3 Progetto di “Regimazione Idr. F.Fine” – Studi idraulici sul Savalano

5.3.1 Premessa

Per l’analisi delle finalità, l’articolazione del progetto e la suddivisione degli interventi progettuali in lotti funzionali si rimanda a quanto riportato nel par.4.4.

Sulle modalità di elaborazione idrologica del Fine e dei principali affluenti si rimanda a quanto riportato nel par.4.5.

5.3.2 Modellazioni idrauliche sul Savalano – scenari analizzati

Nell’ambito del progetto “Regimazione idraulica del Fiume Fine” sono state eseguite approfondite analisi idrauliche sul Savalano, relativamente al tronco d’alveo ricompreso da monte del 1° ponte FS “Pisa - Cecina” ed il 1° ponte della strada statale S.S.n.206, per uno sviluppo complessivo di circa 3 km.

Dette elaborazioni sono state effettuate, nelle condizioni di moto vario, con lo scopo di dimensionare idraulicamente la cassa di espansione prevista sul Savalano ne tratto localizzato tra il 1° ed il 2° ponte FS “Pisa - Cecina”.

Dette valutazioni sono state eseguite in considerazione degli eventi di piena con tempi di ritorno $Tr=200$ e 500 anni, ed in considerazione dei seguenti scenari di calcolo:

- Configurazione stato attuale (senza cassa di espansione);
- Configurazione di progetto, con cassa di espansione (con durata di pioggia di 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 12h).

5.3.3 Selezione scenario di interesse

Nel presente elaborato si intende individuare i parametri idraulici di deflusso per poi procedere alla valutazione dei fenomeni erosivi di fondo alveo. Pertanto, ai fini delle valutazioni di cui al presente elaborato risultano interessanti le valutazioni di cui allo scenario stato attuale (ossia senza la cassa di espansione) ed in riferimento alla piena duecentennale ($Tr=200$ anni).

Gli scenari successivi alla realizzazione della cassa di espansione determinano delle significative riduzioni di velocità di deflusso a monte della bocca tarata e pertanto rappresentano delle situazioni meno gravose per quanto inerente ai processi erosivi sul fondo alveo.

5.3.4 Modellazioni idrauliche – assetto geometrico

Le analisi idrauliche sono state effettuate relativamente al tronco d’alveo del Savalano ricompreso da monte del 1° ponte FS “Pisa - Cecina” ed il 1° ponte della strada statale S.S.n.206, per uno sviluppo complessivo di circa 3 km.

La geometria del tronco fluviale del corso d’acqua è stata definita tramite il rilievo topografico di n.25 sezioni trasversali.

A tal proposito nella figura seguente si riporta uno stralcio planimetrico (in scala 1:10.000) con ubicazione delle sezioni di modellazione considerate nel tratto di monte del tronco d’alveo analizzato, all’interno del quale ricadono gli ambiti di attraversamento in esame da parte del metanodotto in progetto (riportato tramite una linea in rosso).

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 27 di 59		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

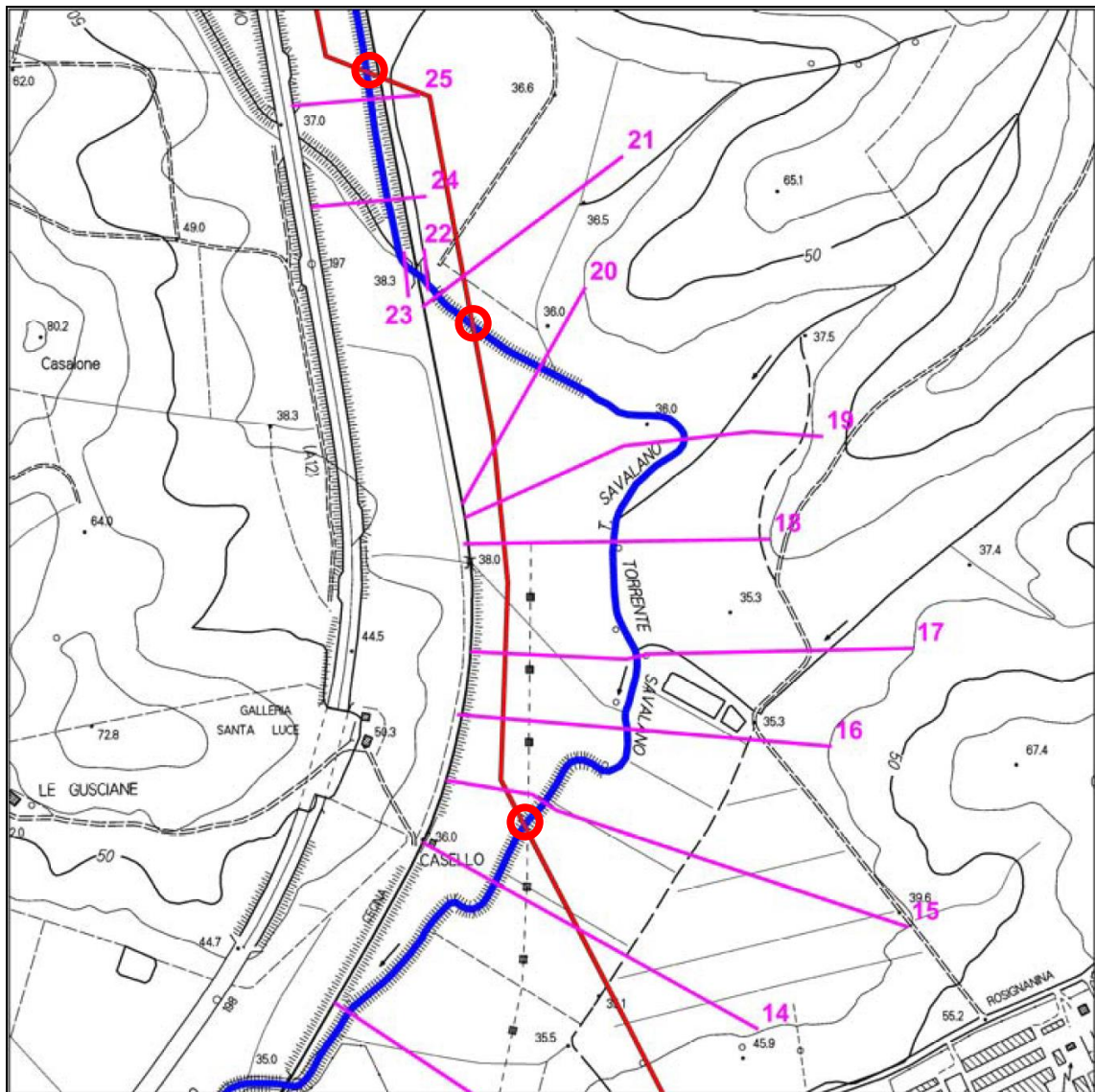


Fig.5.3/A: Planimetria con ubicazione delle sezioni di modellazione e met. in progetto

Dall'analisi della figura precedente si rileva che i 3 ambiti di attraversamento risultano ben rappresentati in termini di localizzazione nell'ambito della modellazione idraulica dello studio preso in esame. In particolare:

- Il 2° attraversamento del Savalano ricade immediatamente a monte della Sez.25;
- Il 3° attraversamento del Savalano ricade tra la Sez.21 e la Sez.20;
- Il 4° attraversamento del Savalano ricade tra la Sez.15 e la Sez.14;

Inoltre, si può osservare che i 2 attraversamenti di valle ricadono all'interno del tratto dove è prevista la realizzazione della cassa di espansione (tra Sez.23 e Sez.14); mentre l'attraversamento più a monte ricade poco a monte dell'ambito in cui è prevista la cassa di espansione.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 28 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

5.4 Risultati della simulazione idraulica

Qui di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei risultati della simulazione idraulica relativa allo scenario stato attuale - Tr200 anni.

In particolare nella tabella sono riportati, per ciascuna sezione di calcolo, i principali valori dei parametri rappresentativi delle condizioni di deflusso.

Tab.5.4/A: Parametri di deflusso caratteristici nelle sezioni di calcolo

HEC-RAS Plan: Q200sa-mv Profile: PF 1													
River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
				(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Savolano	monte	25	Max WS	221.93	35.16	39.45		39.48	0.000305	0.94	268.24	130.37	0.16
Savolano	monte	24	Max WS	220.67	33.85	39.43		39.45	0.000103	0.59	368.24	126.8	0.09
Savolano	monte	23	Max WS	217.89	33.31	39.17	37.06	39.55	0.000825	2.83	96.57	53.42	0.4
Savolano	monte	1°FS BR U	Max WS	217.89	33.31	38.8	37.00	39.21		3.81	55.33		0.59
Savolano	monte	1°FS BR D	Max WS	217.89	33.78	38.8	37.34	39.21		4.11	50.08		0.68
Savolano	monte	22	Max WS	223.9	33.78	37.49	37.45	38.67	0.011989	4.83	46.63	25.57	0.96
Savolano	monte	21	Max WS	227.69	34.38	37.22		37.26	0.001084	1.15	256.58	303.69	0.28
Savolano	monte	20	Max WS	223.95	33.48	35.97		36.1	0.003607	2.07	145.45	197.46	0.5
Savolano	monte	19	Max WS	160.42	32.74	35.37		35.41	0.001601	1.35	184.35	314.93	0.33
Savolano	monte	18	Max WS	137.8	31.00	35.31		35.32	0.000251	0.63	259.96	340.06	0.13
Savolano	monte	17	Max WS	136.91	30.58	35.3		35.3	0.000054	0.32	525.66	435.19	0.06
Savolano	monte	16	Max WS	136.24	29.71	35.29		35.3	0.000043	0.34	517.68	358.83	0.06
Savolano	monte	15	Max WS	136.18	29.25	35.29		35.29	0.000024	0.27	595.46	311.86	0.04
Savolano	monte	14	Max WS	135.7	28.95	35.29		35.29	0.000017	0.28	750.47	466.62	0.04
Savolano	monte	13	Max WS	135.65	27.59	35.28		35.29	0.00001	0.24	758.23	298.4	0.03
Savolano	monte	12	Max WS	135.64	27.67	35.2	30.7	35.28	0.000276	1.23	110.46	31.11	0.21
Savolano	monte	2°FS BR U	Max WS	135.64	27.67	32.9	30.87	34	0.006274	3.61	37.62		0.54
Savolano	monte	2°FS BR D	Max WS	135.64	27.93	32.44	31.6	33.26	0.018573	4.72	28.73	4.4	0.81
Savolano	monte	11	Max WS	134.08	27.93	32.44		33.01	0.004721	3.39	40.18	39.39	0.61
Savolano	monte	10	Max WS	134.1	26.93	32.7		32.73	0.00027	0.87	175.76	93.67	0.15
Savolano	monte	9	Max WS	133.94	27.14	32.68		32.69	0.000108	0.58	287.07	157.01	0.09
Savolano	monte	8	Max WS	133.89	26.34	32.67		32.68	0.000097	0.59	292.05	180.59	0.09
Savolano	monte	7	Max WS	133.3	26.00	32.63		32.65	0.000172	0.86	200.41	100.85	0.13
Savolano	monte	6	Max WS	133.27	25.15	32.63		32.64	0.000048	0.5	298.98	91.95	0.07
Savolano	valle	5	Max WS	250.95	26.29	32.37	29.75	32.74	0.000772	2.69	93.41	76.92	0.37
Savolano	valle	SP51 BR U	Max WS	250.95	26.29	30.96	29.78	32.32	0.010341	5.17	48.55	4.33	0.79
Savolano	valle	SP51 BR D	Max WS	250.95	26.31	29.92	29.92	32.06	0.028967	6.48	38.74	9.08	1.16
Savolano	valle	4	Max WS	250.54	26.31	30.03	29.97	31.36	0.012301	5.11	49.07	22.42	0.97
Savolano	valle	3	Max WS	252.24	25.03	30.24		30.47	0.002054	2.48	129.54	76.91	0.41
Savolano	valle	2	Max WS	251.61	24.91	30.27		30.34	0.000595	1.33	222.09	111.4	0.22
Savolano	valle	1	Max WS	251.11	24.92	30.17	27.95	30.27	0.00052	1.52	191.7	66.69	0.23

Nella tabella precedente, le righe con campitura in grigio rappresentano quelle relative alle sezioni del tronco d'alveo rappresentativo a cavallo dei 3 ambiti di attraversamento in esame da parte del metanodotto in progetto.

Nella figura seguente si riporta uno stralcio planimetrico in scala 1:10.000 del tronco d'alveo Sez.25÷14, con le aree inondabili in base allo scenario stato attuale. In figura la dislocazione del metanodotto in progetto è stata riportata tramite una linea in rosso.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 29 di 59

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

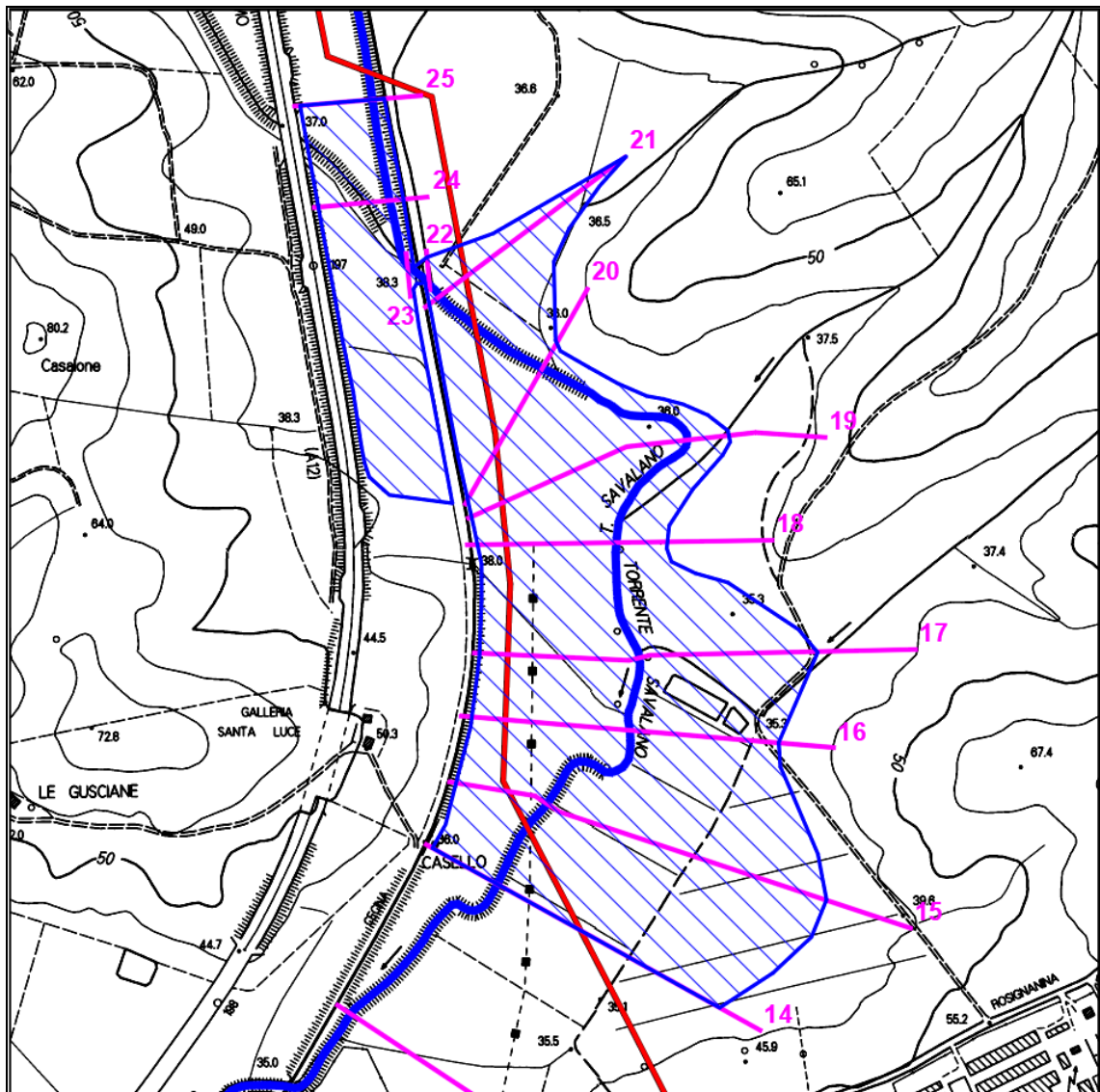


Fig.5.4/A: Stralcio planimetrico, con aree inondabili

Dall'esame della figura precedente si rileva che nel tronco d'alveo in esame, la configurazione dell'alveo di magra non riesce a contenere la portata duecentennale (scenario stato attuale).

Difatti ampie fasce di esondazioni (riportate con un campiture a strisce in blu) si rilevano sia in sinistra che in destra idrografica dell'alveo del corso d'acqua. In particolare, nel tratto a valle dell'attraversamento ferroviario, in destra idrografica il rilevato della ferrovia costituisce un valido elemento di delimitazione dell'area di esondazione dell'evento di piena considerato.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 30 di 59		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

Nella figura seguente si riporta invece il profilo idraulico derivante dalla elaborazione idraulica, in considerazione dello scenario di calcolo considerato.

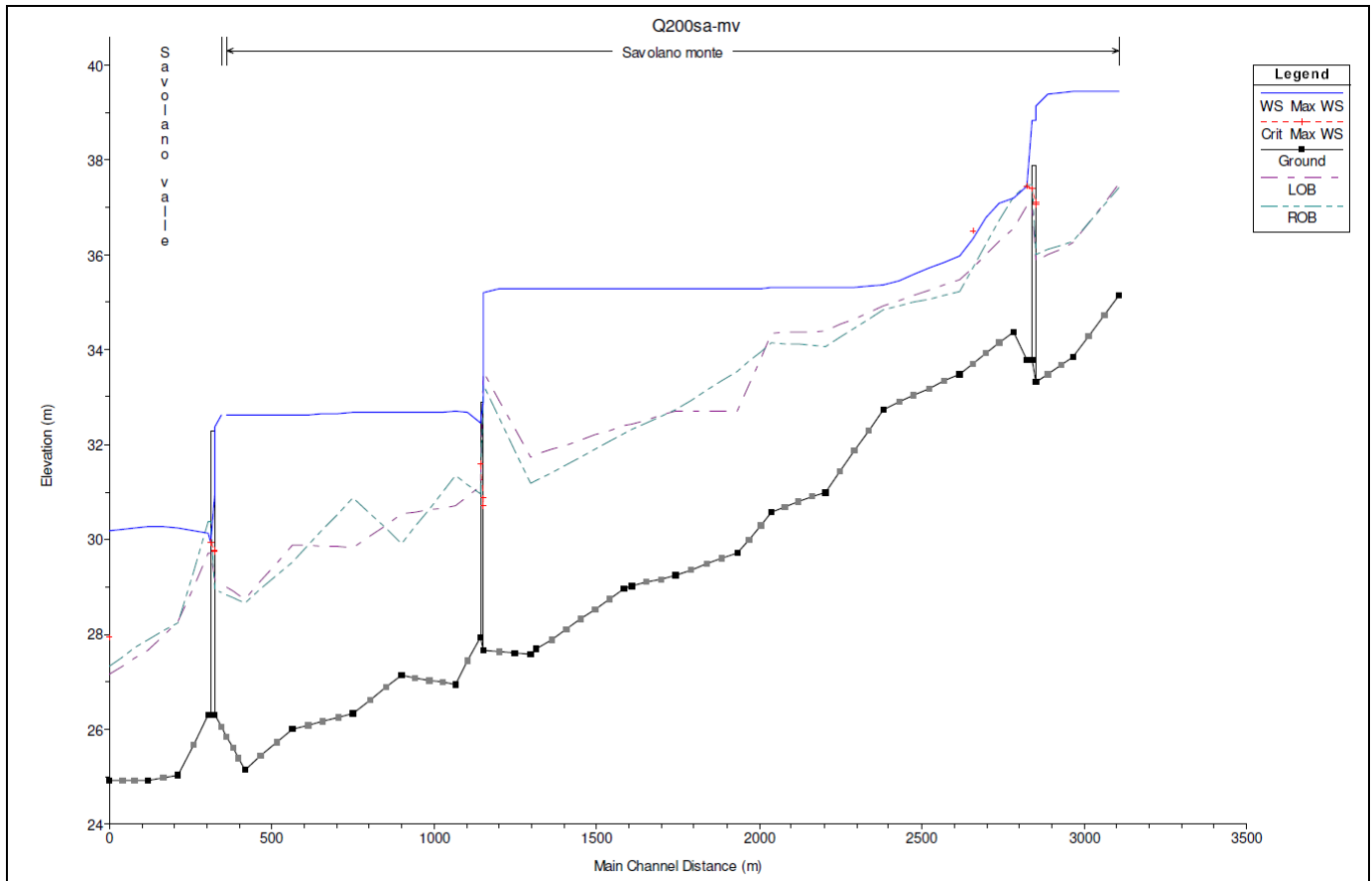


Fig.5.4/B: Scenario stato attuale – Profilo longitudinale

Nella figura precedente i 3 ponti rappresentano rispettivamente (partendo da monte, verso valle):

- 1° ponte FS "Pisa - Cecina";
- 2° ponte FS "Pisa - Cecina";
- Ponte dell'Autostrada A12.

Per l'esame di dettaglio delle sezioni trasversali utilizzate nella modellazione idraulica (con l'indicazione dei livelli idrometrici per i vari scenari di calcolo), si rimanda alla visione delle Tavole del progetto di Regimazione idraulica del Fine.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 31 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

6 VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO

6.1 Generalità

Nel corso degli eventi di piena, il fondo degli alvei subisce modifiche morfologiche, in molti casi anche di notevole entità, innescate da cause che possono essere definite "intrinseche" (dovute cioè a fenomeni naturali quali confluenze, curve, ostacoli naturali ecc.) o "indotte" (legate ad alterazioni di origine antropica diretta o indiretta, quali opere in alveo, escavazioni, ecc.). La valutazione di tali fenomeni riveste notevole importanza ai fini del dimensionamento degli interventi in alveo.

Allo stato attuale delle conoscenze tecniche, la valutazione dell'entità degli approfondimenti, dei fenomeni di escavazione e di trasporto localizzato, nella maggioranza dei casi, dipende da un puntuale riscontro sul campo, atto a valutare lo stato generale dell'alveo. La stima del valore atteso per tali fenomeni rimane, nella maggioranza dei casi, un'attività dipendente in massima parte dall'esperienza e dalla sensibilità del progettista, il quale deve avvalersi in misura preponderante degli esiti di appositi sopralluoghi per valutare lo stato generale dell'alveo. Le analisi di natura sperimentale disponibili, pur fornendo utili indicazioni circa l'entità dei fenomeni, risultano spesso legate alle particolari condizioni al contorno poste a base delle indagini, ed ai modelli rappresentativi utilizzati.

Il lavoro di ricerca ha prodotto negli ultimi cinquanta anni una serie di risultati, che forniscono utili indicazioni circa l'entità dei fenomeni di escavazione e trasporto localizzato solo in alcuni casi tipici. Va sottolineato che tali risultati sono in generale caratterizzati dai seguenti limiti principali:

- la quasi totalità dei dati utilizzati per la definizione delle metodologie di valutazione delle escavazioni proviene da prove effettuate in laboratorio, su modelli in scala ridotta e su terreni di fondo alveo a granulometria maggiormente omogenea di quanto effettivamente riscontrabile in natura;
- ogni formula determinata per via sperimentale è strettamente legata a casi particolari di escavazione in alveo e risulta difficilmente estrapolabile a casi dissimili da quelli direttamente analizzati in campo o in laboratorio;
- non si dispone di analisi effettuate su ripristini di scavo e su rivestimenti eseguiti in opera, che si differenzino dalle condizioni teoriche di depositi aventi una granulometria ordinaria;
- le sperimentazioni sono in massima parte riferite a condizioni che prevedono una portata di base sostanzialmente costante e non tengono conto di fenomeni di estrema variabilità che caratterizzano gli eventi di piena in alvei a regime torrentizio;
- gli studi sono condotti essenzialmente per alvei di pianura di grandi dimensioni.

Le considerazioni sopra riportate devono condurre pertanto ad un atteggiamento di estrema cautela nell'uso delle relazioni utilizzate per il calcolo degli approfondimenti, avendo cura di utilizzare ciascuna di esse per casi simili a quelli per cui sono state ricavate ed associando comunque alle valutazioni condotte su scala locale (buche, approfondimenti localizzati) considerazioni ed analisi sulla dinamica d'alveo generale nella zona di interesse (presenza o meno di trasporto solido, variazioni storiche della planimetria d'alveo, granulometria dei sedimenti ed indagine geotecnica sui litotipi presenti nei primi metri del fondo, ecc.).

Nel seguito si descrivono quindi le espressioni generali che si ritengono utilizzabili nel caso in oggetto, per la valutazione dei fenomeni erosivi in alveo, al fine di quantificare il valore che un eventuale approfondimento potrebbe raggiungere rispetto alla quota media iniziale del fondo, interessando quindi la quota di collocazione della condotta.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 32 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

6.2 Criteri di calcolo

Approfondimenti localizzati

Per quanto attiene alla formazione locale di buche ed approfondimenti, le posizioni e le caratteristiche di queste erosioni sono talvolta abbastanza prevedibili, come ad esempio nel punto di gorgo dei meandri o in corrispondenza di manufatti, ed a volte del tutto imprevedibili, specialmente in alvei a fondo mobile, cioè costituiti da un materiale di fondo essenzialmente granulare.

Infatti, in tali alvei, anche in assenza di manufatti, sul fondo possono crearsi buche di notevole profondità; le condizioni necessarie per lo sviluppo del fenomeno sembrano individuarsi nella formazione di correnti particolarmente veloci sul fondo e nella presenza di irregolarità geometriche dell'alveo, che innescano il fenomeno stesso.

Fra i modelli più noti atti a determinare il valore dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota iniziale del fondo alveo durante la manifestazione di piene (Schoklitsh, Eggemberger, Adami, ecc.), la formula di Schoklitsh¹ è quella che presenta minori difficoltà nella determinazione dei parametri caratteristici ed è quella maggiormente impiegata (con risultati soddisfacenti) per gli attraversamenti in subalveo di corsi d'acqua da parte delle condotte (soprattutto nel campo dei metanodotti).

In ragione di quanto detto, per la valutazione degli approfondimenti localizzati in alveo rispetto alla quota iniziale del fondo si ricorre alla citata formula di Schoklitsh:

$$S = 0.378 \cdot H^{1/2} \cdot q^{0.35} + 2.15 \cdot a$$

dove

- **S** è la profondità massima degli approfondimenti rispetto alla quota del fondo, nella sezione d'alveo considerata;
- **H** = $h_o + v^2/2g$ rappresenta il carico totale relativo alla sezione immediatamente a monte della buca;
- **h_o** = il livello medio del battente idrico in alveo;
- **q** = Q_{Max}/L è la portata specifica media in alveo, per unità di larghezza L;
- **a** è dato dal dislivello delle quote d'alveo a monte e a valle della buca;

Il valore di **a** viene assunto in funzione delle caratteristiche geometriche del corso d'acqua, sulla base della pendenza locale del fondo alveo in corrispondenza della massima incisione, moltiplicata per una lunghezza (in asse alveo) pari all'altezza idrica di piena considerata.

Arature di fondo

Per quanto attiene al fenomeno di scavo temporaneo durante le piene o "aratura di fondo", esso raggiunge valori modesti, se inteso come generale abbassamento del fondo alveo, mentre può assumere valori consistenti, localmente, se inteso come migrazione trasversale o longitudinale dei materiali incoerenti.

Nel primo caso si tratta della formazione di canali effimeri di fondo alveo sotto l'azione di vene particolarmente veloci.

Nel secondo caso, tali approfondimenti possono derivare, durante il deflusso di massima piena, dalla formazione di dune disposte trasversalmente alla corrente fluida, che comportano un temporaneo abbassamento della quota d'alveo, in corrispondenza del cavo tra le dune stesse.

¹ Schoklitsh A., "Stauraum verlandung und kolkbewehr", Springer ed., Vienna, 1935.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 33 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

Allo stato attuale non potendosi fare che semplici ipotesi sul fenomeno, non è possibile proporre algoritmi per calcolare la profondità degli scavi. Le proprietà geometriche del fondo alveo, in relazione all'entità delle tensioni tangenziali indotte dalla corrente, sono state studiate² da Yalin (1964), Nordin (1965) ed Altri, che hanno proposto di assegnare a tali escavazioni un valore cautelativo pari ad una percentuale dell'altezza idrometrica di piena ivi determinata. In particolare, nel caso di regime di corrente lenta, venne concluso che, per granulometrie comprese nel campo delle sabbie, la profondità del fenomeno risulta comunque inferiore a 1/6 o al massimo 1/3 dell'altezza idrica. Una generalizzazione prudentiale, proposta in Italia³, sulla base di osservazioni dirette nei corsi d'acqua della pianura padana, estende il limite massimo dei fenomeni di escavazione per aratura, indipendentemente dalla natura del fondo e dal regime di corrente, ad un valore cautelativo pari al 50% dell'altezza idrometrica di piena.

Per quanto riguarda il fenomeno di scavo temporaneo durante le piene, come detto, non disponendo allo stato di algoritmi opportunamente tarati, atti a determinare la potenziale entità del fenomeno in relazione alle specificità del sito in studio, ci si basa sulle considerazioni empiriche proposte in letteratura tecnica, secondo le quali un valore del tutto cautelativo della profondità di tali potenziali escavazioni del fondo (**Z**) è stimabile, in corrispondenza di una assegnata sezione, al massimo in ragione del 50% del battente idrometrico medio di piena in alveo (**h_o**), ovvero:

$$Z = 0,5 \cdot h_o$$

Considerazioni sui metodi di calcolo impiegati

In Italia, negli ultimi 50÷60 anni circa, per la progettazione di attraversamenti in subalveo dei metanodotti, l'applicazione dei metodi sopracitati (che si completano con la valutazione dell'erosione massima in alveo, in considerazione del valore maggiore tra gli approfondimenti localizzati e le arature di fondo individuati nel tronco fluviale in esame) risultano quelli maggiormente impiegati, anche in considerazione di una vastissima casistica di situazioni litologiche e morfologiche nei contesti fluviali d'intervento.

Sulla base delle esperienze acquisite, ossia sulla base dei riscontri conseguiti nel tempo, i risultati sono assolutamente positivi. Infatti, dall'analisi storica, problematiche di erosioni in alveo che hanno determinato la scopertura di condotte si sono verificate solo in rarissimi casi correlabili a situazioni estremamente particolari e non considerate adeguatamente in fase di progetto, ossia per il crollo di briglie localizzate poco a valle degli attraversamenti, oppure per effetto di azioni antropiche in alveo (ad esempio per estrazioni incontrollate di ingenti quantitativi di inerti).

In definitiva, sulla base dei riscontri delle esperienze acquisite, si può ritenere che l'impiego dei metodi sopracitati, unitamente all'applicazione di adeguati coefficienti di sicurezza (valutati anche in funzione delle condizioni peculiari rilevati nel contesto d'intervento), consentono di garantire all'infrastruttura lineare in progetto condizioni di sicurezza adeguate nei confronti dei processi erosivi di fondo alveo.

² Si veda la sintesi di questi lavori in Graf W.H., "Hydraulics of sediment transport"; McGraw-Hill, U.S.A.; 1971.

³ Zanovello A., Sulle variazioni di fondo degli alvei durante le piene; L'Energia elettrica, XXXIV, n. 8; 1959.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 34 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

6.3 Stima delle erosioni in alveo

Ai fini delle valutazioni delle erosioni sono stati presi in considerazione i parametri idraulici caratteristici nelle sezioni rappresentative del tronco d'alveo a cavallo degli ambiti di attraversamento in esame del metanodotto (indicate con campitura in grigio nella Tab.5.4/A) valutati per l'evento di piena duecentennale (TR=200 anni), nonché in riferimento ai parametri fisici-geometrici relativi alle sezioni stesse.

I valori delle erosioni (approfondimenti localizzati ed arature di fondo), valutati in riferimento ai risultati dello studio idraulico (di cui al capitolo precedente) e agli algoritmi descritti nei paragrafi precedenti, sono riportati nelle ultime due colonne della tabella seguente.

Tab.6.3/A: Erosioni nel fondo alveo

River Station	Q_Total (m ³ /s)	Vel_Chnl (m/s)	Hydr Depth_C (m)	Top Width (m)	Carico Tot. Idraulico (m)	Approfondimenti localizzati (m)	Arature di fondo (m)
25	221.93	0.94	3.82	130.37	4.34	1.16	1.91
24	220.67	0.59	4.04	126.8	5.60	1.30	2.02
23	217.89	2.83	2.05	53.42	6.27	1.76	1.03
22	223.90	4.83	2.52	25.57	4.90	2.00	1.26
21	227.69	1.15	1.77	303.69	2.91	0.80	0.89
20	223.95	2.07	1.7	197.46	2.71	0.87	0.85
19	160.42	1.35	1.76	314.93	2.72	0.71	0.88
18	137.80	0.63	1.9	340.06	4.33	0.79	0.95
17	136.91	0.32	2.71	435.19	4.73	0.76	1.36
16	136.24	0.34	3.87	358.83	5.59	0.85	1.94
15	136.18	0.27	4.07	311.86	6.04	0.91	2.04
14	135.70	0.28	4.08	466.62	6.34	0.83	2.04

6.4 Analisi dei risultati e considerazioni progettuali

Dall'esame dei risultati conseguiti e sintetizzati nella Tab.6.3/A si rileva che la corrente idraulica, in corrispondenza del tronco d'acqua preso in esame (all'interno del quale ricadono i 3 attraversamenti del corso d'acqua), risulta in generale potenzialmente in grado di sviluppare dei fenomeni erosivi di fondo alveo inferiori a 1.5m. In taluni casi si individuano dei potenziali scalzamenti massimi più significativi, ossia con valori massimi dell'ordine 2m.

Tuttavia, a livello conservativo, si raccomanda comunque di assegnare in tutti e 3 gli ambiti una copertura minima di subalveo pari ad almeno: il valore stimato di massima erosione incrementato di un coefficiente amplificativo del 50%.

A tal proposito si pone in evidenza che, per l'individuazione degli effettivi valore di copertura in subalveo considerati negli attraversamenti in esame si rimanda rispettivamente a quanto riportato nei paragrafi 7.3, 8.3.1 e 8.3.2.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 35 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

7 2° ATTRAVERSAMENTO: METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

7.1 Metodologia operativa: Trivellazione con Spingitubo

La definizione del progetto del sistema di attraversamento di un corso d'acqua viene effettuata in riferimento a valutazioni di tipo geomorfologico, geotecnico ed idraulico, ed in considerazioni di eventuali peculiarità riscontrate nel sito in esame.

In tal senso nel caso specifico, per l'attraversamento in subalveo del corso d'acqua è stato previsto di adottare un sistema in trenchless, mediante l'esecuzione di una trivellazione con la tecnica dello "spingitubo".

In particolare, tale metodologia costruttiva è stata individuata nel caso specifico in quanto si prevede di attraversare in trivellazione il corso d'acqua unitamente alla linea ferroviaria "Pisa – Cecina", che si sviluppa in adiacenza.

Detta tecnica consente dunque di evitare le interferenze con il regime idraulico del corso d'acqua anche durante le fasi costruttive dell'opera e sostanzialmente di eliminare gli impatti sul territorio della regione fluviale del corso d'acqua.

7.2 Generalità sul sistema costruttivo

Tale metodologia costruttiva consente di attraversare in trivellazione (con configurazioni rettilinee) infrastrutture stradali, ferroviarie e/o corsi d'acqua, evitando dunque di interessare i terreni sovrastanti mediante scavi a cielo aperto.

In particolare, per quanto riguarda i corsi d'acqua, questa tecnica viene generalmente utilizzata per il superamento di alvei di medie dimensioni (in quanto si rileva una limitazione tecnica dello sviluppo longitudinale della trivellazione con spingitubo dell'ordine di 100m), in considerazione di sottosuoli non costituiti da terreni lapidei e/o da terreni molto permeabili (quali ad esempio alluvioni ghiaiosi e/o ciottolosi) nel caso si operi sottofalda.

La metodologia può, dunque, risultare molto utile qualora si rileva la presenza in alveo di opere di difesa idraulica di una certa rilevanza (es: argini, scogliere, muraglioni spondali, ecc.) e/o nel caso il corso d'acqua che si sviluppano in adiacenza ad infrastrutture ferroviarie o viarie (a medio - intenso traffico). Risulta dunque ben impiegata sia per il superamento di alvei incisi e sia per l'attraversamento in subalveo di corsi d'acqua delimitati da rilevati arginali di piccole e/o di medie dimensioni.

La tecnica prevede la messa in opera di un tubo di protezione (di diametro maggiore della condotta da posare), in considerazione delle seguenti fasi operative:

- scavo del pozzo di spinta, previo pre-sbancamento e accantonamento dell'humus, in prossimità dell'infrastruttura ed eventuale installazione di idonei sistemi drenanti atti a mantenere asciutto lo scavo (pompe, well-points ecc.);
- impostazione dei macchinari e misurazioni topografiche atte a verificare il corretto allineamento dell'attraversamento;
- esecuzione della trivellazione (rettilinea) mediante l'avanzamento del tubo di protezione, spinto da martinetti idraulici, al cui interno agisce solidale la trivella dotata di coclee per lo smarino del materiale di scavo;
- una volta ultimata la trivellazione, in conformità a quanto progettualmente previsto, scavo per l'individuazione e messa in luce della "testa di arrivo" del tubo di protezione.

Contemporaneamente all'infissione del tubo di protezione, si procede alla preparazione fuori opera del cosiddetto "sigaro" costituito dal tubo (o tubi) di linea a spessore maggiorato, a cui si applicano dei collari distanziatori in PEAD (polietilene alta densità),

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 36 di 59	Rev. 0	

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

che hanno lo scopo sia per facilitare le operazioni di inserimento della condotta nel tubo di protezione che a garantire nel tempo un adeguato isolamento elettrico del metanodotto.

Successivamente il "sigaro" viene inserito nel tubo di protezione e collegato ai tratti di linea di monte e di valle già posati.

A titolo di esempio, nella figura seguente si riporta una foto scattata durante le fasi operative di un intervento effettuato con trivellazione con la tecnica dello "spingitubo".



Trivellazione con spingitubo

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 37 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

Una volta completate le operazioni di inserimento della condotta, le estremità del tubo di protezione saranno sigillate mediante dei tappi di chiusura con fasce termorestringenti.

In corrispondenza di una o ad ambedue le estremità, a seconda della lunghezza dell'attraversamento e del tipo di servizio da attraversare, al tubo di protezione è collegato uno sfiato realizzato con tubo di acciaio DN 80 (3") spessore 3 mm completo di una presa fuga gas e di un apparecchio tagliafiamma.

La presa fuga gas è applicata a 1,50 m circa dal suolo, mentre l'apparecchio tagliafiamma è all'estremità del tubo di sfiato ad un'altezza non inferiore a 2,5 m.

In corrispondenza degli sfiati sono posizionati piantane alle cui estremità sono sistemate delle cassette con punti di misura della protezione catodica.

A titolo di esempio, nella figura seguente si riporta una foto dalla quale si può individuare il tubo di sfiato (prima del ripristino dell'area).



Sfiato (prima della sistemazione finale dell'area di lavoro)

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 38 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

Al termine delle operazioni connesse alla sigillatura del tubo di protezione ed al collegamento di linea (con i tratti già posati a monte e a valle dell'attraversamento), si procederà al ritombamento dei pozzi di estremità e allo sgombero delle aree di lavoro e al loro ripristino morfologico, alla ricollocazione dell'humus per la restituzione delle aree alle normali attività preesistenti.

7.3 Configurazione geometrica di progetto e ripristini

Configurazione di posa della condotta

È stata prevista di eseguire una trivellazione di subalveo (mediante la tecnica dello spingitubo) in considerazione dei parametri progettuali sintetizzati qui di seguito:

- Diametro di protezione: DN900 (36");
- Sviluppo della trivellazione (rettilenea): 69m;
- Copertura minima in alveo (distanza verticale tra la generatrice superiore del tubo di protezione, nei confronti della quota minima di fondo alveo): 4.0m;

Tale configurazione di progetto consente di collocare la condotta del metanodotto ad adeguate profondità nei confronti dei processi erosivi di fondo alveo del corso d'acqua e con postazione di estremità posizionati con adeguati distacchi dalle sponde.

Ripristini

Gli interventi di ripristino, nel caso in esame, riguardano esclusivamente gli ambiti di estremità della perforazione, i quali sono interessati dagli scavi per la realizzazione delle postazioni di partenza e di arrivo della trivellazione in subalveo.

In detti ambiti, verrà inizialmente eseguita la ricostituzione della configurazione morfologica preesistente, mediante il ritombamento dei pozzi ed impiegando lo stesso materiale precedentemente scavato (adeguatamente costipato).

I lavori di ripristino si completano con la ripresa, stendimento e riprofilatura dello strato superficiale di terreno accantonato, per la restituzione delle aree alle normali attività preesistenti.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 39 di 59		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

8 3°, 4° ATTRAVERSAMENTO: METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

8.1 Premessa

La definizione del progetto degli attraversamenti in esame è stata effettuata in riferimento a valutazioni di tipo geomorfologico, geotecnico ed idraulico, condotte negli ambiti specifici d'intervento.

In particolare, in considerazione delle caratteristiche dei corsi d'acqua e dei risultati delle valutazioni conseguite, sono state definite le scelte progettuali inerenti ai punti qui di seguito elencati:

- la metodologia costruttiva per la realizzazione dell'opera;
- La geometria di posa "in subalveo", con particolare riferimento alla quota di posa;
- le caratteristiche tipologiche e dimensionali delle eventuali opere di difesa idraulica.

8.2 Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto

La scelta del sistema di posa in subalveo della condotta, particolarmente nel caso di corsi d'acqua di significativa importanza, deve essere effettuata in modo da garantire la massima sicurezza dal punto di vista idraulico e geotecnico, sia nella fase operativa che a lungo termine, tanto per la condotta in progetto quanto per la configurazione d'alveo del corso d'acqua (fondo, sponde ed eventuali manufatti esistenti).

Nei casi specifici, l'insieme delle caratteristiche morfologiche, geologiche, geometriche ed idrauliche dell'ambito d'interferenza ha condotto all'individuazione del sistema di posa in subalveo della pipeline mediante la metodologia degli "scavi a cielo aperto".

Infatti, in attraversamenti come quelli in esame, che non necessitano dell'applicazione di differenti metodologie (per presenza di infrastrutture prossime alle sponde quali strade, ferrovie e sottoservizi significativi e/o per la presenza in alveo di opere di presidio idraulico significative quali rilevati arginali, imponenti scogliere, ecc.), la posa di una condotta mediante scavi e successivi rinterri è il sistema più frequentemente utilizzato. Ciò in considerazione della sua versatilità costruttiva, della semplicità nell'organizzazione delle fasi di lavoro e della possibilità di adattare la geometria della condotta a quella della sezione di attraversamento. Inoltre, ostacoli incontrati nelle fasi di scavo, o variazioni di progetto in corso d'opera, generalmente non sono tali da inficiarne la fattibilità o la corretta esecuzione.

La metodologia esecutiva consiste sostanzialmente nelle seguenti fasi:

- nello scavo di una trincea lungo il profilo d'attraversamento fino al raggiungimento delle quote di posa;
- nel successivo alloggiamento della colonna di condotta (precedentemente preassemblata fuori dall'ambito fluviale) nel fondo-scavo;
- infine nel rinterro degli scavi, con il medesimo materiale di scavo (precedentemente accantonato), per il ripristino morfologico dell'area, ivi comprese la realizzazione e/o ripristino di eventuali opere di protezione idraulica.

In relazione alle specifiche caratteristiche idrauliche del corso d'acqua, al periodo climatico di esecuzione, ai volumi di deflusso attesi nel corso delle operazioni esecutive ed alla durata delle stesse, la sequenza operativa dei lavori può essere articolata con uno dei seguenti modi:

- lavori in continuità con quelli di linea; tale procedura riguarda l'attraversamento di corsi d'acqua "poco importanti" (in relazione all'aspetto idraulico, alla morfologia dei terreni e a rischi di tipo operativo) o caratterizzati da periodi di "secca" o di

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 40 di 59	Rev. 0	

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

magra, anche se di breve durata; in tali condizioni i lavori di scavo, posa e rinterro della condotta vengono effettuati in continuità con quelli lungo la linea; in genere si tratta di torrenti, o canali, caratterizzati da modesti valori di portata, che pertanto non necessitano di una specifica struttura atta a consentirne il minimo deflusso, che può essere garantito mediante dispositivi ordinari;

- lavori per "fasi chiuse"; tale procedura prevede che si completi ogni fase prima dell'inizio della successiva; eseguendo in progressione scavo, posa della condotta e rinterri; questa sequenza viene adottata ogni qualvolta è necessario garantire lo smaltimento di un'eventuale portata non trascurabile, che dovesse manifestarsi durante la costruzione.

Preliminarmente alla fase di scavo verranno in generale realizzati dei by-pass, costituiti tomboni e/o da argini, ture ecc., per consentire il normale deflusso delle acque.

Per i corsi d'acqua ampi e/o con deflusso significativo di acqua, i lavori verranno eseguiti per tratti successivi. In questo caso anche gli interventi temporanei di deviazione del flusso verranno adattati nel corso dei lavori, con lo scopo di operare sempre nelle condizioni favorevoli.

Al termine dei lavori, tutte le eventuali opere di deviazione e di regimentazione temporanea del deflusso idraulico verranno rimosse e sarà integralmente ripristinata la configurazione dell'alveo preesistente.

Si precisa inoltre che durante le fasi operative i mezzi ed il personale presenti in alveo saranno quelli strettamente necessari per l'esecuzione dei lavori, con deposito dei materiali e delle attrezzature fuori dall'ambito fluviale. Ciò con lo scopo di agevolare il rapido allontanamento dei mezzi e del personale dall'ambito fluviale in caso di manifestazione di un evento di piena significativo. In ogni caso le procedure di sicurezza connesse a sistemi di preallertamento e alle disposizioni operative in caso di manifestazione di eventi di piena verranno stabilite nel PSC.

I tempi operativi saranno quelli strettamente necessari per lo svolgimento dei lavori, individuando il periodo d'intervento in considerazione delle peculiarità idrologiche stagionali del corso d'acqua.

Si pone in evidenza infine che al completamento dei lavori necessari per dare l'opera finita, si ristabilirà l'originale conformazione plano-altimetrica delle aree interessate, senza alcuna modificazione della sezione idrica offerta al deflusso di piena. In tal modo, l'intervento in progetto non apporterà alterazioni alle condizioni geometriche ed idrauliche dell'alveo. Considerata inoltre la natura dei lavori, non si prevede alcuna variazione delle condizioni di scabrezza dei terreni e pertanto non si darà luogo ad alcuna alterazione della capacità di laminazione naturale dell'alveo e della portata naturalmente rilasciata a valle: l'opera risulta ininfluenza sulle condizioni di smaltimento delle portate del corso d'acqua.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 41 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

8.3 Geometria della condotta ed interventi di ripristino

8.3.1 3° Attraversamento torrente Savalano

Copertura di progetto

Relativamente al profilo di posa della condotta in progetto in subalveo in corrispondenza dell'attraversamento in esame, in considerazione dei risultati degli studi precedentemente riportati e delle condizioni peculiari rilevate nel contesto d'intervento, è stato previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di 3.10m (riferita alla profondità della generatrice superiore del tubo nei confronti della quota minima di fondo alveo).

Detta profondità di posa delle condotta, unitamente alle opere di presidio d'alveo previste in progetto, assicurano la sicurezza dell'infrastruttura lineare per tutto il periodo d'esercizio nei confronti dei potenziali processi erosivi.

Interventi di ripristino

Le opere di difesa idraulica previste nell'ambito sono:

- Rivestimento d'alveo (sponde e fondo) in massi naturali, da realizzare per tutta la fascia interessata dai lavori;

Detti interventi assicureranno dunque il ripristino della configurazione morfologica d'alveo preesistente ed un'efficace funzione di stabilizzazione locale dell'alveo stesso (presidio idraulico nei confronti dei potenziali fenomeni erosivi in concomitanza ad eventi di piena).

Le opere presentano caratteristiche tipologiche ottimali al fine di inserirsi nel contesto naturale esistente.

I lavori di ripristino si completano con la ripresa, stendimento e riprofilatura dello strato superficiale di terreno accantonato, per il ripristino morfologico e vegetazionale dell'intera area. Gli interventi vegetazionali consistono in generale nell'inerbimento dell'area e la messa a dimora di vegetazione arbustiva ed arborea costituite da essenze autoctone.

Si precisa inoltre che, per un esame di dettaglio della configurazione tipologica e dimensionale delle opere in progetto e del profilo geometrico della condotta, si rimanda alla visione del disegno di attraversamento.

8.3.2 4° Attraversamento torrente Savalano

Copertura di progetto

Relativamente al profilo di posa della condotta in progetto in subalveo in corrispondenza dell'attraversamento in esame, in considerazione dei risultati degli studi precedentemente riportati e delle condizioni peculiari rilevate nel contesto d'intervento, è stato previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di 3.10m (riferita alla profondità della generatrice superiore del tubo nei confronti della quota minima di fondo alveo).

Detta profondità di posa delle condotta, unitamente alle opere di presidio d'alveo previste in progetto, assicurano la sicurezza dell'infrastruttura lineare per tutto il periodo d'esercizio nei confronti dei potenziali processi erosivi.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 42 di 59	Rev. 0	

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

Interventi di ripristino

Le opere di difesa idraulica previste nell'ambito sono:

- Rivestimento d'alveo (sponde e fondo) in massi naturali, da realizzare per tutta la fascia interessata dai lavori;

Detti interventi assicureranno dunque il ripristino della configurazione morfologica d'alveo preesistente ed un'efficace funzione di stabilizzazione locale dell'alveo stesso (presidio idraulico nei confronti dei potenziali fenomeni erosivi in concomitanza ad eventi di piena).

Le opere presentano caratteristiche tipologiche ottimali al fine di inserirsi nel contesto naturale esistente.

I lavori di ripristino si completano con la ripresa, stendimento e riprofilatura dello strato superficiale di terreno accantonato, per il ripristino morfologico e vegetazionale dell'intera area. Gli interventi vegetazionali consistono in generale nell'inerbimento dell'area e la messa a dimora di vegetazione arbustiva ed arborea costituite da essenze autoctone.

Si precisa inoltre che, per un esame di dettaglio della configurazione tipologica e dimensionale delle opere in progetto e del profilo geometrico della condotta, si rimanda alla visione del disegno di attraversamento.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 43 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

9 VALUTAZIONI INERENTI ALLA COMPATIBILITA' IDRAULICA

9.1 Quadro normativo generale

9.1.1 Direttiva 2007/60/CE (Floods Directive - FD)

La *Direttiva 2007/60/CE* cosiddetta "Direttiva alluvioni, Floods Directive – FD", entrata in vigore il 26 novembre 2007, ha istituito "un quadro per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche connesse con le alluvioni all'interno della Comunità".

In linea con i principi internazionali di gestione dei bacini idrografici già sostenuti dalla *Direttiva 2000/60/CE* (Direttiva Acque), la Direttiva Alluvioni promuove un approccio specifico per la gestione dei rischi di alluvioni e un'azione concreta e coordinata a livello comunitario, in base alla quale gli Stati membri dovranno essere realizzati i seguenti prodotti:

- valutazione preliminare del rischio di alluvione (individuazione di tutte le aree a potenziale rischio di inondazioni);
- mappe della pericolosità e del rischio di alluvione (mappare l'estensione dell'inondazione e gli elementi esposti al rischio in queste aree);
- piani di gestione del rischio di alluvione (adottare misure adeguate e coordinate per ridurre il rischio di alluvione).

La Direttiva promuove anche il coinvolgimento del pubblico nel processo di pianificazione, attraverso idonei strumenti di informazione e consultazione.

Ai sensi della Direttiva, tutti gli Stati membri devono dotarsi di *Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni* (PGRA) che contemplino tutti gli aspetti della gestione del rischio e in particolare "la prevenzione, la protezione, e la preparazione, comprese la previsione di alluvioni e i sistemi di allertamento".

La Direttiva delinea un percorso per la redazione dei Piani, definito da una serie di stadi di implementazione, caratterizzati da specifici obblighi e scadenze, all'interno di un ciclo di gestione con periodicità pari a 6 anni.

La Direttiva prevede, altresì, che entro 3 mesi dalle scadenze stabilite per ciascuno stadio di implementazione, vengano riportati alla Commissione Europea una serie di informazioni (reporting), secondo modalità e formati ben definiti.

I Piani di gestione del rischio di alluvione sono stati predisposti dalle Autorità di bacino distrettuali dei 5 distretti idrografici in cui è suddiviso il territorio nazionale (fiume Po, Alpi Orientali, Appennino Settentrionale, Appennino Centrale, Appennino Meridionale) nonché dalle regioni Sardegna e Sicilia. Il periodico riesame e l'eventuale aggiornamento dei Piani ogni 6 anni consente di adeguare la gestione del rischio di alluvioni alle mutate condizioni del territorio, anche tenendo conto del probabile impatto dei cambiamenti climatici sul verificarsi di alluvioni.

9.1.2 D.Lgs. 49/2010

La Direttiva 2007/60/CE è stata recepita nell'ordinamento italiano con il con il D.Lgs. 49/2010, tenendo conto anche della normativa nazionale vigente, in particolar modo del D.Lgs. 152/2006 (recepimento italiano della Direttiva 2000/60/CE) e del DPCM 29 settembre 1998.

L'attuazione della Direttiva 2007/60/CE richiede l'individuazione preliminare delle unità di gestione (Unit of Management – UoM) o porzione di distretto e delle relative autorità

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 44 di 59	Rev. 0	

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

competenti (Competent Authority – CA).

La competenza per la predisposizione delle valutazioni preliminari del rischio, dell'elaborazione delle mappe di pericolosità e rischio e della redazione dei piani di gestione è affidata alle Autorità di Bacino distrettuali a norma del D.Lgs. 152/2006, in conformità con le attività di predisposizione dei Piani di Assetto Idrogeologico già svolte. Alle Regioni e province autonome, in coordinamento tra loro e con il Dipartimento di Protezione Civile, spetta il compito di predisporre la parte dei piani di gestione per il distretto idrografico di riferimento relativa al sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idraulico ai fini di protezione civile.

Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni

Sulla base della valutazione preliminare del rischio si individuano le aree per le quali sussisterebbe un rischio potenziale significativo di alluvioni o si possa ritenere probabile che questo si generi. Per queste zone riconosciute potenzialmente esposte a rischio di alluvioni sono state predisposte mappe di pericolosità e rischio di alluvioni.

Le mappe di pericolosità contengono la perimetrazione delle aree geografiche che potrebbero essere interessate dall'esonazione di un corso d'acqua secondo i seguenti scenari:

1. scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi;
2. media probabilità di alluvioni;
3. elevata probabilità di alluvioni;

Le mappe di rischio indicano le potenziali conseguenze negative derivanti da alluvioni per ciascuno dei tre scenari di pericolosità. Il D.Lgs 49/2010, di recepimento della Direttiva, prevede 4 classi di rischio espresse in termini di:

- numero di abitanti potenzialmente interessati;
- infrastrutture e strutture strategiche;
- beni ambientali, storici e culturali;
- distribuzione e tipologia delle attività economiche;
- presenza di impianti potenzialmente inquinanti (Allegato I D.Lgs 59/2005) e di aree protette (Allegato 9 parte III D.Lgs 152/2006);
- altre informazioni considerate utili, come le aree soggette ad alluvioni con elevato volume di trasporto solido e colate detritiche o informazioni su fonti rilevanti di inquinamento.

L'esistenza nel territorio italiano dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), redatti ai sensi della Legge 183/89, ha fornito un'adeguata base di partenza, opportunamente aggiornata, omogenizzata e valorizzata, per l'adempimento agli obblighi di cui alla Direttiva. Quindi le mappe di pericolosità e rischio di alluvioni sono state realizzate a partire dai PAI ed in accordo con gli "Indirizzi operativi" emanati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con il contributo di ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, delle Autorità di Bacino Nazionali e del Tavolo tecnico Stato-Regioni.

9.1.3 Piani di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)

I piani di gestione definiscono gli obiettivi della gestione del rischio di alluvioni per le zone in cui può sussistere un rischio potenziale ritenuto significativo, al fine di ridurre le possibili conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali, attraverso l'attuazione prioritaria di interventi strutturali e non strutturali e di azioni per la riduzione della pericolosità.

Sulla base delle mappe di pericolosità e rischio di alluvioni le autorità competenti

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 45 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

hanno predisposto i Piani di gestione del rischio di alluvioni coordinati a livello di distretto idrografico.

I piani riguardano tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, e in particolare la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di alluvioni e i sistemi di allertamento, e tengono conto delle caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato.

Il D.Lgs. 49/2010 dispone che i piani di gestione siano predisposti nell'ambito delle attività di pianificazione di bacino di cui al D.Lgs. 152/2006, facendo salvi gli strumenti già approntati in attuazione della normativa previgente e tenendo conto dei seguenti aspetti:

- la portata della piena e l'estensione dell'inondazione;
- le vie di deflusso delle acque e le zone con capacità di espansione naturale delle piene;
- gli obiettivi ambientali di cui alla parte terza, titolo II, del D.Lgs. 152/2006;
- la gestione del suolo e delle acque;
- la pianificazione e le previsioni di sviluppo del territorio;
- l'uso del territorio;
- la conservazione della natura;
- la navigazione e le infrastrutture portuali;
- i costi e i benefici;
- le condizioni morfologiche e meteomarine alla foce.

Riesami e aggiornamenti

Gli elementi dei piani di gestione del rischio di alluvioni dovranno essere riesaminati periodicamente e, se necessario, aggiornati tenendo conto delle probabili ripercussioni dei cambiamenti climatici sul verificarsi delle alluvioni.

La Direttiva dispone i termini per il riesame della valutazione preliminare del rischio di alluvioni al 22 dicembre 2018 e successivamente ogni sei anni, delle mappe di pericolosità e rischio di alluvioni al 22 dicembre 2019 e successivamente ogni sei anni, e dei Piani di Gestione al 22 dicembre 2021 e successivamente ogni sei anni.

Informazione e Partecipazione Pubblica

La comunicazione e la partecipazione pubblica all'iter di elaborazione dei piani di gestione del rischio di alluvioni rivestono, secondo la Direttiva, un ruolo strategico ai fini della condivisione e legittimazione dei piani stessi.

A tal fine, le Autorità di bacino distrettuali e le Regioni afferenti il bacino idrografico, in coordinamento tra loro e con il Dipartimento nazionale della Protezione Civile, ciascuna per le proprie competenze, devono mettere a disposizione del pubblico la valutazione preliminare del rischio di alluvioni, le mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni ed i piani di gestione del rischio di alluvioni. Le stesse Autorità promuovono poi la partecipazione attiva all'elaborazione, al riesame e all'aggiornamento dei piani di gestione di tutti i soggetti competenti interessati.

Il Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare mette a disposizione del pubblico e della Comunità Europea le informazioni relative alla valutazione preliminare, alle mappe di rischio e pericolosità ed ai Piani di gestione del rischio di alluvioni sul Geoportale Nazionale, già punto di accesso nazionale alle informazioni territoriali e ambientali per la Direttiva INSPIRE 2007/2/EC.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 46 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

9.2 Quadro normativo di riferimento per l'ambito in esame

9.2.1 Premessa

Dal 17 febbraio 2017, con la pubblicazione nella G.U.R.I. n. 27 del 2 febbraio 2017, è entrato in vigore il DM n.294 del 25/10/2016 dell'ex Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM); da tale data sono sopresse su tutto il territorio nazionale, le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali e il trasferimento delle competenze alle Autorità di bacino distrettuali.

Pertanto, con l'entrata in vigore della norma summenzionata, gli ambiti specifici in esame (collocati all'interno del territorio dell'ex Autorità di bacino Toscana Costa) ricadono nelle pertinenze territoriali dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Lo strumento operativo previsto dalla legge italiana (D.Lgs. n.49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE) per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali è rappresentato dal Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA). Esso deve essere predisposto a livello di distretto idrografico.

Il PGRA sostituisce a tutti gli effetti, con una nuova cartografia e nuove norme, i PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) riguardanti gli ambiti a pericolosità e rischio idraulico, redatti dalle ex Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali che attualmente sono ricomprese nelle pertinenze dell'Autorità di Bacino Distrettuale.

In particolare, nel bacino del fiume Arno e negli ex bacini regionali toscani la parte del PAI relativa alla pericolosità idraulica è stata abrogata e sostituita integralmente dal PGRA. Il PAI si applica esclusivamente per la parte relativa alla pericolosità da frana e da dissesti di natura geomorfologica.

Conseguentemente il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), redatto dal distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, costituisce l'unico strumento di riferimento pianificatorio e normativo per la gestione del rischio di alluvioni e il governo del territorio nell'ex bacino del fiume Arno e negli ex bacini regionali toscani.

9.2.2 PGRA del Distretto Appennino Settentrionale

Generalità

Il Piano di gestione del rischio di Alluvioni del Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale è stato approvato con il DPCM del 27 ottobre 2016, pubblicato in gazzetta ufficiale n.28 del 3 febbraio 2017.

Il PGRA supera, nell'ex bacino del fiume Arno e negli ex bacini regionali toscani, il PAI sia dal punto di vista cartografico che dal punto di vista della disciplina della pericolosità da alluvioni, introducendo una nuova Disciplina di piano con allegati orientata alla gestione del rischio e alla responsabilizzazione degli enti locali in tale gestione, alla tutela e salvaguardia della naturalità dei corsi d'acqua.

In sostanza, con l'adozione definitiva del PGRA le norme di PAI continuano a mantenere la loro operatività rispetto alla pericolosità idraulica esclusivamente per quanto non espressamente in contrasto con la Disciplina dello stesso PGRA. Il PAI mantiene integralmente i propri contenuti e le proprie norme d'uso per quanto riguarda la pericolosità da processi geomorfologici di versante e da frana.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 47 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

Il PGRA racchiude pertanto in sé sia la parte di regole ed indirizzi (misure di prevenzione) per una gestione del territorio orientata a mitigare e gestire i rischi con particolare riguardo al patrimonio esistente, sia gli interventi (misure di protezione) da attuare per mitigare gli effetti delle alluvioni sugli elementi esposti al rischio. La Disciplina di Piano include inoltre le modalità con cui si preservano e si integrano le aree destinate alla realizzazione degli interventi. Infine il PGRA introduce, con la definizione delle aree di contesto fluviale e delle aree con particolare predisposizione al verificarsi di fenomeni tipo flash flood, particolari indirizzi per il governo del territorio tesi anche questi alla mitigazione degli effetti al suolo.

Le misure di prevenzione (Disciplina di Piano) e quelle di protezione (interventi) contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi generali stabiliti alla scala dell'intero distretto dell'Appennino settentrionale. Nel PGRA tali obiettivi sono declinati in dettaglio nelle varie porzioni del bacino (aree omogenee). Al raggiungimento degli obiettivi concorrono anche le misure di preparazione (azioni di protezione civile quali il sistema di allertamento, il servizio di piena, i piani di Protezione civile, etc.) che sono di competenza delle Regioni e del Dipartimento nazionale di Protezione civile.

PGRA - Disciplina di Piano - Cenni

Nell'ambito dell'art.1 della Disciplina di Piano sono riportate le finalità del PGRA. In particolare nel comma 4 si cita quanto qui di seguito riportato.

In coerenza con le finalità generali della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo n. 49/2010, il PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone persegue i seguenti obiettivi generali che sono stati definiti alla scala del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale:

1. Obiettivi per la salute umana

- a) riduzione del rischio per la vita delle persone e la salute umana;
- b) mitigazione dei danni ai sistemi che assicurano la sussistenza e l'operatività delle strutture strategiche.

2. Obiettivi per l'ambiente

- a) riduzione del rischio per le aree protette derivante dagli effetti negativi dovuti al possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali;
- b) mitigazione degli effetti negativi per lo stato ambientale dei corpi idrici dovuti al possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali, con riguardo al raggiungimento degli obiettivi ambientali di cui alla direttiva 2000/60/CE.

3. Obiettivi per il patrimonio culturale

- a) Riduzione del rischio per il patrimonio culturale, costituito dai beni culturali, storici ed architettonici esistenti;
- b) mitigazione dei possibili danni dovuti ad eventi alluvionali sul sistema del paesaggio.

4. Obiettivi per le attività economiche

- a) mitigazione dei danni alla rete infrastrutturale primaria;
- b) mitigazione dei danni al sistema economico e produttivo pubblico e privato;
- c) mitigazione dei danni alle proprietà immobiliari;
- d) mitigazione dei danni ai sistemi che consentono il mantenimento delle attività economiche.

Le norme di disciplina degli interventi nelle aree a Pericolosità da alluvione fluviale sono riportate nell'ambito del Capo II - Sezione I della Disciplina di piano.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 48 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

In particolare, per quanto riguarda le aree a pericolosità da alluvione elevate (P3), nell'art.7, comma 4 si riporta:

Le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P3.

Per quanto riguarda le aree a pericolosità da alluvione media (P2), nell'art.9, comma 3 si riporta:

Le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P2.

Per quanto riguarda le aree a pericolosità da alluvione bassa (P1), nell'art.11, comma 3 si riporta:

La Regione disciplina le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P1.

9.2.3 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, n. 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;*
- 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;*

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 49 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

9.3 Interferenze con PGRA nell'ambito di attraversamento del corso d'acqua

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico in scala 1:10.000, dal quale si possono individuare gli ambiti d'interferenza tra il metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in colore rosso) con l'alveo del corso d'acqua (indicati con dei cerchi in blu) e più in generale con le aree censite dal PGRA a pericolosità elevata e media (riportate mediante campiture semi-trasparenti con varie tonalità di blu).

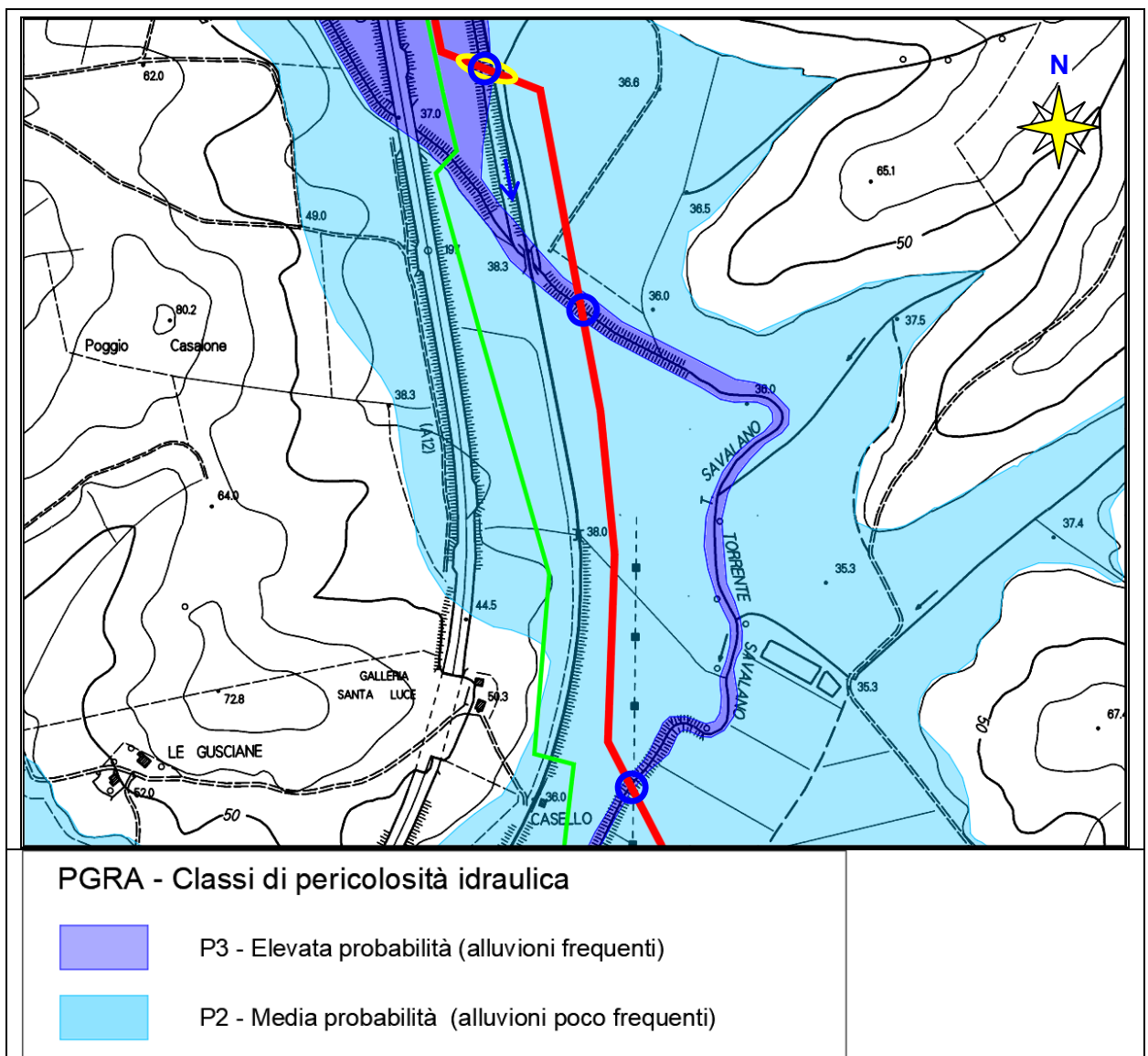


Fig.9.3/A: Interferenze tra metanodotto in progetto con le aree P2 e P3 dal PGRA

Dall'analisi della figura precedente si rileva che il tracciato del metanodotto in progetto in corrispondenza degli attraversamenti in esame dell'alveo del corso d'acqua (indicati schematicamente mediante dei cerchi in blu) ricadono in ambito censiti a pericolosità da alluvioni fluviali elevata (P3).

Dalla medesima figura si può anche rilevare che in corrispondenza del 2° attraversamento dell'alveo Savalano (quello di monte in figura) è previsto l'impiego di una tecnica trenchless (con metodologia dello "spingitubo"), il cui sviluppo longitudinale

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 50 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

è schematicamente indicato mediante un'ellisse in giallo.

Negli ambiti esterni dagli ambiti di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua (nei quali la condotta verrà posizionata mediante la tradizionale tecnica degli "scavi a cielo aperto"), il tracciato del metanodotto continua a svilupparsi per dei lunghi tratti entro delle porzioni di territorio potenzialmente inondabili, censite a pericolosità elevata (P3) o a pericolosità media (P2).

9.4 Analisi delle condizioni di compatibilità idraulica

9.4.1 Considerazioni di carattere generale

Il metanodotto in progetto rappresenta un'infrastruttura lineare (di interesse pubblico) di trasporto del gas, che risulta tra le tipologie d'intervento per le quali, ai sensi della L.R. n. 41/2018, è consentito l'interferenza con le aree a pericolosità per alluvioni (frequenti o poco frequenti), a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio.

Le interferenze specifiche con le aree censite a pericolosità idraulica del corso d'acqua sono state determinate da considerazioni a più ampia scala che riguardano l'intera direttrice del tracciato del metanodotto, per la quale sono state attentamente valutate varie alternative di progetto. In particolare, si pone in evidenza che (in ogni caso) non è risultato possibile evitare l'interessamento delle aree a pericolosità idraulica di pertinenza del corso d'acqua in esame. Ciò in considerazione che il metanodotto prende origine nel territorio di Collesalveti (in località Mortaiolo) e termina nel territorio di Piombino (in località Vignarca), e pertanto nell'ambito del proprio sviluppo la linea in progetto deve necessariamente interferire con i vari corsi d'acqua che si sviluppano nel territorio tra le località di estremità precedentemente citate.

In ogni caso, si evidenzia che il metanodotto in progetto risulta un'opera completamente interrata e, essendo costituita da tubazioni in acciaio saldate rivestite in polietilene, non presenta alcun problema operativo e di sicurezza in caso di innalzamento della falda e/o di allagamento dell'area.

Le uniche strutture visibili risulteranno essere le paline ed i cartelli indicatori e pertanto, anche in occasione delle piene eccezionali del corso d'acqua, non si introdurranno interferenze idrauliche significative per la laminazione delle piene e/o riduzioni della capacità di invaso.

La costruzione dell'infrastruttura lineare, inoltre, non determina alcuna forma di trasformazione del territorio. Non sono previsti cambiamenti di destinazioni d'uso del suolo, né azioni di esproprio; ma unicamente una servitù di una stretta fascia a cavallo dell'asse della tubazione, lasciando dunque inalterate le possibilità di sfruttamento agricolo dei fondi.

Pertanto, in ragione di quanto esposto, si ritiene che la costruzione dell'opera non determini alcun mutamento significativo sulle condizioni idrologiche ed idrauliche nell'ambito fluviale interessato dall'attraversamento.

Infine, in considerazione della tipologia di opera (tubazione interrata), non è previsto alcun incremento del carico insediativo nelle aree d'intervento.

9.4.2 Considerazioni specifiche inerenti all'ambito 2° attraversamento del corso d'acqua

Nel paragrafo precedente è stato evidenziato che in corrispondenza del 2° attraversamento dell'alveo del corso d'acqua è stata prevista l'impiego di una tecnica in trivellazione, realizzata con la metodologia dello "spingitubo". Pertanto, alla luce

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402	
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 51 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

della metodologia operativa individuata e delle scelte progettuali, si evidenzia quanto segue:

- L'attraversamento fluviale avviene in "subalveo" e prevede una profondità di posa della condotta di adeguate garanzie nei confronti d'eventuali fenomeni di erosione di fondo (anche localizzati e/o temporanei) che si possono produrre anche in concomitanza di piene eccezionali, cosicché è da escludere qualsiasi interferenza tra la tubazione e il flusso della corrente;
- La configurazione morfologica d'alveo verrà mantenuta inalterata nei confronti della situazione originaria. Essendo i lavori previsti in trivellazione non si prevedono lavori in superficie nell'ambito dell'alveo del corso d'acqua;
- La tecnica costruttiva di posa della condotta (in trivellazione), unitamente alla geometria in progetto (adeguate coperture in subalveo), consentono inoltre in generale di escludere interferenze con il regime idraulico del corso d'acqua anche nella fase costruttiva dell'opera;
- La configurazione geometrica della linea nell'ambito di intervento (quote in subalveo e profili di risalita, fuori dall'ambito di trivellazione) è stata stabilita anche in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua e sono tali da non precludere la possibilità di effettuare interventi futuri in alveo, finalizzati ad attenuare o eliminare le condizioni di rischio idraulico (es: risagomature dell'alveo, realizzazione di eventuali opere di regimazione idraulica, ecc.).

In ragione delle scelte progettuali e del sistema d'attraversamento, si possono dunque esprimere le seguenti considerazioni inerenti alle interferenze con la dinamica fluviale del corso d'acqua:

1. Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena

Non generando alterazioni dell'assetto morfologico (tubazione completamente interrata, con posa in trivellazione), non sarà determinato dalla costruzione della condotta nessun effetto di variazione dei livelli idrici e quindi del profilo d'inviluppo di piena.

2. Riduzione della capacità di laminazione e/o di invaso dell'alveo

La linea in progetto, essendo completamente interrata, non crea alcun ostacolo al corretto deflusso delle acque e/o all'azione di laminazione delle piene, né contrazioni areali delle fasce d'esondazione e pertanto non sottrae capacità d'invaso.

3. Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo

L'opera in progetto non induce alcuna modifica all'assetto morfologico dell'alveo, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo questa localizzata in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento.

4. Interazioni in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua

Il sistema operativo previsto ha consentito di prevedere il posizionamento della condotta ad adeguate profondità di subalveo, quindi oltre ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento.

5. Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale

Essendo l'opera del tutto interrata, nonché essendo prevista la metodologia costruttiva in trivellazione, non saranno introdotte alterazioni al contesto naturale della regione fluviale.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 52 di 59		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

9.4.3 Considerazioni specifiche inerenti al 3° e 4° attraversamento dell'alveo

Entrando in maggior dettaglio in merito agli aspetti connessi alle specifiche interferenze idrauliche in corrispondenza del 3° e 4° attraversamento dell'alveo del corso d'acqua, nei quali la posa della condotta è prevista mediante "scavi a cielo aperto", si evidenzia quanto segue:

- L'attraversamento fluviale avviene in "subalveo" e prevede una profondità di posa della condotta di sufficiente garanzia nei confronti d'eventuali fenomeni di erosione di fondo (anche localizzati e/o temporanei) che si possono produrre anche in concomitanza di piene eccezionali, cosicché è da escludere qualsiasi interferenza tra tubazione e flusso della corrente;
- La configurazione morfologica dell'alveo, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, verrà mantenuta praticamente invariata nei confronti della situazione preesistente. Le opere complementari (rivestimenti d'alveo in massi naturali) sono infatti unicamente finalizzate al ripristino della configurazione originaria dell'alveo, oltre che al presidio idraulico dell'infrastruttura nei confronti di potenziali fenomeni erosivi in ambito locale da parte della corrente;
- La configurazione geometrica della condotta nell'ambito di intervento (quote in subalveo e profili di risalita) è stata stabilita anche in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua e sono tali da non precludere la possibilità di effettuare interventi futuri in alveo, finalizzati ad attenuare o eliminare le condizioni di rischio idraulico (es: risagomature dell'alveo, realizzazione di eventuali opere di regimazione idraulica, ecc.).

In ragione delle scelte progettuali e del sistema d'attraversamento, si possono dunque esprimere le seguenti considerazioni inerenti alle interferenze con la dinamica fluviale di ciascun corso d'acqua:

1. *Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena*
Non generando alterazioni dell'assetto morfologico (tubazione completamente interrata, con ripristino definitivo dei terreni allo stato preesistente), non sarà determinato dalla costruzione della condotta nessun effetto di variazione dei livelli idrici e quindi del profilo d'inviluppo di piena.
2. *Riduzione della capacità di laminazione e/o di invaso dell'alveo*
La condotta in progetto, essendo completamente interrata, non crea alcun ostacolo al corretto deflusso delle acque e/o all'azione di laminazione delle piene, né contrazioni areali delle fasce d'esondazione e pertanto non sottrae capacità d'invaso.
3. *Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo*
L'opera in progetto non induce alcuna modifica all'assetto morfologico dell'alveo inciso, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo questa localizzata in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento, e garantendo con la realizzazione d'opere di ripristino le preesistenti caratteristiche idrauliche della sezione di deflusso.
4. *Interazioni in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua*
Gli interventi previsti non costituiscono elementi d'interferenza con il regime idraulico naturale del corso d'acqua (quali restringimenti e/o modifiche dell'assetto longitudinale), in quanto le opere sono finalizzate al ripristino della configurazione originaria dell'alveo ed al presidio idraulico nei confronti di potenziali fenomeni erosivi. Le caratteristiche tipologiche delle opere previste si inseriscono perfettamente nel contesto naturale esistente.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 53 di 59		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

5. *Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale*
Essendo l'opera del tutto interrata non saranno indotti effetti particolarmente impattanti con il contesto naturale della regione fluviale che possano pregiudicare in maniera "irreversibile" l'attuale assetto paesaggistico. Condizioni d'impatto sono limitate alle sole fasi di costruzione e per questo destinate a scomparire nel tempo, con la ricostituzione delle componenti naturalistiche ed ambientali.

9.4.4 Considerazioni specifiche inerenti ai tratti di percorrenza di linea delle aree inondabili

Infine relativamente ai tratti del tracciato ricadenti esternamente dagli ambiti di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua, ma comunque collocati all'interno di aree censite a pericolosità idraulica (dove il metanodotto verrà posizionato mediante scavi a cielo aperto) si evidenzia quanto segue.

Queste interferenze riguardano delle porzioni di territorio che rappresentano delle aree di laminazione e/o di invaso del corso d'acqua in occasione di piene eccezionali (o comunque molto significative) ed in quanto tali, risultano degli ambiti di assoluta sicurezza per la condotta nei confronti dei processi di dinamica fluviale.

A tal proposito si mette in evidenza che il metanodotto in progetto risulta un'opera completamente interrata ed essendo costituita da tubazioni in acciaio saldate rivestite in polietilene, non presenta alcun problema operativo e di sicurezza in caso di innalzamento della falda e allagamento dell'area.

L'intervento prevede il completo interrimento della tubazione (alla profondità di almeno 1,5 m nei confronti del piano campagna, salvo eventuali tratti a copertura ulteriormente maggiorata) e l'integrale ripristino morfologico e vegetazionale delle aree interessate dai lavori.

In detti ambiti di percorrenza non sono previste modifiche circa lo stato dei luoghi, trasformazioni del territorio e/o cambiamenti di destinazione d'uso dei fondi. Le uniche strutture visibili risulteranno essere le paline, i cartelli indicatori ed eventuali sfiati in corrispondenza degli attraversamenti stradali e pertanto non si introdurranno interferenze idrauliche significative per la laminazione delle piene del corso d'acqua e/o riduzione della capacità di invaso, né tantomeno alterazioni all'eventuale deflusso in occasione delle piene eccezionali.

9.5 Interferenze con cassa di espansione in progetto e verifica compatibilità

9.5.1 Premessa

Facendo seguito a quanto già evidenziato in precedenza, il progetto denominato "Regimazione idraulica del Fiume Fine" redatto dalla H.S. Ingegneria S.r.l. – Ing. S. Pozzolini, ha previsto la realizzazione di una cassa di espansione sul torrente Savalano.

L'opera in progetto s'inquadra nell'ambito degli interventi necessari (a scala di bacino) per eliminare le situazioni idraulicamente critiche ricadenti nel tratto terminale del Fine.

Si precisa, infatti, che per la realizzazione complessiva del progetto è stata prevista la suddivisione degli interventi in n.4 lotti funzionali:

I LOTTO: interventi per la messa in sicurezza di Vada;

II LOTTO: cassa d'espansione sul torrente Savalano;

III LOTTO: casse d'espansione sul Botro della Sanguigna;

IV LOTTO: rinforzo e adeguamento delle arginature a protezione dello stabilimento Solvay;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar		Fg. 54 di 59

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

Allo stato attuale sono stati realizzati i lavori relativi al 1° lotto funzionale, consistenti nell'adeguamento dei tre attraversamenti presenti nel tratto focivo del fiume (ponte della linea FS Livorno-Roma, ponte della ex SS1, e attraversamento delle condotte Solvay) e la rimozione e il rifacimento delle arginature in prossimità del ponte della linea FS Livorno-Roma.

Pertanto, in relazione al numero progressivo dei lotti funzionali progettualmente previsti, il prossimo intervento da eseguire dovrebbe essere proprio la realizzazione della cassa di espansione sul torrente Savalano.

9.5.2 Ubicazione della cassa in progetto e cenni sulle tipologie d'intervento previste

Nella figura seguente si riporta uno stralcio della Tav.5 degli elaborati progettuali, dal quale si può individuare planimetricamente l'ubicazione della cassa di espansione in progetto sul torrente Savalano.

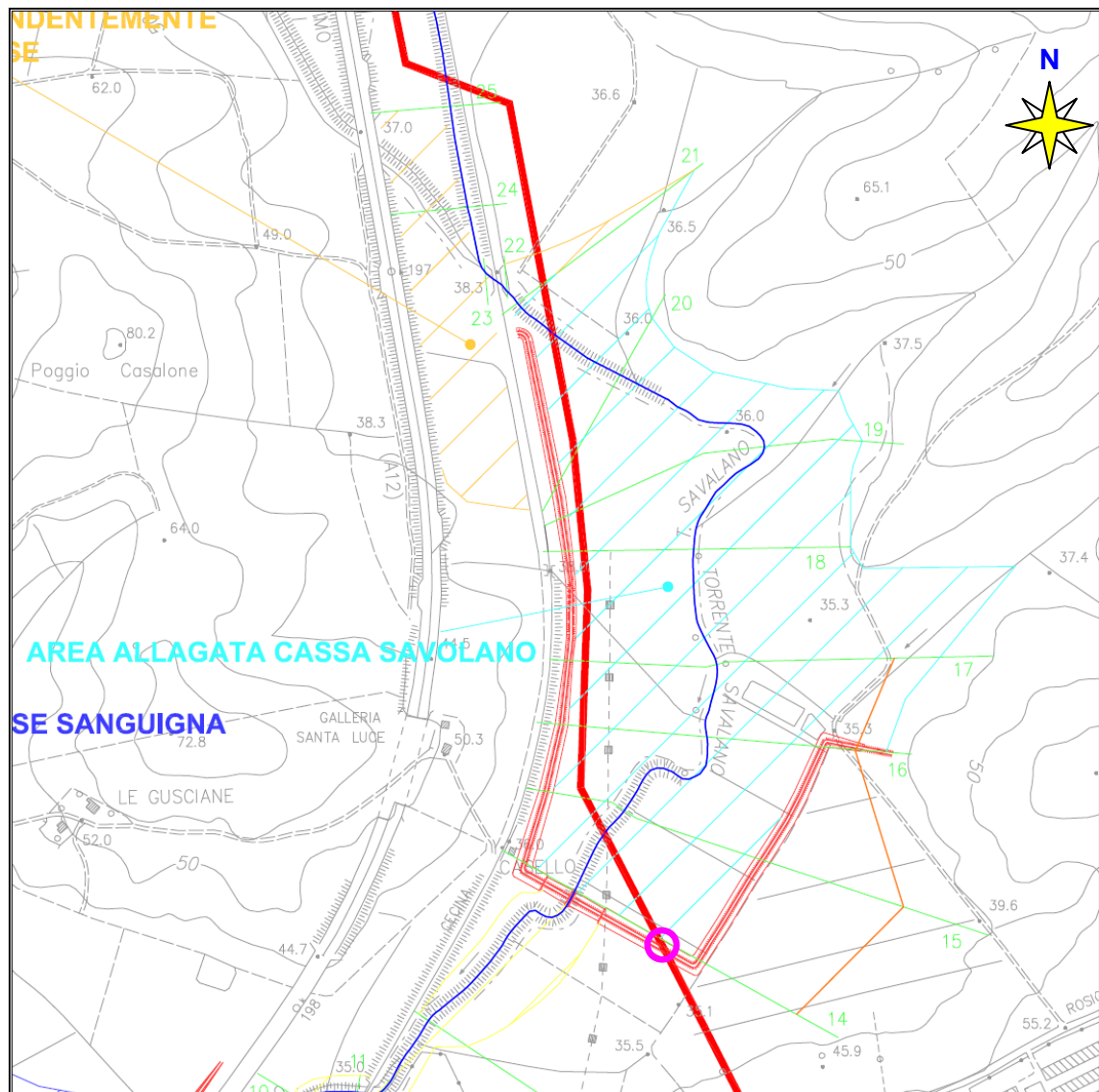


Fig.9.5/A: Stralcio al 10.000, con ubicazione della cassa di espansione in progetto

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 55 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

Nella figura precedente gli argini in progetto sono riportati in colore rosso; mentre l'area inondabile per la piena duecentennale in considerazione della configurazione di progetto è individuata tramite una campitura a strisce in celeste. Nella stessa figura è stato riportato anche il tracciato di progetto del metanodotto (tramite una linea in rosso), al fine di individuare le interferenze tra il metanodotto e le opere in progetto per la realizzazione della cassa di espansione.

In sostanza, dall'analisi della documentazione progettuale, la cassa di espansione consiste nella realizzazione delle opere qui di seguito riportate:

1. Una strozzatura d'alveo (bocca tarata) in corrispondenza della sez.14 (ubicata a valle dell'ultimo attraversamento del corso d'acqua);
2. Rilevato arginale trasversale di sbarramento in corrispondenza della sez.14 ed in prosecuzione del manufatto costituente la sezione ristretta a bocca tarata, per la delimitazione longitudinale della cassa di espansione. Sulla base da quanto rilevato dagli elaborati progettuali, l'altezza del rilevato di sbarramento risulta di circa 4 m nei confronti del piano campagna attuale;
3. N.2 rilevati arginali longitudinali (1 in sinistra e 1 in destra idrografica dell'alveo del corso d'acqua) per le delimitazioni laterali della cassa di espansione. In particolare, l'argine in destra è stato previsto a protezione del rilevato della ferrovia.

Non sono state previste modifiche sulla morfologia delle aree interne alla cassa di espansione.

9.5.3 Analisi delle interferenze del metanodotto ed accorgimenti tecnici

Sulla base di quanto rilevato in precedenza, l'interferenza significativa tra il metanodotto con le opere in progetto è rappresentata dal passaggio del tracciato di linea al di sotto del rilevato di sbarramento della cassa (in progetto), di cui al punto 2 del sub-paragrafo precedente ed evidenziato tramite un cerchio in magenta in Fig.9.5/A.

In tal senso, ed al fine di non introdurre un elemento di intralcio alla corretta realizzazione della preparazione del livello d'imposta del rilevato arginale, si prevede di posizionare la condotta nel tratto in esame con **copertura non inferiore a 4m** nei confronti del piano campagna attuale. Tale valore di copertura verrà adottato per uno sviluppo della linea di 80m (ossia 40m a monte e 40m a valle dal punto d'interferenza dell'asse del rilevato arginale in progetto).

In aggiunta come ulteriore di sicurezza si prevede di adottare una copertura maggiorata di 2.5m per tutto il tratto di sviluppo del tracciato di progetto all'interno della cassa di espansione in progetto.

9.5.4 Verifica delle condizioni di compatibilità

In considerazione degli accorgimenti tecnici illustrati nel sub-paragrafo precedente, si ritiene che la realizzazione del metanodotto non introduca alcun elemento di impedimento e/o di vincolo per l'eventuale costruzione della cassa di espansione e pertanto si ritiene che sia COMPATIBILE.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 56 di 59	Rev. 0	

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

9.6 Considerazioni conclusive sulla compatibilità idraulica

Alla luce di quanto evidenziato nei paragrafi precedenti si ritiene che, in riferimento alle specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e alle scelte progettuali effettuate in ciascun ambito in esame (metodologie costruttive e configurazione geometrica della condotta), l'intervento in progetto:

- non introduca alcun elemento di ostacolo al libero deflusso e dunque non determini alcuna alterazione del regime attuale di deflusso delle acque;
- non determini l'inserimento di elementi di riduzione della capacità di laminazione e di invaso in corrispondenza delle aree potenzialmente inondabili dalle piene del corso d'acqua;
- non comporti l'alterazione delle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale;
- non implichi alcuna forma di trasformazione dello stato dei luoghi del territorio e non sono previsti cambiamenti di destinazioni d'uso del suolo;
- non determini alcun aggravio delle condizioni di pericolosità e di rischio nell'area (non è previsto l'incremento del carico insediativo), né tantomeno provochi degli aggravamenti delle condizioni di pericolosità e di rischio per le aree esterne a quella d'intervento;
- non introduca elementi di impedimento per l'eventuale realizzazione di interventi di attenuazione e/o eliminazione delle condizioni di rischio nell'ambito fluviale in esame. In particolare, la costruzione del metanodotto non introduce alcun elemento di impedimento e/o di vincolo per l'eventuale costruzione della cassa di espansione previsto sul corso d'acqua.

In conclusione si ritiene che l'opera in progetto, in corrispondenza di ciascun ambito in esame nel presente elaborato, sia congruente con le misure di protezione e prevenzione stabilite nella Disciplina di piano del PGRA, nonché **COMPATIBILE** con le disposizioni stabilite nella L.R. n.41/2018 della Regione Toscana.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 57 di 59		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

10 CONCLUSIONI

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto generale denominato "Rifacimento metanodotto Livorno – Piombino DN 750 (30"), DP 75bar e opere connesse", intende realizzare un metanodotto caratterizzato da una lunghezza complessiva di circa 84km, che si sviluppa dal comune di Collesalveti, sino al comune di Piombino.

Il suddetto tracciato del metanodotto in progetto (DN 750) interseca, a distanza ravvicinata, il tratto basso dell'asta del torrente SAVALANO (2°, 3° e 4° attraversamento) in corrispondenza di degli ambiti di confine tra i territori comunali di Rosignano Marittimo (LI) e di Santa Luce (PI).

Con lo scopo di individuare le soluzioni tecnico-operative più idonee per gli attraversamenti in esame (metodologie costruttive, profili di posa in subalveo della condotta, eventuali opere di ripristino) sono state eseguite specifiche valutazioni di tipo geomorfologico, idrologico ed idraulico.

Alla luce dei risultati delle valutazioni effettuate, per il superamento in subalveo del corso d'acqua in corrispondenza del 2° attraversamento è stata prevista l'adozione di un sistema di attraversamento in trenchless, mediante la metodologia operativa dello "spingitubo". In particolare, l'attraversamento specifico del corso d'acqua verrà effettuato in trivellazione, unitamente al vicino rilevato della linea ferroviaria "Pisa – Cecina".

Mentre, per quanto riguarda gli altri due attraversamenti in esame (3° e 4° attraversamento), è stata prevista l'adozione del sistema di attraversamento mediante la tradizionale metodologia degli "scavi a cielo aperto".

In tutti e tre gli attraversamenti in esame, in ogni caso, è stato previsto il posizionamento della condotta in subalveo con coperture di sicurezza adeguatamente cautelative nei confronti dei potenziali processi erosivi.

Inoltre, in corrispondenza del 3° e del 4° attraversamento, al termine delle operazioni di posa della condotta, si prevede la realizzazione di opere di protezione idraulica dell'alveo (rivestimento d'alveo in massi naturali), con lo scopo di ripristinare la configurazione d'alveo esistente prima dell'inizio dei lavori. Gli interventi di progetto assicurano dunque il ripristino della configurazione preesistente e garantiscono inoltre le adeguate condizioni di sicurezza della condotta, per tutto il periodo di esercizio.

Si precisa che le opere previste non costituiscono elementi di interferenza con il regime idraulico naturale dei corsi d'acqua e non determinano delle variazioni significative agli assetti plano-altimetrici preesistenti (quali restringimenti e/o modifiche dell'assetto longitudinale). Le stesse opere sono state scelte con caratteristiche tipologiche ottimali al fine di inserirsi nei contesti naturali esistenti.

Invece, per quanto riguarda il 2° attraversamento, poiché previsto in trenchless e dunque senza interferenze operativamente con la configurazione d'alveo esistente, non è stato necessario prevedere alcun intervento di presidio e/o di ripristino morfologico.

In ultimo, nell'analisi delle interferenze tra la linea in progetto con gli ambiti censiti a pericolosità da alluvione ai sensi del PGRA, è emerso che in corrispondenza degli ambiti di attraversamento in esame il metanodotto in progetto interferisce con delle aree censite a pericolosità da alluvioni fluviali, ai sensi del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) redatto dal Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale.

	PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
	PROGETTO RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 58 di 59		Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

In tal senso, nel presente studio di compatibilità, è stato evidenziato che l'intervento in progetto, in ciascun ambito in esame, non introduce alterazioni significative al deflusso della corrente e/o riduzione della capacità di invaso e di laminazione del corso d'acqua e più in generale non determina alcuna modifica significativa allo stato dei luoghi nei territori interessati dai lavori, non implica trasformazioni e/o cambiamenti circa l'uso del suolo. Gli interventi, inoltre, non determinano alcun aggravio delle condizioni di rischio idraulico nell'area interessate (non è previsto l'incremento del carico insediativo), né tantomeno in ambiti esterni.

Pertanto, si ritiene che le specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti a ciascun ambito in esame possano essere ritenute non in contrasto con le misure di protezione e prevenzione stabilite nella Disciplina di piano del PGRA, nonché siano COMPATIBILI con le disposizioni stabilite nella L.R. n.41/2018 della Regione Toscana.



PROGETTISTA		COMMESSA NR/20049	UNITÀ 000
LOCALITÀ	REGIONE TOSCANA		REL-CI-E-00402
PROGETTO	RIFACIMENTO MET. LIVORNO-PIOMBINO DN 750 (30"), DP 75 bar	Fg. 59 di 59	Rev. 0

Rif. SAIPEM 023113-010-LA-E-80402

APPENDICE 1: COLONNE STRATIGRAFICHE DEI SONDAGGI

SONDAGGIO N° 38		COMMITTENTE : SAIPEM S.p.A.		CANTIERE : PIOMBINO (LI) - COLLESALVETTI (LI)		Doc. n. 08/134-PI	
Quota: 0,00 m.		Riferita a: Piano Campagna		Data inizio: 21/10/09		Pratica n. P08/134-PI	
Sperimentatore: Dott. Geol. Suecon A.		Operatore: Zorzetto M.		Data ultimazione: 21/10/09		Verb. Acc. n°	
Profondità in m.		Stratigrafia		Tipo di attrezzatura: CO.ME.TRIA tipo P.CO.IP		Certificato n°	
Prog.	Prof.	Tipologia	Caratteristiche	Pen. (kPa)	TOR (kPa)	Prof. in metri	Piezometro PZ2
1.80	1.80			>600	>100	148,09	1874
1.70	1.80		Limo debolmente argilloso, talvolta argilloso, nocciola, con occasionali fiamme ocracee e veti di sabbia fine nocciola.	>600	>100		
3.50	1.70	1	Limo argilloso nocciola, con rare fiamme ocracee.	110	15		
	3.50	2	Limo con argilla grigio-nera, in occasionali punti neri di sostanze organiche vegetali e rare Argilla limosa nocciola, con occasionali punti neri di sostanze organiche vegetali e rare concrezioni carbonatiche millimetriche e centimetriche.	130	29		
5.90	3.50	3	Limo argilloso nocciola, con fiamme e punti ocracei, rari punti neri di sostanze organiche vegetali e concrezioni carbonatiche millimetriche (Pen. 150-220 kPa; Tor. 23 kPa).	210	38		
9.40	5.90		Idem.	270	52		
9.90	9.40		Idem.	150	30		
11.40	9.90		Idem.	50	27		
13.40	11.40		Idem.	30	11		
14.70	13.40		Idem.	30	20		
15.00	14.70		Idem.	70	18		
	15.00		Idem.	120	22		
			Idem.	110	27		
			Idem.	70	20		
			Idem.	190	49		
			Idem.	150	38		
			Idem.	260	40		
			Idem.	300	26		
			Idem.	300	26		
			Idem.	120	40		
			Idem.	90	30		
			Idem.	110	32		
			Idem.	60	23		
			Idem.	300	>100		

<p>NOTE:</p> <p>■ Campione indisturbato OSTERBERG</p> <p>▣ Campione indisturbato SHELBY</p> <p>⊗ Campione rotativo DENISON</p> <p>▼ Campione rimaneggiato S.P.T.</p> <p>▽ Campione rimaneggiato</p> <p>* Campione a disturbo limitato</p> <p>PERFORAZIONE A CAROTTAGGIO CONTINUO</p> <p>CAROTTERE: SEMPLICE</p> <p>Ø 101 mm.</p> <p>tra m. 0,00 e m. 15,00</p> <p>CAROTTERE:</p> <p>Ø tra m. e m.</p> <p>CAROTTERE:</p> <p>Ø tra m. e m.</p> <p>TUBI DI RIVESTIMENTO</p> <p>Ø 127 mm.</p> <p>tra m. 0,00 e m. 12,90</p> <p>Ø tra m. e m.</p> <p>Ø tra m. e m.</p> <p>ASTE Ø mm. 50</p> <p>CASSETTE CATALOGATRICI N°: 3</p> <p>STRUMENTAZIONE INSTALLATA:</p> <p>- Chiusura foro con miscela cemento - bentonite</p> <p>H₂O in fase di perforazione</p> <p>DATA ORA H₂O RIV. H₂O</p> <p>21/10/09 - - -1,95 m</p> <p>Direttore del laboratorio Dott. Geol. Diego Morrillaro</p>
--