

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 1 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

METANODOTTO

Allacciamento EP Porto Torres
DN 400 (16"), DP 75 bar

Attraversamento in subalveo

FIUME SANTO

STUDIO IDROLOGICO - IDRAULICO E
RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

0	Emissione		M. Vitelli	C. Sabbatini	I. Palozzo
Rev.	Descrizione		Elaborato	Verificato	Approvato
					Lug. 2021
					Data

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 2 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

INDICE

1	GENERALITÀ	4
1.1	Premessa	4
1.2	Scopo e descrizione dell'elaborato	4
1.3	Disegno di Attraversamento	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
3	ANALISI DI CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO	8
3.1	Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua	8
3.2	Descrizione dell'area di attraversamento	10
4	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	12
4.1	Generalità	12
4.2	Considerazioni specifiche preliminari	12
4.3	Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino	12
4.4	Studio Comune di Sassari - Cenni	14
4.4.1	<u>Premessa</u>	14
4.4.2	<u>Cenni sulle modellazioni idrologiche</u>	14
4.5	Studio Comune di Sassari – fiume Santo	15
4.6	Portata di progetto	17
5	STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE	19
5.1	Presupposti e limiti dello studio	19
5.2	Assetto geometrico e modellazione dell'alveo	20
5.2.1	<u>Assetto geometrico di modellazione</u>	20
5.2.2	<u>Dati di input e condizioni al contorno</u>	22
5.3	Risultati della simulazione idraulica	23
5.4	Analisi dei risultati conseguiti	31
6	VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO	32
6.1	Generalità	32
6.2	Criteri di calcolo	33
6.3	Stima dei massimi approfondimenti d'alveo attesi	35
6.4	Analisi dei risultati e considerazioni progettuali	35
7	METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	36
7.1	Premessa	36
7.2	Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto	36

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 3 di 81
				Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

7.3	Geometria della condotta ed interventi di ripristino	37
8	VALUTAZIONI INERENTI ALLA COMPATIBILITA' IDRAULICA	39
8.1	Premessa	39
8.1.1	<u>Normativa di riferimento</u>	39
8.1.2	<u>Norme di Attuazione PAI-PGRA (testo coordinato) – Sintesi dei contenuti</u>	39
8.2	Analisi Interferenze con aree a pericolosità idraulica	42
8.3	Analisi delle condizioni di compatibilità idraulica	43
8.3.1	<u>Considerazioni di carattere generale</u>	43
8.3.2	<u>Considerazioni specifiche inerenti all'ambito di attraversamento dell'alveo</u>	44
8.3.3	<u>Considerazioni specifiche inerenti ai tratti di percorrenza di linea delle aree inondabili</u>	45
8.4	Considerazioni conclusive sulla compatibilità idraulica	46
9	CONCLUSIONI	47
	APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO / METODOLOGIA DI CALCOLO	48
	APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO / REPORT PROGRAMMA HEC RAS	53
	ANNESSO:	
•	Disegno di Attraversamento (cfr. par.1.3)	

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-PAI-E-00034	
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar	Pag. 4 di 81	Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

1 GENERALITÀ

1.1 Premessa

Snam Rete Gas intende realizzare un metanodotto denominato "Allacciamento EP Porto Torres" – DN 400 (16"), DP 75 bar, caratterizzato da uno sviluppo longitudinale di circa 2,814 km, ricadente nei comuni di Porto Torres e di Sassari, in provincia di Sassari.

L'opera ha lo scopo di collegare la centrale termoelettrica di Fiume Santo S.p.a. (EP Produzione), attualmente alimentata da due gruppi di generazione a carbone, alla futura rete di trasporto del gas.

Il tracciato del suddetto metanodotto in progetto interseca l'alveo del fiume Santo in un ambito di confine tra i territori comunali di Porto Torres e di Sassari, nei pressi della località "Giubeddi".

In corrispondenza ed in prossimità del sopracitato attraversamento fluviale, il tracciato del metanodotto in progetto interferisce con delle aree censite di pericolosità idraulica, ai sensi del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Bacino Unico Regionale – Sardegna, individuate come variante al PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 delle Norme di Attuazione del PAI.

1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato

Lo scopo del presente elaborato è dunque analizzare le condizioni di compatibilità idraulica del metanodotto in progetto in corrispondenza degli ambiti d'interferenza con le aree a pericolosità idraulica del corso d'acqua.

Si evidenzia sin da adesso (e verrà meglio specificato nel seguito) che le interferenze in esame consistono nell'attraversamento dell'alveo e delle pertinenze di un corso d'acqua da parte di una condotta in sotterraneo, con coperture di ricoprimento superiori a 1 m. Pertanto, ai sensi dell'art.21, comma 2, lettera c delle N.d.A. del PAI, nello specifico non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica.

Ciò nonostante, si è ritenuto comunque di sviluppare il presente elaborato con lo scopo di illustrare agli enti competenti gli studi effettuati al fine di individuare le caratteristiche di progettazione nell'attraversamento 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 dell'aspetto 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 dell'area d'attraversamento, in modo da consentire di individuare in maniera univoca il tratto del corso d'acqua interessato dall'interferenza con l'infrastruttura lineare in progetto;
- Caratterizzazione idrografica del corso d'acqua e descrizione dell'ambito di attraversamento;
- Valutazioni idrologiche al fine di stimare le portate al colmo di piena di progetto in

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 5 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

corrispondenza della sezione di studio (coincidente con quella dell'attraversamento in esame);

- Valutazioni idrauliche, volte ad individuare i parametri caratteristici di deflusso idrico ed i fenomeni associati alla dinamica fluviale locale in corrispondenza dell'ambito di attraversamento, con particolare riferimento alla valutazione dei fenomeni erosivi di fondo alveo;
- Descrizione delle scelte progettuali inerenti alla metodologia costruttiva, la geometria della condotta in subalveo e le eventuali opere di presidio idraulico;
- Valutazioni inerenti alla compatibilità idraulica del metanodotto in progetto, in riferimento ai criteri stabiliti nelle Norme di Attuazione del PAI per la regolamentazione degli interventi in ambiti censiti di pericolosità idraulica.

1.3 Disegno di Attraversamento

Il progetto dell'attraversamento del corso d'acqua, comprendente le caratteristiche geometriche e strutturali della condotta, il profilo di posa della stessa, nonché le caratteristiche tipologiche e dimensionali delle eventuali opere di sistemazione, è stato sviluppato nel seguente elaborato grafico:

- **DIS-AT-16E-0074**
"Allacciamento EP Porto Torres" – DN 400 (16"), DP 75 bar
Attraversamento Fiume Santo

Pertanto, per gli approfondimenti di alcune tematiche affrontate nel presente documento, si rimanda alla visione dell'elaborato grafico di progetto sopra citato.

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-PAI-E-00034	
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar	Pag. 6 di 81	Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il metanodotto in progetto "Allacciamento EP Porto Torres" – DN 400 (16") attraversa l'alveo del fiume Santo in un ambito di confine tra i territori comunali di Porto Torres e di Sassari, nei pressi della località "Giubeddi".

Dal punto di vista idrografico, l'ambito di attraversamento ricade nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua, a circa 2.8 km dalla foce in mare.

Al fine di consentire un inquadramento territoriale dell'ambito di attraversamento, qui di seguito si riporta una corografia in scala 1:25.000 (estratta dalle tavolette IGM), dove il tracciato del metanodotto in progetto (DN 400) è riportato mediante una linea in rosso, l'area d'impianto di partenza del metanodotto (la cui delimitazione è indicata in magenta) risulta da realizzare nell'ambito di un altro intervento relativo al metanodotto in progetto "Macomer – Porto Torres" – DN 650, il cui sviluppo è riportato in figura tramite una linea in arancione.

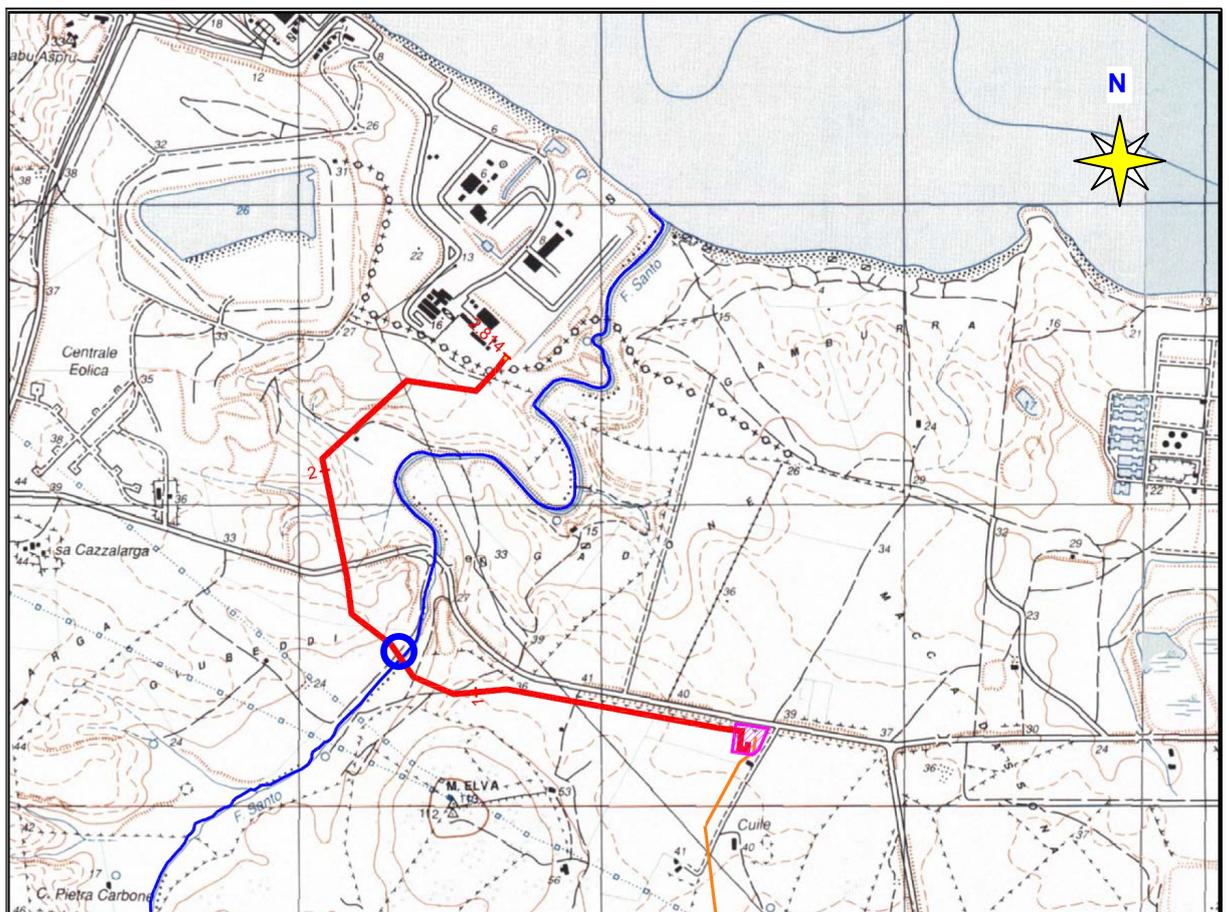


Fig.2/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

L'area di attraversamento del corso d'acqua (indicata in figura mediante un cerchio in colore blu) può essere rappresentata dalle coordinate piane riportate nella tabella seguente:

Tab.2/A: Coordinate ambito di attraversamento del corso d'acqua

Coordinate ambito di attraversamento del corso d'acqua		
Coordinate Piane (EPSG: 32632): Est /Nord	441265 m E	4520300 m N

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-PAI-E-00034	
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar	Pag. 7 di 81	Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico di maggior dettaglio (CTR in scala 1:10.000), dal quale si può individuare il tracciato del metanodotto DN400 in progetto (riportato mediante una linea in colore rosso) e l'area di attraversamento del corso d'acqua in esame (evidenziata mediante un cerchio in colore blu).

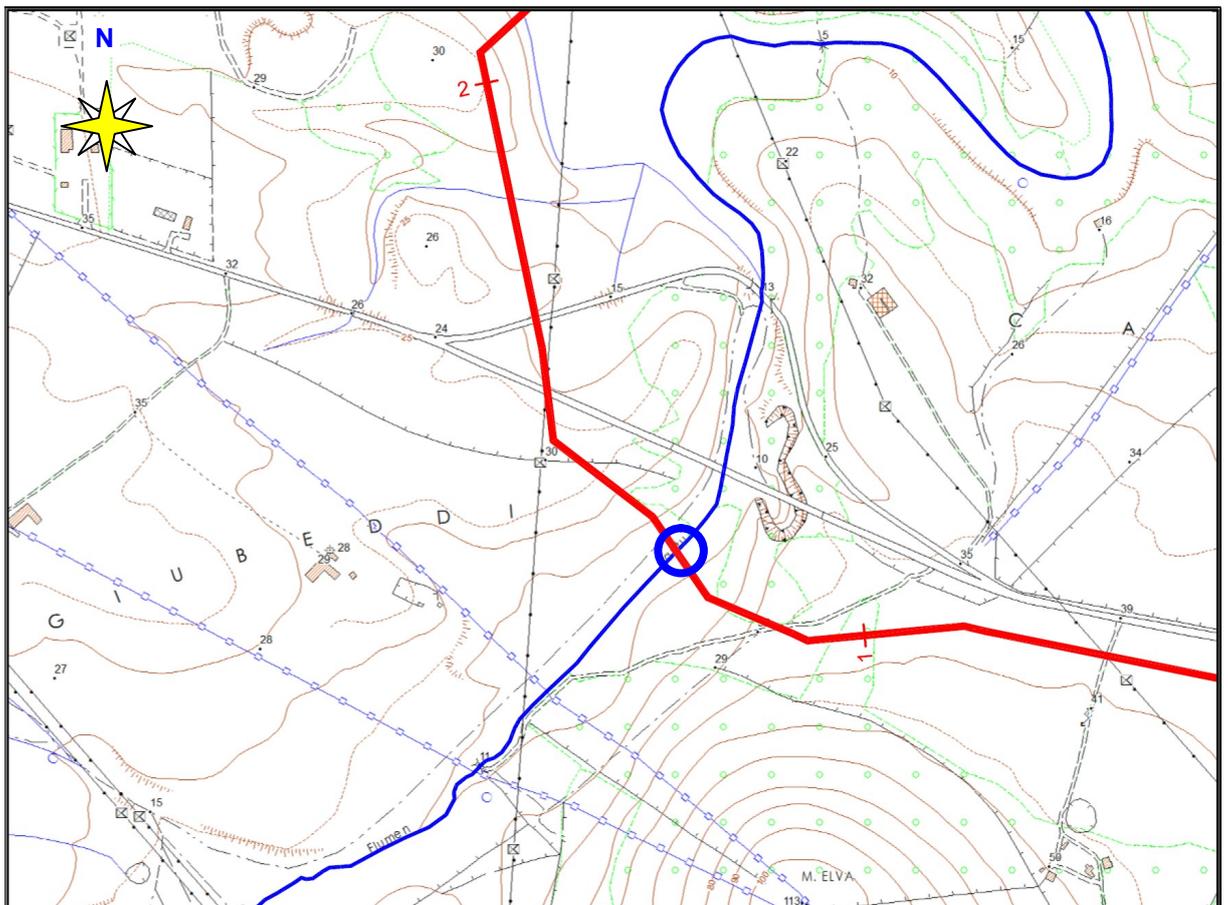


Fig.2/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

Dall'analisi della figura precedente si rileva che l'ambito di attraversamento del corso d'acqua da parte del tracciato del metanodotto in progetto (DN400) è ubicato a circa 120 m a monte del ponte della strada provinciale S.P. n.57.

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 8 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

3 ANALISI DI CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO

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

Il fiume Santo (denominato anche Flumen Santu) rappresenta un corso d'acqua di significativa importanza, caratterizzato da un bacino complessivo di superficie di circa 83 km², ricadente nella porzione nord- occidentale della Sardegna (nel Sub bacino 03: Coghinas - Mannu di Porto Torres – Temo).

Il torrente nasce come rio d'Astimini dal monte Lu Ferru vicino a Palmadula, e si sviluppa da sud verso nord; dopo 20 chilometri subito dopo mont'Elva in località "Gadoni", aggirando una collina in calcare, raccoglie le acque di una grandissima sorgente, diventando di fatto un vero fiume (Fiume Santo) per sfociare dopo qualche chilometro in mare nel golfo dell'Asinara, nel territorio di Sassari e Porto Torres.

Gli interventi antropici caratterizzano la parte finale del bacino del Fiume Santo, per la presenza, alla foce del fiume in sponda sinistra, di un importante complesso industriale, Polo Elettrico (centrale E.ON.- ex Endesa e impianti Terna).

L'asta fluviale del corso d'acqua ricade in gran parte nell'ambito del territorio di Sassari, mentre negli ultimi 6 km circa (a partire dall'incrocio con la Strada provinciale 34 verso Stintino) segna il confine comunale tra Sassari (in sinistra idrografica) e Porto Torres (in destra idrografica).

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 significativo (in blu), e del reticolo minore (in celeste). Nella stessa figura è anche indicato, mediante un cerchio in rosso, l'ambito di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua da parte del metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in rosso).

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-PAI-E-00034	
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar	Pag. 9 di 81	Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

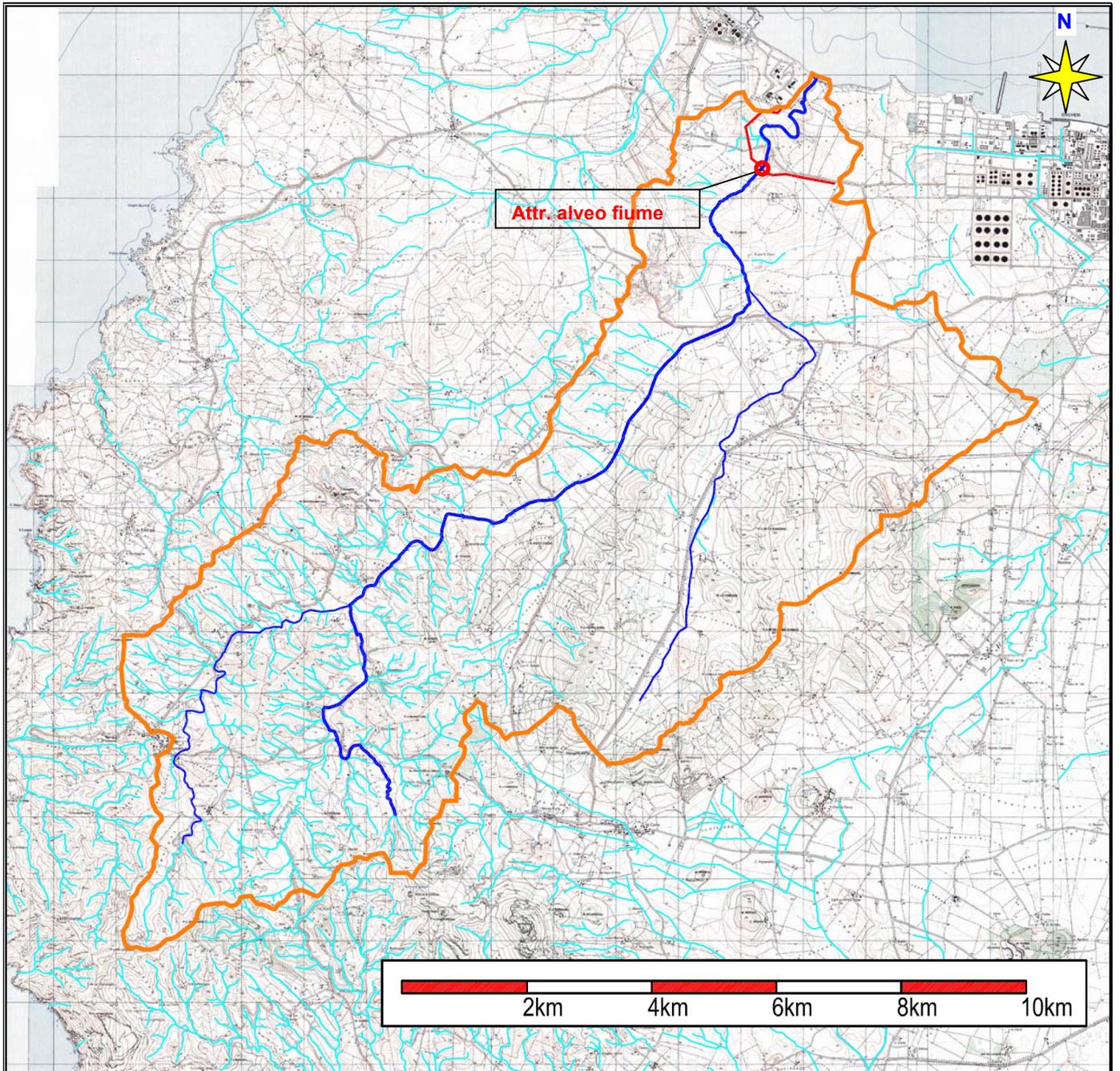


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua ed indicazione del tracciato del metanodotto

Dall'esame della figura precedente si rileva che l'attraversamento dell'alveo del corso d'acqua da parte del metanodotto in progetto ricade nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua, a circa 2.8 km dalla foce in mare.

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 10 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

3.2 Descrizione dell'area di attraversamento

Come si rileva dalla precedente Fig.3.1/A l'attraversamento da parte del metanodotto in progetto ricade nel tratto basso dello sviluppo dell'asta fluviale del corso d'acqua.

In corrispondenza dell'area di attraversamento, che ricade poco a monte del ponte della strada provinciale S.P. n.57, il corso d'acqua assume un andamento longitudinale sostanzialmente rettilineo.

L'alveo si presenta con una configurazione incisa (a forma di trapezio) e con dimensioni alquanto modeste in relazione alla consistenza idrologica del corso d'acqua. Infatti la larghezza del fondo alveo è di circa 3 m; mentre le sponde, mediamente acclivi, si elevano dal fondo per circa 2÷2.5 m.

Al fine di consentire una visione diretta dell'ambito d'interferenza tra il metanodotto in progetto (DN400) 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 l'area di attraversamento del corso d'acqua è indicata mediante un cerchio in colore celeste.

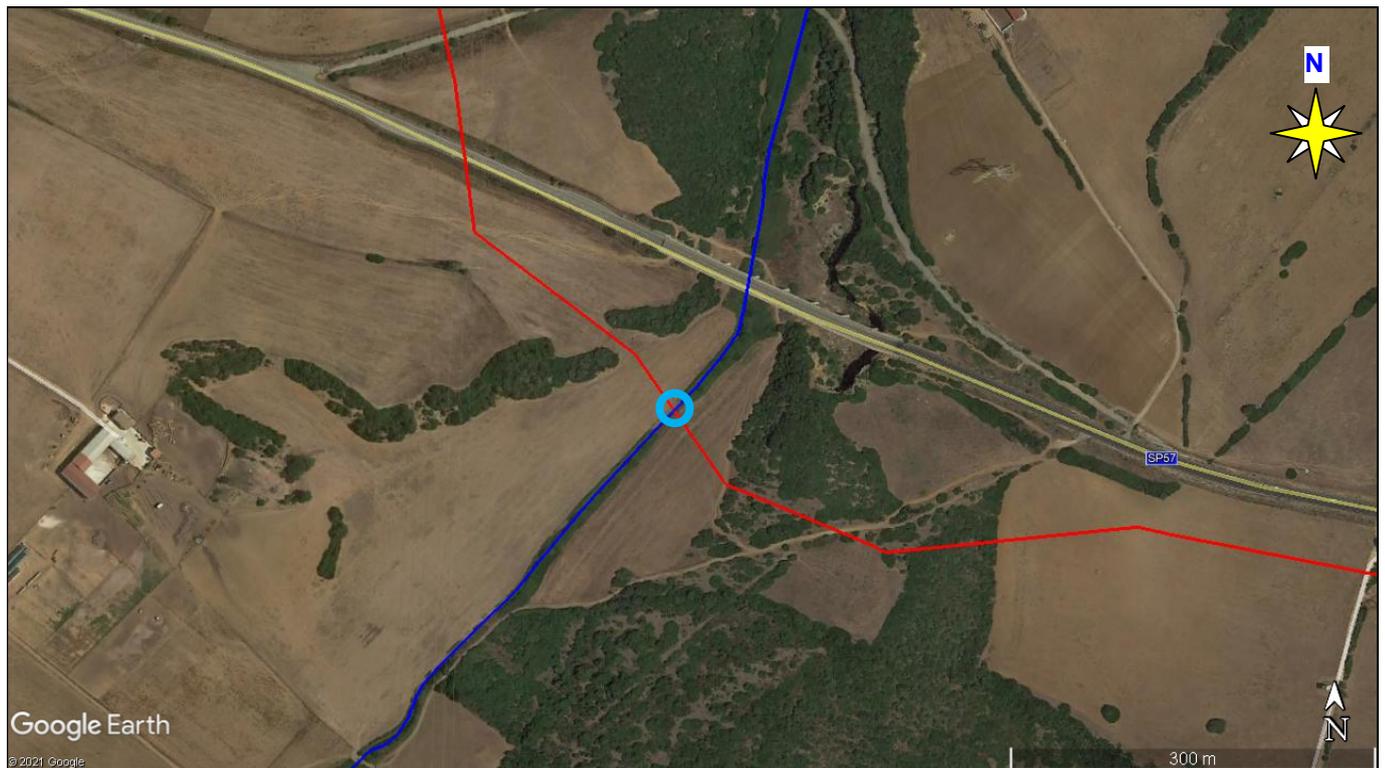


Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento (estratta da Google Earth)

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 11 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Nella figura seguente è inoltre riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento in esame del corso d'acqua (scattata dal lato in destra idrografica), nel quale il tracciato di linea in progetto è indicato mediante una linea in rosso, mentre la direzione di deflusso delle acque del corso d'acqua è riportato mediante una freccia in blu.



Fig.3.2/B: Foto ambito d'attraversamento

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 12 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

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'asta fluviale del corso d'acqua e con particolare riferimento allo *Studio di Compatibilità idraulica del territorio di Sassari ai sensi delle NA del PAI*, commissionato dal Comune di Sassari con lo scopo di adeguare Piano Urbanistico Comunale (PUC) al Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e alla disciplina del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna.

Gli elaborati del PUC adottato dal Comune di Sassari sono disponibili in rete al link: http://www.comune.sassari.it/comune/puc/puc_indice_new_doc.html.

4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

Si assume come sezione di studio quella relativa alla sezione di chiusura del sottobacino F1 dello studio del Comune di Sassari, localizzata in prossimità degli ambiti d'interferenza tra il metanodotto in progetto ed il corso d'acqua (si veda quanto riportato nei paragrafi seguenti).

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 del metanodotto è riportato mediante una linea in colore rosso.

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-PAI-E-00034	
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar	Pag. 13 di 81	Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

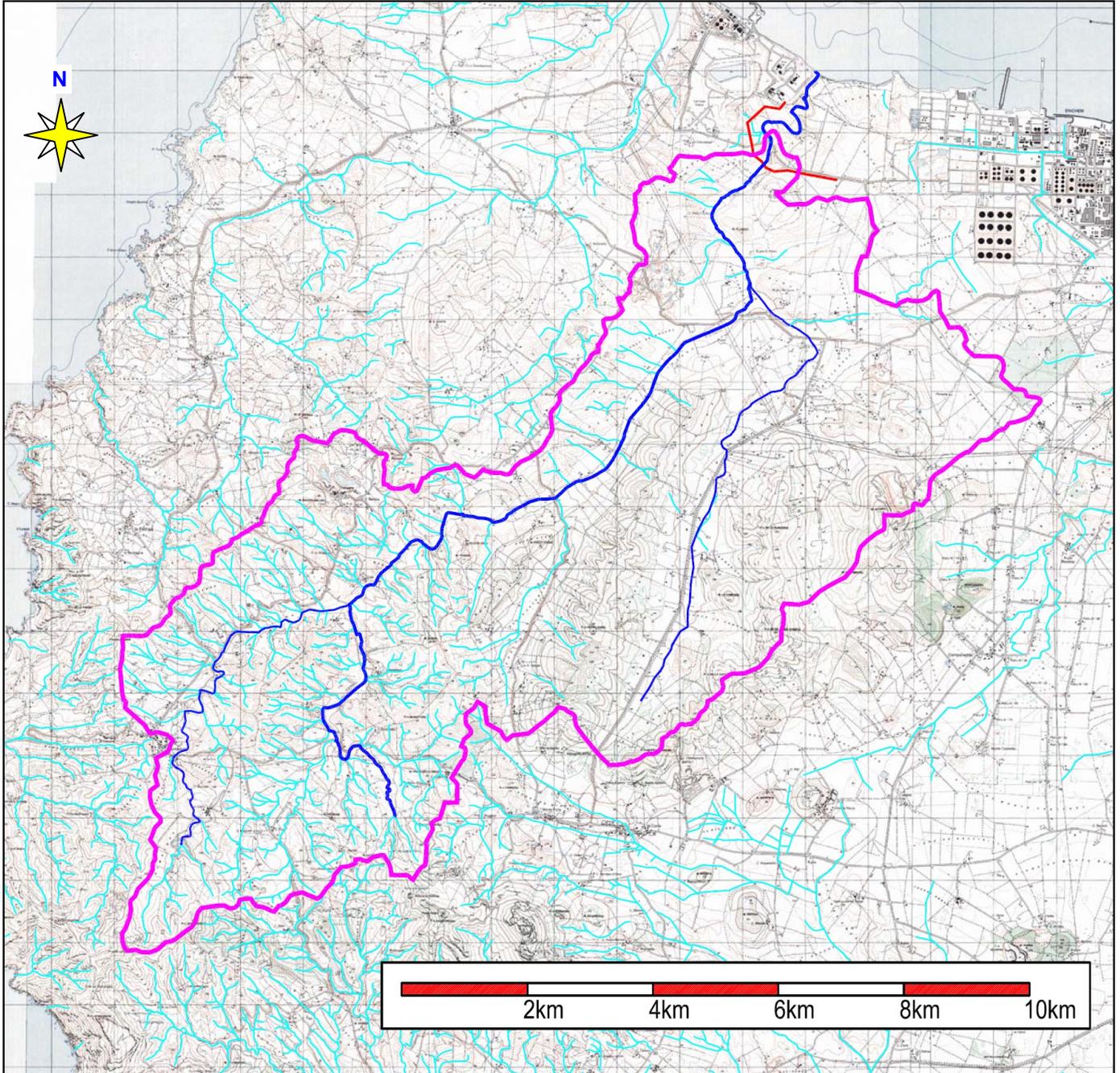


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 14 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Nella tabella seguente sono riportati i parametri morfometrici del bacino sotteso dalla sezione di studio (*fonte: Studio di Compatibilità idraulica del territorio di Sassari ai sensi delle NA del PAI*).

Tab.4.3/A: Parametri morfometrici

Corso d'acqua	Sez. di studio	Superficie Bacino (kmq)	Altitudine media del Bacino (m)	Pendenza media dei versanti (%)	Lungh. asta principale (km)	p-media asta principale (%)
Fiume Santo	Sez. chius. F1 – Studio Sassari	80.1	116.8	0.159	22.5	1.5%

4.4 Studio Comune di Sassari - Cenni

4.4.1 Premessa

Lo studio di compatibilità idraulica è stato sviluppato dal Comune di Sassari con lo scopo di adeguare Piano Urbanistico Comunale (PUC) al Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e alla disciplina del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna.

Nell'ambito dell'elaborato si è proceduto a sviluppare le modellazioni idrologiche per tutti in corsi d'acqua significativi ricadenti nell'ambito del territorio comunale, tra cui anche il fiume Santo.

4.4.2 Cenni sulle modellazioni idrologiche

L'analisi idrologica finalizzata alla definizione della piena di riferimento del bacino sotteso dalla sezione di controllo; conformemente alle disposizioni impartite dalle "Linee Guida del PAI", il calcolo delle portate di piena è condotto per tempi di ritorno pari a T=50 anni, T=100 anni; T=200 anni e T=500 anni.

Le valutazioni sono state condotte mediante elaborazioni in GIS e con riferimento al modello afflussi-deflussi. Per ciascun elemento studiato, sono state sviluppate le seguenti fasi di lavoro principali:

- Predisposizione della cartografia numerica e redazione del Modello Digitale delle quote (DEM);
- Individuazione dei bacini idrografici e del reticolo superficiale;
- Implementazione delle componenti geolitologiche, pedologiche e di uso del suolo;
- Redazione delle carte tematiche;
- Calcolo dell'altezza di pioggia che dà origine alle portate superficiali;
- Valutazione del tempo di corrivazione e calcolo delle portate di piena;

Per l'analisi di dettaglio sulle modalità di elaborazione si rimanda alla visione dell'elaborato: *Studio di Compatibilità idraulica del territorio di Sassari ai sensi delle NA del PAI*.

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 15 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

4.5 Studio Comune di Sassari – fiume Santo

Nel presente paragrafo vengono riportate le valutazioni idrologiche effettuate nello studio del comune di Sassari relativamente al fiume Santo (corso d'acqua d'interesse nel presente elaborato).

Per il corso d'acqua in esame sono stati considerati n.7 sottobacini (ossia partendo da monte verso valle: F6, F5, F4, F3, F2, F1, FS_mare), le cui dislocazioni sono riportate nella figura seguente.

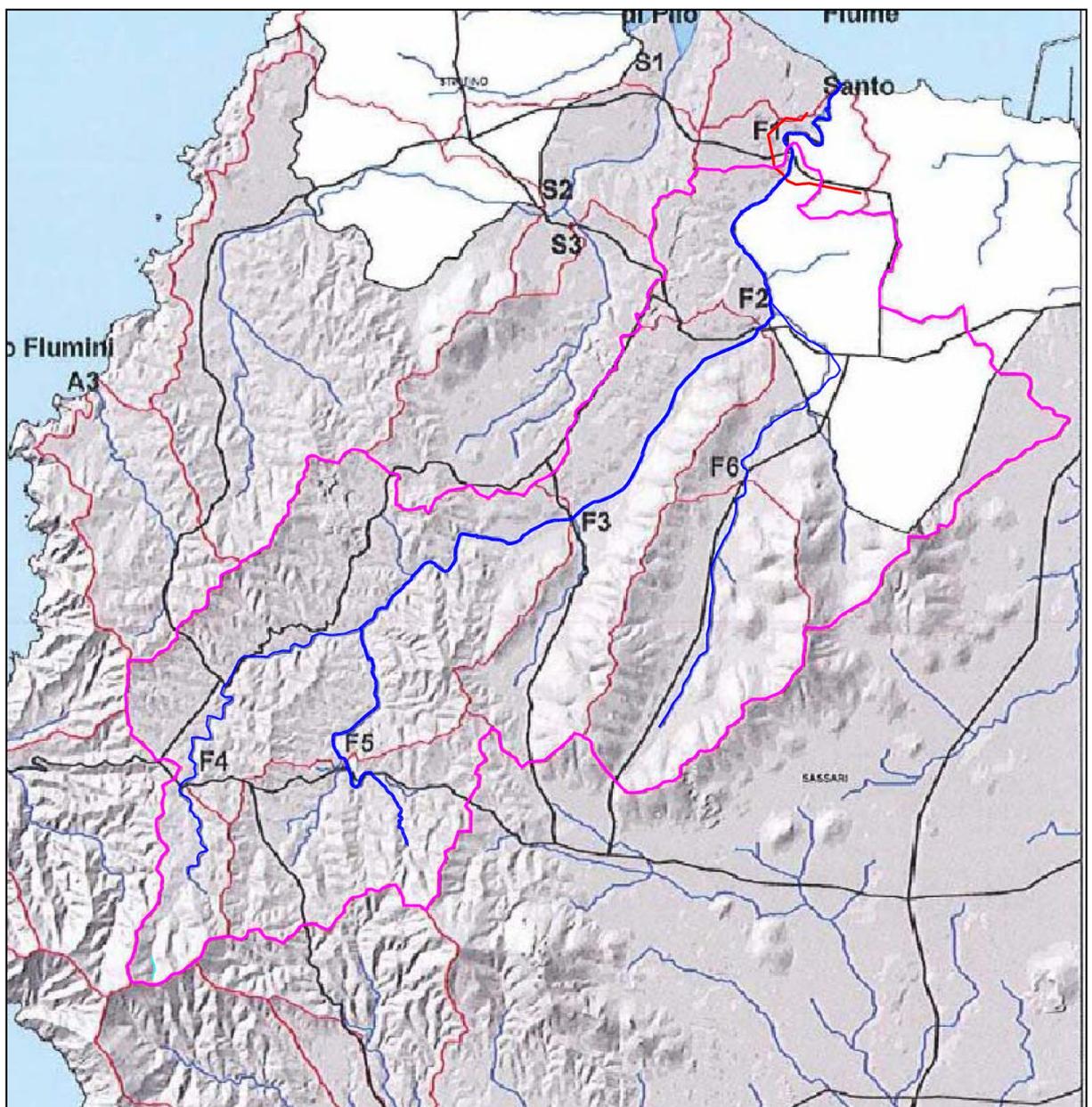


Fig.4.5/A: Studio Comune di Sassari – con indicazione dei sottobacini F.Santo

Nella figura precedente è stato inserita anche la dislocazione del metanodotto in progetto (linea rossa).

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 16 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Dall'analisi delle interferenze tra il metanodotto progetto e l'asta del corso d'acqua, risulta evidente che il sottobacino F1 (il cui bacino riferito alla sezione di chiusura è stato riportato in figura in color magenta) risulta quello più prossimo all'ambito d'interferenza e pertanto verrà considerato per le valutazioni idrologiche riferite al presente elaborato.

I dati morfometrici dei vari bacini considerati nello studio sono riportati nella tabella seguente.

Tab.4.5/A: Dati morfometrici dei bacini (rif. Tab.45 Studio Sassari)

BACINO FIUME SANTO					
Sezione		FS mare	F1	F2	F3
Area bacino imbrifero	(km ²)	83.2	80.1365	46.5584	33.5265
Quota sezione di chiusura s.l.m.	(m)	0	7.94	20.4	44.6
Quota media del bacino s.l.m.	(m)	113.5	116.8	126.5	136.7
Pendenza media dei versanti	%	0.1519	0.159	0.177	0.183
Lunghezza asta principale	(m)	23816	22475	18461	13780
Pendenza media asta principale	%	0.015	0.015	0.018	0.022

Sezione		F4	F5	F6
Area bacino imbrifero	(km ²)	2.917	8.9655	10.5589
Quota sezione di chiusura s.l.m.	(m)	138.2	95.7	68.7
Quota media del bacino s.l.m.	(m)	218.8	153.7	157.9
Pendenza media dei versanti	%	0.212	0.18	0.186
Lunghezza asta principale	(m)	4048	3311	5743
Pendenza media asta principale	%	0.054	0.057	0.021

I valori dei tempi di corrivazione e dei CN dei vari bacini sono riportati nella tabella seguente.

Tab.4.5/B: Tempi di corrivazione e CN dei bacini (rif. Tab.47 Studio Sassari)

Sezione	Fiume Santo	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Area bacino (km ²)	83.2	80.1365	46.5584	33.5265	2.917	8.9655	10.5589
Quota min (m)	0	7.94	20.4	44.6	138.2	95.7	68.7
Quota media (m)	113.5	116.8	126.5	136.7	218.8	153.7	157.9
Pendenza versanti %	0.1519	0.159	0.177	0.183	0.212	0.18	0.186
Lunghezza asta (m)	23816	22475	18461	13780	4048	3311	5743
Pendenza asta %	0.015	0.015	0.018	0.022	0.054	0.057	0.021
CN	94	94	94	94	94	94	93
t _c SCS (ore)	4.36	4.07	3.29	2.56	0.89	0.83	1.32
t _c GIANDOTTI (ore)	8.47	8.33	6.67	5.71	1.80	2.78	2.86
t _c PASINI (ore)	11.08	10.73	7.65	5.63	1.06	1.40	2.93
t _c VAPI (ore)	7.78	7.62	6.33	5.31	2.24	2.60	4.09
t _c medio (ore)	7.92	7.69	5.99	4.80	1.50	1.90	2.80

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 17 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Infine i valori di portata al colmo di piena per i vari sottobacini e riferiti a vari tempi di ritorno sono riportati nella tabella seguente.

Tab.4.5/C: Portate al colmo di piena dei bacini (rif. Tab.48 Studio Sassari)

Sezione	Bacino Fiume Santo		T=50 anni	T=100 anni	T=200 anni	T=500 anni
FS	h_{lorda}	(mm)	73.697	84.072	94.409	108.016
	h_{netta}	(mm)	57.275	67.325	77.401	90.733
	coefficiente di deflusso	Φ	0.777	0.801	0.820	0.840
	Qpicco	(m ³ /s)	303.665	356.951	410.374	481.056
F1	h_{lorda}	(mm)	72.167	82.334	92.465	105.803
	h_{netta}	(mm)	55.800	65.637	75.503	88.561
	coefficiente di deflusso	Φ	0.773	0.797	0.817	0.837
	Qpicco	(m ³ /s)	305.368	359.201	413.194	484.658
F2	h_{lorda}	(mm)	67.696	77.253	86.781	99.334
	h_{netta}	(mm)	51.499	60.711	69.961	82.219
	coefficiente di deflusso	Φ	0.761	0.786	0.806	0.828
	Qpicco	(m ³ /s)	202.211	238.379	274.700	322.831
F3	h_{lorda}	(mm)	62.744	71.624	80.482	92.162
	h_{netta}	(mm)	46.760	55.276	63.840	75.207
	coefficiente di deflusso	Φ	0.745	0.772	0.793	0.816
	Qpicco	(m ³ /s)	169.870	200.803	231.915	273.208
F4	h_{lorda}	(mm)	45.592	52.111	58.633	67.257
	h_{netta}	(mm)	30.625	36.695	42.849	51.078
	coefficiente di deflusso	Φ	0.672	0.704	0.731	0.759
	Qpicco	(m ³ /s)	27.759	33.261	38.839	46.298
F5	h_{lorda}	(mm)	44.514	50.884	57.257	65.687
	h_{netta}	(mm)	29.631	35.545	41.545	49.574
	coefficiente di deflusso	Φ	0.666	0.699	0.726	0.755
	Qpicco	(m ³ /s)	89.333	107.163	125.252	149.457
F6	h_{lorda}	(mm)	51.351	58.666	65.976	75.631
	h_{netta}	(mm)	33.894	40.666	47.531	56.709
	coefficiente di deflusso	Φ	0.660	0.693	0.720	0.750
	Qpicco	(m ³ /s)	75.108	90.116	105.329	125.667

4.6 Portata di progetto

Conformemente a quanto previsto in normativa, si adotta come portata di progetto per la sezione di studio in esame quella associata ad un tempo di ritorno (TR) pari a 200 anni e pertanto, in riferimento allo studio del comune di Sassari, sarebbe il valore evidenziato con il riquadro in rosso nella Tab.4.5/C.

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 18 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Si pone tuttavia in evidenza che dall'esame degli atti dell'Autorità di Bacino della Sardegna (effettuato nel link: [Atti - Autorità Bacinoldrografico - Regione Autonoma della Sardegna](#)) e con particolare riferimento al protocollo n. 12928 del 30/12/2020, è emerso che sono in itinere da parte Comune di Sassari degli ulteriori studi di approfondimento del quadro conoscitivo relativo allo studio di variante al PAI (studi non ancora recepiti nel PUC del Comune).

Dall'analisi degli elaborati di approfondimento tecnico si è rilevato che la portata duecentennale riferita alla sezione terminale del fiume Santo è stata valutata in 463.257 mc/s (valore superiore a quanto riportata nella Tab.4.5/C).

Pertanto, a titolo conservativo, verrà considerata come portata di progetto (la quale verrà presa in considerazione per le verifiche idrauliche di cui al capitolo seguente) il valore maggiore tra i risultati degli studi precedentemente citati.

Tab.4.6/A: Portata di progetto

Corso d'acqua	Sezione Idrologica	Sup. Bacino (kmq)	Qprogetto (mc/s)	qmax (mc/s×kmq)
Fiume Santo	Sezione di studio	80.1	463.257	5.78

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 19 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

5 STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE

5.1 Presupposti e limiti dello studio

Nel presente capitolo sono descritte le procedure ed i risultati delle elaborazioni condotte per la verifica delle condizioni idrauliche del deflusso di piena del corso d'acqua nel tronco oggetto dell'intervento. In particolare nello specifico si è deciso di svolgere l'analisi idraulica, attraverso una *modellazione in moto permanente* in un tronco d'alveo idraulicamente significativo a cavallo dell'ambito di attraversamento della condotta.

In generale le finalità ultime degli studi idraulici sono rappresentate dalla valutazione dei battenti idraulici 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, lo studio è incentrato principalmente all'individuazione dei parametri idraulici di deflusso in alveo necessari per la valutazione delle erosioni al fondo 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 dell'evento di piena corrispondente al tempo di ritorno $T_r = 200$ anni (al quale si associa la probabilità di non superamento del 99.5%). Tale valore è utilizzato per la stima degli eventuali fenomeni erosivi, che devono dimostrarsi limitati entro condizioni compatibili con le opere di ripristino previste, al fine di assicurare la sussistenza di condizioni di stabilità per la condotta e l'assenza di eventuali interferenze tra questa ed i fenomeni associati al deflusso di piena.

Lo schema utilizzato nello studio per la determinazione dei profili idrici è quello di moto permanente monodimensionale (deflusso costante e geometria variabile), con corrente gradualmente variata (fatta eccezione per le sezioni in cui si risente della presenza di strutture), variazioni di forma dell'alveo e di pendenza longitudinale del fondo compatibili con il modello. I limiti dello studio sono quelli intrinseci del modello di calcolo e che le valutazioni idrauliche sono condotte comunque in riferimento ad un tratto limitato del corso d'acqua.

I criteri ed i modelli di calcolo utilizzati per le verifiche idrauliche in moto permanente derivano dall'applicazione del software HEC-RAS e descritti nei documenti "RAS Hydraulic reference manual", "RAS user's manual", "RAS applications guide".

In *Appendice 1* della presente relazione viene descritta la metodologia di calcolo utilizzata; mentre in *Appendice 2* sono riportati i tabulati di report del programma di calcolo.

Infine, si ritiene 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 SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 20 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

5.2 Assetto geometrico e modellazione dell'alveo

5.2.1 Assetto geometrico di modellazione

Al fine di eseguire la modellazione idraulica nell'ambito di riferimento è stato considerato un tronco d'alveo idraulicamente significativo a cavallo delle interferenze con il metanodotto in progetto, per uno sviluppo complessivo di circa 975 m.

I dati geometrici di base derivano dai DTM 1x1 integrati con i rilievi a terra per il ponte della strada S.P. n.57, che hanno consentito la definizione delle caratteristiche geometriche dell'alveo e delle sponde lungo lo sviluppo del tronco d'alveo oggetto di analisi.

Entrando nello specifico, nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico in scala 1:10.000, nel quale l'asta del corso d'acqua è indicata in colore blu, le sezioni trasversali utilizzate per il calcolo idraulico sono riportate in magenta, mentre il tracciato del metanodotto in progetto è indicato in rosso.

La sezione 1 (RS120) coincide con la sezione di monte del tronco idraulico; la sezione 12 (RS10) rappresenta quella di valle.

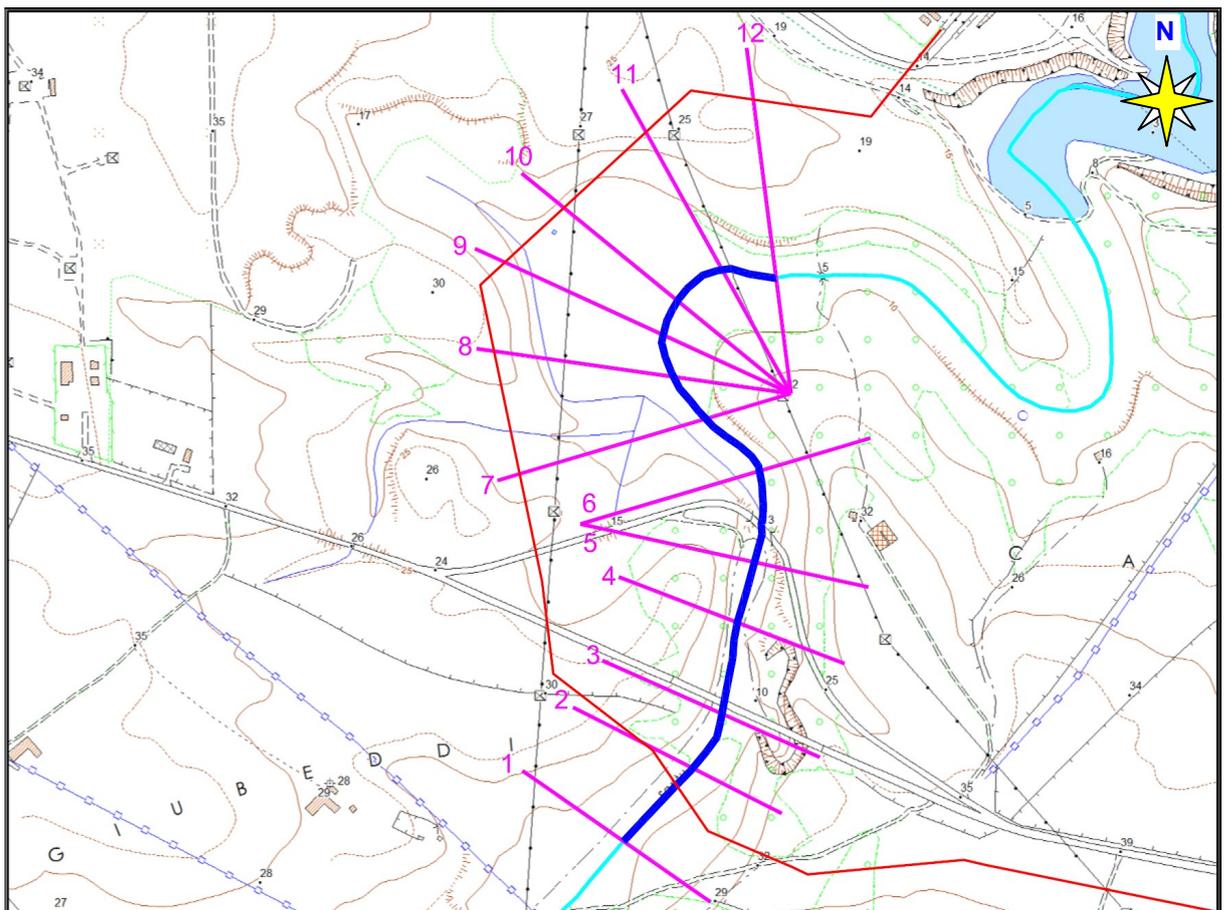


Fig.5.2/A: Foto aerea, con tronco d'alveo analizzato e sezioni di input

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 21 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Invece nella successiva tabella vengono riportate le denominazioni delle "River Station" di input nella modellazione idraulica (con la corrispondenza con le sezioni topografiche), nonché vengono indicate le progressive metriche lungo l'asta fluviale e le distanze reciproche tra le varie sezioni.

Tab.5.2/A: Sezioni di calcolo nella modellazione idraulica

RIVER STATION	SEZIONE TOPOGRAFICA	PROGRESSIVA (m)	Dist. dalla Sez. successiva (m)	DESCRIZIONE
RS120	Sez.1	0.00	133.53	<i>Sezione di monte</i>
RS110	Sez.2	133.53	83.89	
RS100	Sez.3	217.42	30.00	<i>Ciglio di monte ponte S.P. n. 57</i>
RS99		247.42	93.20	
RS90	Sez.4	340.62	83.24	
RS80	Sez.5	423.86	123.07	
RS70	Sez.6	546.93	101.14	
RS60	Sez.7	648.07	70.61	
RS50	Sez.8	718.68	58.61	
RS40	Sez.9	777.29	49.51	
RS30	Sez.10	826.80	74.71	
RS20	Sez.11	901.51	72.80	
RS10	Sez.12	974.31	0.00	<i>Sezione di valle</i>

Nella figura seguente si riporta lo schema planimetrico di input geometrico utilizzato per la modellazione idraulica, dove le sezioni in verde scuro sono di input.

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 22 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

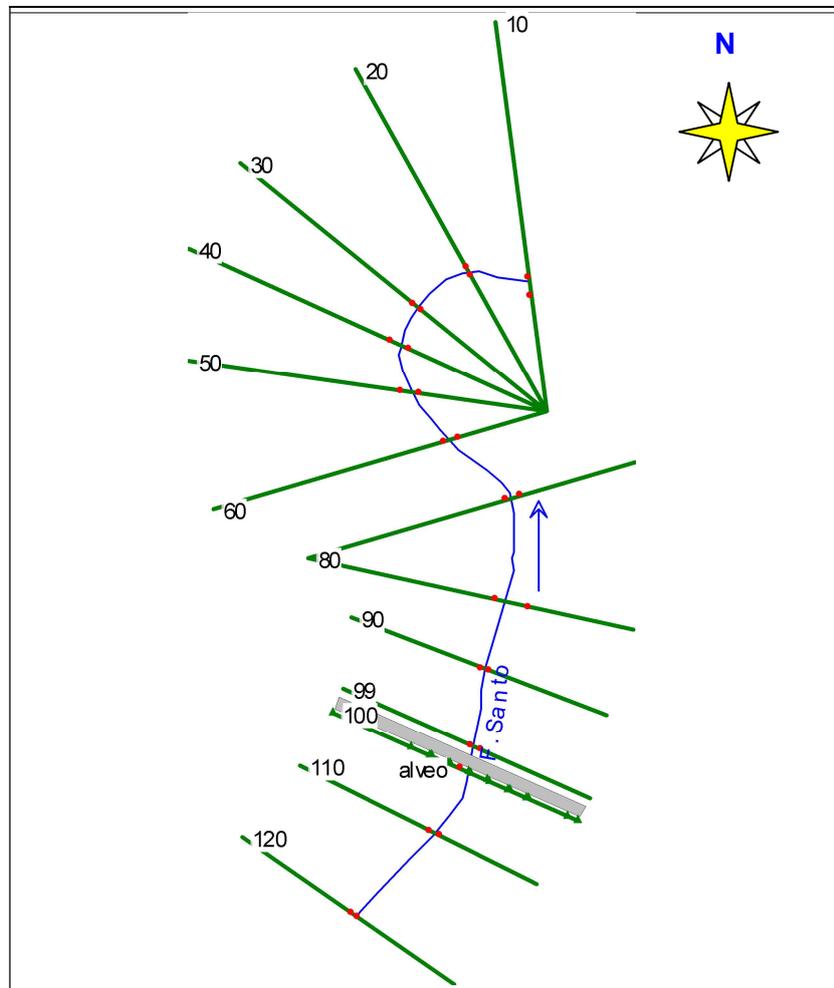


Fig.5.2/B: Modellazione geometrica in Hec Ras (RS120 a monte e RS10 a valle)

5.2.2 Dati di input e condizioni al contorno

Le elaborazioni sono state effettuate considerando l'evento di piena associato ad un tempo di ritorno di 200 anni, per il quale (in riferimento alle valutazioni idrologiche di cui al capitolo precedente) è stata valutata una portata al colmo di piena Q pari a:

- $Q_{200}=463.257 \text{ mc/s}$

Il valore di portata è stato mantenuto costante per tutto il tronco d'alveo in esame nella modellazione idraulica. Inoltre la portata è stata mantenuta costante nel tempo, in conformità ad una delle ipotesi del moto permanente.

Le condizioni al contorno imposte alle estremità del tronco d'alveo oggetto di studio sono costituite da un flusso in moto uniforme "normal depth" a monte (RS120) ed a valle (RS10), in considerazione delle pendenze al fondo individuate per i tratti immediatamente esterni alle estremità del tronco fluviale in esame.

Per quanto concerne il coefficiente d'attrito si è fatto riferimento agli indici di scabrezza di Manning "n", individuati in relazione alle caratteristiche peculiari rilevate nell'ambito in esame.

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 23 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Ossia:

- 0,033 per l'alveo medio principale (Chan);
- 0,050 per le aree di deflusso oltre i limiti d'alveo (LOB, ROB).

5.3 Risultati della simulazione idraulica

I tabulati di Report dell'elaborazione idraulica (in forma estesa) sono riportati in *Appendice 2*, mentre qui di seguito si riportano alcuni grafici e tabelle che consentono una più rapida visualizzazione dell'output dell'elaborazione.

Al fine di fornire un inquadramento visivo generale sull'assetto geometrico, sull'ubicazione delle sezioni di studio e sui risultati conseguiti, qui di seguito si riporta una visione prospettica dell'output di elaborazione ed il profilo longitudinale.

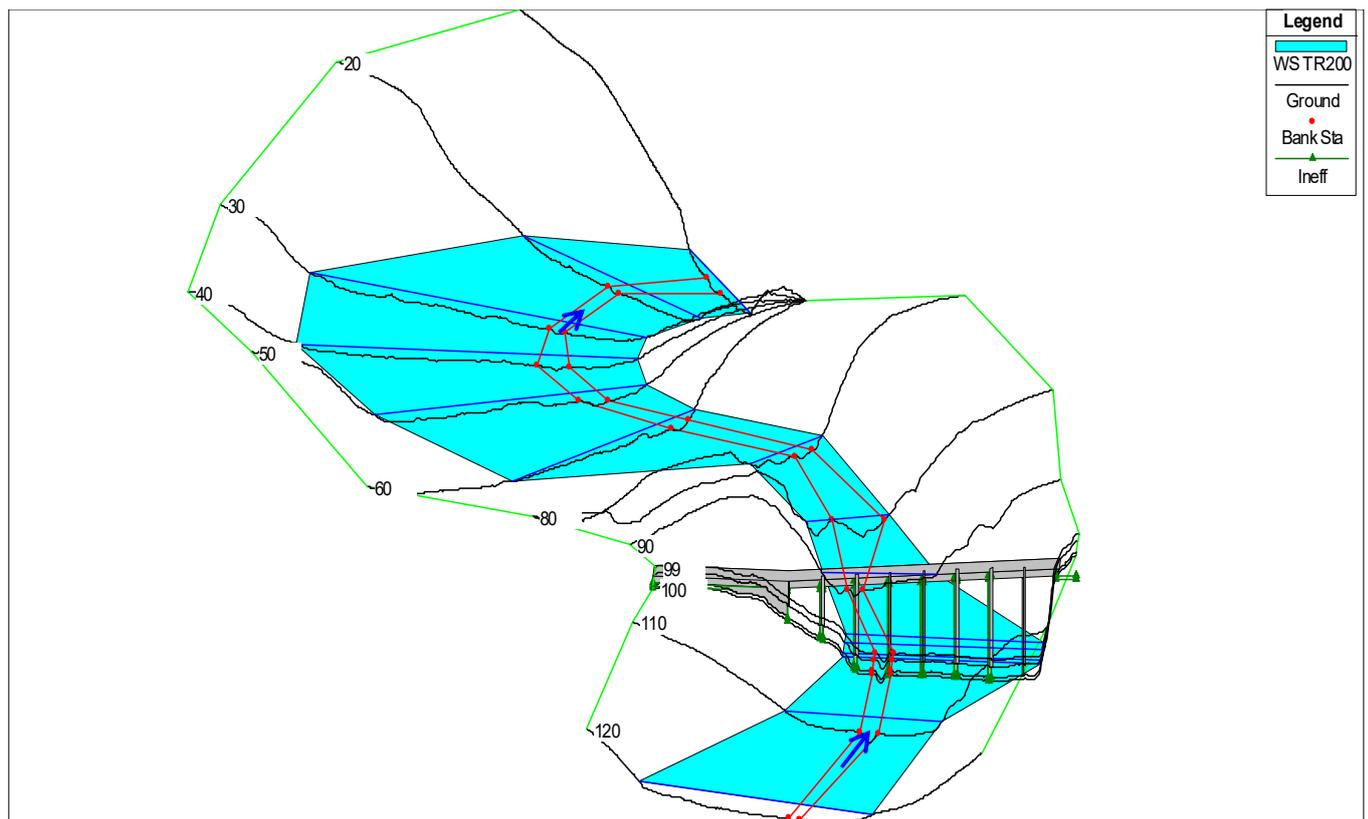


Fig.5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS120: monte /RS10: valle)

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 24 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

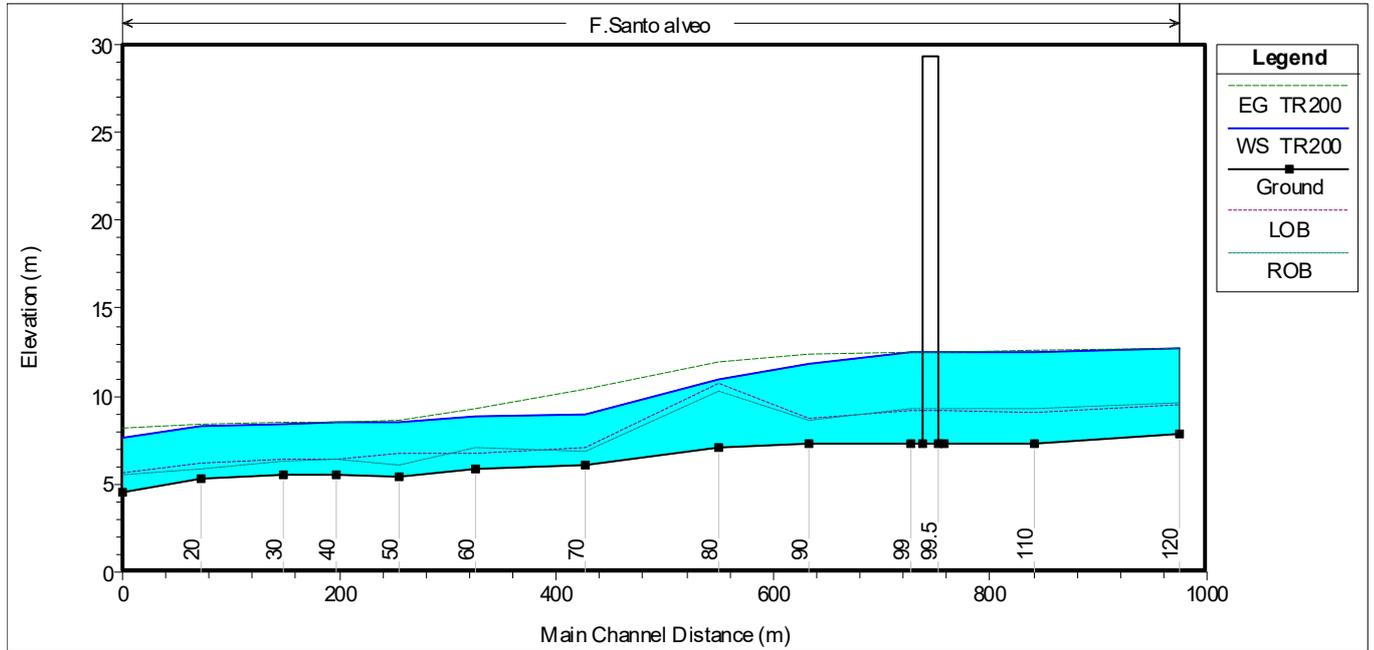


Fig.5.3/B: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale

Qui di seguito è riportata la tabella riepilogativa dei risultati conseguiti nell'elaborazione idraulica, relativa alle varie sezioni di calcolo.

Tab.5.3/A: Tabella Riepilogativa di Output

River Station	Q Total (m3/s)	Q Chan (m3/s)	Min Ch Elev (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Top Width Act Chl (m)	Hydr Depth C (m)	Shear Chan (N/m2)	Froude Chl
120	463.26	57.75	7.85	12.7	10.87	12.75	0.0006	1.68	475.25	178.99	9.00	3.83	19.91	0.27
110	463.26	143.17	7.27	12.5		12.64	0.0010	2.41	330.1	117.4	14.00	4.24	38.84	0.37
100	463.26	80.01	7.35	12.5	10.31	12.56	0.0005	1.6	457.53	147.95	12.30	4.05	17.59	0.25
99.5	Bridge													
99	463.26	83.05	7.35	12.49		12.55	0.0004	1.5	483.88	147.9	14.00	3.96	15.44	0.24
90	463.26	197.61	7.33	11.9		12.41	0.0036	4.33	186.96	85.17	12.00	3.8	129.97	0.71
80	463.26	376.86	7.03	10.93	10.93	11.91	0.0095	4.7	114.22	62.92	39.00	2.06	186.75	1.05
70	463.26	259.52	6.05	8.97	9.34	10.43	0.0149	6.65	107.8	66.56	16.00	2.44	351.54	1.36
60	463.26	185.61	5.82	8.82	8.82	9.31	0.0062	4.47	207.98	169	16.00	2.59	156.32	0.89
50	463.26	122.25	5.46	8.55	7.57	8.66	0.0015	2.17	369.46	207.29	22.00	2.56	36.92	0.43
40	463.26	107.06	5.56	8.5		8.57	0.0011	1.81	445.25	254.6	24.00	2.47	25.88	0.37
30	463.26	52.20	5.48	8.47		8.52	0.0009	1.68	494.41	264.77	12.00	2.59	22.02	0.33
20	463.26	66.48	5.31	8.33		8.43	0.0014	2.23	358.09	174.74	11.00	2.71	38.1	0.43
10	463.26	237.67	4.58	7.69	7.32	8.21	0.0050	4.08	177.51	98.71	22.00	2.65	128.7	0.80

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 25 di 81

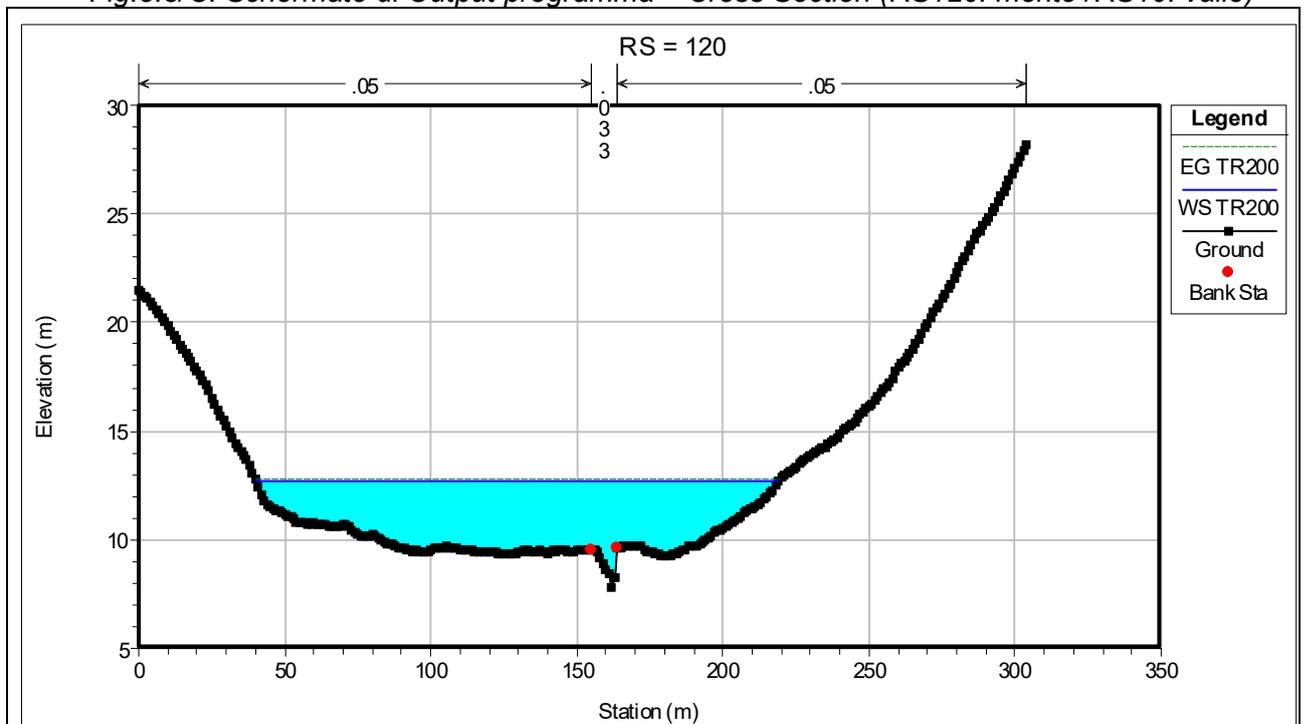
Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Nella tabella di "output", i parametri riportati assumono i significati qui di seguito specificati.

River Station:	Numero identificativo della sezione;
Q Total:	Portata complessiva defluente nell'intera sezione trasversale;
Q Chan:	Portata defluente nel canale principale (alveo attivo);
Min. Ch Elev:	Quota minima di fondo alveo;
W.S. Elev:	Quota del pelo libero;
Crit W.S:	Quota critica del pelo libero (corrispondente al punto di minimo assoluto della curva dell'energia);
E.G. Elev:	Quota della linea dell'energia per il profilo liquido calcolato;
E.G. Slope:	Pendenza della linea dell'energia;
Vel Chnl:	Velocità media nel canale principale (alveo attivo);
Flow Area:	Area della sezione liquida effettiva;
Top Width:	Larghezza superiore della sezione liquida complessiva;
Top Width Act Chl:	Larghezza superiore della sezione liquida in alveo, senza includere eventuali flussi inefficaci;
Hydr Depth C:	Altezza liquida media nel canale principale (alveo attivo);
Shear Chnl:	Tensione di attrito nel canale principale (alveo attivo);
Froude Chnl:	Numero di Froude nel canale principale (alveo attivo).

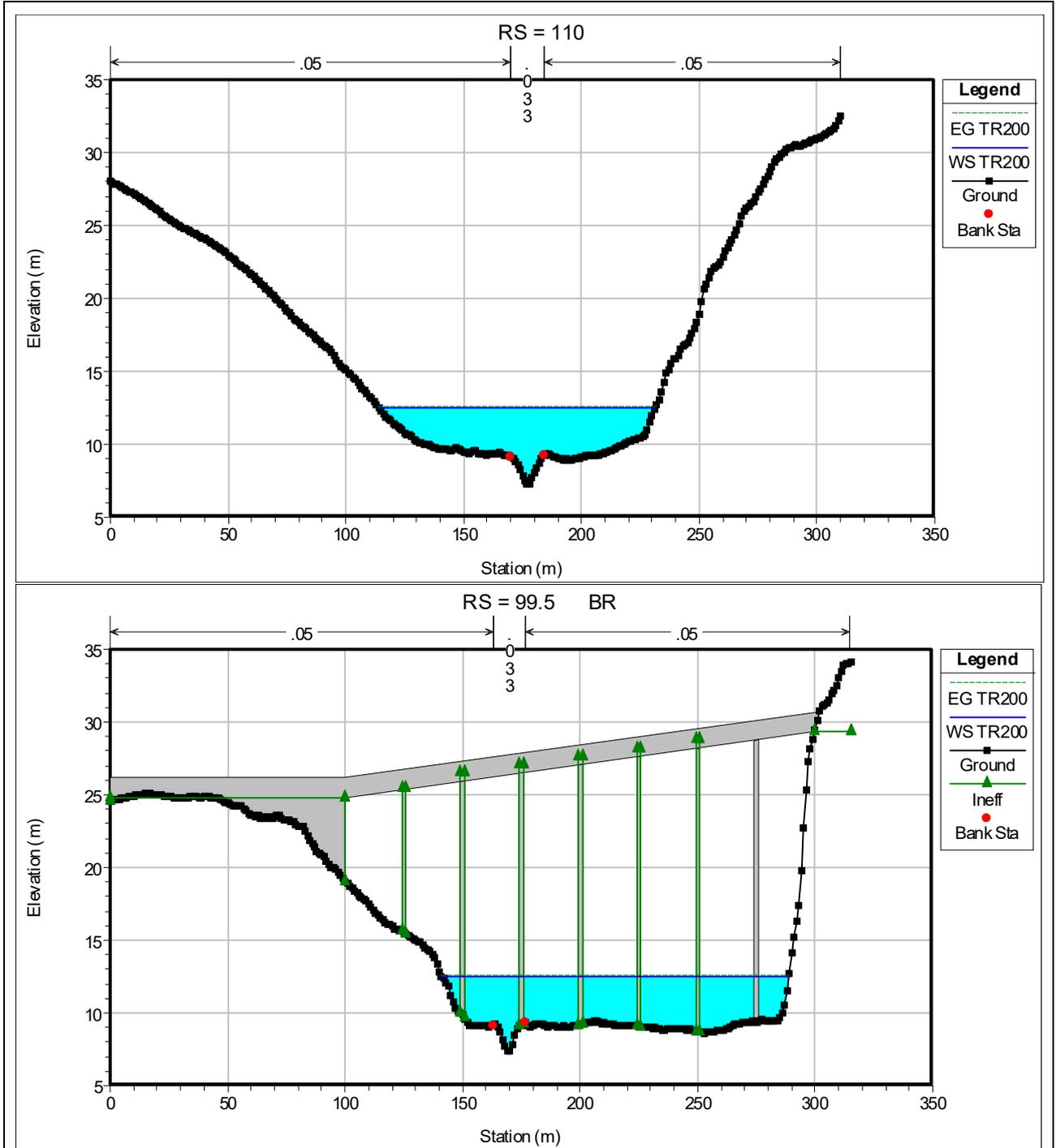
Inoltre nella figura seguente si riportano le schermate di output delle varie sezioni principali di calcolo (Cross Section) considerate nell'elaborazione di calcolo.

Fig.5.3/C: Schermate di Output programma – Cross Section (RS120: monte /RS10: valle)



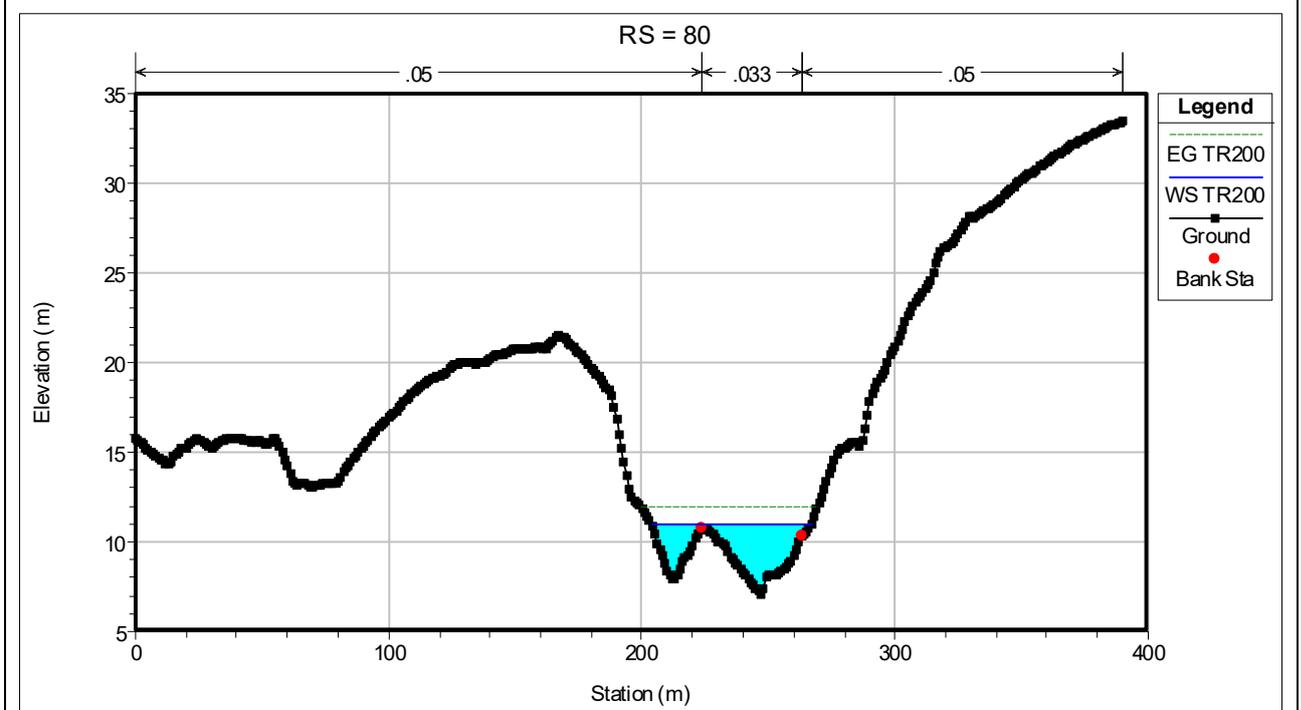
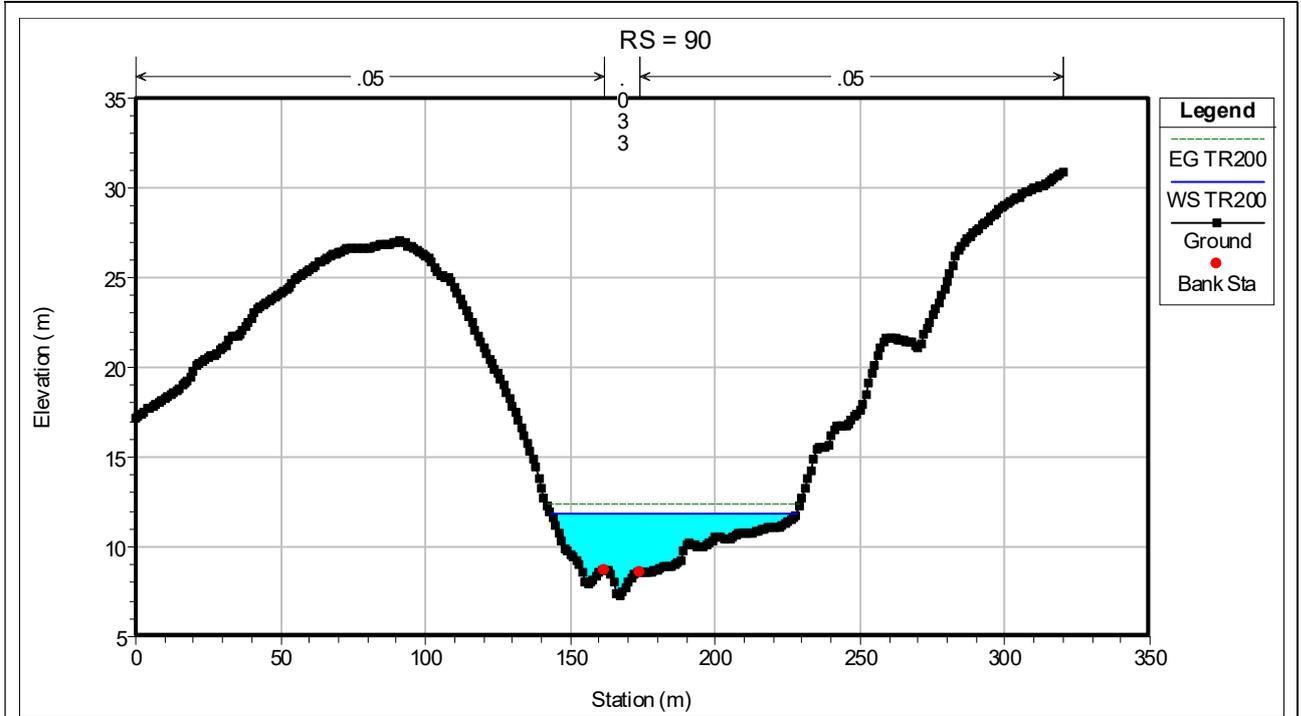
	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-PAI-E-00034	
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar	Pag. 26 di 81	Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0



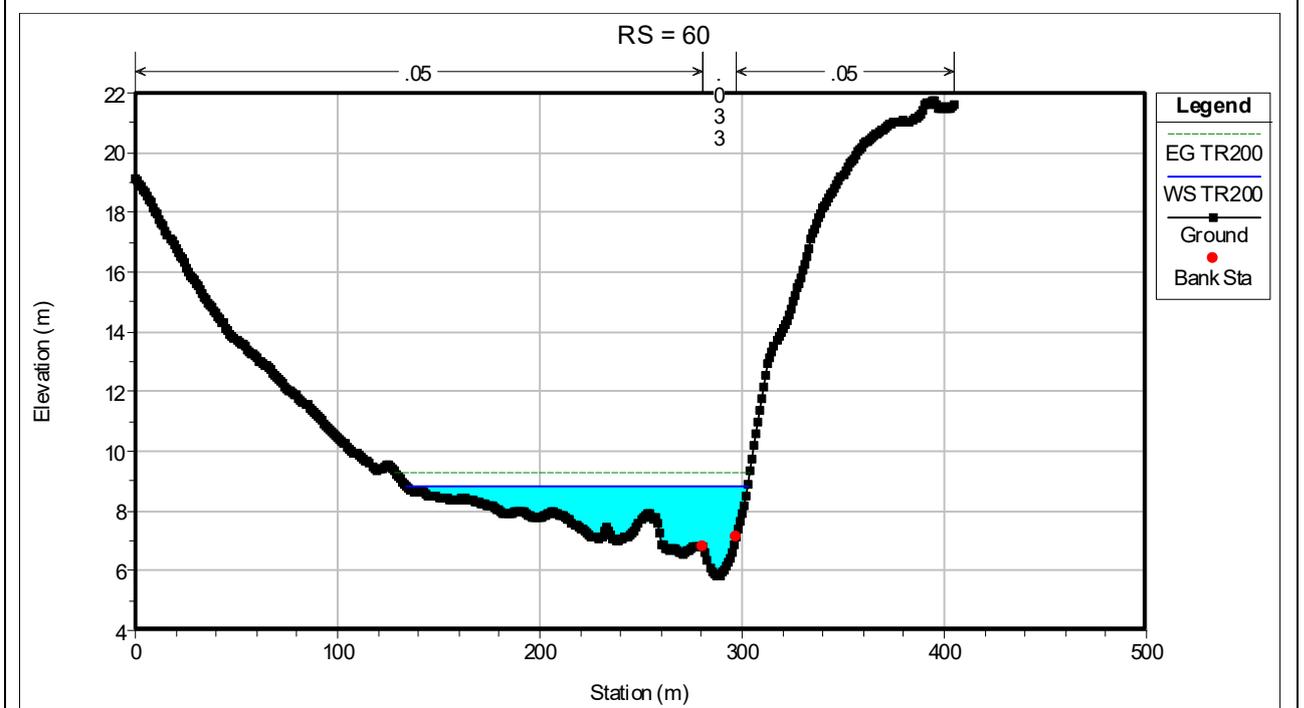
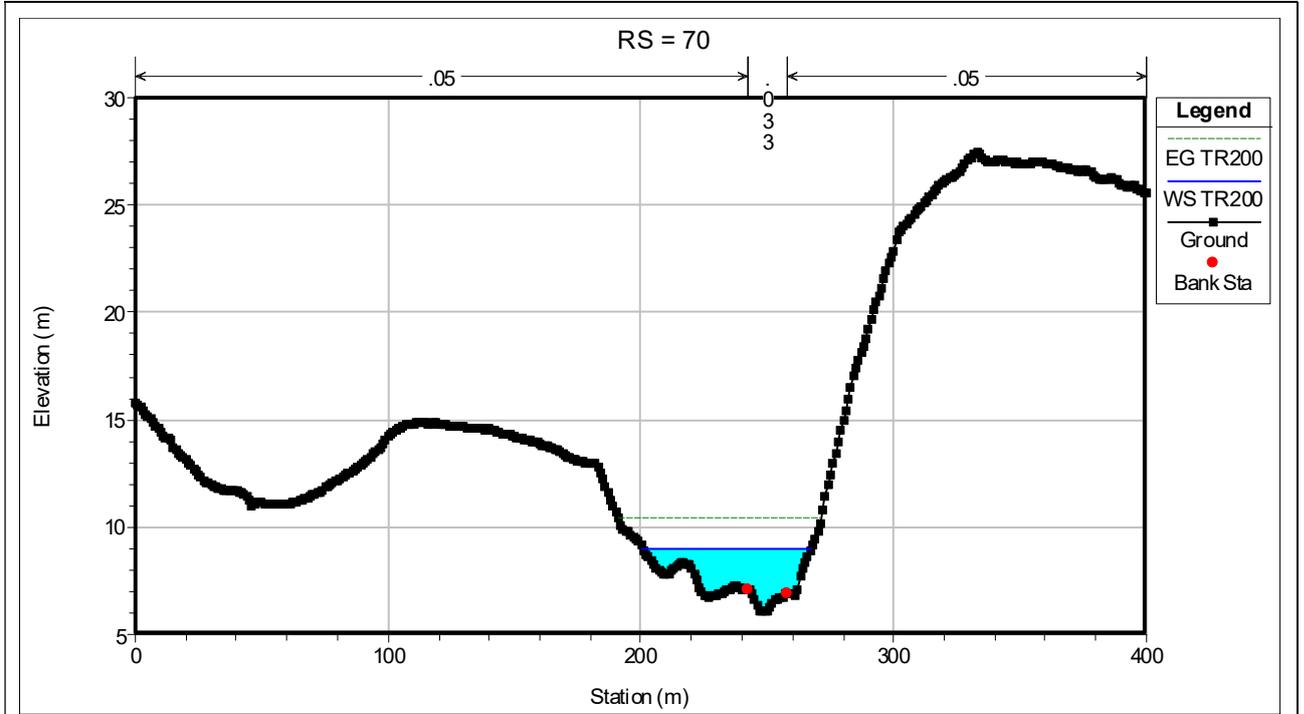
	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-PAI-E-00034	
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar	Pag. 27 di 81	Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0



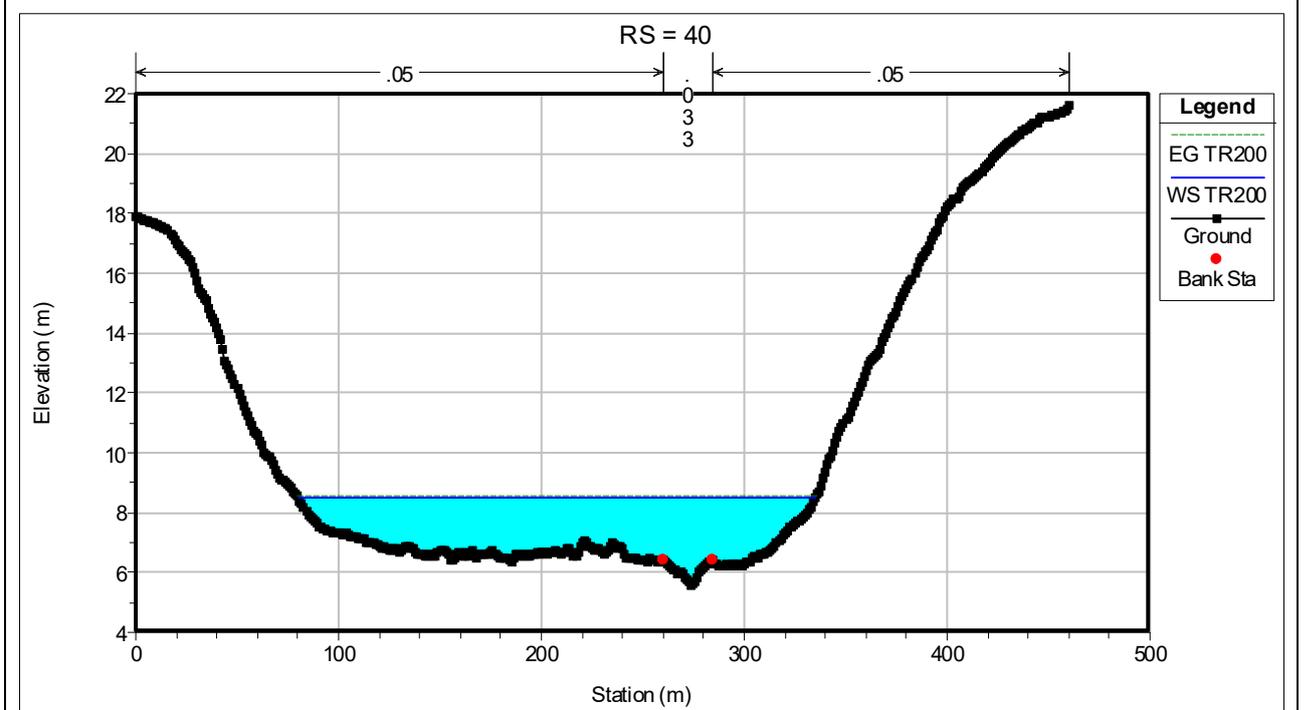
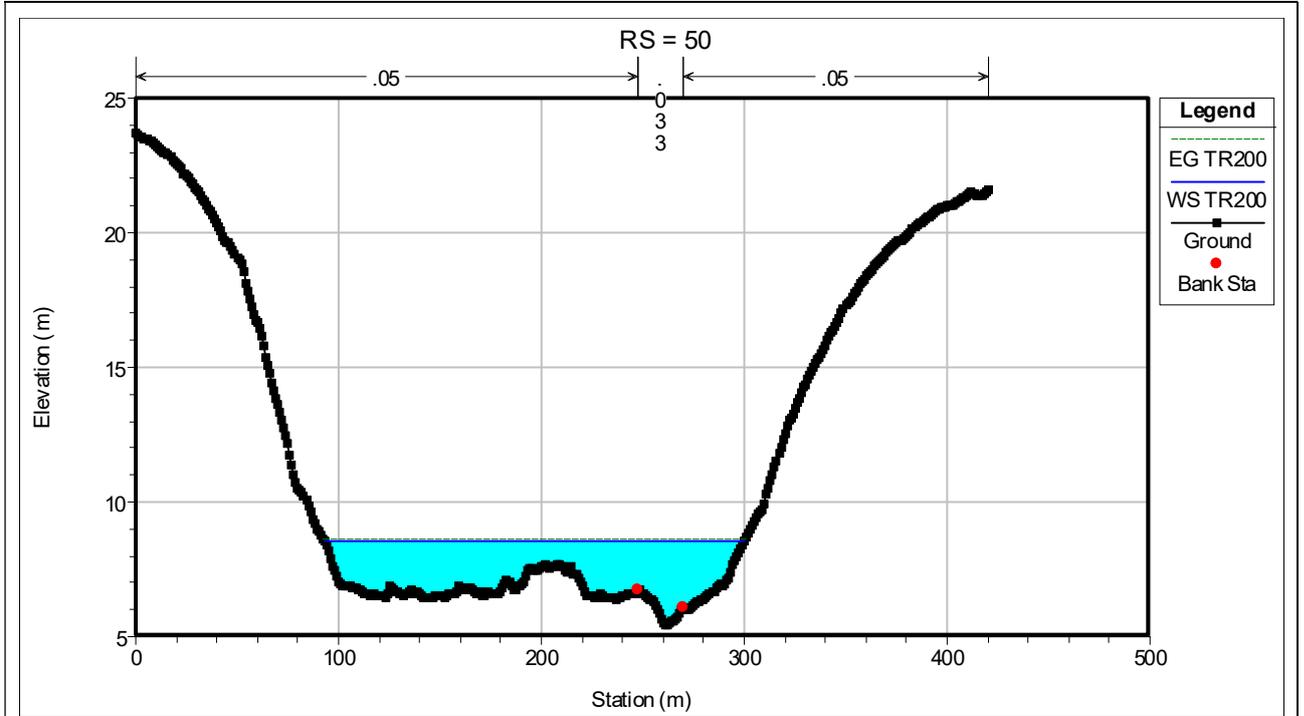
	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 28 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0



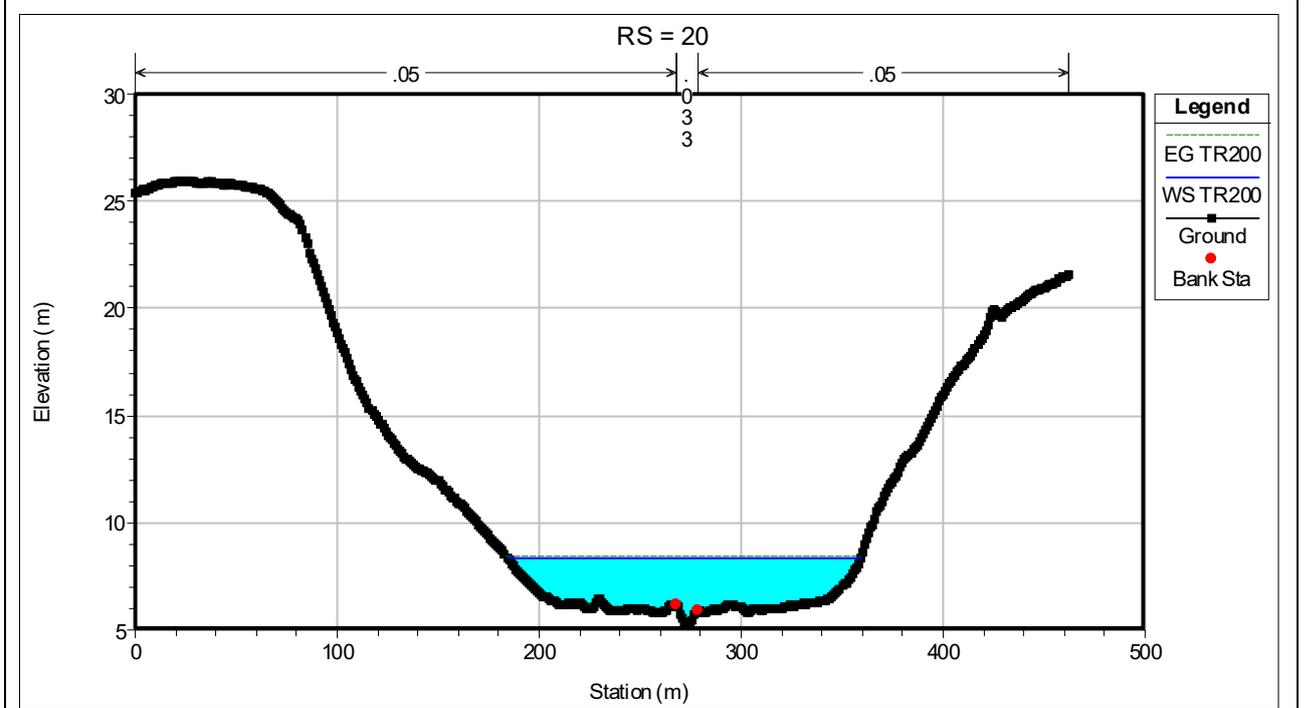
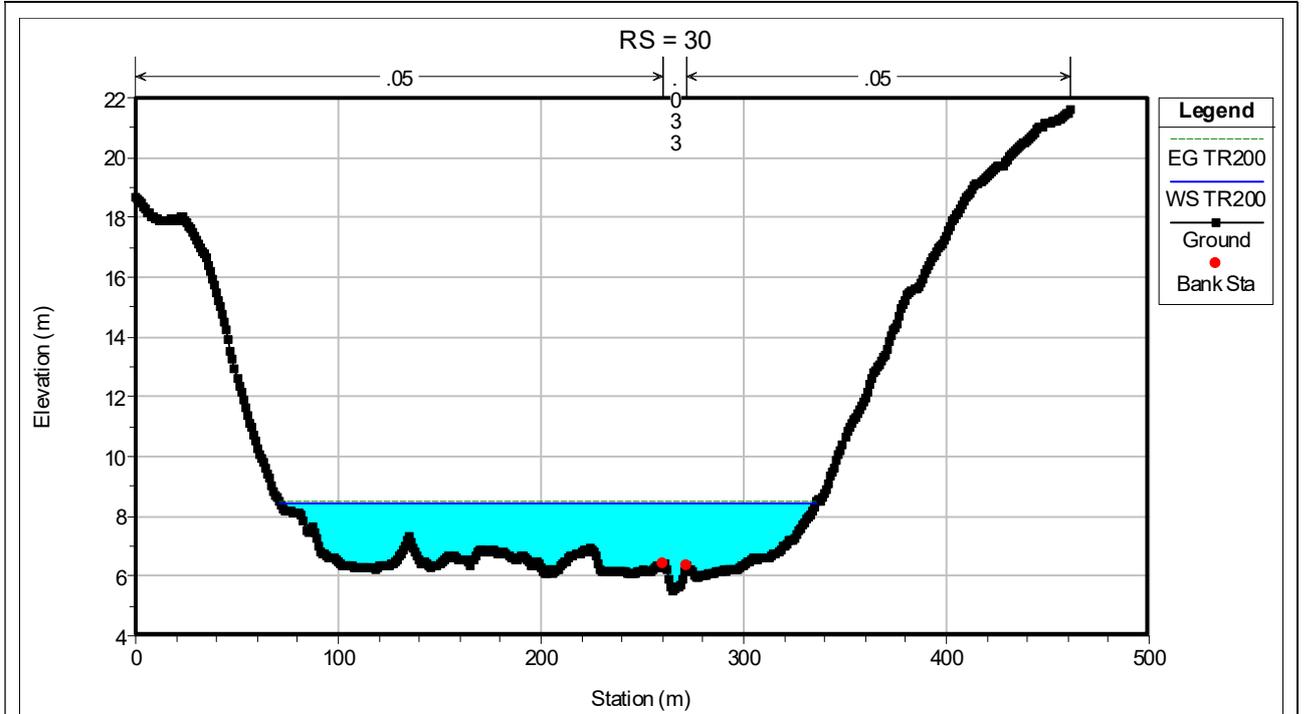
	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 29 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0



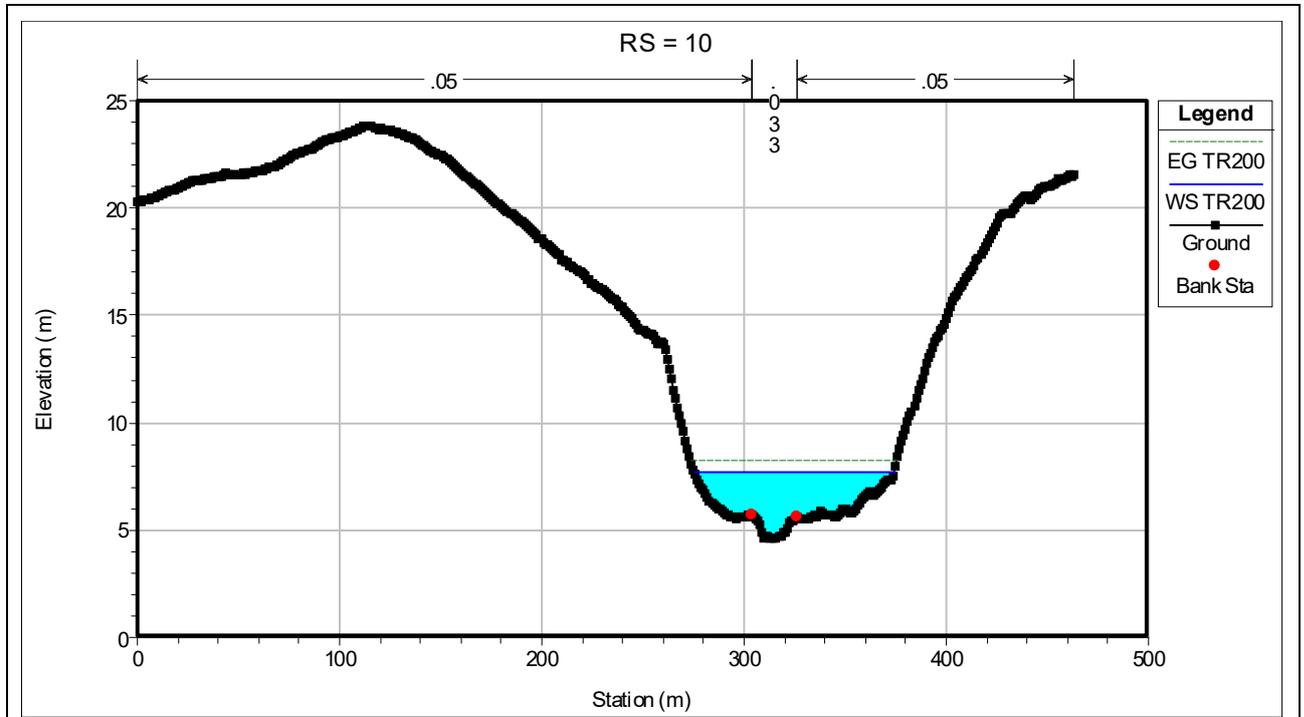
	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-PAI-E-00034	
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar	Pag. 30 di 81	Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0



	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 31 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0



5.4 Analisi dei risultati conseguiti

Nel paragrafo precedente sono state riportate le principali schermate di output del programma Hec Ras; mentre in *Appendice 2* sono riportati i tabulati di Report in forma estesa del programma, al quale si rimanda per gli eventuali approfondimenti di dettaglio.

Dall'esame dei risultati della simulazione idraulica (la quale, si ribadisce, che è stata sviluppata in riferimento alla configurazione morfologica attuale e che risulta inoltre pertinente anche per la configurazione a fine lavori), si rileva che nel tronco idraulico considerato la sezione d'alveo (essendo di dimensione alquanto modeste) non risulta assolutamente in grado di contenere la portata di progetto (portata duecentennale). Ampie fasce di esondazione si rilevano sia in destra, che in sinistra idrografica, le quali coinvolgono l'intera vallecola del corso d'acqua di ampiezza variabile tra circa 100m a circa 250m.

Per le valutazioni dei fenomeni erosivi in alveo della corrente in considerazione della piena di progetto, si rimanda a quanto riportato nel capitolo seguente.

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 32 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

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

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 33 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

valore che un eventuale approfondimento potrebbe raggiungere rispetto alla quota media iniziale del fondo, interessando quindi la quota di collocazione della condotta.

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** = $h_0 + v^2/2g$ rappresenta il carico totale relativo alla sezione immediatamente a monte della buca;
- **h₀** = 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

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

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 34 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

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.

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 prudenziale, 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

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 SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 35 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

d'intervento), consentono di garantire all'infrastruttura lineare in progetto condizioni di sicurezza adeguate nei confronti dei processi erosivi di fondo alveo.

6.3 Stima dei massimi approfondimenti d'alveo attesi

Le valutazioni dei fenomeni erosivi sono state eseguite in riferimento all'evento di piena duecentennale (TR=200 anni), i cui parametri di deflusso nelle sezioni di studio sono riportati nel capitolo precedente.

A tal proposito nella tabella seguente si riportano i valori delle erosioni di fondo alveo, valutati nelle varie sezioni considerate nello studio idraulico.

In particolare, i valori riportati in nero sono stati estrapolati dai parametri caratteristici del deflusso (di cui alla Tab.5.3/A); mentre i valori riportati in blu sono stati valutati in considerazione degli algoritmi descritti nel paragrafo precedente. Le ultime due colonne rappresentano rispettivamente i valori relativi agli approfondimenti localizzati e alle arature di fondo.

Tab.6.3/A: Erosioni nel fondo alveo

River Station	Q Total (m3/s)	Q Chan (m3/s)	Vel Chnl (m/s)	Top Width Act Chl (m)	Hydr Depth C (m)	Portata specifica (m ³ /s m)	Carico totale (m)	Approfond. Localizzati (m)	Arature di fondo (m)
120	463.26	57.75	1.68	9.00	3.83	6.42	3.97	1.66	1.92
110	463.26	143.17	2.41	14.00	4.24	10.23	4.54	2.03	2.12
100	463.26	80.01	1.6	12.30	4.05	6.50	4.18	1.70	2.03
99.5	Bridge								
99	463.26	83.05	1.5	14.00	3.96	5.93	4.07	1.64	1.98
90	463.26	197.61	4.33	12.00	3.8	16.47	4.76	2.41	1.90
80	463.26	376.86	4.7	39.00	2.06	9.66	3.19	1.71	1.03
70	463.26	259.52	6.65	16.00	2.44	16.22	4.69	2.39	1.22
60	463.26	185.61	4.47	16.00	2.59	11.60	3.61	1.91	1.30
50	463.26	122.25	2.17	22.00	2.56	5.56	2.80	1.37	1.28
40	463.26	107.06	1.81	24.00	2.47	4.46	2.64	1.25	1.24
30	463.26	52.20	1.68	12.00	2.59	4.35	2.73	1.26	1.30
20	463.26	66.48	2.23	11.00	2.71	6.04	2.96	1.44	1.36
10	463.26	237.67	4.08	22.00	2.65	10.80	3.50	1.84	1.33

6.4 Analisi dei risultati e considerazioni progettuali

Sulla base delle valutazioni di cui al paragrafo precedente si evince che, relativamente al tronco d'alveo analizzato (all'interno del quale ricadono le interferenze del metanodotto in progetto), le massime erosioni attese al fondo alveo, in concomitanza dell'evento di piena di progetto, sono state valutate in circa 2.40m

Conseguentemente, al fine di garantire una adeguata sicurezza all'infrastruttura lineare in progetto nei confronti dei processi erosivi di fondo alveo, risulta necessario prevedere il posizionamento in subalveo della condotta con una copertura minima non inferiore ai valori massimi delle erosioni.

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 36 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

7.1 Premessa

La definizione del progetto dell'attraversamento in esame è stata effettuata in riferimento a valutazioni di tipo geomorfologico, geotecnico ed idraulico, condotte nell'ambito specifico d'intervento.

In particolare, in considerazione delle caratteristiche del corso d'acqua e dei risultati delle valutazioni conseguiti, 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 profondità di posa;
- le caratteristiche tipologiche e dimensionali delle opere di difesa idraulica.

7.2 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).

Nello specifico, 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 quello 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

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 37 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

- dei terreni e a rischi di tipo operativo) o caratterizzati da periodi di "secca" o di 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 da 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.

7.3 Geometria della condotta ed interventi di ripristino

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

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 38 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

d'intervento, è stato previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di 3.5 m (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:

- Presidi idraulici con rivestimento d'alveo (sponde e fondo alveo) 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 l'eventuale 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 SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 39 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

8 VALUTAZIONI INERENTI ALLA COMPATIBILITA' IDRAULICA

8.1 Premessa

8.1.1 Normativa di riferimento

Per la progettazione dell'opera e per le analisi di compatibilità si è fatto riferimento agli strumenti normativi e documenti tecnici qui di seguito elencati:

Criteri generali di progettazione del metanodotto

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

Pianificazione territoriale di settore

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Bacino Unico Regionale - Sardegna, redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge 180/1998, approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10.07.2006. Norme di attuazione testo coordinato "Giugno 2020";

Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA), redatto in recepimento della direttiva 2007/60/CE e del relativo D.lgs. 23/02/2010 n. 49, predisposto, revisionato e aggiornato dall'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016;

Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.) - adottato in via definitiva dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.1 del 20.06.2013.

Pianificazione territoriale di competenza comunale

Comune di Sassari - *Studio di Compatibilità idraulica del territorio di Sassari ai sensi delle NA del PAI / Piano Urbanistico Comunale (PUC)* adottato dal Comune di Sassari, sviluppato ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione (N.d.A.) del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologica (P.A.I.)"

8.1.2 Norme di Attuazione PAI-PGRA (testo coordinato) – Sintesi dei contenuti

Nell'art.1 (Finalità e contenuti del PAI), comma 3 delle N.d.A. sono elencate le finalità del PAI nelle aree di pericolosità idraulica e di pericolosità da frana.

L'art.2, comma 2, lettera c. cita: il PAI disciplina le aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1) perimetrate nei territori dei Comuni indicati nell'Allegato A.

Nell'ambito dell'art.8, comma 2, vengono disciplinate le modalità di esecuzione degli studi a livello comunale per l'adeguamento dei piani urbanistici comunali relativamente a difesa del suolo, assetto idrogeologico, riduzione della pericolosità e del rischio idrogeologico. Detti studi vengono successivamente recepite nel PAI, con le procedure delle varianti (ai sensi dell'art.37 delle N.d.A.).

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 40 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Nell'articolo 21 vengono stabiliti gli indirizzi per la progettazione, realizzazione e identificazione delle misure di manutenzione delle nuove infrastrutture.

In particolare, nel comma 2 si cita: Per le opere di attraversamento trasversale di tutti i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico, le disposizioni e norme tecniche tendono a stabilire principi generali e prescrizioni affinché le attività di progettazione, realizzazione e identificazione delle misure di manutenzione delle nuove infrastrutture a rete o puntuali di cui al precedente comma:

- a. conservino le funzioni e il livello naturale dei corsi d'acqua;
- b. non creino in aree pianeggianti impedimenti al naturale deflusso delle acque;
- c. prevedano l'attraversamento degli alvei naturali ed artificiali e delle aree di pertinenza da parte di condotte in sotterraneo a profondità compatibile con la dinamica fluviale, con la condizione che tra fondo alveo e estradosso della condotta ci sia almeno un metro di ricoprimento. Per tali attraversamenti in sub-alveo non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme e il soggetto attuatore è tenuto a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese le condotte qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico.

L'art.23, comma 6 cita: Gli interventi, le opere e le attività ammissibili nelle aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata e media sono effettivamente realizzabili soltanto:

- a. se conformi agli strumenti urbanistici vigenti e forniti di tutti i provvedimenti di assenso richiesti dalla legge;
- b. subordinatamente alla presentazione, alla valutazione positiva e all'approvazione dello studio di compatibilità idraulica o geologica e geotecnica di cui agli articoli 24 e 25, nei casi in cui lo studio è espressamente richiesto dai rispettivi articoli prima del provvedimento di approvazione del progetto, tenuto conto dei principi di cui al comma 9.

Il comma 9 dell'art.23 riporta: Allo scopo di impedire l'aggravarsi delle situazioni di pericolosità e di rischio esistenti nelle aree di pericolosità idrogeologica tutti i nuovi interventi previsti dal PAI e consentiti dalle presenti norme devono essere tali da:

- a. migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo principale e secondario, non aumentando il rischio di inondazione a valle;
- c. non compromettere la riduzione o l'eliminazione delle cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime;
- d. non aumentare il pericolo idraulico con nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o con riduzioni significative delle capacità di invaso delle aree interessate;
- e. limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e creare idonee reti di regimazione e drenaggio;
- g. salvaguardare la naturalità e la biodiversità dei corsi d'acqua e dei versanti;
- h. non interferire con gli interventi previsti dagli strumenti di programmazione e pianificazione di protezione civile;
- i. adottare per quanto possibile le tecniche dell'ingegneria naturalistica e quelle a basso impatto ambientale;
- l. non incrementare le condizioni di rischio specifico idraulico o da frana degli elementi vulnerabili interessati ad eccezione dell'eventuale incremento sostenibile connesso all'intervento espressamente assentito;

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 41 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

- n. garantire condizioni di sicurezza durante l'apertura del cantiere, assicurando che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;
- o. garantire coerenza con i piani di protezione civile.

Nell'art.24 vengono stabiliti i criteri per la redazione degli studi di compatibilità idraulica. In particolare, il comma 5 cita: Lo studio di compatibilità idraulica è predisposto secondo i criteri indicati nell'Allegato E alle presenti norme.

Nell'art.27 si riporta la "Disciplina delle aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4)". In particolare, nel comma 3 lettera g. si cita:

In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisorie temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

- g le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme qualora sia rispettata la condizione che tra piano di campagna e estradosso ci sia almeno un metro di ricoprimento, che eventuali opere connesse emergano dal piano di campagna per una altezza massima di 50 cm, che per le situazioni di parallelismo non ricadano in alveo e area golenale e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico;

Negli articoli 28, 29 e 30 vengono disciplinate rispettivamente: le aree di pericolosità idraulica elevata (Hi3), le aree di pericolosità idraulica media (Hi2), aree di pericolosità idraulica moderata (Hi1). Ovviamente, man mano che si scende con il livello di pericolosità, la disciplina prescrittiva diviene meno restrittiva.

Infine, nel titolo V vengono riportate le Norme in materia di coordinamento tra Il PAI e il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA).

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-PAI-E-00034	
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar	Pag. 42 di 81	Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

8.2 Analisi Interferenze con aree a pericolosità idraulica

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico in scala 1:10.000, dal quale si possono individuare gli ambiti di interferenza tra il metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in colore rosso) con l'alveo del fiume (indicato con un cerchio in blu) e più in generale con le aree censite a pericolosità idraulica (riportate mediante campiture semi-trasparenti di varia colorazione).

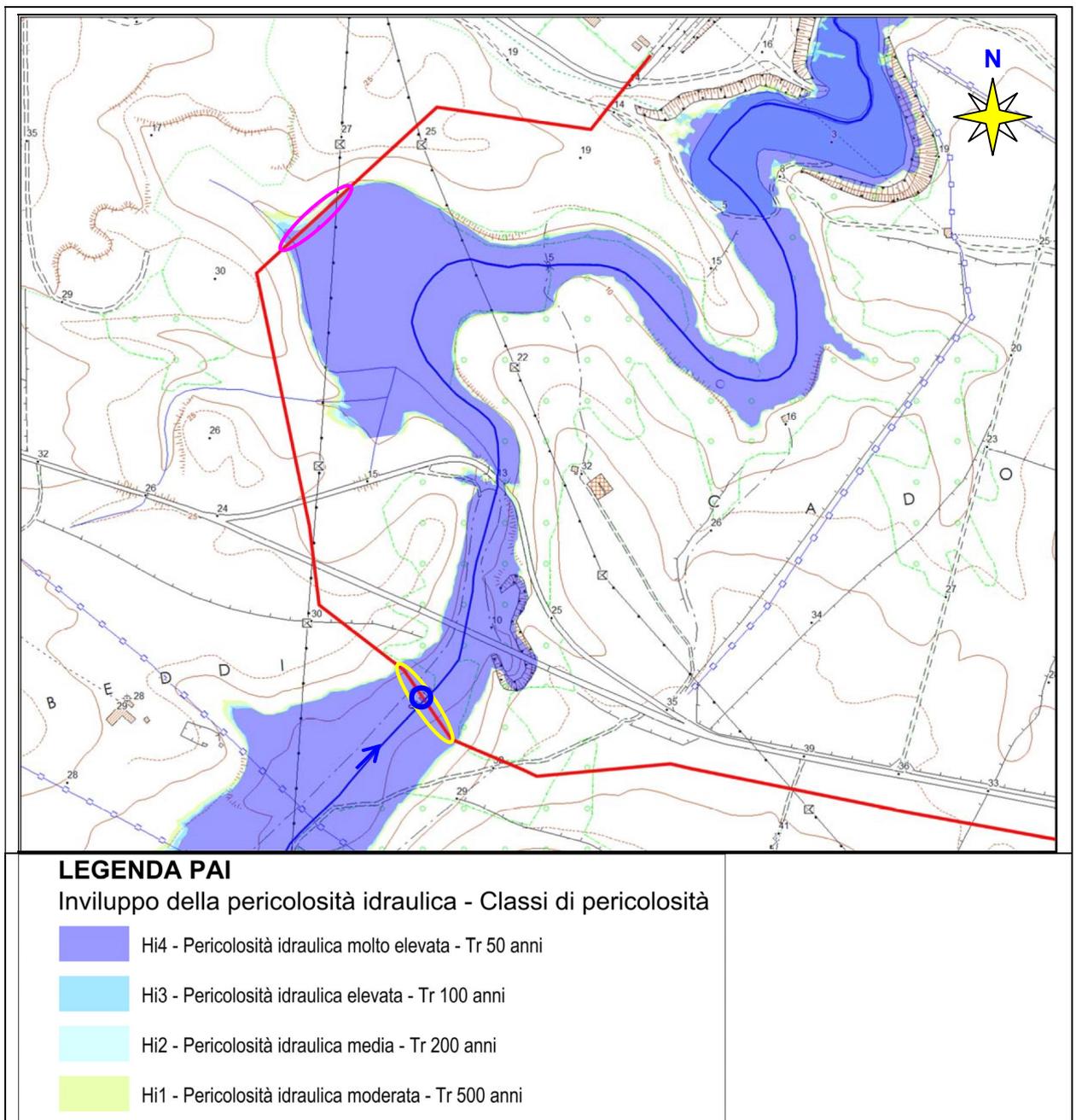


Fig.8.2/A: Interferenze tra metanodotto in progetto con le aree inondabili del corso d'acqua

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 43 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Dall'analisi della figura precedente si rileva che il tracciato del metanodotto in progetto in corrispondenza dell'attraversamento dell'alveo del corso d'acqua (indicato schematicamente mediante un cerchio in blu) ricade all'interno in un ambito censito a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4).

Fuori dall'alveo del corso d'acqua (dove la condotta verrà comunque posizionata mediante la tradizionale tecnica degli "scavi a cielo aperto"), il tracciato del metanodotto continua a svilupparsi (sia in sinistra, che in destra idrografica) per tratti di lunghezza significativa entro delle porzioni di territorio potenzialmente inondabili, censite quasi esclusivamente a pericolosità molto elevata (Hi4). Tutto il tratto d'interferenza con le aree a pericolosità localizzato in prossimità dell'attraversamento d'alveo è stato indicato in figura mediante un'ellisse in giallo.

In aggiunta, più a valle ed in prossimità dell'ambito terminale dello sviluppo del metanodotto, si individua un tratto in cui il tracciato di linea percorre l'ambito marginale delle aree inondabili in sinistra del corso d'acqua, censite quasi esclusivamente a pericolosità molto elevata (Hi4). Tutto questo tratto di percorrenza dell'ambito marginale delle aree inondabili in sinistra è stato indicato in figura mediante un'ellisse in magenta.

8.3 Analisi delle condizioni di compatibilità idraulica

8.3.1 Considerazioni di carattere generale

Il metanodotto in progetto rappresenta un'infrastruttura lineare di interesse pubblico. In tal senso, in riferimento alle Norme di Attuazione del PAI, risulta tra le tipologie di opere per le quali è consentita l'interferenza con aree censite di pericolosità idraulica.

L'interferenza specifica con le aree censite a pericolosità idraulica del corso d'acqua è stata determinata da considerazioni 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 lato in destra idrografica del corso d'acqua, mentre il punto di destinazione (polo industriale fiume Santo) è localizzato in sinistra idrografica. In aggiunta l'interferenza marginale con le aree inondabili localizzate in prossimità del polo industriale è stata determinata al fine di assecondare le fasce di rispetto di un'area di interesse archeologico.

Peraltro, si pone in evidenza che le interferenze in esame consistono nell'attraversamento dell'alveo e delle pertinenze di un corso d'acqua da parte di una condotta in sotterraneo, con coperture di ricoprimento superiori a 1m. Pertanto, ai sensi dell'art.21, comma 2, lettera c e dell'art.27, lettera g delle N.d.A. del PAI, nello specifico non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica.

Ciò nonostante, si è ritenuto comunque di sviluppare il presente elaborato con lo scopo di illustrare agli enti competenti gli studi effettuati al fine di individuare le caratteristiche di progettazione nell'attraversamento 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.

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 44 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Il progetto in esame consiste nella realizzazione di un metanodotto, dunque di un'opera completamente interrata che, essendo costituito da tubazioni in acciaio saldate rivestite in polietilene, non presenta alcun problema operativo e di sicurezza in caso di innalzamento della falda e/o 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 riduzione della capacità di invaso.

La costruzione della 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 si prevede alcun incremento del carico insediativo nell'area di intervento.

8.3.2 Considerazioni specifiche inerenti all'ambito di attraversamento dell'alveo

Entrando in maggior dettaglio in merito agli aspetti connessi alla specifica interferenza idraulica in corrispondenza dell'alveo del corso d'acqua, dove 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 (presidi idraulici 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 del 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

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 45 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

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.

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.

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

Infine relativamente ai tratti del tracciato ricadenti esternamente dall'ambito 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.

In tal senso 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 (a tal proposito, a livello conservativo, in detti ambiti di percorrenza di ambiti censiti a pericolosità idraulica è stata prevista della condotta con una copertura minima maggiorata di 2.5m nei confronti del piano campagna) 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

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 46 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

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.

8.4 Considerazioni conclusive sulla compatibilità idraulica

Alla luce di quanto evidenziato si ritiene che, in riferimento alle specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e alle scelte progettuali effettuate negli ambiti 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 incremento dei livelli di pericolosità;
- non determini alcun aggravio delle condizioni di rischio nell'area (non è previsto l'incremento del carico insediativo), né tantomeno provochi degli aggravii delle condizioni 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 conclusione, si ritiene che l'opera in progetto sia stato progettato nell'ambito in esame in maniera congruente con i requisiti, le disposizioni e le finalità stabilite nelle Norme di Attuazione del PAI e pertanto **COMPATIBILE** con il contesto idraulico degli ambiti d'intervento.

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 47 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

9 CONCLUSIONI

Snam Rete Gas intende realizzare un metanodotto denominato "Allacciamento EP Porto Torres" – DN 400 (16"), DP 75 bar, il quale interseca l'alveo del fiume Santo in un ambito di confine tra i territori comunali di Porto Torres e di Sassari, nei pressi della località "Giubeddi".

Con lo scopo di individuare le soluzioni tecnico-operative più idonee per l'attraversamento in esame (metodologia costruttiva, profilo 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 conseguiti, per il superamento in subalveo del corso d'acqua, è stata prevista l'adozione di un sistema di attraversamento mediante "scavi a cielo aperto", con posizionamento della condotta in progetto con coperture di sicurezza adeguatamente cautelative nei confronti dei potenziali processi erosivi.

In aggiunta sono state previste delle opere di protezione idraulica dell'alveo (presidi idraulici 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 d'alveo preesistente e garantiscono inoltre le adeguate condizioni di sicurezza della condotta, per tutto il periodo di esercizio.

Le opere previste non costituiscono elementi di interferenza con il regime idraulico naturale del corso d'acqua e non determinano delle variazioni significative all'assetto piano-altimetrico preesistente del corso d'acqua (quali restringimenti e/o modifiche dell'assetto longitudinale). Le stesse opere sono state scelte con caratteristiche tipologiche ottimali al fine di inserirsi nel contesto naturale esistente.

Dalle analisi delle interferenze tra la linea in progetto con le aree perimetrate nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Bacino Unico Regionale – Sardegna, è emerso che, in corrispondenza dell'ambito di attraversamento del corso d'acqua e anche in un tratto di percorrenza della regione fluviale localizzato (nel lato in sinistra idrografica) a valle dell'attraversamento, il tracciato del metanodotto interferisce con delle aree censite di pericolosità idraulica ai sensi del PAI.

In tal senso, nel presente studio di compatibilità, è stato evidenziato che l'intervento di progetto non introduce alterazioni 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 della regione fluviale e non implica trasformazioni del territorio e/o cambiamenti circa l'uso del suolo.

Pertanto si ritiene che le specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti agli ambiti d'interferenza con la regione fluviale del corso d'acqua (attraversamento alveo e percorrenze delle aree inondabili) possano essere ritenute COMPATIBILI con le disposizioni contenute nelle Norme di Attuazione del PAI.

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 48 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

APPENDICE 1:
STUDIO IDRAULICO / METODOLOGIA DI CALCOLO

Codice di calcolo

Il codice di calcolo utilizzato per le modellazioni è HEC-RAS, Hydrologic Engineering Center - River Analysis System, prodotto dal U.S. Army Corp of Engineer, che simula il flusso monodimensionale, stazionario, di fluidi verticalmente omogenei, in qualsiasi sistema di canali o aste fluviali, sul quale ampi riferimenti bibliografici sono disponibili in letteratura, in relazione sia alle basi teoriche sia allo sviluppo numerico delle equazioni, così come in merito ad esperienze analoghe di applicazione già maturate in Italia e nel mondo nell'ultimo decennio.

Il calcolo del profilo in moto permanente è stato eseguito per mezzo della versione 5.0.7, marzo 2019.

Il modello Hec-Ras permette di calcolare, per canali naturali od artificiali, il profilo idrico di correnti gradualmente variate ed in condizioni di moto stazionario (sia in regime di corrente lenta che di corrente veloce).

La scelta di operare con un modello che simuli le condizioni di moto permanente, scaturisce dalle seguenti considerazioni:

- la verifica idraulica considera un tratto limitato dell'asta torrentizia nell'intorno del punto di interesse;
- il risultato d'analisi non dipende dallo sviluppo temporale dell'evento di piena, ma solo dal massimo valore di livello idrico raggiunto durante l'evento stesso e dai regimi delle velocità osservate.

Le equazioni di conservazione del volume e della quantità di moto (equazioni di De Saint Venant) risolte nel modello sono derivate sulla base delle seguenti assunzioni:

- il fluido (acqua) è incomprimibile ed omogeneo, cioè senza significativa variazione di densità;
- la pendenza del fondo è contenuta;
- le lunghezze d'onda sono grandi se paragonate all'altezza d'acqua, in modo da poter considerare in ogni punto parallela al fondo la direzione della corrente: è cioè trascurabile la componente verticale dell'accelerazione e su ogni sezione trasversale alla corrente si può assumere una variazione idrostatica della pressione.

Integrando le equazioni di conservazione della massa e della quantità di moto ed introducendo la resistenza idraulica (attrito) e le portate laterali adottate si ottiene:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{\Lambda^2 A \cdot R} = 0$$

dove:

- A , area della sezione bagnata (m²);

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 49 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

- Λ , coefficiente di attrito di Chezy ($m^{1/2}/s$);
- g , accelerazione di gravità (m/s^2);
- h , altezza del pelo libero rispetto ad un livello di riferimento orizzontale (m);
- Q , portata (m^3/s);
- R , raggio idraulico (m);
- α , coefficiente di distribuzione della quantità di moto;
- q , portata laterale addotta (m^2/s).

Condizioni di moto

Le simulazioni numeriche dell'interazione idrodinamica tra il deflusso di piena e la geometria dell'alveo sono state eseguite, come accennato precedentemente, in condizioni di moto permanente (stazionario), assumendo la portata al colmo definita per mezzo dell'analisi idrologica.

La soluzione stazionaria fornisce condizioni di verifica cautelative e permette di impostare un confronto corretto tra diversi profili idraulici, mantenute fisse le condizioni al contorno.

Si tenga presente che in relazione alla formazione del fenomeno del cappio di piena nelle simulazioni di moto vario non si ha concomitanza tra livelli massimi e portate massime, condizione di verifica cautelativa che è invece garantita dalla semplificazione del moto stazionario.

Nelle ipotesi di condizioni di moto permanente unidimensionale, corrente gradualmente variata (fatta eccezione per le sezioni in cui si risente della presenza di strutture, quali ponti o tombini per attraversamento) e pendenze longitudinali del fondo dell'alveo non eccessive, per un dato tratto fluviale elementare, di lunghezza finita, il modello si basa sulla seguente equazione di conservazione dell'energia tra le generiche sezioni trasversali di monte e di valle, rispettivamente indicate con i pedici 2 e 1

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 V_2^2 / (2g) = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 V_1^2 / (2g) + \Delta H$$

in cui

- Y_2 e Y_1 sono le profondità d'acqua,
- Z_2 e Z_1 le quote dei punti più depressi delle sezioni trasversali rispetto a un piano di riferimento (superficie livello medio del mare),
- V_2 e V_1 le velocità medie (rapporto tra portata e area bagnata della sezione),
- α_2 e α_1 i coefficienti di Coriolis di ragguglio delle potenze cinetiche,
- g l'accelerazione di gravità,
- ΔH le perdite di carico nel tratto considerato.

Le perdite energetiche per unità di peso che subisce la corrente fluida fra due sezioni trasversali sono espresse come segue:

$$\Delta H = L J_m + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

in cui

- L è la lunghezza del tratto in analisi,
- J_m è un valore medio rappresentativo della cadente (perdita di carico per unità di

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 50 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

- lunghezza) nel tratto medesimo,
- C è il coefficiente di contrazione o espansione.

In tal modo, si tiene conto sia delle perdite di carico continue o distribuite, rappresentate dal primo addendo del membro di destra, sia delle perdite di carico localizzate o concentrate, rappresentate dal secondo addendo del membro di destra e dovute alle variazioni di sezione trasversale e/o alla presenza di ostacoli strutturali.

La determinazione della cadente, J , sezione per sezione avviene tramite l'equazione di moto uniforme di Manning:

$$Q = KJ^{0.5}$$

essendo Q la portata totale e K un coefficiente di trasporto, espresso dalla relazione

$$K = AR_i^{2/3}/n$$

in cui A è l'area bagnata della sezione trasversale, R_i il raggio idraulico (rapporto tra area e perimetro bagnato), n il coefficiente di scabrezza.

Il coefficiente di trasporto K viene valutato separatamente per il canale principale e le golene; il suo valore per l'intera sezione trasversale è la somma delle tre aliquote. La cadente è quindi esprimibile come $J=(Q/K)^2$, in ciascuna sezione; il suo valore rappresentativo, J_m , nel tratto considerato è valutato mediante l'equazione più appropriata, automaticamente selezionata dal programma, a seconda che, nel tratto di volta in volta considerato, l'alveo sia a forte o debole pendenza e la corrente sia lenta o veloce, accelerata o decelerata.

Per ciascun tronco compreso tra due sezioni trasversali si considerano la lunghezza del canale centrale, L_c , e le lunghezze delle banchine laterali, L_{sx} e L_{dx} rispettivamente per la golena sinistra e quella destra. Per la determinazione delle perdite di carico continue, si adopera un valore della lunghezza pari alla media pesata di L_c , L_{sx} e L_{dx} sulle portate medie riferite anch'esse all'alveo centrale e alle golene ($Q_{c,m}$, $Q_{sx,m}$ e $Q_{dx,m}$):

$$L = (L_{sx}Q_{sx,m} + L_cQ_{c,m} + L_{dx}Q_{dx,m}) / (Q_{sx,m} + Q_{c,m} + Q_{dx,m})$$

Il coefficiente di Coriolis si esprime in funzione dei coefficienti di trasporto, K_i , e delle aree bagnate, A_i , del canale principale e delle golene; ovvero:

$$\alpha = \frac{A^2}{K^3} \sum_i \frac{K_i^3}{A_i^2}$$

Assetto geometrico

HEC-RAS richiede la schematizzazione del corso d'acqua con tratti successivi di lunghezza

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 51 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

variabile individuati alle estremità da sezioni di geometria nota. La posizione delle sezioni trasversali va scelta in modo da descrivere in maniera adeguata il tratto considerato, prevedendo in linea di massima, sezioni più fitte nei tratti dove la geometria trasversale dell'alveo risulta molto variabile e più rade nei tratti in cui la geometria si mantiene piuttosto uniforme.

Le sezioni trasversali sono suddivise in tre parti, caratterizzate da differenti valori della scabrezza, in cui la velocità si possa ritenere uniformemente distribuita: la parte centrale o canale principale, interessata dalle portate più basse, e le banchine laterali o golene, interessate dalle portate più alte. Il modello è in grado di simulare gli effetti indotti sui livelli dalla presenza di sezioni singolari quali ponti, tombini, stramazzi ed ostruzioni dell'alveo.

Nel caso in oggetto non si è fatto riferimento ad alcuna ramificazione dell'alveo, implementando un modello completamente monodimensionale, che si estende lungo il tracciato del corso d'acqua.

Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno sono necessarie per stabilire il livello del pelo libero dell'acqua all'estremità del sistema (a monte e/o a valle). In un regime di corrente lenta, la condizione al contorno necessaria è quella di valle (se la corrente è lenta non risente di ciò che accade a monte), mentre nel caso di corrente veloce vale l'opposto. Se invece viene effettuato un calcolo in regime di flusso misto, allora le condizioni al contorno devono essere definite a valle e a monte.

Le condizioni al contorno disponibili sono:

- quota nota del pelo libero;
- altezza critica;
- altezza di moto uniforme;
- scala di deflusso.

Risultati dei calcoli idraulici

La procedura di calcolo per la determinazione della profondità d'acqua in ogni sezione è iterativa: si assegna una condizione iniziale a valle o a monte e si procede verso monte o valle, in dipendenza dalle condizioni di analisi di un profilo di corrente lenta o veloce; si assume una quota della superficie libera, $WS^I = Y^I + Z^I$, di primo tentativo nella sezione in cui essa è incognita; si determinano K e V ; si calcolano J_m e ΔH ; si ottiene quindi dall'equazione dell'energia un secondo valore della quota dell'acqua, WS^{II} , che viene posto a confronto con il valore assunto inizialmente; tale ciclo viene ripetuto finché la differenza tra le quote della superficie libera risulta inferiore ad un valore massimo di tolleranza prestabilito dall'operatore. La profondità Y della corrente viene quindi paragonata con l'altezza critica, Y_{cr} , per stabilire se il regime di moto è subcritico o supercritico. L'altezza critica è definita come la profondità per cui il carico totale, H , assume valore minimo.

Si possono presentare situazioni in cui la curva dell'energia, data dalla funzione $H(WS)$, presenta più di un minimo (ad esempio in presenza di ampie golene oppure in caso di esondazione oltre gli argini identificati in fase di modellazione geometrica); il codice di calcolo può individuare fino a tre minimi nella curva, tra i quali seleziona il valore minore.

Oltre ai valori di portata e di livello calcolati direttamente dal codice di calcolo il modello fornisce in output anche i valori dell'area, larghezza del pelo libero, della velocità, dell'altezza d'acqua e del numero di Froude per ogni sezione di calcolo.

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 52 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

E' fornita anche la linea del carico totale ottenuta come

$$H = WS + V^2/2g$$

dove

- h è il livello idrico (m);
- V la velocità media nella sezione trasversale (m/s).

Note la profondità d'acqua e l'altezza critica in una sezione, si determina se nella data sezione il regime è di corrente lenta o veloce. Se tale regime risulta differire da quanto identificato per la sezione precedente, la profondità d'acqua determinata perde di significato ed alla sezione viene assegnato il valore dell'altezza critica.

Nel caso di passaggio da regime supercritico a subcritico tramite risalto idraulico, la corrente perde il carattere gradualmente variato e l'equazione dell'energia non può essere applicata. In tal caso, il codice di calcolo ricorre all'equazione di conservazione della quantità di moto, che, indicando con i pedici 2 e 1 rispettivamente le sezioni di monte e di valle del tratto considerato, si esprime come

$$\frac{\beta_2 Q_2^2}{g A_2} + A_2 Y_{2,b} + \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot i - \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot J_m - \frac{\beta_1 Q_1^2}{g A_1} - A_1 Y_{1,b} = 0$$

dove:

- il primo ed il quinto termine rappresentano le spinte idrodinamiche dovute alle quantità di moto (con β coefficiente di ragguaglio dei flussi di quantità di moto);
- il secondo e il sesto termine rappresentano le spinte idrostatiche dovute alle pressioni (essendo $Y_{2,b}$ e $Y_{1,b}$ gli affondamenti dei baricentri delle sezioni bagnate);
- il terzo termine rappresenta la componente del peso lungo la direzione del moto (con i pendenza longitudinale del fondo dell'alveo, calcolata in base alle quote medie in ciascuna sezione);
- il quarto termine rappresenta i fattori di resistenza al moto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-PAI-E-00034	
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar	Pag. 53 di 81	Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

APPENDICE 2:

STUDIO IDRAULICO / REPORT PROGRAMMA HEC RAS

HEC-RAS HEC-RAS 5.0.7 March 2019
 U.S. Army Corps of Engineers
 Hydrologic Engineering Center
 609 Second Street
 Davis, California

```

X   X   XXXXXX   XXXX   XXXX   XX   XXXX
X   X   X       X   X   X   X   X   X
X   X   X       X       X   X   X   X
XXXXXXXX XXXX   X       XXX XXXX XXXXXX XXXX
X   X   X       X       X   X   X   X   X
X   X   X       X   X   X   X   X   X
X   X   XXXXXX   XXXX   X   X   X   X   XXXXXX

```

PROJECT DATA

Project Title: Santo
 Project File : Santo.prj

Project in SI units

PLAN DATA

Plan Title: Plan 02
 Plan File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC studi miei 5.0.7\FiumeSanto\Santo.p02

Geometry Title: Santo_ponte
 Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC studi miei 5.0.7\FiumeSanto\Santo.g02

Flow Title : Santo
 Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC studi miei 5.0.7\FiumeSanto\Santo.f01

Plan Summary Information:

Number of: Cross Sections = 13 Multiple Openings = 0
 Culverts = 0 Inline Structures = 0
 Bridges = 1 Lateral Structures = 0

Computational Information

Water surface calculation tolerance = 0.003
 Critical depth calculation tolerance = 0.003
 Maximum number of iterations = 20
 Maximum difference tolerance = 0.1
 Flow tolerance factor = 0.001

Computation Options

Critical depth computed only where necessary
 Conveyance Calculation Method: At breaks in n values only
 Friction Slope Method: Average Conveyance
 Computational Flow Regime: Mixed Flow

FLOW DATA

Flow Title: Santo

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-PAI-E-00034	
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar	Pag. 54 di 81	Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC studi miei 5.0.7\FiumeSanto\Santo.f01

Flow Data (m3/s)

River	Reach	RS	TR200
F.Santo	alveo	120	463.257

Boundary Conditions

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
F.Santo	alveo	TR200	Normal S = 0.005	Normal S = 0.005

GEOMETRY DATA

Geometry Title: Santo_ponte

Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC studi miei 5.0.7\FiumeSanto\Santo.g02

CROSS SECTION

RIVER: F.Santo

REACH: alveo RS: 120

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 305

Sta	Elev								
0	21.52	1	21.37	2	21.21	3	21.11	4	20.96
5	20.78	6	20.58	7	20.39	8	20.2	9	20
10	19.81	11	19.6	12	19.41	13	19.19	14	18.99
15	18.79	16	18.6	17	18.42	18	18.22	19	17.98
20	17.75	21	17.56	22	17.34	23	17.1	24	16.84
25	16.53	26	16.2	27	15.98	28	15.73	29	15.48
30	15.25	31	14.99	32	14.71	33	14.42	34	14.22
35	14.04	36	13.88	37	13.7	38	13.39	39	13.07
40	12.75	41	12.42	42	12.1	43	11.79	44	11.6
45	11.51	46	11.43	47	11.35	48	11.31	49	11.22
50	11.15	51	11.1	52	11.03	53	10.95	54	10.81
55	10.81	56	10.8	57	10.79	58	10.75	59	10.72
60	10.78	61	10.74	62	10.75	63	10.75	64	10.72
65	10.64	66	10.63	67	10.65	68	10.63	69	10.61
70	10.67	71	10.74	72	10.62	73	10.45	74	10.33
75	10.26	76	10.18	77	10.14	78	10.14	79	10.15
80	10.21	81	10.15	82	10.04	83	10	84	9.91
85	9.82	86	9.8	87	9.76	88	9.73	89	9.66
90	9.62	91	9.58	92	9.53	93	9.52	94	9.48
95	9.49	96	9.47	97	9.46	98	9.47	99	9.44
100	9.54	101	9.58	102	9.61	103	9.66	104	9.64
105	9.69	106	9.64	107	9.62	108	9.61	109	9.59
110	9.56	111	9.57	112	9.55	113	9.53	114	9.49
115	9.47	116	9.45	117	9.47	118	9.47	119	9.45
120	9.44	121	9.43	122	9.44	123	9.38	124	9.35
125	9.35	126	9.32	127	9.32	128	9.34	129	9.39
130	9.44	131	9.45	132	9.52	133	9.49	134	9.47
135	9.43	136	9.42	137	9.5	138	9.47	139	9.41
140	9.38	141	9.44	142	9.52	143	9.47	144	9.5
145	9.52	146	9.53	147	9.46	148	9.4	149	9.46
150	9.51	151	9.56	152	9.55	153	9.56	154	9.56
155	9.53	156	9.51	157	9.41	158	9.19	159	8.93
160	8.66	161	8.45	162	7.85	163	8.22	164	9.64
165	9.66	166	9.67	167	9.69	168	9.71	169	9.73
170	9.73	171	9.71	172	9.67	173	9.52	174	9.48
175	9.46	176	9.47	177	9.34	178	9.31	179	9.25
180	9.24	181	9.25	182	9.29	183	9.34	184	9.36

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 55 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

185	9.42	186	9.51	187	9.55	188	9.67	189	9.67
190	9.69	191	9.72	192	9.79	193	9.88	194	9.98
195	10.09	196	10.19	197	10.31	198	10.42	199	10.48
200	10.56	201	10.65	202	10.72	203	10.8	204	10.9
205	10.97	206	11.08	207	11.21	208	11.31	209	11.39
210	11.47	211	11.53	212	11.62	213	11.74	214	11.88
215	12	216	12.13	217	12.29	218	12.48	219	12.67
220	12.84	221	12.94	222	13.06	223	13.15	224	13.24
225	13.34	226	13.47	227	13.57	228	13.68	229	13.79
230	13.89	231	13.95	232	14.02	233	14.14	234	14.2
235	14.28	236	14.38	237	14.48	238	14.58	239	14.73
240	14.87	241	15.01	242	15.13	243	15.21	244	15.32
245	15.46	246	15.61	247	15.78	248	15.88	249	16.01
250	16.13	251	16.23	252	16.37	253	16.59	254	16.78
255	16.94	256	17.07	257	17.22	258	17.44	259	17.75
260	17.98	261	18.16	262	18.26	263	18.37	264	18.55
265	18.8	266	19.02	267	19.25	268	19.49	269	19.74
270	19.98	271	20.23	272	20.45	273	20.65	274	20.87
275	21.08	276	21.31	277	21.54	278	21.78	279	22.01
280	22.27	281	22.55	282	22.8	283	23.01	284	23.29
285	23.6	286	23.82	287	24.08	288	24.24	289	24.45
290	24.64	291	24.81	292	25.07	293	25.3	294	25.56
295	25.82	296	26.05	297	26.29	298	26.57	299	26.87
300	27.14	301	27.41	302	27.67	303	27.91	304	28.18

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .05 155 .033 164 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 155 164 133.53 133.53 133.53 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	12.75	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.06	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	12.70	Reach Len. (m)	133.53	133.53	133.53
Crit W.S. (m)	10.87	Flow Area (m2)	308.62	34.46	132.17
E.G. Slope (m/m)	0.000595	Area (m2)	308.62	34.46	132.17
Q Total (m3/s)	463.26	Flow (m3/s)	290.39	57.75	115.12
Top Width (m)	178.99	Top Width (m)	114.84	9.00	55.16
Vel Total (m/s)	0.97	Avg. Vel. (m/s)	0.94	1.68	0.87
Max Chl Dpth (m)	4.85	Hydr. Depth (m)	2.69	3.83	2.40
Conv. Total (m3/s)	18999.5	Conv. (m3/s)	11909.6	2368.7	4721.3
Length Wtd. (m)	133.53	Wetted Per. (m)	115.15	10.09	55.37
Min Ch El (m)	7.85	Shear (N/m2)	15.63	19.91	13.92
Alpha	1.15	Stream Power (N/m s)	14.70	33.37	12.12
Frctn Loss (m)	0.10	Cum Volume (1000 m3)	138.71	48.54	106.81
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	76.03	17.07	44.98

CROSS SECTION

RIVER: F.Santo
 REACH: alveo RS: 110

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 311

Sta	Elev								
0	28.04	1	27.94	2	27.85	3	27.78	4	27.7
5	27.61	6	27.52	7	27.43	8	27.33	9	27.28
10	27.17	11	27.06	12	26.98	13	26.89	14	26.76
15	26.62	16	26.48	17	26.41	18	26.28	19	26.19
20	26.07	21	25.93	22	25.8	23	25.69	24	25.59
25	25.46	26	25.35	27	25.23	28	25.14	29	25.02
30	24.92	31	24.83	32	24.74	33	24.69	34	24.58
35	24.48	36	24.41	37	24.34	38	24.24	39	24.16

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 56 di 81
				Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

40	24.08	41	24	42	23.91	43	23.84	44	23.72
45	23.61	46	23.5	47	23.35	48	23.25	49	23.12
50	22.97	51	22.85	52	22.72	53	22.57	54	22.44
55	22.31	56	22.17	57	22.05	58	21.92	59	21.79
60	21.65	61	21.49	62	21.33	63	21.16	64	21.02
65	20.86	66	20.67	67	20.52	68	20.38	69	20.2
70	20.05	71	19.85	72	19.7	73	19.52	74	19.33
75	19.15	76	19	77	18.8	78	18.64	79	18.5
80	18.33	81	18.19	82	18.04	83	17.91	84	17.74
85	17.58	86	17.45	87	17.33	88	17.21	89	17.06
90	16.87	91	16.74	92	16.64	93	16.47	94	16.3
95	16.05	96	15.76	97	15.52	98	15.35	99	15.25
100	15.08	101	14.93	102	14.77	103	14.61	104	14.42
105	14.22	106	14.07	107	13.84	108	13.65	109	13.47
110	13.29	111	13.1	112	12.92	113	12.69	114	12.47
115	12.3	116	12.08	117	11.87	118	11.72	119	11.61
120	11.42	121	11.29	122	11.19	123	11.11	124	10.93
125	10.77	126	10.69	127	10.67	128	10.53	129	10.29
130	10.18	131	10.12	132	10.09	133	10.04	134	10
135	9.98	136	9.9	137	9.83	138	9.77	139	9.71
140	9.72	141	9.71	142	9.67	143	9.64	144	9.6
145	9.6	146	9.64	147	9.74	148	9.72	149	9.56
150	9.49	151	9.46	152	9.36	153	9.49	154	9.54
155	9.54	156	9.39	157	9.35	158	9.37	159	9.3
160	9.22	161	9.33	162	9.39	163	9.36	164	9.39
165	9.41	166	9.31	167	9.28	168	9.25	169	9.19
170	9.13	171	9.07	172	8.83	173	8.62	174	8.23
175	7.87	176	7.5	177	7.27	178	7.32	179	7.67
180	8.01	181	8.34	182	8.67	183	9.01	184	9.29
185	9.33	186	9.31	187	9.21	188	9.12	189	9.09
190	9.02	191	8.99	192	8.95	193	8.96	194	8.97
195	8.96	196	8.96	197	8.98	198	9.01	199	9.06
200	9.12	201	9.17	202	9.19	203	9.21	204	9.21
205	9.22	206	9.25	207	9.27	208	9.31	209	9.39
210	9.44	211	9.5	212	9.56	213	9.61	214	9.67
215	9.77	216	9.84	217	9.93	218	10	219	10.1
220	10.18	221	10.27	222	10.32	223	10.34	224	10.39
225	10.48	226	10.58	227	10.64	228	10.94	229	11.49
230	12.01	231	12.42	232	12.75	233	13.02	234	13.56
235	14.2	236	14.93	237	15.16	238	15.54	239	15.83
240	15.92	241	16.07	242	16.47	243	16.71	244	16.84
245	17	246	17.27	247	17.59	248	17.95	249	18.36
250	18.93	251	19.76	252	20.62	253	21	254	21.43
255	21.85	256	22.02	257	22.12	258	22.28	259	22.54
260	22.87	261	23.22	262	23.5	263	23.76	264	24.04
265	24.3	266	24.66	267	25.13	268	25.61	269	25.99
270	26.2	271	26.35	272	26.49	273	26.66	274	26.95
275	27.26	276	27.55	277	27.84	278	28.13	279	28.42
280	28.71	281	29.03	282	29.33	283	29.54	284	29.71
285	29.87	286	30.03	287	30.2	288	30.34	289	30.37
290	30.41	291	30.5	292	30.42	293	30.41	294	30.53
295	30.6	296	30.65	297	30.74	298	30.83	299	30.85
300	30.94	301	31.02	302	31.09	303	31.16	304	31.27
305	31.37	306	31.47	307	31.63	308	31.84	309	32.2
310	32.46								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .05 170 .033 184 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
170 184 83.89 83.89 83.89 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	12.64	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.14	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	12.50	Reach Len. (m)	83.89	83.89	83.89
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	137.23	59.42	133.45

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-PAI-E-00034	
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar	Pag. 57 di 81	Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

E.G. Slope (m/m)	0.000973	Area (m2)	137.23	59.42	133.45
Q Total (m3/s)	463.26	Flow (m3/s)	154.84	143.17	165.25
Top Width (m)	117.40	Top Width (m)	56.15	14.00	47.25
Vel Total (m/s)	1.40	Avg. Vel. (m/s)	1.13	2.41	1.24
Max Chl Dpth (m)	5.23	Hydr. Depth (m)	2.44	4.24	2.82
Conv. Total (m3/s)	14850.8	Conv. (m3/s)	4963.6	4589.7	5297.4
Length Wtd. (m)	83.89	Wetted Per. (m)	56.43	14.60	47.73
Min Ch El (m)	7.27	Shear (N/m2)	23.21	38.84	26.68
Alpha	1.40	Stream Power (N/m s)	26.18	93.59	33.04
Frctn Loss (m)	0.05	Cum Volume (1000 m3)	108.94	42.27	89.08
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	64.62	15.53	38.14

CROSS SECTION

RIVER: F.Santo
REACH: alveo RS: 100

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 316

Sta	Elev								
0	24.55	1	24.59	2	24.64	3	24.67	4	24.7
5	24.76	6	24.82	7	24.83	8	24.85	9	24.9
10	24.92	11	24.96	12	24.98	13	25.01	14	25.04
15	25.07	16	25.07	17	25.09	18	25.03	19	25.04
20	25.04	21	25	22	24.97	23	24.94	24	24.91
25	24.88	26	24.85	27	24.82	28	24.78	29	24.79
30	24.81	31	24.76	32	24.79	33	24.83	34	24.85
35	24.87	36	24.84	37	24.85	38	24.82	39	24.81
40	24.84	41	24.88	42	24.85	43	24.81	44	24.83
45	24.77	46	24.73	47	24.62	48	24.54	49	24.49
50	24.49	51	24.38	52	24.26	53	24.25	54	24.23
55	24.25	56	24.19	57	24.07	58	23.91	59	23.69
60	23.59	61	23.6	62	23.48	63	23.54	64	23.34
65	23.41	66	23.46	67	23.47	68	23.4	69	23.41
70	23.49	71	23.59	72	23.57	73	23.4	74	23.31
75	23.29	76	23.24	77	23.14	78	23.1	79	22.97
80	22.86	81	22.83	82	22.78	83	22.52	84	22.17
85	21.87	86	21.66	87	21.43	88	21.12	89	21.01
90	20.85	91	20.71	92	20.47	93	20.24	94	20.01
95	19.95	96	19.86	97	19.71	98	19.44	99	19.21
100	19.07	101	18.94	102	18.72	103	18.54	104	18.41
105	18.24	106	18.09	107	17.96	108	17.88	109	17.76
110	17.54	111	17.26	112	17.08	113	16.9	114	16.69
115	16.51	116	16.36	117	16.21	118	16.1	119	16.04
120	15.97	121	15.81	122	15.74	123	15.69	124	15.64
125	15.53	126	15.41	127	15.29	128	15.19	129	15.06
130	14.97	131	14.94	132	14.84	133	14.67	134	14.48
135	14.35	136	14.2	137	14.03	138	13.77	139	13.35
140	12.78	141	12.46	142	12.34	143	12.11	144	11.8
145	11.2	146	10.73	147	10.36	148	10.09	149	10.01
150	9.85	151	9.59	152	9.3	153	9.18	154	9.15
155	9.14	156	9.13	157	9.13	158	9.12	159	9.11
160	9.09	161	9.07	162	9.08	163	9.16	164	9.23
165	9.05	166	8.65	167	8.17	168	7.69	169	7.35
170	7.41	171	7.81	172	8.47	173	8.96	174	9.1
175	9.13	176	9.22	177	9.31	178	9.18	179	9.02
180	9.15	181	9.21	182	9.2	183	9.2	184	9.2
185	9.16	186	9.07	187	9.08	188	9.11	189	9.1
190	9.06	191	9.05	192	9.06	193	9.08	194	9.07
195	9.06	196	9.07	197	9.08	198	9.1	199	9.15
200	9.2	201	9.26	202	9.28	203	9.32	204	9.32
205	9.35	206	9.42	207	9.44	208	9.34	209	9.28
210	9.3	211	9.29	212	9.23	213	9.23	214	9.21
215	9.17	216	9.13	217	9.11	218	9.12	219	9.13
220	9.15	221	9.18	222	9.18	223	9.12	224	9.1

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 58 di 81
				Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

225	9.1	226	9.04	227	9.05	228	9.02	229	9.01
230	8.99	231	8.96	232	8.97	233	8.93	234	8.87
235	8.85	236	8.83	237	8.89	238	8.93	239	8.92
240	8.95	241	8.92	242	8.9	243	8.9	244	8.87
245	8.84	246	8.79	247	8.89	248	8.83	249	8.75
250	8.68	251	8.66	252	8.65	253	8.61	254	8.66
255	8.66	256	8.66	257	8.73	258	8.78	259	8.8
260	8.81	261	8.85	262	8.88	263	8.89	264	8.98
265	9.11	266	9.22	267	9.26	268	9.29	269	9.35
270	9.36	271	9.33	272	9.38	273	9.41	274	9.38
275	9.34	276	9.42	277	9.56	278	9.48	279	9.43
280	9.47	281	9.49	282	9.48	283	9.49	284	9.49
285	9.64	286	9.96	287	10.55	288	11.54	289	12.73
290	14.13	291	15.27	292	16.25	293	17.34	294	19.75
295	22.73	296	25.33	297	27.3	298	28.19	299	28.78
300	29.48	301	30.13	302	30.75	303	31.11	304	31.23
305	31.29	306	31.48	307	31.94	308	32.13	309	32.54
310	32.99	311	33.46	312	33.92	313	34.05	314	34.06
315	34.14								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .05 163 .033 177 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
163 177 30 30 30 .1 .3

Ineffective Flow num= 8
Sta L Sta R Elev Permanent
0 100 24.8 T
124.15 125.85 25.39 T
149.15 150.85 26.53 T
174.15 175.85 27.08 T
199.15 200.85 27.64 T
224.15 225.85 28.2 T
249.15 250.85 28.76 T
300 315 29.3 T

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	12.56	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.06	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	12.50	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	10.31	Flow Area (m2)	51.15	49.87	356.50
E.G. Slope (m/m)	0.000470	Area (m2)	55.70	55.58	374.41
Q Total (m3/s)	463.26	Flow (m3/s)	40.22	80.01	343.02
Top Width (m)	147.95	Top Width (m)	22.14	14.00	111.81
Vel Total (m/s)	1.01	Avg. Vel. (m/s)	0.79	1.60	0.96
Max Chl Dpth (m)	5.15	Hydr. Depth (m)	2.50	4.05	3.34
Conv. Total (m3/s)	21358.7	Conv. (m3/s)	1854.5	3688.8	15815.3
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)	20.96	13.08	107.92
Min Ch El (m)	7.35	Shear (N/m2)	11.26	17.59	15.24
Alpha	1.15	Stream Power (N/m s)	8.85	28.23	14.66
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)	100.85	37.45	67.78
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	61.33	14.36	31.47

BRIDGE

RIVER: F.Santo
REACH: alveo RS: 99.5

INPUT
Description:
Distance from Upstream XS = 5
Deck/Roadway Width = 15
Weir Coefficient = 1.4
Upstream Deck/Roadway Coordinates
num= 4

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 59 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Sta	Hi	Cord	Lo	Cord	Sta	Hi	Cord	Lo	Cord	Sta	Hi	Cord	Lo	Cord
0	26.2	24.8			100	26.2	24.8			300	30.7	29.3		
315	30.7	29.3												

Upstream Bridge Cross Section Data

Station Elevation Data num= 316

Sta	Elev								
0	24.55	1	24.59	2	24.64	3	24.67	4	24.7
5	24.76	6	24.82	7	24.83	8	24.85	9	24.9
10	24.92	11	24.96	12	24.98	13	25.01	14	25.04
15	25.07	16	25.07	17	25.09	18	25.03	19	25.04
20	25.04	21	25	22	24.97	23	24.94	24	24.91
25	24.88	26	24.85	27	24.82	28	24.78	29	24.79
30	24.81	31	24.76	32	24.79	33	24.83	34	24.85
35	24.87	36	24.84	37	24.85	38	24.82	39	24.81
40	24.84	41	24.88	42	24.85	43	24.81	44	24.83
45	24.77	46	24.73	47	24.62	48	24.54	49	24.49
50	24.49	51	24.38	52	24.26	53	24.25	54	24.23
55	24.25	56	24.19	57	24.07	58	23.91	59	23.69
60	23.59	61	23.6	62	23.48	63	23.54	64	23.34
65	23.41	66	23.46	67	23.47	68	23.4	69	23.41
70	23.49	71	23.59	72	23.57	73	23.4	74	23.31
75	23.29	76	23.24	77	23.14	78	23.1	79	22.97
80	22.86	81	22.83	82	22.78	83	22.52	84	22.17
85	21.87	86	21.66	87	21.43	88	21.12	89	21.01
90	20.85	91	20.71	92	20.47	93	20.24	94	20.01
95	19.95	96	19.86	97	19.71	98	19.44	99	19.21
100	19.07	101	18.94	102	18.72	103	18.54	104	18.41
105	18.24	106	18.09	107	17.96	108	17.88	109	17.76
110	17.54	111	17.26	112	17.08	113	16.9	114	16.69
115	16.51	116	16.36	117	16.21	118	16.1	119	16.04
120	15.97	121	15.81	122	15.74	123	15.69	124	15.64
125	15.53	126	15.41	127	15.29	128	15.19	129	15.06
130	14.97	131	14.94	132	14.84	133	14.67	134	14.48
135	14.35	136	14.2	137	14.03	138	13.77	139	13.35
140	12.78	141	12.46	142	12.34	143	12.11	144	11.8
145	11.2	146	10.73	147	10.36	148	10.09	149	10.01
150	9.85	151	9.59	152	9.3	153	9.18	154	9.15
155	9.14	156	9.13	157	9.13	158	9.12	159	9.11
160	9.09	161	9.07	162	9.08	163	9.16	164	9.23
165	9.05	166	8.65	167	8.17	168	7.69	169	7.35
170	7.41	171	7.81	172	8.47	173	8.96	174	9.1
175	9.13	176	9.22	177	9.31	178	9.18	179	9.02
180	9.15	181	9.21	182	9.2	183	9.2	184	9.2
185	9.16	186	9.07	187	9.08	188	9.11	189	9.1
190	9.06	191	9.05	192	9.06	193	9.08	194	9.07
195	9.06	196	9.07	197	9.08	198	9.1	199	9.15
200	9.2	201	9.26	202	9.28	203	9.32	204	9.32
205	9.35	206	9.42	207	9.44	208	9.34	209	9.28
210	9.3	211	9.29	212	9.23	213	9.23	214	9.21
215	9.17	216	9.13	217	9.11	218	9.12	219	9.13
220	9.15	221	9.18	222	9.18	223	9.12	224	9.1
225	9.1	226	9.04	227	9.05	228	9.02	229	9.01
230	8.99	231	8.96	232	8.97	233	8.93	234	8.87
235	8.85	236	8.83	237	8.89	238	8.93	239	8.92
240	8.95	241	8.92	242	8.9	243	8.9	244	8.87
245	8.84	246	8.79	247	8.89	248	8.83	249	8.75
250	8.68	251	8.66	252	8.65	253	8.61	254	8.66
255	8.66	256	8.66	257	8.73	258	8.78	259	8.8
260	8.81	261	8.85	262	8.88	263	8.89	264	8.98
265	9.11	266	9.22	267	9.26	268	9.29	269	9.35
270	9.36	271	9.33	272	9.38	273	9.41	274	9.38
275	9.34	276	9.42	277	9.56	278	9.48	279	9.43
280	9.47	281	9.49	282	9.48	283	9.49	284	9.49
285	9.64	286	9.96	287	10.55	288	11.54	289	12.73
290	14.13	291	15.27	292	16.25	293	17.34	294	19.75
295	22.73	296	25.33	297	27.3	298	28.19	299	28.78
300	29.48	301	30.13	302	30.75	303	31.11	304	31.23
305	31.29	306	31.48	307	31.94	308	32.13	309	32.54

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-PAI-E-00034	
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar	Pag. 60 di 81	Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

310 32.99 311 33.46 312 33.92 313 34.05 314 34.06
315 34.14

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .05 163 .033 177 .05

Bank Sta: Left Right Coeff Contr. Expan.
163 177 .1 .3

Ineffective Flow num= 8
Sta L Sta R Elev Permanent
0 100 24.8 T
124.15 125.85 25.39 T
149.15 150.85 26.53 T
174.15 175.85 27.08 T
199.15 200.85 27.64 T
224.15 225.85 28.2 T
249.15 250.85 28.76 T
300 315 29.3 T

Downstream Deck/Roadway Coordinates num= 4
Sta Hi Cord Lo Cord Sta Hi Cord Lo Cord Sta Hi Cord Lo Cord
0 26.2 24.8 100 26.2 24.8 300 30.7 29.3
315 30.7 29.3

Downstream Bridge Cross Section Data num= 316
Station Elevation Data
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev
0 24.55 1 24.59 2 24.64 3 24.67 4 24.7
5 24.76 6 24.82 7 24.83 8 24.85 9 24.9
10 24.92 11 24.96 12 24.98 13 25.01 14 25.04
15 25.07 16 25.07 17 25.09 18 25.03 19 25.04
20 25.04 21 25 22 24.97 23 24.94 24 24.91
25 24.88 26 24.85 27 24.82 28 24.78 29 24.79
30 24.81 31 24.76 32 24.79 33 24.83 34 24.85
35 24.87 36 24.84 37 24.85 38 24.82 39 24.81
40 24.84 41 24.88 42 24.85 43 24.81 44 24.83
45 24.77 46 24.73 47 24.62 48 24.54 49 24.49
50 24.49 51 24.38 52 24.26 53 24.25 54 24.23
55 24.25 56 24.19 57 24.07 58 23.91 59 23.69
60 23.59 61 23.6 62 23.48 63 23.54 64 23.34
65 23.41 66 23.46 67 23.47 68 23.4 69 23.41
70 23.49 71 23.59 72 23.57 73 23.4 74 23.31
75 23.29 76 23.24 77 23.14 78 23.1 79 22.97
80 22.86 81 22.83 82 22.78 83 22.52 84 22.17
85 21.87 86 21.66 87 21.43 88 21.12 89 21.01
90 20.85 91 20.71 92 20.47 93 20.24 94 20.01
95 19.95 96 19.86 97 19.71 98 19.44 99 19.21
100 19.07 101 18.94 102 18.72 103 18.54 104 18.41
105 18.24 106 18.09 107 17.96 108 17.88 109 17.76
110 17.54 111 17.26 112 17.08 113 16.9 114 16.69
115 16.51 116 16.36 117 16.21 118 16.1 119 16.04
120 15.97 121 15.81 122 15.74 123 15.69 124 15.64
125 15.53 126 15.41 127 15.29 128 15.19 129 15.06
130 14.97 131 14.94 132 14.84 133 14.67 134 14.48
135 14.35 136 14.2 137 14.03 138 13.77 139 13.35
140 12.78 141 12.46 142 12.34 143 12.11 144 11.8
145 11.2 146 10.73 147 10.36 148 10.09 149 10.01
150 9.85 151 9.59 152 9.3 153 9.18 154 9.15
155 9.14 156 9.13 157 9.13 158 9.12 159 9.11
160 9.09 161 9.07 162 9.08 163 9.16 164 9.23
165 9.05 166 8.65 167 8.17 168 7.69 169 7.35
170 7.41 171 7.81 172 8.47 173 8.96 174 9.1
175 9.13 176 9.22 177 9.31 178 9.18 179 9.02
180 9.15 181 9.21 182 9.2 183 9.2 184 9.2
185 9.16 186 9.07 187 9.08 188 9.11 189 9.1
190 9.06 191 9.05 192 9.06 193 9.08 194 9.07
195 9.06 196 9.07 197 9.08 198 9.1 199 9.15

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 61 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

200	9.2	201	9.26	202	9.28	203	9.32	204	9.32
205	9.35	206	9.42	207	9.44	208	9.34	209	9.28
210	9.3	211	9.29	212	9.23	213	9.23	214	9.21
215	9.17	216	9.13	217	9.11	218	9.12	219	9.13
220	9.15	221	9.18	222	9.18	223	9.12	224	9.1
225	9.1	226	9.04	227	9.05	228	9.02	229	9.01
230	8.99	231	8.96	232	8.97	233	8.93	234	8.87
235	8.85	236	8.83	237	8.89	238	8.93	239	8.92
240	8.95	241	8.92	242	8.9	243	8.9	244	8.87
245	8.84	246	8.79	247	8.89	248	8.83	249	8.75
250	8.68	251	8.66	252	8.65	253	8.61	254	8.66
255	8.66	256	8.66	257	8.73	258	8.78	259	8.8
260	8.81	261	8.85	262	8.88	263	8.89	264	8.98
265	9.11	266	9.22	267	9.26	268	9.29	269	9.35
270	9.36	271	9.33	272	9.38	273	9.41	274	9.38
275	9.34	276	9.42	277	9.56	278	9.48	279	9.43
280	9.47	281	9.49	282	9.48	283	9.49	284	9.49
285	9.64	286	9.96	287	10.55	288	11.54	289	12.73
290	14.13	291	15.27	292	16.25	293	17.34	294	19.75
295	22.73	296	25.33	297	27.3	298	28.19	299	28.78
300	29.48	301	30.13	302	30.75	303	31.11	304	31.23
305	31.29	306	31.48	307	31.94	308	32.13	309	32.54
310	32.99	311	33.46	312	33.92	313	34.05	314	34.06
315	34.14								

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .05 163 .033 177 .05

Bank Sta: Left Right Coeff Contr. Expan.
 163 177 .1 .3

Upstream Embankment side slope = 0 horiz. to 1.0 vertical
 Downstream Embankment side slope = 0 horiz. to 1.0 vertical
 Maximum allowable submergence for weir flow = .98
 Elevation at which weir flow begins =
 Energy head used in spillway design =
 Spillway height used in design =
 Weir crest shape = Broad Crested

Number of Abutments = 1

Abutment Data

Upstream num= 6
 Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev
 0 24.8 100 24.8 100 0 300 0 300 29.3
 315 29.3
 Downstream num= 6
 Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev
 0 24.8 100 24.8 100 0 300 0 300 29.3
 315 29.3

Number of Piers = 7

Pier Data

Pier Station Upstream= 125 Downstream= 125
 Upstream num= 2
 Width Elev Width Elev
 1.7 0 1.7 25.39
 Downstream num= 2
 Width Elev Width Elev
 1.7 0 1.7 25.39

Pier Data

Pier Station Upstream= 150 Downstream= 150
 Upstream num= 2
 Width Elev Width Elev
 1.7 0 1.7 25.95
 Downstream num= 2

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 62 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Width	Elev	Width	Elev
1.7	0	1.7	25.95

Pier Data
 Pier Station Upstream= 175 Downstream= 175
 Upstream num= 2
 Width Elev Width Elev
 1.7 0 1.7 26.53
 Downstream num= 2
 Width Elev Width Elev
 1.7 0 1.7 26.53

Pier Data
 Pier Station Upstream= 200 Downstream= 200
 Upstream num= 2
 Width Elev Width Elev
 1.7 0 1.7 27.08
 Downstream num= 2
 Width Elev Width Elev
 1.7 0 1.7 27.08

Pier Data
 Pier Station Upstream= 225 Downstream= 225
 Upstream num= 2
 Width Elev Width Elev
 1.7 0 1.7 27.64
 Downstream num= 2
 Width Elev Width Elev
 1.7 0 1.7 27.64

Pier Data
 Pier Station Upstream= 250 Downstream= 250
 Upstream num= 2
 Width Elev Width Elev
 1.7 0 1.7 28.2
 Downstream num= 2
 Width Elev Width Elev
 1.7 0 1.7 28.2

Pier Data
 Pier Station Upstream= 275 Downstream= 275
 Upstream num= 2
 Width Elev Width Elev
 1.7 0 1.7 28.76
 Downstream num= 2
 Width Elev Width Elev
 1.7 0 1.7 28.76

Number of Bridge Coefficient Sets = 1

Low Flow Methods and Data
 Energy
 Selected Low Flow Methods = Highest Energy Answer

High Flow Method
 Energy Only

Additional Bridge Parameters
 Add Friction component to Momentum
 Do not add Weight component to Momentum
 Class B flow critical depth computations use critical depth
 inside the bridge at the upstream end
 Criteria to check for pressure flow = Upstream energy grade line

BRIDGE OUTPUT Profile #TR200

E.G. US. (m)	12.56	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	12.50	E.G. Elev (m)	12.56	12.55
Q Total (m3/s)	463.26	W.S. Elev (m)	12.50	12.49

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 63 di 81
				Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Q Bridge (m3/s)	463.26	Crit W.S. (m)	10.31	10.30
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	5.15	5.14
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	1.03	1.03
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	451.62	450.86
Weir Submerg		Froude # Chl	0.26	0.23
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	826.48	822.96
Min El Weir Flow (m)	26.20	Hydr Depth (m)	3.28	3.27
Min El Prs (m)	29.29	W.P. Total (m)	146.45	179.47
Delta EG (m)	0.02	Conv. Total (m3/s)	20925.1	17960.8
Delta WS (m)	0.01	Top Width (m)	137.73	137.71
BR Open Area (m2)	2948.75	Frctn Loss (m)	0.01	0.01
BR Open Vel (m/s)	1.03	C & E Loss (m)	0.00	0.00
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	14.82	16.39
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	15.20	16.84

CROSS SECTION

RIVER: F.Santo
REACH: alveo

RS: 99

INPUT

Description:

Station Elevation Data

num= 316

Sta	Elev								
0	24.55	1	24.59	2	24.64	3	24.67	4	24.7
5	24.76	6	24.82	7	24.83	8	24.85	9	24.9
10	24.92	11	24.96	12	24.98	13	25.01	14	25.04
15	25.07	16	25.07	17	25.09	18	25.03	19	25.04
20	25.04	21	25	22	24.97	23	24.94	24	24.91
25	24.88	26	24.85	27	24.82	28	24.78	29	24.79
30	24.81	31	24.76	32	24.79	33	24.83	34	24.85
35	24.87	36	24.84	37	24.85	38	24.82	39	24.81
40	24.84	41	24.88	42	24.85	43	24.81	44	24.83
45	24.77	46	24.73	47	24.62	48	24.54	49	24.49
50	24.49	51	24.38	52	24.26	53	24.25	54	24.23
55	24.25	56	24.19	57	24.07	58	23.91	59	23.69
60	23.59	61	23.6	62	23.48	63	23.54	64	23.34
65	23.41	66	23.46	67	23.47	68	23.4	69	23.41
70	23.49	71	23.59	72	23.57	73	23.4	74	23.31
75	23.29	76	23.24	77	23.14	78	23.1	79	22.97
80	22.86	81	22.83	82	22.78	83	22.52	84	22.17
85	21.87	86	21.66	87	21.43	88	21.12	89	21.01
90	20.85	91	20.71	92	20.47	93	20.24	94	20.01
95	19.95	96	19.86	97	19.71	98	19.44	99	19.21
100	19.07	101	18.94	102	18.72	103	18.54	104	18.41
105	18.24	106	18.09	107	17.96	108	17.88	109	17.76
110	17.54	111	17.26	112	17.08	113	16.9	114	16.69
115	16.51	116	16.36	117	16.21	118	16.1	119	16.04
120	15.97	121	15.81	122	15.74	123	15.69	124	15.64
125	15.53	126	15.41	127	15.29	128	15.19	129	15.06
130	14.97	131	14.94	132	14.84	133	14.67	134	14.48
135	14.35	136	14.2	137	14.03	138	13.77	139	13.35
140	12.78	141	12.46	142	12.34	143	12.11	144	11.8
145	11.2	146	10.73	147	10.36	148	10.09	149	10.01
150	9.85	151	9.59	152	9.3	153	9.18	154	9.15
155	9.14	156	9.13	157	9.13	158	9.12	159	9.11
160	9.09	161	9.07	162	9.08	163	9.16	164	9.23
165	9.05	166	8.65	167	8.17	168	7.69	169	7.35
170	7.41	171	7.81	172	8.47	173	8.96	174	9.1
175	9.13	176	9.22	177	9.31	178	9.18	179	9.02
180	9.15	181	9.21	182	9.2	183	9.2	184	9.2
185	9.16	186	9.07	187	9.08	188	9.11	189	9.1
190	9.06	191	9.05	192	9.06	193	9.08	194	9.07
195	9.06	196	9.07	197	9.08	198	9.1	199	9.15
200	9.2	201	9.26	202	9.28	203	9.32	204	9.32
205	9.35	206	9.42	207	9.44	208	9.34	209	9.28
210	9.3	211	9.29	212	9.23	213	9.23	214	9.21

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 64 di 81
				Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

215	9.17	216	9.13	217	9.11	218	9.12	219	9.13
220	9.15	221	9.18	222	9.18	223	9.12	224	9.1
225	9.1	226	9.04	227	9.05	228	9.02	229	9.01
230	8.99	231	8.96	232	8.97	233	8.93	234	8.87
235	8.85	236	8.83	237	8.89	238	8.93	239	8.92
240	8.95	241	8.92	242	8.9	243	8.9	244	8.87
245	8.84	246	8.79	247	8.89	248	8.83	249	8.75
250	8.68	251	8.66	252	8.65	253	8.61	254	8.66
255	8.66	256	8.66	257	8.73	258	8.78	259	8.8
260	8.81	261	8.85	262	8.88	263	8.89	264	8.98
265	9.11	266	9.22	267	9.26	268	9.29	269	9.35
270	9.36	271	9.33	272	9.38	273	9.41	274	9.38
275	9.34	276	9.42	277	9.56	278	9.48	279	9.43
280	9.47	281	9.49	282	9.48	283	9.49	284	9.49
285	9.64	286	9.96	287	10.55	288	11.54	289	12.73
290	14.13	291	15.27	292	16.25	293	17.34	294	19.75
295	22.73	296	25.33	297	27.3	298	28.19	299	28.78
300	29.48	301	30.13	302	30.75	303	31.11	304	31.23
305	31.29	306	31.48	307	31.94	308	32.13	309	32.54
310	32.99	311	33.46	312	33.92	313	34.05	314	34.06
315	34.14								

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .05 163 .033 177 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 163 177 93.2 93.2 93.2 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	12.55	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.05	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	12.49	Reach Len. (m)	93.20	93.20	93.20
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	55.43	55.41	373.04
E.G. Slope (m/m)	0.000420	Area (m2)	55.43	55.41	373.04
Q Total (m3/s)	463.26	Flow (m3/s)	41.25	83.05	338.96
Top Width (m)	147.90	Top Width (m)	22.10	14.00	111.80
Vel Total (m/s)	0.96	Avg. Vel. (m/s)	0.74	1.50	0.91
Max Chl Dpth (m)	5.14	Hydr. Depth (m)	2.51	3.96	3.34
Conv. Total (m3/s)	22605.4	Conv. (m3/s)	2012.7	4052.4	16540.3
Length Wtd. (m)	93.20	Wetted Per. (m)	22.66	14.78	113.01
Min Ch El (m)	7.35	Shear (N/m2)	10.07	15.44	13.59
Alpha	1.15	Stream Power (N/m s)	7.50	23.14	12.35
Frctn Loss (m)	0.09	Cum Volume (1000 m3)	99.29	35.91	57.09
C & E Loss (m)	0.05	Cum SA (1000 m2)	60.71	13.98	28.27

CROSS SECTION

RIVER: F.Santo
 REACH: alveo RS: 90

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 321

Sta	Elev								
0	17.18	1	17.28	2	17.39	3	17.52	4	17.69
5	17.74	6	17.84	7	17.95	8	18.04	9	18.14
10	18.29	11	18.41	12	18.48	13	18.58	14	18.71
15	18.85	16	19.01	17	19.16	18	19.26	19	19.51
20	19.79	21	20.08	22	20.22	23	20.37	24	20.42
25	20.52	26	20.66	27	20.69	28	20.77	29	20.94
30	21.07	31	21.2	32	21.49	33	21.69	34	21.7
35	21.77	36	21.9	37	22.05	38	22.25	39	22.47
40	22.67	41	23	42	23.22	43	23.33	44	23.45
45	23.56	46	23.68	47	23.81	48	23.93	49	24.06

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 65 di 81 Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

50	24.17	51	24.26	52	24.34	53	24.47	54	24.72
55	24.92	56	25.02	57	25.11	58	25.18	59	25.29
60	25.41	61	25.53	62	25.69	63	25.83	64	25.91
65	25.99	66	26.12	67	26.22	68	26.29	69	26.32
70	26.37	71	26.44	72	26.51	73	26.59	74	26.63
75	26.63	76	26.59	77	26.6	78	26.66	79	26.67
80	26.67	81	26.65	82	26.73	83	26.76	84	26.8
85	26.84	86	26.85	87	26.88	88	26.9	89	26.93
90	27	91	27.08	92	27.01	93	26.91	94	26.79
95	26.71	96	26.61	97	26.47	98	26.39	99	26.29
100	26.16	101	26.06	102	25.83	103	25.55	104	25.31
105	25.14	106	25.07	107	25.03	108	24.96	109	24.73
110	24.41	111	24.1	112	23.77	113	23.45	114	23.13
115	22.8	116	22.45	117	22.1	118	21.74	119	21.38
120	21.04	121	20.75	122	20.48	123	20.21	124	19.91
125	19.66	126	19.34	127	18.97	128	18.59	129	18.22
130	17.87	131	17.52	132	17.07	133	16.59	134	16.15
135	15.75	136	15.36	137	14.94	138	14.44	139	13.81
140	13.21	141	12.76	142	12.33	143	11.94	144	11.58
145	11.2	146	10.76	147	10.32	148	9.94	149	9.74
150	9.58	151	9.43	152	9.23	153	9.05	154	8.57
155	7.99	156	7.94	157	7.99	158	8.1	159	8.36
160	8.6	161	8.71	162	8.74	163	8.68	164	8.5
165	8.01	166	7.34	167	7.33	168	7.54	169	7.76
170	8	171	8.26	172	8.47	173	8.56	174	8.61
175	8.61	176	8.6	177	8.63	178	8.64	179	8.65
180	8.7	181	8.78	182	8.88	183	8.9	184	8.93
185	8.95	186	9.02	187	9.13	188	9.28	189	9.77
190	10.15	191	10.18	192	10.16	193	10.07	194	10.03
195	10.05	196	9.97	197	10.1	198	10.18	199	10.37
200	10.5	201	10.54	202	10.49	203	10.46	204	10.43
205	10.43	206	10.56	207	10.7	208	10.81	209	10.78
210	10.75	211	10.72	212	10.72	213	10.79	214	10.85
215	10.92	216	10.97	217	11.01	218	11.04	219	11.06
220	11.08	221	11.1	222	11.13	223	11.18	224	11.28
225	11.38	226	11.49	227	11.61	228	11.76	229	12.23
230	12.73	231	13.25	232	13.77	233	14.25	234	14.87
235	15.39	236	15.55	237	15.56	238	15.55	239	15.64
240	16.2	241	16.53	242	16.74	243	16.77	244	16.77
245	16.79	246	16.87	247	17.06	248	17.25	249	17.4
250	17.62	251	17.97	252	18.49	253	19.09	254	19.63
255	20.15	256	20.64	257	21.08	258	21.42	259	21.63
260	21.62	261	21.6	262	21.6	263	21.57	264	21.53
265	21.47	266	21.42	267	21.41	268	21.36	269	21.22
270	21.1	271	21.32	272	21.82	273	22.18	274	22.54
275	22.9	276	23.27	277	23.63	278	23.99	279	24.36
280	24.77	281	25.22	282	25.69	283	26.15	284	26.51
285	26.72	286	26.92	287	27.12	288	27.32	289	27.54
290	27.66	291	27.76	292	27.92	293	28.04	294	28.19
295	28.34	296	28.44	297	28.59	298	28.76	299	28.89
300	29.01	301	29.13	302	29.24	303	29.36	304	29.43
305	29.51	306	29.64	307	29.74	308	29.78	309	29.85
310	29.95	311	30.01	312	30.08	313	30.16	314	30.26
315	30.34	316	30.45	317	30.58	318	30.66	319	30.79
320	30.83								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .05 162 .033 174 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
162 174 83.24 83.24 83.24 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	12.41	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.52	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	11.90	Reach Len. (m)	83.24	83.24	83.24
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	48.60	45.63	92.72

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 66 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

E.G. Slope (m/m)	0.003622	Area (m2)	48.60	45.63	92.72
Q Total (m3/s)	463.26	Flow (m3/s)	106.89	197.61	158.76
Top Width (m)	85.17	Top Width (m)	18.88	12.00	54.29
Vel Total (m/s)	2.48	Avg. Vel. (m/s)	2.20	4.33	1.71
Max Chl Dpth (m)	4.57	Hydr. Depth (m)	2.57	3.80	1.71
Conv. Total (m3/s)	7697.4	Conv. (m3/s)	1776.0	3283.4	2638.0
Length Wtd. (m)	83.24	Wetted Per. (m)	19.68	12.47	54.66
Min Ch El (m)	7.33	Shear (N/m2)	87.72	129.97	60.26
Alpha	1.65	Stream Power (N/m s)	192.91	562.88	103.18
Frctn Loss (m)	0.46	Cum Volume (1000 m3)	94.44	31.21	35.39
C & E Loss (m)	0.05	Cum SA (1000 m2)	58.80	12.77	20.53

CROSS SECTION

RIVER: F.Santo
REACH: alveo RS: 80

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 391

Sta	Elev								
0	15.79	1	15.67	2	15.54	3	15.4	4	15.26
5	15.13	6	15	7	14.88	8	14.78	9	14.7
10	14.61	11	14.52	12	14.38	13	14.31	14	14.5
15	14.74	16	14.84	17	15.05	18	15.21	19	15.25
20	15.21	21	15.39	22	15.59	23	15.65	24	15.71
25	15.67	26	15.61	27	15.59	28	15.48	29	15.35
30	15.22	31	15.36	32	15.45	33	15.51	34	15.61
35	15.68	36	15.76	37	15.79	38	15.76	39	15.76
40	15.75	41	15.74	42	15.72	43	15.7	44	15.69
45	15.64	46	15.58	47	15.59	48	15.63	49	15.65
50	15.58	51	15.47	52	15.47	53	15.58	54	15.75
55	15.8	56	15.57	57	15.29	58	14.95	59	14.61
60	14.2	61	13.75	62	13.42	63	13.27	64	13.2
65	13.26	66	13.28	67	13.21	68	13.12	69	13.06
70	13.08	71	13.14	72	13.14	73	13.17	74	13.22
75	13.24	76	13.22	77	13.25	78	13.26	79	13.3
80	13.36	81	13.62	82	13.89	83	14.09	84	14.24
85	14.41	86	14.63	87	14.83	88	15.01	89	15.21
90	15.37	91	15.49	92	15.66	93	15.87	94	16.05
95	16.21	96	16.36	97	16.52	98	16.66	99	16.79
100	16.91	101	17.06	102	17.21	103	17.33	104	17.49
105	17.66	106	17.79	107	17.94	108	18.08	109	18.24
110	18.36	111	18.49	112	18.61	113	18.71	114	18.83
115	18.9	116	19.03	117	19.15	118	19.14	119	19.19
120	19.24	121	19.3	122	19.38	123	19.51	124	19.62
125	19.75	126	19.86	127	19.93	128	20	129	20.01
130	19.99	131	19.97	132	19.96	133	19.95	134	19.94
135	19.95	136	19.96	137	19.98	138	20.04	139	20.12
140	20.22	141	20.34	142	20.43	143	20.44	144	20.46
145	20.48	146	20.51	147	20.54	148	20.63	149	20.73
150	20.81	151	20.81	152	20.77	153	20.74	154	20.76
155	20.78	156	20.81	157	20.78	158	20.85	159	20.88
160	20.86	161	20.73	162	20.75	163	20.99	164	21.13
165	21.21	166	21.37	167	21.47	168	21.45	169	21.4
170	21.25	171	21.11	172	20.98	173	20.84	174	20.7
175	20.57	176	20.41	177	20.24	178	20.07	179	19.87
180	19.68	181	19.56	182	19.39	183	19.2	184	19.04
185	18.82	186	18.63	187	18.43	188	18.12	189	17.51
190	16.8	191	16.03	192	15.24	193	14.46	194	13.67
195	12.96	196	12.49	197	12.3	198	12.17	199	12.06
200	11.86	201	11.62	202	11.4	203	11.17	204	10.91
205	10.45	206	9.92	207	9.53	208	9.28	209	8.84
210	8.42	211	8.13	212	7.94	213	7.96	214	8.17
215	8.52	216	8.89	217	9.13	218	9.29	219	9.5
220	9.82	221	10.18	222	10.45	223	10.66	224	10.77

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 67 di 81
				Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

225	10.73	226	10.64	227	10.58	228	10.45	229	10.23
230	10.03	231	9.95	232	9.89	233	9.74	234	9.46
235	9.18	236	9.03	237	8.8	238	8.7	239	8.5
240	8.3	241	8.1	242	7.9	243	7.75	244	7.6
245	7.4	246	7.3	247	7.03	248	7.4	249	8.02
250	8.11	251	8.12	252	8.11	253	8.16	254	8.26
255	8.35	256	8.45	257	8.6	258	8.76	259	8.92
260	9.21	261	9.61	262	10.02	263	10.28	264	10.41
265	10.56	266	10.72	267	10.96	268	11.38	269	11.82
270	12.16	271	12.52	272	12.95	273	13.37	274	13.77
275	14.15	276	14.53	277	14.87	278	15.1	279	15.19
280	15.26	281	15.33	282	15.42	283	15.49	284	15.55
285	15.53	286	15.37	287	15.7	288	16.35	289	17.07
290	17.8	291	18.31	292	18.61	293	18.88	294	19.11
295	19.33	296	19.57	297	20.04	298	20.42	299	20.67
300	20.9	301	21.16	302	21.49	303	21.86	304	22.23
305	22.59	306	22.87	307	23.13	308	23.39	309	23.59
310	23.72	311	23.87	312	24.1	313	24.33	314	24.59
315	25	316	25.52	317	25.86	318	26.18	319	26.39
320	26.45	321	26.51	322	26.6	323	26.76	324	26.94
325	27.14	326	27.34	327	27.59	328	27.86	329	28.11
330	28.1	331	28.08	332	28.16	333	28.26	334	28.37
335	28.49	336	28.57	337	28.62	338	28.71	339	28.81
340	28.92	341	29.05	342	29.17	343	29.31	344	29.42
345	29.52	346	29.67	347	29.81	348	29.95	349	30.08
350	30.19	351	30.3	352	30.4	353	30.5	354	30.59
355	30.7	356	30.81	357	30.94	358	31.02	359	31.11
360	31.2	361	31.27	362	31.38	363	31.51	364	31.58
365	31.64	366	31.72	367	31.82	368	31.92	369	32.04
370	32.15	371	32.17	372	32.27	373	32.36	374	32.43
375	32.5	376	32.6	377	32.65	378	32.72	379	32.79
380	32.88	381	32.97	382	33.01	383	33.03	384	33.11
385	33.21	386	33.22	387	33.28	388	33.35	389	33.4
390	33.44								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .05 224 .033 263 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
224 263 123.07 123.07 123.07 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	11.91	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.98	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	10.93	Reach Len. (m)	123.07	123.07	123.07
Crit W.S. (m)	10.93	Flow Area (m2)	32.61	80.21	1.40
E.G. Slope (m/m)	0.009470	Area (m2)	32.61	80.21	1.40
Q Total (m3/s)	463.26	Flow (m3/s)	85.03	376.86	1.37
Top Width (m)	62.92	Top Width (m)	20.06	39.00	3.86
Vel Total (m/s)	4.06	Avg. Vel. (m/s)	2.61	4.70	0.98
Max Chl Dpth (m)	3.90	Hydr. Depth (m)	1.63	2.06	0.36
Conv. Total (m3/s)	4760.5	Conv. (m3/s)	873.8	3872.7	14.1
Length Wtd. (m)	123.07	Wetted Per. (m)	21.03	39.89	3.92
Min Ch El (m)	7.03	Shear (N/m2)	144.02	186.75	33.14
Alpha	1.17	Stream Power (N/m s)	375.56	877.37	32.44
Frctn Loss (m)	1.43	Cum Volume (1000 m3)	91.06	25.97	31.47
C & E Loss (m)	0.05	Cum SA (1000 m2)	57.18	10.64	18.11

CROSS SECTION

RIVER: F.Santo
REACH: alveo RS: 70

INPUT

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 68 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Description:

Station Elevation Data		num=		401					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	15.79	1	15.7	2	15.58	3	15.42	4	15.26
5	15.16	6	15.04	7	14.88	8	14.72	9	14.59
10	14.43	11	14.28	12	14.19	13	14.16	14	14.09
15	13.72	16	13.6	17	13.42	18	13.32	19	13.24
20	13.11	21	12.98	22	12.85	23	12.74	24	12.63
25	12.45	26	12.31	27	12.2	28	12.11	29	12.04
30	11.99	31	11.92	32	11.85	33	11.81	34	11.77
35	11.73	36	11.71	37	11.69	38	11.69	39	11.69
40	11.68	41	11.62	42	11.58	43	11.53	44	11.42
45	11.25	46	10.97	47	11.04	48	11.17	49	11.18
50	11.14	51	11.1	52	11.07	53	11.07	54	11.06
55	11.08	56	11.09	57	11.09	58	11.08	59	11.09
60	11.1	61	11.11	62	11.12	63	11.15	64	11.18
65	11.24	66	11.28	67	11.35	68	11.37	69	11.41
70	11.48	71	11.54	72	11.57	73	11.62	74	11.72
75	11.86	76	11.89	77	11.94	78	12.05	79	12.12
80	12.17	81	12.27	82	12.34	83	12.43	84	12.48
85	12.53	86	12.59	87	12.7	88	12.83	89	12.89
90	12.97	91	13.06	92	13.16	93	13.27	94	13.39
95	13.52	96	13.63	97	13.74	98	13.87	99	14.06
100	14.22	101	14.32	102	14.42	103	14.53	104	14.6
105	14.64	106	14.7	107	14.75	108	14.78	109	14.78
110	14.82	111	14.84	112	14.84	113	14.83	114	14.85
115	14.85	116	14.81	117	14.82	118	14.86	119	14.83
120	14.8	121	14.79	122	14.8	123	14.77	124	14.73
125	14.72	126	14.72	127	14.7	128	14.66	129	14.67
130	14.66	131	14.64	132	14.63	133	14.6	134	14.64
135	14.6	136	14.58	137	14.56	138	14.54	139	14.53
140	14.56	141	14.52	142	14.47	143	14.43	144	14.39
145	14.37	146	14.34	147	14.31	148	14.31	149	14.26
150	14.21	151	14.18	152	14.16	153	14.14	154	14.1
155	14.07	156	14.04	157	13.98	158	13.98	159	13.94
160	13.89	161	13.81	162	13.77	163	13.76	164	13.72
165	13.67	166	13.62	167	13.56	168	13.5	169	13.46
170	13.37	171	13.28	172	13.21	173	13.16	174	13.14
175	13.09	176	13.06	177	13.02	178	13	179	12.97
180	13	181	13	182	12.98	183	12.79	184	12.5
185	12.21	186	11.91	187	11.62	188	11.28	189	11
190	10.71	191	10.39	192	10.09	193	9.9	194	9.81
195	9.76	196	9.66	197	9.57	198	9.47	199	9.33
200	9.14	201	8.9	202	8.74	203	8.58	204	8.42
205	8.28	206	8.12	207	7.98	208	7.86	209	7.84
210	7.81	211	7.82	212	7.98	213	8.1	214	8.19
215	8.28	216	8.32	217	8.31	218	8.29	219	8.3
220	8.1	221	7.79	222	7.5	223	7.21	224	6.97
225	6.85	226	6.79	227	6.76	228	6.77	229	6.77
230	6.83	231	6.89	232	6.93	233	6.98	234	7.08
235	7.1	236	7.21	237	7.27	238	7.22	239	7.18
240	7.12	241	7.06	242	7.06	243	7.05	244	6.91
245	6.64	246	6.32	247	6.1	248	6.05	249	6.06
250	6.09	251	6.24	252	6.43	253	6.63	254	6.65
255	6.71	256	6.74	257	6.86	258	6.89	259	6.88
260	6.86	261	6.8	262	7.08	263	7.68	264	8.05
265	8.33	266	8.59	267	8.89	268	9.18	269	9.48
270	9.78	271	10.17	272	10.79	273	11.39	274	11.93
275	12.43	276	12.94	277	13.46	278	13.97	279	14.47
280	14.96	281	15.45	282	15.99	283	16.52	284	17.01
285	17.45	286	17.81	287	18.11	288	18.41	289	18.81
290	19.26	291	19.67	292	20.09	293	20.47	294	20.74
295	21.11	296	21.55	297	21.93	298	22.28	299	22.6
300	22.84	301	23.42	302	23.75	303	23.87	304	24
305	24.14	306	24.28	307	24.41	308	24.54	309	24.71
310	24.81	311	24.97	312	25.15	313	25.24	314	25.37
315	25.5	316	25.62	317	25.75	318	25.88	319	26
320	26.1	321	26.18	322	26.26	323	26.3	324	26.4
325	26.49	326	26.6	327	26.76	328	26.91	329	27.07

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 69 di 81
				Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

330	27.17	331	27.23	332	27.33	333	27.43	334	27.35
335	27.22	336	27.09	337	27.01	338	27.02	339	27.02
340	27.04	341	27.07	342	27.09	343	27.06	344	27
345	26.99	346	26.99	347	26.97	348	26.95	349	26.97
350	26.96	351	26.96	352	26.96	353	26.95	354	26.96
355	27.03	356	27.05	357	26.99	358	26.99	359	26.97
360	26.95	361	26.92	362	26.92	363	26.92	364	26.86
365	26.8	366	26.77	367	26.76	368	26.74	369	26.71
370	26.67	371	26.65	372	26.63	373	26.6	374	26.6
375	26.66	376	26.68	377	26.58	378	26.52	379	26.37
380	26.28	381	26.23	382	26.18	383	26.16	384	26.18
385	26.23	386	26.25	387	26.22	388	26.16	389	26.04
390	25.95	391	25.9	392	25.85	393	25.84	394	25.95
395	25.89	396	25.75	397	25.73	398	25.66	399	25.57
400	25.54								

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .05 242 .033 258 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 242 258 101.14 101.14 101.14 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	10.43	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.46	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	8.97	Reach Len. (m)	101.14	101.14	101.14
Crit W.S. (m)	9.34	Flow Area (m2)	56.17	39.05	12.57
E.G. Slope (m/m)	0.014852	Area (m2)	56.17	39.05	12.57
Q Total (m3/s)	463.26	Flow (m3/s)	167.23	259.52	36.51
Top Width (m)	66.56	Top Width (m)	41.29	16.00	9.27
Vel Total (m/s)	4.30	Avg. Vel. (m/s)	2.98	6.65	2.90
Max Chl Dpth (m)	2.92	Hydr. Depth (m)	1.36	2.44	1.36
Conv. Total (m3/s)	3801.3	Conv. (m3/s)	1372.2	2129.5	299.6
Length Wtd. (m)	101.14	Wetted Per. (m)	41.62	16.18	9.67
Min Ch El (m)	6.05	Shear (N/m2)	196.59	351.54	189.33
Alpha	1.55	Stream Power (N/m s)	585.24	2336.04	549.67
Frctn Loss (m)	0.72	Cum Volume (1000 m3)	85.59	18.63	30.61
C & E Loss (m)	0.13	Cum SA (1000 m2)	53.40	7.26	17.30

CROSS SECTION

RIVER: F.Santo
 REACH: alveo RS: 60

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 406

Sta	Elev								
0	19.14	1	19.04	2	18.95	3	18.84	4	18.74
5	18.66	6	18.56	7	18.44	8	18.33	9	18.18
10	18.04	11	17.93	12	17.78	13	17.66	14	17.54
15	17.39	16	17.26	17	17.14	18	17.05	19	16.92
20	16.81	21	16.66	22	16.5	23	16.44	24	16.3
25	16.13	26	16.01	27	15.9	28	15.8	29	15.72
30	15.63	31	15.54	32	15.42	33	15.28	34	15.16
35	15.06	36	14.96	37	14.92	38	14.81	39	14.72
40	14.63	41	14.53	42	14.42	43	14.31	44	14.28
45	14.14	46	14.04	47	13.92	48	13.85	49	13.81
50	13.74	51	13.67	52	13.6	53	13.57	54	13.53
55	13.42	56	13.33	57	13.29	58	13.28	59	13.2
60	13.13	61	13.03	62	12.99	63	12.94	64	12.87
65	12.84	66	12.78	67	12.77	68	12.63	69	12.53
70	12.45	71	12.4	72	12.36	73	12.26	74	12.18
75	12.08	76	12.04	77	12.02	78	11.95	79	11.9

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 70 di 81
				Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

80	11.86	81	11.78	82	11.72	83	11.65	84	11.58
85	11.54	86	11.45	87	11.38	88	11.32	89	11.26
90	11.15	91	11.1	92	11.03	93	10.93	94	10.85
95	10.8	96	10.72	97	10.63	98	10.57	99	10.52
100	10.46	101	10.39	102	10.32	103	10.27	104	10.23
105	10.16	106	10.09	107	10	108	9.94	109	9.94
110	9.93	111	9.89	112	9.83	113	9.72	114	9.67
115	9.69	116	9.6	117	9.47	118	9.4	119	9.38
120	9.39	121	9.42	122	9.44	123	9.49	124	9.52
125	9.52	126	9.48	127	9.42	128	9.34	129	9.23
130	9.14	131	9.07	132	8.97	133	8.9	134	8.8
135	8.75	136	8.7	137	8.67	138	8.63	139	8.66
140	8.66	141	8.67	142	8.68	143	8.63	144	8.59
145	8.52	146	8.5	147	8.51	148	8.5	149	8.49
150	8.46	151	8.44	152	8.42	153	8.41	154	8.42
155	8.39	156	8.38	157	8.39	158	8.38	159	8.39
160	8.39	161	8.42	162	8.38	163	8.42	164	8.4
165	8.36	166	8.35	167	8.34	168	8.31	169	8.29
170	8.3	171	8.27	172	8.24	173	8.22	174	8.19
175	8.19	176	8.19	177	8.16	178	8.12	179	8.07
180	8.02	181	7.96	182	7.92	183	7.9	184	7.9
185	7.9	186	7.91	187	7.95	188	7.98	189	7.98
190	7.96	191	7.95	192	7.97	193	7.92	194	7.86
195	7.82	196	7.78	197	7.77	198	7.77	199	7.76
200	7.78	201	7.81	202	7.84	203	7.85	204	7.89
205	7.94	206	7.96	207	7.95	208	7.94	209	7.93
210	7.87	211	7.83	212	7.88	213	7.77	214	7.72
215	7.73	216	7.61	217	7.52	218	7.49	219	7.44
220	7.42	221	7.37	222	7.3	223	7.24	224	7.2
225	7.15	226	7.13	227	7.13	228	7.11	229	7.09
230	7.12	231	7.16	232	7.3	233	7.48	234	7.35
235	7.2	236	7.09	237	7.06	238	7.03	239	7.01
240	7.07	241	7.09	242	7.16	243	7.12	244	7.12
245	7.2	246	7.25	247	7.31	248	7.46	249	7.6
250	7.7	251	7.79	252	7.86	253	7.94	254	7.92
255	7.81	256	7.74	257	7.76	258	7.61	259	7.23
260	6.87	261	6.85	262	6.74	263	6.72	264	6.68
265	6.71	266	6.76	267	6.72	268	6.65	269	6.63
270	6.58	271	6.55	272	6.58	273	6.66	274	6.7
275	6.75	276	6.79	277	6.8	278	6.82	279	6.81
280	6.81	281	6.79	282	6.6	283	6.36	284	6.06
285	5.96	286	5.87	287	5.82	288	5.82	289	5.84
290	5.98	291	6.04	292	6.14	293	6.28	294	6.42
295	6.62	296	6.86	297	7.12	298	7.39	299	7.66
300	7.92	301	8.17	302	8.48	303	8.9	304	9.32
305	9.75	306	10.18	307	10.61	308	11	309	11.39
310	11.77	311	12.17	312	12.55	313	12.93	314	13.15
315	13.32	316	13.5	317	13.7	318	13.86	319	13.96
320	14.09	321	14.23	322	14.39	323	14.56	324	14.75
325	14.99	326	15.19	327	15.45	328	15.64	329	15.81
330	16.05	331	16.29	332	16.53	333	16.81	334	17.12
335	17.29	336	17.46	337	17.64	338	17.81	339	17.97
340	18.12	341	18.25	342	18.35	343	18.46	344	18.58
345	18.69	346	18.82	347	18.92	348	19.04	349	19.17
350	19.29	351	19.41	352	19.54	353	19.64	354	19.71
355	19.81	356	19.92	357	20.02	358	20.09	359	20.16
360	20.29	361	20.35	362	20.4	363	20.43	364	20.48
365	20.56	366	20.63	367	20.66	368	20.71	369	20.75
370	20.79	371	20.82	372	20.89	373	20.98	374	20.97
375	20.99	376	21.03	377	21.02	378	21.05	379	21.05
380	21.09	381	21.03	382	21	383	21.02	384	21.08
385	21.12	386	21.18	387	21.22	388	21.27	389	21.42
390	21.61	391	21.67	392	21.63	393	21.67	394	21.72
395	21.71	396	21.6	397	21.49	398	21.48	399	21.51
400	21.52	401	21.47	402	21.49	403	21.5	404	21.52
405	21.59								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 71 di 81 Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

0 .05 281 .033 297 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
281 297 70.61 70.61 70.61 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	9.31	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.49	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	8.82	Reach Len. (m)	70.61	70.61	70.61
Crit W.S. (m)	8.82	Flow Area (m2)	161.20	41.48	5.29
E.G. Slope (m/m)	0.006232	Area (m2)	161.20	41.48	5.29
Q Total (m3/s)	463.26	Flow (m3/s)	270.01	185.61	7.64
Top Width (m)	169.00	Top Width (m)	147.19	16.00	5.81
Vel Total (m/s)	2.23	Avg. Vel. (m/s)	1.67	4.47	1.44
Max Chl Dpth (m)	3.00	Hydr. Depth (m)	1.10	2.59	0.91
Conv. Total (m3/s)	5868.2	Conv. (m3/s)	3420.3	2351.1	96.8
Length Wtd. (m)	70.61	Wetted Per. (m)	147.53	16.22	6.06
Min Ch El (m)	5.82	Shear (N/m2)	66.78	156.32	53.40
Alpha	1.95	Stream Power (N/m s)	111.85	699.43	77.06
Frctn Loss (m)	0.19	Cum Volume (1000 m3)	74.60	14.56	29.71
C & E Loss (m)	0.12	Cum SA (1000 m2)	43.87	5.64	16.54

CROSS SECTION

RIVER: F.Santo
REACH: alveo RS: 50

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 421

Sta	Elev								
0	23.66	1	23.59	2	23.55	3	23.52	4	23.47
5	23.48	6	23.45	7	23.43	8	23.38	9	23.31
10	23.24	11	23.19	12	23.11	13	23.03	14	22.99
15	22.94	16	22.88	17	22.8	18	22.71	19	22.61
20	22.53	21	22.49	22	22.39	23	22.15	24	22.17
25	22.11	26	22	27	21.88	28	21.8	29	21.7
30	21.61	31	21.52	32	21.41	33	21.26	34	21.17
35	21.05	36	20.9	37	20.77	38	20.66	39	20.51
40	20.33	41	20.19	42	20.07	43	19.87	44	19.7
45	19.65	46	19.63	47	19.49	48	19.34	49	19.2
50	19.08	51	18.98	52	18.82	53	18.56	54	18.15
55	17.79	56	17.52	57	17.22	58	16.96	59	16.77
60	16.64	61	16.47	62	16.15	63	15.78	64	15.38
65	15.07	66	14.79	67	14.45	68	14.11	69	13.84
70	13.62	71	13.34	72	13.02	73	12.72	74	12.45
75	12.14	76	11.77	77	11.39	78	11.02	79	10.71
80	10.54	81	10.46	82	10.37	83	10.23	84	10.05
85	9.86	86	9.63	87	9.37	88	9.17	89	9.01
90	8.89	91	8.77	92	8.64	93	8.52	94	8.39
95	8.21	96	7.92	97	7.62	98	7.43	99	7.25
100	7.01	101	6.96	102	6.91	103	6.87	104	6.89
105	6.89	106	6.87	107	6.84	108	6.81	109	6.81
110	6.76	111	6.71	112	6.66	113	6.6	114	6.62
115	6.59	116	6.54	117	6.56	118	6.53	119	6.52
120	6.53	121	6.49	122	6.51	123	6.46	124	6.57
125	6.92	126	6.83	127	6.75	128	6.7	129	6.67
130	6.61	131	6.57	132	6.54	133	6.6	134	6.61
135	6.68	136	6.72	137	6.68	138	6.62	139	6.64
140	6.61	141	6.52	142	6.46	143	6.42	144	6.44
145	6.44	146	6.46	147	6.45	148	6.49	149	6.51
150	6.51	151	6.5	152	6.46	153	6.49	154	6.57
155	6.6	156	6.62	157	6.59	158	6.7	159	6.85
160	6.84	161	6.75	162	6.76	163	6.81	164	6.83
165	6.78	166	6.72	167	6.65	168	6.59	169	6.67

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 72 di 81
				Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

170	6.64	171	6.52	172	6.52	173	6.59	174	6.66
175	6.62	176	6.56	177	6.57	178	6.59	179	6.62
180	6.69	181	6.83	182	6.99	183	7.11	184	7.06
185	6.86	186	6.75	187	6.77	188	6.86	189	6.88
190	6.95	191	7.05	192	7.26	193	7.44	194	7.57
195	7.55	196	7.49	197	7.5	198	7.5	199	7.53
200	7.61	201	7.63	202	7.67	203	7.63	204	7.52
205	7.61	206	7.59	207	7.64	208	7.67	209	7.67
210	7.63	211	7.59	212	7.48	213	7.42	214	7.54
215	7.58	216	7.31	217	7.3	218	7.21	219	7.05
220	6.87	221	6.68	222	6.54	223	6.53	224	6.54
225	6.54	226	6.45	227	6.42	228	6.46	229	6.57
230	6.5	231	6.45	232	6.44	233	6.44	234	6.46
235	6.47	236	6.42	237	6.41	238	6.43	239	6.45
240	6.54	241	6.54	242	6.53	243	6.56	244	6.59
245	6.58	246	6.58	247	6.61	248	6.72	249	6.74
250	6.61	251	6.49	252	6.43	253	6.41	254	6.39
255	6.34	256	6.18	257	6.02	258	5.85	259	5.63
260	5.5	261	5.46	262	5.46	263	5.53	264	5.59
265	5.58	266	5.63	267	5.72	268	5.86	269	5.99
270	6.07	271	6.05	272	6.02	273	6.04	274	6.1
275	6.17	276	6.23	277	6.29	278	6.34	279	6.37
280	6.41	281	6.48	282	6.55	283	6.61	284	6.66
285	6.7	286	6.78	287	6.91	288	6.95	289	6.92
290	6.97	291	7.08	292	7.18	293	7.39	294	7.65
295	7.84	296	7.97	297	8.12	298	8.26	299	8.37
300	8.54	301	8.73	302	8.83	303	8.98	304	9.12
305	9.26	306	9.42	307	9.59	308	9.67	309	9.74
310	9.94	311	10.29	312	10.53	313	10.77	314	11.03
315	11.28	316	11.53	317	11.79	318	12.04	319	12.29
320	12.54	321	12.8	322	13.05	323	13.13	324	13.24
325	13.47	326	13.69	327	13.85	328	14.04	329	14.24
330	14.36	331	14.54	332	14.68	333	14.84	334	14.99
335	15.15	336	15.29	337	15.39	338	15.49	339	15.67
340	15.81	341	15.98	342	16.13	343	16.27	344	16.39
345	16.51	346	16.65	347	16.83	348	17	349	17.15
350	17.29	351	17.39	352	17.49	353	17.63	354	17.73
355	17.82	356	17.95	357	18.08	358	18.18	359	18.26
360	18.37	361	18.47	362	18.55	363	18.63	364	18.74
365	18.83	366	18.92	367	19.01	368	19.08	369	19.16
370	19.26	371	19.36	372	19.43	373	19.47	374	19.54
375	19.62	376	19.69	377	19.73	378	19.74	379	19.79
380	19.86	381	19.93	382	20.03	383	20.13	384	20.22
385	20.28	386	20.33	387	20.39	388	20.45	389	20.52
390	20.56	391	20.61	392	20.66	393	20.73	394	20.81
395	20.84	396	20.88	397	20.92	398	20.93	399	20.93
400	21.02	401	21.03	402	20.99	403	21.02	404	21.08
405	21.15	406	21.19	407	21.26	408	21.32	409	21.28
410	21.38	411	21.45	412	21.5	413	21.46	414	21.46
415	21.39	416	21.4	417	21.41	418	21.46	419	21.51
420	21.59								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .05 248 .033 270 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
248 270 58.61 58.61 58.61 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	8.66	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.11	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	8.55	Reach Len. (m)	58.61	58.61	58.61
Crit W.S. (m)	7.57	Flow Area (m2)	263.43	56.27	49.75
E.G. Slope (m/m)	0.001480	Area (m2)	263.43	56.27	49.75
Q Total (m3/s)	463.26	Flow (m3/s)	287.62	122.25	53.39
Top Width (m)	207.29	Top Width (m)	155.24	22.00	30.05
Vel Total (m/s)	1.25	Avg. Vel. (m/s)	1.09	2.17	1.07

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034	
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 73 di 81	Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

Max Chl Dpth (m)	3.09	Hydr. Depth (m)	1.70	2.56	1.66
Conv. Total (m3/s)	12040.9	Conv. (m3/s)	7475.9	3177.4	1387.6
Length Wtd. (m)	58.61	Wetted Per. (m)	155.86	22.12	30.22
Min Ch El (m)	5.46	Shear (N/m2)	24.53	36.92	23.90
Alpha	1.35	Stream Power (N/m s)	26.79	80.21	25.65
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m3)	59.61	11.11	27.76
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	33.19	4.30	15.27

CROSS SECTION

RIVER: F.Santo
 REACH: alveo RS: 40

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 461

Sta	Elev								
0	17.88	1	17.86	2	17.85	3	17.8	4	17.79
5	17.78	6	17.76	7	17.72	8	17.71	9	17.68
10	17.65	11	17.63	12	17.56	13	17.56	14	17.51
15	17.47	16	17.41	17	17.33	18	17.22	19	17.09
20	17	21	16.91	22	16.79	23	16.7	24	16.67
25	16.57	26	16.48	27	16.41	28	16.22	29	15.98
30	15.74	31	15.49	32	15.33	33	15.28	34	15.16
35	15.07	36	14.84	37	14.66	38	14.52	39	14.35
40	14.15	41	13.98	42	13.78	43	13.44	44	13.09
45	12.93	46	12.81	47	12.64	48	12.48	49	12.29
50	12.12	51	11.94	52	11.76	53	11.59	54	11.39
55	11.23	56	11.06	57	10.91	58	10.74	59	10.66
60	10.56	61	10.42	62	10.23	63	10.02	64	9.94
65	9.87	66	9.84	67	9.71	68	9.58	69	9.39
70	9.28	71	9.16	72	9.1	73	9.08	74	9.03
75	8.93	76	8.87	77	8.8	78	8.72	79	8.66
80	8.55	81	8.38	82	8.31	83	8.2	84	8.07
85	7.94	86	7.83	87	7.76	88	7.69	89	7.63
90	7.55	91	7.52	92	7.45	93	7.43	94	7.39
95	7.39	96	7.38	97	7.32	98	7.32	99	7.33
100	7.35	101	7.32	102	7.29	103	7.28	104	7.3
105	7.26	106	7.2	107	7.18	108	7.21	109	7.18
110	7.16	111	7.16	112	7.14	113	7.11	114	7.02
115	7	116	7.02	117	6.97	118	6.94	119	6.92
120	6.87	121	6.83	122	6.84	123	6.81	124	6.79
125	6.77	126	6.77	127	6.79	128	6.81	129	6.77
130	6.7	131	6.74	132	6.83	133	6.86	134	6.86
135	6.85	136	6.83	137	6.78	138	6.67	139	6.62
140	6.64	141	6.62	142	6.58	143	6.52	144	6.54
145	6.58	146	6.62	147	6.55	148	6.56	149	6.65
150	6.74	151	6.76	152	6.72	153	6.65	154	6.59
155	6.44	156	6.44	157	6.49	158	6.63	159	6.65
160	6.62	161	6.52	162	6.52	163	6.65	164	6.57
165	6.61	166	6.75	167	6.6	168	6.51	169	6.62
170	6.64	171	6.63	172	6.63	173	6.64	174	6.61
175	6.68	176	6.71	177	6.61	178	6.59	179	6.52
180	6.49	181	6.5	182	6.5	183	6.46	184	6.39
185	6.32	186	6.46	187	6.6	188	6.61	189	6.55
190	6.57	191	6.62	192	6.61	193	6.56	194	6.53
195	6.6	196	6.62	197	6.61	198	6.69	199	6.62
200	6.67	201	6.67	202	6.66	203	6.62	204	6.65
205	6.65	206	6.66	207	6.71	208	6.68	209	6.65
210	6.63	211	6.66	212	6.69	213	6.78	214	6.83
215	6.67	216	6.52	217	6.55	218	6.67	219	6.9
220	6.97	221	7.05	222	7	223	6.86	224	6.85
225	6.78	226	6.75	227	6.79	228	6.82	229	6.77
230	6.7	231	6.63	232	6.68	233	6.73	234	6.86
235	7	236	6.93	237	6.79	238	6.84	239	6.9
240	6.82	241	6.6	242	6.51	243	6.5	244	6.46

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-PAI-E-00034	
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar	Pag. 74 di 81	Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

245	6.47	246	6.45	247	6.45	248	6.42	249	6.41
250	6.4	251	6.39	252	6.36	253	6.45	254	6.43
255	6.41	256	6.39	257	6.34	258	6.34	259	6.39
260	6.41	261	6.35	262	6.29	263	6.21	264	6.17
265	6.11	266	6.07	267	5.98	268	6.03	269	6.04
270	5.95	271	5.85	272	5.76	273	5.67	274	5.56
275	5.63	276	5.71	277	5.85	278	6.03	279	6.11
280	6.15	281	6.24	282	6.29	283	6.36	284	6.41
285	6.28	286	6.28	287	6.21	288	6.19	289	6.2
290	6.24	291	6.28	292	6.24	293	6.22	294	6.28
295	6.3	296	6.28	297	6.24	298	6.24	299	6.25
300	6.28	301	6.35	302	6.38	303	6.38	304	6.48
305	6.52	306	6.45	307	6.47	308	6.58	309	6.61
310	6.64	311	6.66	312	6.68	313	6.74	314	6.8
315	6.9	316	6.97	317	7.05	318	7.12	319	7.25
320	7.33	321	7.41	322	7.49	323	7.55	324	7.59
325	7.63	326	7.69	327	7.74	328	7.79	329	7.85
330	7.93	331	8.01	332	8.09	333	8.18	334	8.35
335	8.52	336	8.61	337	8.71	338	8.9	339	9.12
340	9.35	341	9.62	342	9.83	343	9.87	344	10.08
345	10.31	346	10.54	347	10.71	348	10.84	349	10.97
350	11.1	351	11.19	352	11.36	353	11.54	354	11.71
355	11.88	356	12.05	357	12.22	358	12.36	359	12.54
360	12.75	361	12.94	362	13.07	363	13.12	364	13.17
365	13.24	366	13.33	367	13.48	368	13.69	369	13.88
370	14.01	371	14.15	372	14.33	373	14.5	374	14.56
375	14.68	376	14.9	377	15.08	378	15.21	379	15.34
380	15.47	381	15.59	382	15.71	383	15.83	384	15.98
385	16.17	386	16.36	387	16.5	388	16.6	389	16.7
390	16.81	391	16.94	392	17.08	393	17.22	394	17.35
395	17.46	396	17.67	397	17.83	398	17.91	399	18.06
400	18.22	401	18.26	402	18.34	403	18.47	404	18.47
405	18.47	406	18.53	407	18.74	408	18.85	409	18.92
410	18.99	411	19.04	412	19.09	413	19.14	414	19.19
415	19.28	416	19.34	417	19.39	418	19.49	419	19.59
420	19.67	421	19.75	422	19.83	423	19.91	424	20
425	20.07	426	20.14	427	20.2	428	20.23	429	20.28
430	20.35	431	20.38	432	20.42	433	20.49	434	20.55
435	20.63	436	20.66	437	20.74	438	20.76	439	20.8
440	20.83	441	20.89	442	20.95	443	20.99	444	21.02
445	21.05	446	21.12	447	21.21	448	21.25	449	21.2
450	21.19	451	21.27	452	21.28	453	21.3	454	21.32
455	21.33	456	21.37	457	21.4	458	21.44	459	21.49
460	21.59								

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .05 260 .033 284 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 260 284 49.51 49.51 49.51 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	8.57	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.07	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	8.50	Reach Len. (m)	49.51	49.51	49.51
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	303.65	59.20	82.40
E.G. Slope (m/m)	0.001074	Area (m2)	303.65	59.20	82.40
Q Total (m3/s)	463.26	Flow (m3/s)	281.85	107.06	74.35
Top Width (m)	254.60	Top Width (m)	179.71	24.00	50.89
Vel Total (m/s)	1.04	Avg. Vel. (m/s)	0.93	1.81	0.90
Max Chl Dpth (m)	2.94	Hydr. Depth (m)	1.69	2.47	1.62
Conv. Total (m3/s)	14138.6	Conv. (m3/s)	8602.2	3267.4	2269.1
Length Wtd. (m)	49.51	Wetted Per. (m)	180.12	24.08	51.01
Min Ch El (m)	5.56	Shear (N/m2)	17.75	25.88	17.01
Alpha	1.30	Stream Power (N/m s)	16.47	46.80	15.35
Frctn Loss (m)	0.05	Cum Volume (1000 m3)	42.99	7.72	23.89
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	23.38	2.95	12.90

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 75 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

CROSS SECTION

RIVER: F.Santo
 REACH: alveo

RS: 30

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	462							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	18.7	1	18.61	2	18.54	3	18.46	4	18.34		
5	18.26	6	18.18	7	18.13	8	18.05	9	17.99		
10	17.96	11	17.98	12	17.92	13	17.92	14	17.9		
15	17.88	16	17.88	17	17.94	18	17.89	19	17.87		
20	17.89	21	17.94	22	18.01	23	17.99	24	17.92		
25	17.83	26	17.71	27	17.61	28	17.51	29	17.38		
30	17.26	31	17.14	32	17.01	33	16.86	34	16.76		
35	16.62	36	16.4	37	16.17	38	15.93	39	15.71		
40	15.48	41	15.23	42	15.01	43	14.73	44	14.49		
45	14.23	46	13.91	47	13.53	48	13.25	49	12.95		
50	12.6	51	12.36	52	12.14	53	11.87	54	11.6		
55	11.35	56	11.1	57	10.97	58	10.73	59	10.51		
60	10.27	61	10.08	62	9.96	63	9.8	64	9.61		
65	9.43	66	9.27	67	9.05	68	8.84	69	8.7		
70	8.61	71	8.5	72	8.34	73	8.26	74	8.18		
75	8.15	76	8.16	77	8.18	78	8.09	79	8.12		
80	8.14	81	8.12	82	8.04	83	7.85	84	7.55		
85	7.46	86	7.58	87	7.62	88	7.47	89	7.27		
90	6.99	91	6.78	92	6.73	93	6.74	94	6.69		
95	6.62	96	6.62	97	6.6	98	6.59	99	6.54		
100	6.46	101	6.39	102	6.35	103	6.38	104	6.36		
105	6.36	106	6.36	107	6.35	108	6.3	109	6.31		
110	6.3	111	6.29	112	6.31	113	6.3	114	6.29		
115	6.28	116	6.26	117	6.26	118	6.25	119	6.3		
120	6.33	121	6.33	122	6.34	123	6.34	124	6.33		
125	6.38	126	6.42	127	6.42	128	6.45	129	6.55		
130	6.67	131	6.73	132	6.9	133	7.03	134	7.18		
135	7.3	136	7.12	137	6.91	138	6.78	139	6.65		
140	6.54	141	6.41	142	6.44	143	6.46	144	6.43		
145	6.34	146	6.3	147	6.36	148	6.33	149	6.37		
150	6.41	151	6.49	152	6.57	153	6.63	154	6.7		
155	6.62	156	6.6	157	6.65	158	6.6	159	6.55		
160	6.56	161	6.55	162	6.53	163	6.56	164	6.49		
165	6.37	166	6.57	167	6.57	168	6.7	169	6.83		
170	6.88	171	6.9	172	6.89	173	6.83	174	6.8		
175	6.8	176	6.89	177	6.9	178	6.81	179	6.73		
180	6.72	181	6.73	182	6.78	183	6.76	184	6.68		
185	6.63	186	6.6	187	6.54	188	6.54	189	6.61		
190	6.68	191	6.68	192	6.61	193	6.54	194	6.45		
195	6.35	196	6.35	197	6.5	198	6.45	199	6.4		
200	6.27	201	6.13	202	6.11	203	6.08	204	6.19		
205	6.19	206	6.11	207	6.16	208	6.19	209	6.24		
210	6.32	211	6.41	212	6.46	213	6.47	214	6.64		
215	6.69	216	6.66	217	6.72	218	6.77	219	6.74		
220	6.78	221	6.89	222	6.87	223	6.82	224	6.93		
225	6.89	226	6.79	227	6.69	228	6.43	229	6.2		
230	6.12	231	6.16	232	6.15	233	6.13	234	6.13		
235	6.15	236	6.13	237	6.14	238	6.15	239	6.13		
240	6.13	241	6.15	242	6.13	243	6.09	244	6.07		
245	6.08	246	6.09	247	6.11	248	6.12	249	6.17		
250	6.21	251	6.17	252	6.14	253	6.14	254	6.15		
255	6.2	256	6.29	257	6.32	258	6.3	259	6.28		
260	6.39	261	6.43	262	6.19	263	5.88	264	5.61		
265	5.48	266	5.55	267	5.6	268	5.64	269	5.69		
270	5.9	271	6.16	272	6.35	273	6.25	274	6.19		
275	6.12	276	6.03	277	5.98	278	5.98	279	6		
280	6.03	281	6.02	282	6.05	283	6.07	284	6.07		

	PROGETTISTA 	COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	REL-PAI-E-00034	
	PROGETTO Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar	Pag. 76 di 81	Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

285	6.1	286	6.14	287	6.18	288	6.17	289	6.18
290	6.21	291	6.17	292	6.2	293	6.2	294	6.22
295	6.25	296	6.23	297	6.23	298	6.3	299	6.38
300	6.34	301	6.41	302	6.48	303	6.49	304	6.54
305	6.59	306	6.55	307	6.56	308	6.6	309	6.61
310	6.6	311	6.58	312	6.6	313	6.63	314	6.7
315	6.75	316	6.77	317	6.82	318	6.88	319	6.98
320	7.01	321	7.08	322	7.18	323	7.18	324	7.19
325	7.24	326	7.38	327	7.53	328	7.6	329	7.69
330	7.81	331	7.89	332	7.97	333	8.06	334	8.16
335	8.3	336	8.47	337	8.59	338	8.53	339	8.64
340	8.79	341	8.89	342	9.11	343	9.34	344	9.45
345	9.6	346	9.85	347	10.07	348	10.22	349	10.42
350	10.62	351	10.83	352	10.98	353	11.11	354	11.21
355	11.32	356	11.43	357	11.58	358	11.71	359	11.8
360	11.96	361	12.15	362	12.39	363	12.6	364	12.78
365	12.88	366	12.98	367	13.09	368	13.19	369	13.3
370	13.41	371	13.56	372	13.85	373	14.06	374	14.22
375	14.28	376	14.41	377	14.71	378	14.93	379	15.1
380	15.24	381	15.4	382	15.47	383	15.53	384	15.59
385	15.64	386	15.7	387	15.81	388	15.94	389	16.1
390	16.25	391	16.39	392	16.51	393	16.63	394	16.75
395	16.87	396	16.96	397	17.04	398	17.13	399	17.25
400	17.4	401	17.56	402	17.71	403	17.86	404	17.98
405	18.06	406	18.14	407	18.27	408	18.4	409	18.53
410	18.65	411	18.75	412	18.8	413	18.92	414	19.04
415	19.11	416	19.16	417	19.21	418	19.25	419	19.31
420	19.4	421	19.45	422	19.5	423	19.57	424	19.64
425	19.7	426	19.7	427	19.7	428	19.75	429	19.85
430	19.94	431	20.04	432	20.09	433	20.15	434	20.27
435	20.29	436	20.35	437	20.43	438	20.49	439	20.51
440	20.59	441	20.66	442	20.68	443	20.74	444	20.84
445	20.96	446	21.02	447	21.01	448	21.04	449	21.13
450	21.14	451	21.13	452	21.25	453	21.21	454	21.23
455	21.26	456	21.27	457	21.34	458	21.43	459	21.45
460	21.48	461	21.59						

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .05 260 .033 272 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 260 272 74.71 74.71 74.71 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	8.52	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.05	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	8.47	Reach Len. (m)	74.71	74.71	74.71
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	348.55	31.10	114.76
E.G. Slope (m/m)	0.000881	Area (m2)	348.55	31.10	114.76
Q Total (m3/s)	463.26	Flow (m3/s)	310.64	52.20	100.42
Top Width (m)	264.77	Top Width (m)	188.79	12.00	63.98
Vel Total (m/s)	0.94	Avg. Vel. (m/s)	0.89	1.68	0.88
Max Chl Dpth (m)	2.99	Hydr. Depth (m)	1.85	2.59	1.79
Conv. Total (m3/s)	15610.3	Conv. (m3/s)	10467.6	1758.9	3383.8
Length Wtd. (m)	74.71	Wetted Per. (m)	189.42	12.20	64.11
Min Ch El (m)	5.48	Shear (N/m2)	15.89	22.02	15.46
Alpha	1.16	Stream Power (N/m s)	14.16	36.95	13.53
Frctn Loss (m)	0.08	Cum Volume (1000 m3)	26.85	5.49	19.01
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	14.26	2.06	10.06

CROSS SECTION

RIVER: F.Santo
 REACH: alveo

RS: 20

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 77 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	463							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	25.37	1	25.4	2	25.44	3	25.48	4	25.52		
5	25.51	6	25.56	7	25.59	8	25.64	9	25.68		
10	25.7	11	25.75	12	25.75	13	25.82	14	25.83		
15	25.85	16	25.87	17	25.86	18	25.87	19	25.91		
20	25.96	21	25.93	22	25.92	23	25.93	24	25.95		
25	25.93	26	25.93	27	25.94	28	25.95	29	25.92		
30	25.87	31	25.86	32	25.86	33	25.84	34	25.85		
35	25.86	36	25.88	37	25.87	38	25.89	39	25.86		
40	25.85	41	25.85	42	25.85	43	25.81	44	25.77		
45	25.78	46	25.79	47	25.82	48	25.79	49	25.76		
50	25.74	51	25.72	52	25.7	53	25.71	54	25.66		
55	25.67	56	25.65	57	25.64	58	25.62	59	25.6		
60	25.57	61	25.56	62	25.54	63	25.5	64	25.43		
65	25.36	66	25.34	67	25.29	68	25.21	69	25.08		
70	25.03	71	24.94	72	24.81	73	24.69	74	24.57		
75	24.48	76	24.41	77	24.35	78	24.31	79	24.23		
80	24.22	81	24.14	82	23.95	83	23.67	84	23.33		
85	23.01	86	22.6	87	22.31	88	22.08	89	21.83		
90	21.58	91	21.32	92	21.04	93	20.76	94	20.46		
95	20.2	96	19.93	97	19.64	98	19.35	99	19.1		
100	18.82	101	18.59	102	18.29	103	18.17	104	17.96		
105	17.69	106	17.41	107	17.14	108	16.91	109	16.73		
110	16.61	111	16.36	112	16.13	113	15.92	114	15.74		
115	15.59	116	15.36	117	15.21	118	15.06	119	14.92		
120	14.74	121	14.64	122	14.57	123	14.39	124	14.22		
125	14.1	126	13.96	127	13.85	128	13.7	129	13.58		
130	13.45	131	13.34	132	13.23	133	13.09	134	13		
135	12.98	136	12.86	137	12.77	138	12.69	139	12.63		
140	12.55	141	12.49	142	12.43	143	12.43	144	12.37		
145	12.3	146	12.22	147	12.13	148	12.05	149	11.97		
150	11.93	151	11.82	152	11.69	153	11.56	154	11.5		
155	11.4	156	11.29	157	11.19	158	11.12	159	11.02		
160	10.92	161	10.88	162	10.83	163	10.71	164	10.52		
165	10.43	166	10.36	167	10.27	168	10.15	169	10.05		
170	9.93	171	9.83	172	9.73	173	9.65	174	9.53		
175	9.42	176	9.29	177	9.17	178	9.1	179	9.01		
180	8.92	181	8.76	182	8.67	183	8.54	184	8.37		
185	8.25	186	8.11	187	7.97	188	7.81	189	7.74		
190	7.61	191	7.54	192	7.44	193	7.33	194	7.26		
195	7.16	196	7.08	197	7	198	6.94	199	6.82		
200	6.75	201	6.66	202	6.58	203	6.55	204	6.52		
205	6.44	206	6.38	207	6.36	208	6.32	209	6.28		
210	6.22	211	6.18	212	6.18	213	6.19	214	6.21		
215	6.26	216	6.24	217	6.21	218	6.24	219	6.27		
220	6.26	221	6.21	222	6.09	223	6.02	224	5.99		
225	6	226	6.03	227	6.1	228	6.23	229	6.44		
230	6.42	231	6.25	232	6.14	233	6.06	234	5.97		
235	5.93	236	5.91	237	5.9	238	5.9	239	5.9		
240	5.9	241	5.94	242	5.95	243	5.94	244	5.97		
245	6.02	246	6.01	247	6.04	248	5.96	249	5.94		
250	5.97	251	5.99	252	5.96	253	5.9	254	5.92		
255	5.89	256	5.85	257	5.83	258	5.82	259	5.81		
260	5.82	261	5.84	262	5.9	263	5.94	264	6.05		
265	6.14	266	6.12	267	6.11	268	6.15	269	6.07		
270	5.76	271	5.52	272	5.4	273	5.34	274	5.32		
275	5.31	276	5.48	277	5.73	278	5.82	279	5.9		
280	5.9	281	5.85	282	5.82	283	5.84	284	5.9		
285	5.93	286	5.97	287	5.95	288	5.94	289	5.97		
290	5.99	291	6	292	6.07	293	6.16	294	6.16		
295	6.16	296	6.16	297	6.11	298	6.1	299	6.08		
300	6.05	301	5.98	302	5.9	303	5.85	304	5.85		
305	5.9	306	5.97	307	5.99	308	6.03	309	5.96		
310	5.92	311	5.93	312	5.97	313	6	314	6		
315	6	316	5.97	317	5.97	318	5.99	319	6.02		
320	6.03	321	6.07	322	6.11	323	6.11	324	6.16		

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 78 di 81
				Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

325	6.15	326	6.13	327	6.14	328	6.17	329	6.2
330	6.21	331	6.23	332	6.19	333	6.24	334	6.23
335	6.24	336	6.24	337	6.27	338	6.28	339	6.35
340	6.39	341	6.39	342	6.38	343	6.46	344	6.48
345	6.52	346	6.6	347	6.68	348	6.78	349	6.93
350	7.09	351	7.14	352	7.19	353	7.32	354	7.45
355	7.6	356	7.77	357	7.93	358	8.08	359	8.31
360	8.62	361	8.99	362	9.28	363	9.57	364	9.81
365	9.86	366	10.17	367	10.49	368	10.68	369	10.79
370	10.98	371	11.21	372	11.44	373	11.6	374	11.78
375	11.9	376	12.02	377	12.15	378	12.36	379	12.62
380	12.8	381	12.95	382	13.06	383	13.17	384	13.28
385	13.38	386	13.5	387	13.63	388	13.8	389	13.98
390	14.17	391	14.36	392	14.54	393	14.72	394	14.91
395	15.09	396	15.26	397	15.45	398	15.65	399	15.86
400	16	401	16.14	402	16.34	403	16.49	404	16.61
405	16.76	406	16.89	407	17.02	408	17.15	409	17.28
410	17.36	411	17.43	412	17.56	413	17.71	414	17.81
415	17.97	416	18.13	417	18.29	418	18.46	419	18.61
420	18.74	421	18.91	422	19.2	423	19.59	424	19.85
425	19.97	426	19.82	427	19.7	428	19.63	429	19.54
430	19.75	431	19.85	432	19.92	433	20	434	20.07
435	20.12	436	20.17	437	20.19	438	20.27	439	20.35
440	20.41	441	20.49	442	20.56	443	20.63	444	20.69
445	20.75	446	20.81	447	20.82	448	20.85	449	20.9
450	20.96	451	21.02	452	21.08	453	21.08	454	21.16
455	21.18	456	21.25	457	21.35	458	21.42	459	21.45
460	21.51	461	21.48	462	21.59				

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .05 268 .033 279 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
268 279 72.8 72.8 72.8 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	8.43	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.10	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	8.33	Reach Len. (m)	72.80	72.80	72.80
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	165.13	29.86	163.10
E.G. Slope (m/m)	0.001449	Area (m2)	165.13	29.86	163.10
Q Total (m3/s)	463.26	Flow (m3/s)	197.51	66.48	199.27
Top Width (m)	174.74	Top Width (m)	83.67	11.00	80.07
Vel Total (m/s)	1.29	Avg. Vel. (m/s)	1.20	2.23	1.22
Max Chl Dpth (m)	3.02	Hydr. Depth (m)	1.97	2.71	2.04
Conv. Total (m3/s)	12168.0	Conv. (m3/s)	5187.9	1746.1	5234.0
Length Wtd. (m)	72.80	Wetted Per. (m)	83.88	11.14	80.25
Min Ch El (m)	5.31	Shear (N/m2)	27.98	38.10	28.89
Alpha	1.17	Stream Power (N/m s)	33.47	84.82	35.30
Frctn Loss (m)	0.18	Cum Volume (1000 m3)	7.66	3.21	8.63
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)	4.08	1.20	4.67

CROSS SECTION

RIVER: F.Santo
REACH: alveo RS: 10

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 464

Sta	Elev								
0	20.25	1	20.28	2	20.31	3	20.35	4	20.39
5	20.38	6	20.42	7	20.44	8	20.47	9	20.49
10	20.52	11	20.56	12	20.64	13	20.67	14	20.72

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 79 di 81

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

15	20.78	16	20.79	17	20.8	18	20.87	19	20.93
20	20.96	21	21	22	21.04	23	21.08	24	21.14
25	21.17	26	21.22	27	21.28	28	21.29	29	21.32
30	21.32	31	21.29	32	21.3	33	21.34	34	21.36
35	21.38	36	21.4	37	21.42	38	21.44	39	21.47
40	21.47	41	21.48	42	21.48	43	21.54	44	21.64
45	21.6	46	21.55	47	21.55	48	21.57	49	21.59
50	21.6	51	21.6	52	21.61	53	21.6	54	21.64
55	21.65	56	21.66	57	21.69	58	21.73	59	21.76
60	21.73	61	21.75	62	21.76	63	21.83	64	21.83
65	21.9	66	21.92	67	21.95	68	21.96	69	22
70	22.04	71	22.1	72	22.16	73	22.21	74	22.24
75	22.29	76	22.39	77	22.43	78	22.5	79	22.54
80	22.59	81	22.56	82	22.64	83	22.67	84	22.7
85	22.76	86	22.78	87	22.86	88	22.91	89	22.95
90	23.02	91	23.08	92	23.08	93	23.16	94	23.18
95	23.19	96	23.26	97	23.25	98	23.26	99	23.3
100	23.34	101	23.33	102	23.34	103	23.42	104	23.48
105	23.52	106	23.57	107	23.57	108	23.65	109	23.66
110	23.73	111	23.75	112	23.79	113	23.79	114	23.8
115	23.79	116	23.78	117	23.75	118	23.71	119	23.68
120	23.69	121	23.67	122	23.67	123	23.67	124	23.65
125	23.61	126	23.58	127	23.56	128	23.51	129	23.47
130	23.47	131	23.47	132	23.39	133	23.34	134	23.31
135	23.27	136	23.24	137	23.21	138	23.15	139	23.09
140	23.03	141	22.95	142	22.89	143	22.84	144	22.77
145	22.66	146	22.65	147	22.59	148	22.53	149	22.48
150	22.44	151	22.4	152	22.32	153	22.25	154	22.18
155	22.09	156	22	157	21.9	158	21.82	159	21.73
160	21.65	161	21.56	162	21.49	163	21.43	164	21.34
165	21.26	166	21.19	167	21.13	168	21.06	169	21
170	20.92	171	20.8	172	20.73	173	20.65	174	20.56
175	20.46	176	20.39	177	20.31	178	20.24	179	20.17
180	20.07	181	19.99	182	19.95	183	19.85	184	19.77
185	19.71	186	19.66	187	19.56	188	19.51	189	19.42
190	19.35	191	19.27	192	19.2	193	19.1	194	19.03
195	18.92	196	18.83	197	18.73	198	18.59	199	18.58
200	18.53	201	18.41	202	18.3	203	18.29	204	18.19
205	18.08	206	18.01	207	17.96	208	17.88	209	17.8
210	17.6	211	17.57	212	17.46	213	17.44	214	17.34
215	17.27	216	17.21	217	17.12	218	17.03	219	17
220	16.9	221	16.81	222	16.7	223	16.63	224	16.51
225	16.45	226	16.41	227	16.34	228	16.26	229	16.23
230	16.17	231	16.09	232	16.02	233	15.94	234	15.85
235	15.78	236	15.73	237	15.65	238	15.52	239	15.42
240	15.36	241	15.25	242	15.14	243	15.06	244	14.95
245	14.83	246	14.71	247	14.57	248	14.44	249	14.35
250	14.29	251	14.21	252	14.16	253	14.15	254	14.13
255	14	256	13.83	257	13.7	258	13.72	259	13.78
260	13.67	261	13.38	262	12.98	263	12.5	264	12.01
265	11.54	266	11.13	267	10.68	268	10.29	269	9.94
270	9.57	271	9.19	272	8.8	273	8.41	274	8.07
275	7.83	276	7.61	277	7.37	278	7.14	279	6.97
280	6.84	281	6.7	282	6.53	283	6.38	284	6.26
285	6.15	286	6.03	287	5.96	288	5.97	289	5.91
290	5.77	291	5.71	292	5.68	293	5.66	294	5.6
295	5.58	296	5.57	297	5.62	298	5.63	299	5.63
300	5.64	301	5.66	302	5.67	303	5.68	304	5.7
305	5.64	306	5.57	307	5.44	308	5.21	309	4.86
310	4.63	311	4.68	312	4.67	313	4.62	314	4.58
315	4.58	316	4.62	317	4.67	318	4.71	319	4.89
320	4.87	321	5.11	322	5.38	323	5.46	324	5.43
325	5.54	326	5.58	327	5.53	328	5.51	329	5.5
330	5.51	331	5.55	332	5.56	333	5.58	334	5.66
335	5.67	336	5.63	337	5.74	338	5.87	339	5.77
340	5.73	341	5.75	342	5.71	343	5.71	344	5.71
345	5.64	346	5.66	347	5.71	348	5.82	349	5.96
350	5.97	351	5.9	352	5.84	353	5.84	354	5.85
355	5.96	356	6.17	357	6.25	358	6.4	359	6.56

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 80 di 81 Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

360	6.59	361	6.74	362	6.79	363	6.72	364	6.62
365	6.7	366	6.77	367	6.88	368	7	369	7.13
370	7.25	371	7.32	372	7.34	373	7.38	374	7.54
375	7.94	376	8.41	377	8.79	378	9.11	379	9.39
380	9.72	381	10.07	382	10.31	383	10.5	384	10.82
385	11.12	386	11.46	387	11.79	388	12.09	389	12.44
390	12.74	391	13	392	13.26	393	13.5	394	13.75
395	13.93	396	14.08	397	14.27	398	14.44	399	14.62
400	14.81	401	15.1	402	15.43	403	15.66	404	15.81
405	15.93	406	16.09	407	16.26	408	16.44	409	16.6
410	16.74	411	16.87	412	16.99	413	17.13	414	17.33
415	17.53	416	17.68	417	17.81	418	18	419	18.18
420	18.36	421	18.54	422	18.73	423	18.92	424	19.11
425	19.32	426	19.53	427	19.67	428	19.75	429	19.74
430	19.74	431	19.75	432	19.79	433	19.92	434	20.06
435	20.17	436	20.26	437	20.34	438	20.44	439	20.53
440	20.55	441	20.52	442	20.41	443	20.44	444	20.58
445	20.69	446	20.8	447	20.9	448	20.95	449	20.98
450	21.01	451	21.05	452	21.07	453	21.12	454	21.24
455	21.34	456	21.3	457	21.32	458	21.37	459	21.42
460	21.46	461	21.53	462	21.48	463	21.59		

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .05 304 .033 326 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
304 326 0 0 0 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	8.21	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.52	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	7.69	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	7.32	Flow Area (m2)	45.26	58.30	73.95
E.G. Slope (m/m)	0.005003	Area (m2)	45.26	58.30	73.95
Q Total (m3/s)	463.26	Flow (m3/s)	87.13	237.67	138.45
Top Width (m)	98.71	Top Width (m)	28.35	22.00	48.37
Vel Total (m/s)	2.61	Avg. Vel. (m/s)	1.93	4.08	1.87
Max Chl Dpth (m)	3.11	Hydr. Depth (m)	1.60	2.65	1.53
Conv. Total (m3/s)	6549.6	Conv. (m3/s)	1231.9	3360.2	1957.5
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	28.51	22.22	48.57
Min Ch El (m)	4.58	Shear (N/m2)	77.89	128.70	74.70
Alpha	1.51	Stream Power (N/m s)	149.95	524.72	139.85
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			

SUMMARY OF MANNING'S N VALUES

River:F.Santo

Reach	River Sta.	n1	n2	n3
alveo	120	.05	.033	.05
alveo	110	.05	.033	.05
alveo	100	.05	.033	.05
alveo	99.5	Bridge		
alveo	99	.05	.033	.05
alveo	90	.05	.033	.05
alveo	80	.05	.033	.05
alveo	70	.05	.033	.05
alveo	60	.05	.033	.05
alveo	50	.05	.033	.05
alveo	40	.05	.033	.05
alveo	30	.05	.033	.05
alveo	20	.05	.033	.05

	PROGETTISTA		COMMESSA SAIPEM 023125-10	WBS NQ/E19001/L41
	LOCALITA'	REGIONE SARDEGNA		REL-PAI-E-00034
	PROGETTO	Allacciamento EP Porto Torres DN 400 (16"), DP 75 bar		Pag. 81 di 81 Rev. 0

Rif. Cod. Soc. Prog.: 023125-10_LA-E-80400_r0

alveo 10 .05 .033 .05

SUMMARY OF REACH LENGTHS

River: F.Santo

Reach	River Sta.	Left	Channel	Right
alveo	120	133.53	133.53	133.53
alveo	110	83.89	83.89	83.89
alveo	100	30	30	30
alveo	99.5	Bridge		
alveo	99	93.2	93.2	93.2
alveo	90	83.24	83.24	83.24
alveo	80	123.07	123.07	123.07
alveo	70	101.14	101.14	101.14
alveo	60	70.61	70.61	70.61
alveo	50	58.61	58.61	58.61
alveo	40	49.51	49.51	49.51
alveo	30	74.71	74.71	74.71
alveo	20	72.8	72.8	72.8
alveo	10	0	0	0

SUMMARY OF CONTRACTION AND EXPANSION COEFFICIENTS

River: F.Santo

Reach	River Sta.	Contr.	Expan.
alveo	120	.1	.3
alveo	110	.1	.3
alveo	100	.1	.3
alveo	99.5	Bridge	
alveo	99	.1	.3
alveo	90	.1	.3
alveo	80	.1	.3
alveo	70	.1	.3
alveo	60	.1	.3
alveo	50	.1	.3
alveo	40	.1	.3
alveo	30	.1	.3
alveo	20	.1	.3
alveo	10	.1	.3