

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo	LA-E- 83141	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 1 di 75	Rev. 1

Rifacimento metanodotto Ravenna – Chieti
Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti
DN 650 (26"), DP 75 bar
ed opere connesse

Rifacimento Allacciamento Comune di Pineto 1^a presa, DN100 (4")

Attraversamenti in subalveo del Fosso Sabbione

RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

1	Aggiornamento riferimenti	Caccavo	Brunetti	Sciosci	Feb. '22
0	Emissione	Caccavo	Brunetti	Sciosci	Gen. '19
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo	LA-E- 83141	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 2 di 75	Rev. 1

INDICE

1	GENERALITA'	4
1.1	Premessa	4
1.2	Scopo e descrizione dell'elaborato	4
1.3	Disegno di Attraversamento	5
1.4	Definizioni	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
3	CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME	9
3.1	Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua	9
3.2	Descrizione delle aree di attraversamento	10
4	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	13
4.1	Generalità	13
4.2	Considerazioni specifiche preliminari	13
4.3	Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino	13
4.4	Metodo Indiretto (Afflussi-Deflussi)	15
4.4.1	<u>Criteri generali di valutazione dei parametri idrologici</u>	16
4.4.2	<u>Individuazione dei parametri idrologici</u>	21
4.4.3	<u>Risultati delle elaborazioni idrologiche</u>	24
4.5	Portata di progetto	24
5	STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE	25
5.1	Presupposti e limiti dello studio	25
5.2	Assetto geometrico e modellazione dell'alveo	26
5.3	Risultati della simulazione idraulica	28
5.4	Analisi dei risultati conseguiti	33
6	VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO	34
6.1	Generalità	34
6.2	Criteri di calcolo	35
6.3	Stima dei massimi approfondimenti attesi	37
6.4	Considerazione sui risultati conseguiti	38
7	METANODOTTO PRINCIPALE (DN650) - METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	39
7.1	Premessa	39
7.2	Metodologia operativa: Trivellazione con Spingitubo	39
7.3	Prescrizioni sulla geometria della condotta e ripristini	40
8	METANODOTTO ALLACCIAMENTO (DN100) - METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	41
8.1	Premessa	41

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo	LA-E- 83141	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 3 di 75	Rev. 1

8.2	Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto	41
8.3	Prescrizioni sulla geometria della condotta e ripristini	43
9	VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA	44
9.1	Premessa	44
9.2	PSDA - Analisi disposizioni per le aree di pericolosità idraulica	44
9.3	Interferenze negli ambiti specifici di attraversamento	46
9.4	Analisi dei criteri di compatibilità idraulica	48
10	CONCLUSIONI	51
	APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO	53
	APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO - REPORT PROGRAMMA HEC RAS	58
	ANNESSO:	
•	Elaborato grafico di progetto: LC-7E-83807	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 4 di 75	Rev. 1

1 GENERALITA'

1.1 Premessa

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto denominato *"Rifacimento metanodotto Ravenna – Chieti"* intende realizzare il nuovo tratto *"San Benedetto del Tronto - Chieti, DN 650 (26") - DP 75 bar"*, in sostituzione del tratto di metanodotto attualmente in esercizio, che si sviluppa nell'ambito dei territori delle Marche e dell'Abruzzo.

In aggiunta, nell'ambito del progetto generale, si prevede anche il rifacimento degli allacciamenti ai vari comuni che allo stato attuale sono alimentati dal metanodotto in fase di dismissione, tra cui in particolare anche il metanodotto denominato *"Rifacimento Allacciamento Comune di Pineto, 1^a presa ", DN100 (4")*.

Detto ciò, il tracciato di progetto del metanodotto principale (DN650), nei pressi della frazione di "Borgo Santa Maria Immacolata" di Pineto (Te), interseca l'alveo del corso d'acqua denominato fosso Sabbione.

Nella medesima area, anche l'Allacciamento sopracitato (DN100) interseca l'alveo del corso d'acqua, poco a monte nei confronti dell'attraversamento da parte del metanodotto principale.

Il fosso Sabbione rappresenta un corso d'acqua di modesta importanza (ricadente in provincia di Teramo). Ciononostante l'ex "Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro", nell'ambito del "Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni" (PSDA), ha comunque individuato e perimetrato le aree di pericolosità idraulica lungo lo sviluppo del tratto terminale dell'asta fluviale del corso d'acqua.

Conseguentemente negli ambiti di attraversamento in esame s'individuano delle interferenze tra i tracciati dei metanodotti in progetto con le aree censite di pericolosità idraulica nel PSDA. Le Norme di Attuazione del Piano consentono la realizzazione di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità idraulica, subordinatamente alla presentazione di uno specifico studio di compatibilità idraulica.

1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato

Lo scopo del presente elaborato è dunque analizzare le condizioni di compatibilità idraulica dei metanodotti in progetto negli ambiti specifici d'interferenza con le aree di pericolosità idraulica.

Lo studio è stato redatto in conformità delle disposizioni delle Norme di attuazione del PSDA, con particolare riferimento all'art.8 ed all'Allegato D delle norme stesse.

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

Le scelte sono state effettuate, in funzione di valutazioni di tipo geomorfologico, geologico ed idraulico, con lo scopo di garantire la sicurezza dei metanodotti per tutto il periodo di esercizio, nonché di assicurare la compatibilità 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:

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 5 di 75	Rev. 1

- Inquadramento territoriale delle aree d'attraversamento in modo da consentire di individuare in maniera univoca i tratti del corso d'acqua interessati dalle interferenze con i metanodotti in progetto;
- Caratterizzazione idrografica del corso d'acqua e descrizione degli ambiti di attraversamento;
- Studio idrologico al fine di stimare le portate al colmo di piena di progetto in corrispondenza dell'ambito di studio;
- Studio idraulico, volto ad individuare i parametri caratteristici di deflusso idrico ed i fenomeni associati alla dinamica fluviale locale in corrispondenza degli ambiti di attraversamento, con particolare riferimento alla valutazione dei fenomeni erosivi di fondo alveo;
- Descrizione delle scelte progettuali per ciascun attraversamento inerenti la metodologia costruttiva, la geometria della condotta in subalveo e le eventuali opere di presidio idraulico;
- Valutazioni inerenti la compatibilità idraulica del sistema d'attraversamento (in ciascun ambito), in riferimento ai criteri stabiliti nelle Norme di Attuazione per la regolamentazione degli interventi in ambiti censiti di pericolosità idraulica ai sensi del PSDA.

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:

- **LC-7E-83807** *Rif. Comune di Pineto 1° presa, DN100 (4"): Attrav. Fosso Sabione*

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

1.4 Definizioni

Metanodotto

Accezione convenzionale associata ad una specifica tipologia di gasdotto, che identifica una condotta di considerevole importanza per il trasporto del gas tra due punti di riferimento. È designato con i nomi dei comuni o delle località dove l'opera ha origine e fine, e in relazione alla finalità del trasporto.

Linea o Condotta

Insieme di tubi, curve, raccordi, valvole ed altri pezzi speciali, uniti tra loro per il trasporto del gas; a sviluppo interrato ma comprensiva di parti fuori terra.

Tubazione

Insieme di tubi, uniti tra loro, comprese le curve ottenute mediante formatura a freddo.

Diametro nominale (DN)

Indicazione convenzionale, che serve quale riferimento univoco per individuare la grandezza dei tubi e dei diversi elementi accoppiabili. Si indica con DN seguito dal numero, che ne esprime la grandezza in millimetri o pollici ("inches").

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 6 di 75	Rev. 1

Trincea

Scavo a cielo aperto, con definita sezione geometrica, finalizzata alla collocazione interrata della tubazione.

Trenchless

Tecnologie per lo scavo del terreno, finalizzate alla posa della condotta in sotterraneo, alternative alla trincea (microtunnel, gallerie, trivellazioni sub-verticali realizzate con "Raise borer", trivellazioni orizzontali controllate – T.O.C., ecc.).

Profondità d'interramento o Copertura della tubazione

Distanza compresa tra la generatrice superiore esterna della tubazione o del relativo manufatto di protezione, ove presente, e la superficie del terreno (piano campagna o fondo alveo).

Copertura minima

Valore minimo della profondità di interramento della tubazione, che vien stabilito in ciascun tratto della linea caratterizzato dalle medesime condizioni generali di esecuzione.

Pista di lavoro

Fascia di territorio, resa disponibile lungo l'asse del tracciato, predisposta per il transito dei normali mezzi di cantiere e per l'esecuzione delle fasi di scavo e di montaggio della condotta, entro la quale devono essere contenuti tutti i lavori di costruzione e posa.

Alveo

Sede del libero deflusso delle acque, delimitato da cigli di sponda e/o da pareti interne di tratti arginati. Comprende le aree morfologicamente appartenenti al corso d'acqua, in quanto sedimi storicamente interessati dal deflusso o attualmente interessati da andamento pluricursale e da naturali divagazioni delle correnti, e le aree manifestamente soggette alle dinamiche evolutive del corso d'acqua. La sua delimitazione è, di norma, individuata graficamente dalle Autorità aventi competenza sui corpi idrici o da strumenti di pianificazione.

Opere di ripristino

Opere di sistemazione e di recupero ambientale delle aree attraversate dal metanodotto; possono essere correlate e contestuali a lavori di consolidamento e stabilizzazione dei terreni o di regimazione e difesa idraulica della condotta, tra cui: sistemazioni arginali; ripristino di strade e servizi interferiti dal tracciato; ripristini morfologici; ripristini vegetazionali.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 7 di 75	Rev. 1

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'attraversamento da parte del metanodotto in progetto "Ravenna - Chieti" (DN650) del corso d'acqua ricade nei pressi della frazione di "Borgo Santa Maria Immacolata" di Pineto, in prossimità del Bivio della strada provinciale SP n.28. L'Allacciamento in progetto (DN100) interseca l'alveo del corso d'acqua, circa 150m più a monte del già citato attraversamento del metanodotto principale.

Al fine di consentire un inquadramento territoriale degli ambiti di attraversamento, qui di seguito si riporta una corografia in scala 1:25.000 (estratta dalle tavolette IGM), dove il tracciato del metanodotto principale (DN650) è riportato tramite una linea in rosso e quello relativo all'Allacciamento in progetto (DN100) è indicato tramite una linea in magenta. L'ambito complessivo d'interferenza, nel quale ricadono i 2 attraversamenti in esame, è stato evidenziato mediante un cerchio in blu.

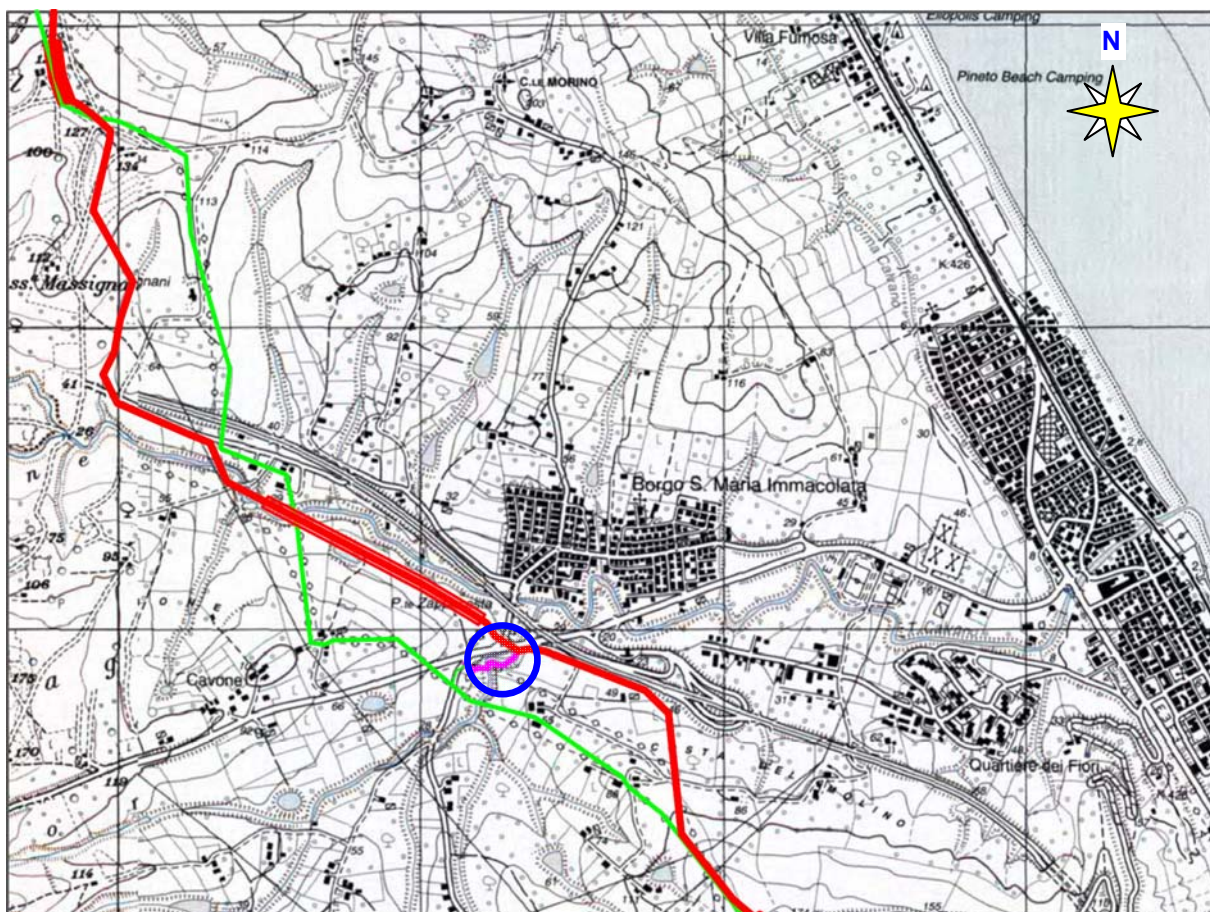


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 8 di 75	Rev. 1

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

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

Metanodotto Principale DN650 - Coordinate attraversamento		
Coordinate Piane WGS84 - Fuso 33: Est /Nord	421239 m E	4717749 m N
Metanodotto Allacciamento DN100 -Coordinate attraversamento		
Coordinate Piane WGS84 - Fuso 33: Est /Nord	421150 m E	4717679 m N

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico di maggior dettaglio (CTR in scala 1:10.000), dal quale in particolare si può individuare il tracciato del metanodotto in progetto DN650 (linea in rosso) e il metanodotto Allacciamento in progetto DN100 (linea in magenta). I due ambiti di attraversamento in esame sono evidenziati mediante dei cerchi in blu.

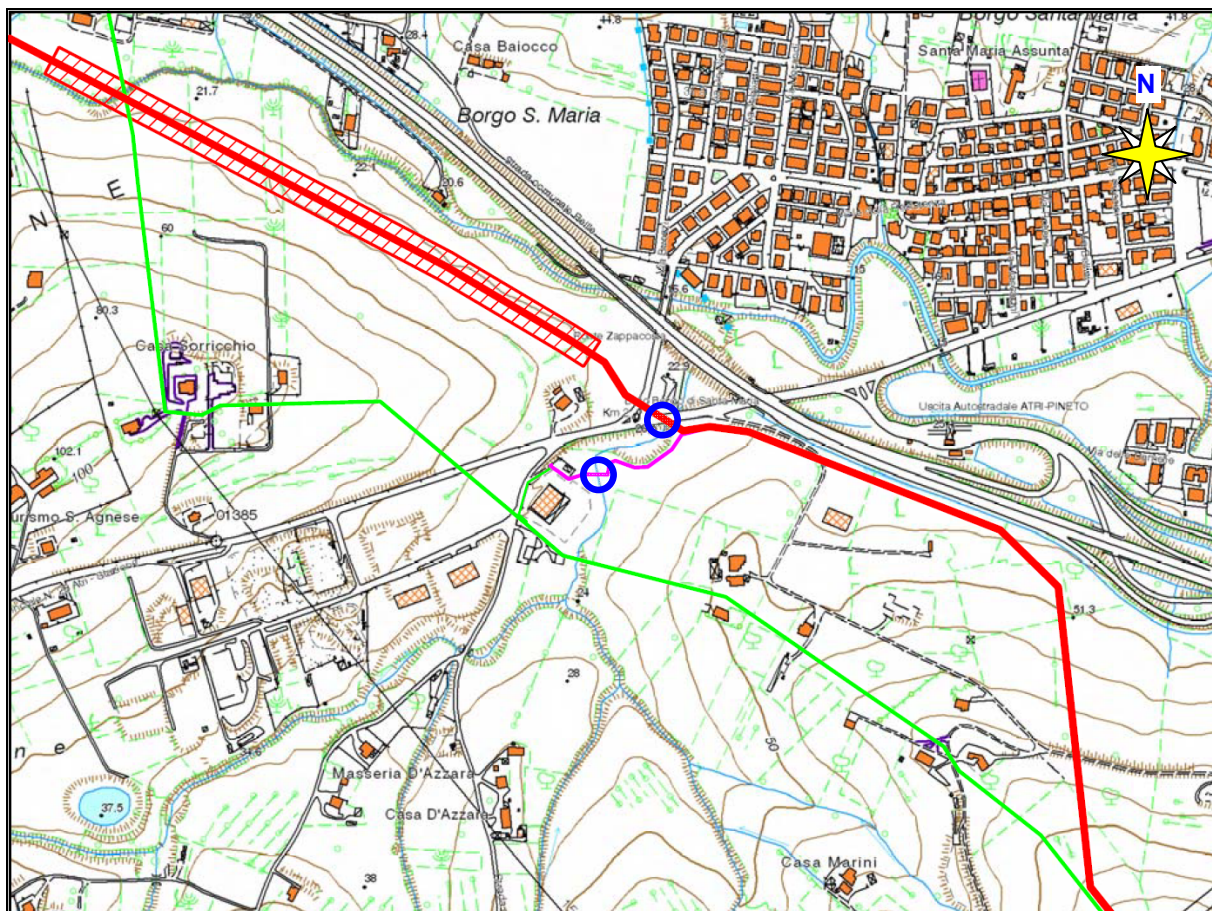


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

Dalla figura precedente si può notare, in particolare, che l'ambito di attraversamento del corso d'acqua da parte del metanodotto principale DN650 (linea rossa), ricade proprio in corrispondenza di un tratto tombinato del fosso per il sottopassaggio della strada provinciale S.P. n.28.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 9 di 75	Rev. 1
			LA-E- 83141	

3 CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME

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

Il fosso Sabbione rappresenta un piccolo corso d'acqua, ricadente nei territori comunali di Atri e di Pineto (in provincia di Teramo), affluente di destra del fosso di Casoli e caratterizzato da un bacino idrografico della superficie di circa 7.2 km².

Nella figura seguente è riportato il bacino complessivo del fosso di Casoli (in color arancione) ed il sottobacino del fosso Sabbione (delimitato in giallo), su una base cartografica costituita dalle tavolette IGM.

Nella stessa figura è anche riportato, mediante un cerchio in blu, l'ambito d'interferenza in esame tra i metanodotti in progetto con l'alveo del fosso Sabbione.

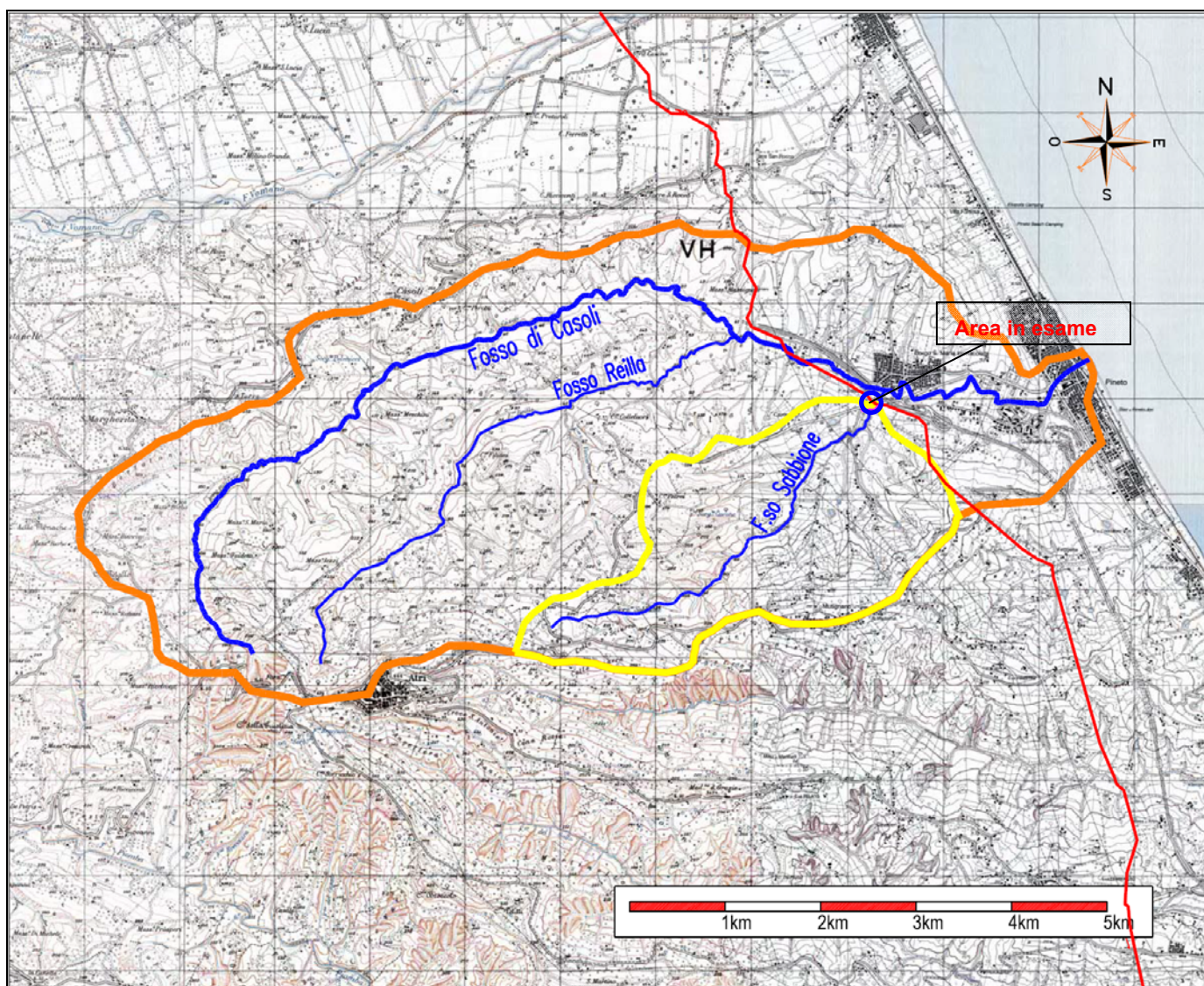


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua (fosso Sabbione)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 10 di 75	Rev. 1

Il fosso Sabbione nasce nel territorio di Atri in località Colle Sciarra, e si sviluppa con direzione prevalente Nord-Est.

Dopo un breve tratto di monte nel territorio di Atri, entra nel territorio di Pineto e riceve l'apporto dei piccoli affluenti. Quindi dopo uno sviluppo complessivo di circa 5km sfocia nel fosso di Casoli, in prossimità del borgo "S.Maria Immacolata" .

3.2 Descrizione delle aree di attraversamento

Come si rileva dalla Fig.3.1/A, l'ambito di interferenza tra i metanodotti in progetto con l'alveo del fosso Sabbione, ricade nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua.

Al fine di consentire una visione generale dell'ambito in esame, nella figura seguente è riportata una foto aerea (estratta da Google Earth) dalla quale risulta possibile individuare i 2 ambiti d'attraversamento dell'alveo del corso d'acqua (indicati con dei cerchi in blu), di cui quello di valle è relativo al metanodotto Principale DN650 (linea in rosso) e quello poco più a monte è relativo al metanodotto Allacciamento DN100 (linea in magenta).

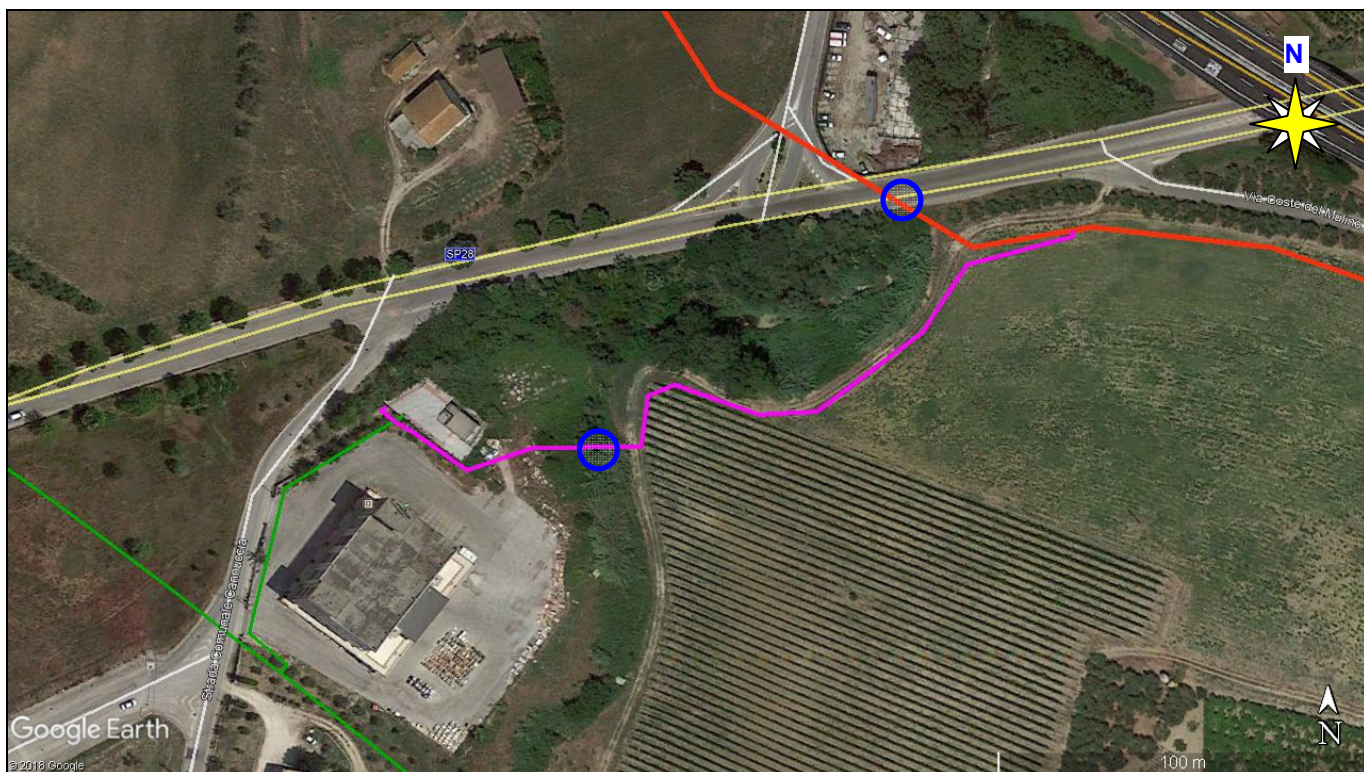


Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento (estratta da Google Earth)

Anche da questo stralcio si può notare che l'ambito di attraversamento da parte del metanodotto principale DN650 (linea rossa) del corso d'acqua, ricade proprio in corrispondenza del tratto tombinato dello stesso per il sottopassaggio della strada provinciale S.P. n.28.

Qui di seguito di riportano delle descrizioni particolareggiate di ciascun ambito di attraversamento.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 11 di 75	Rev. 1
		LA-E- 83141		

Metanodotto Principale (DN 650) - Attraversamento

In precedenza è stato già evidenziato che l'attraversamento da parte del metanodotto in progetto "Ravenna - Chieti" DN650 ricade in corrispondenza di un tratto in cui il corso d'acqua risulta tombinato (mediante una tubazione di tipo armco) per il sottopassaggio della strada provinciale S.P. n.28.

In tal senso nella figura seguente è riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento in esame.

La linea tratteggiata in blu rappresenta la proiezione in superficie del tombino del fosso Sabbione (mediante tubo di tipo armco) presente sotto la sede della strada provinciale. La linea indicata in rosso rappresenta invece il tracciato del metanodotto principale in progetto (DN650), il quale interseca il tombino con direzione pressoché ortogonale. La stessa linea è stata riportata tratteggiata, per indicare che l'attraversamento dello svincolo e della strada provinciale (e quindi anche del tombino del fosso Sabbione) verrà eseguito in trivellazione.



Fig.3.2/B: Foto ambito di attraversamento del metanodotto Principale (DN650)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 12 di 75 Rev. 1

Metanodotto Allacciamento (DN100) - Attraversamento

Nell'intorno dell'attraversamento il corso d'acqua assume un andamento longitudinale moderatamente tortuoso. L'alveo presenta una configurazione incisa ed è caratterizzato da dimensioni alquanto ridotte. La larghezza del fondo infatti risulta di circa 2m; le sponde, abbastanza acclivi, sono interessate da una folta vegetazione di tipo prevalentemente arbustiva (rovi e canne). La sponda destra si eleva dal fondo di circa 2.5m; la sponda sinistra risulta più alta di circa 1m nei confronti dell'altra sponda. In prossimità dell'area d'attraversamento non si rileva la presenza di segni significativi di erosioni spondali e/o del fondo e pertanto la configurazione d'alveo appare stabile.

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

La linea indicata in magenta rappresenta la posizione del tracciato del metanodotto allacciamento in progetto (DN100).



Fig.3.2/C: Foto ambito di attraversamento del metanodotto Allacciamento (DN100)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 13 di 75	Rev. 1

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.

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 il corso d'acqua in esame non sono disponibili valutazioni idrologiche specifiche effettuate dall'ex "Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro", nell'ambito della redazione del *Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni* (PSDA).

Inoltre, non avendo a disposizione dati di portata dirette sul corso d'acqua e poiché non si rilevano algoritmi di regionalizzazione affidabili per la zona costiera della Regione Abruzzo, al fine di valutare le portate di piena sul corso d'acqua è stata utilizzata la seguente metodologia di calcolo:

- *il metodo indiretto* (Afflussi- Deflussi), che permette la valutazione delle portate al colmo in funzione delle precipitazioni intense specifiche per l'ambito di riferimento.

4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

L'area d'interferenza tra i metanodotti in progetto ed il fosso Sabbione ricade nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua, a poche centinaia di metri nella foce nel fosso di Casoli.

Si assume come sezione di studio ai fini idrologici quella relativa all'attraversamento di valle, ossia quella riferita all'attraversamento da parte del metanodotto principale in progetto (DN650).

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico, ricavato dalle tavolette IGM, con la delimitazione del bacino sotteso dalla sezione di studio e con indicazione dell'asta principale del corso d'acqua.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 14 di 75
				Rev. 1

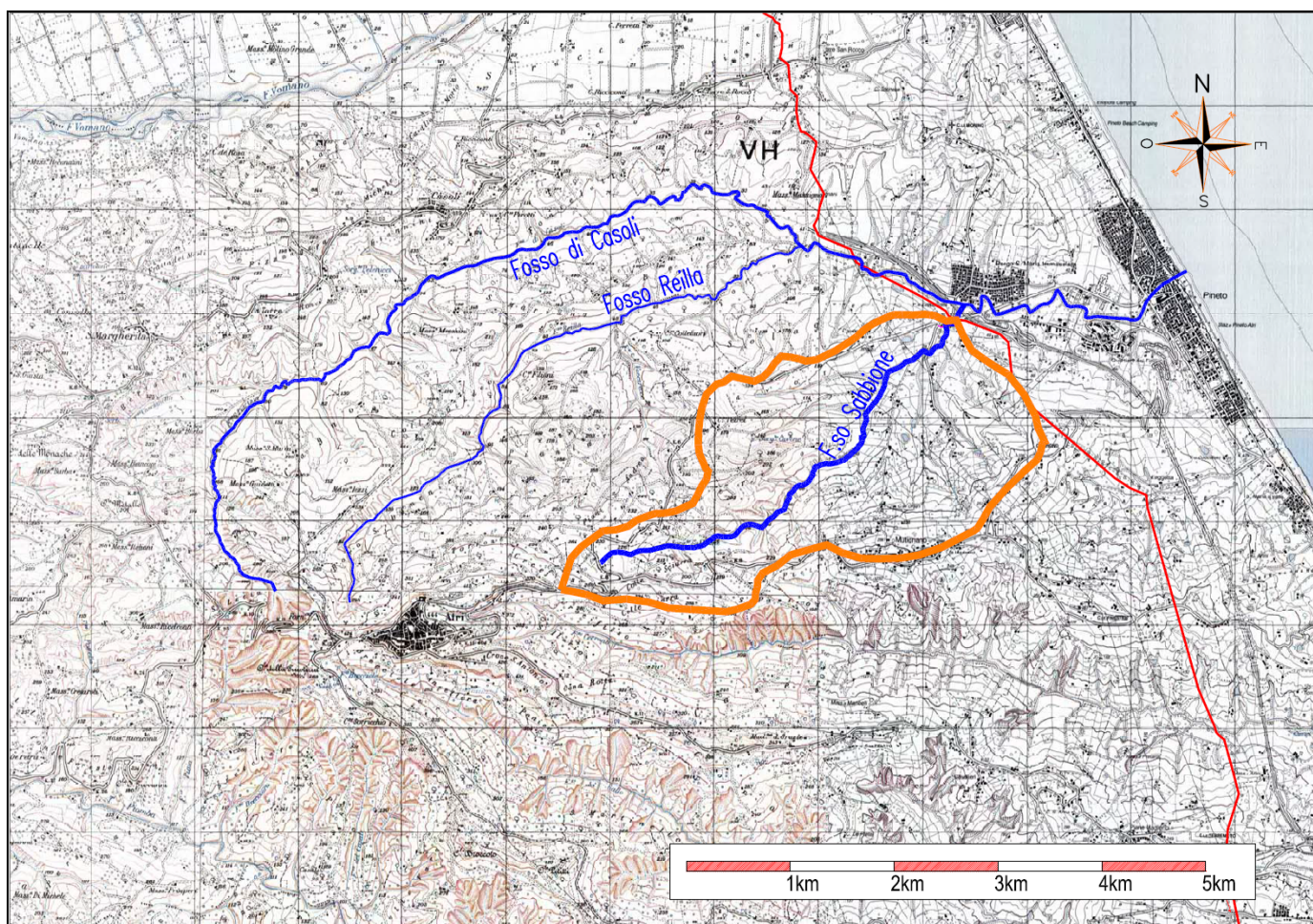


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

Nella tabella seguente sono riportati i parametri morfometrici del bacino sotteso dalla sezione di studio.

Tab.4.3/A: Parametri morfometrici

Corso d'acqua / Sezione Studio	Superficie Bacino (kmq)	Lungh. asta principale (km)	Pendenza media asta fluviale (%)	Altitudine max Bacino (m)	Altitudine media Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
Fosso Sabbione / Sez. di studio	7.1	5.0	4.1%	334	150	18

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 15 di 75	Rev. 1

4.4 Metodo Indiretto (Afflussi-Deflussi)

Conoscendo le precipitazioni meteoriche che interessano il bacino idrografico di un qualsiasi corso d'acqua è possibile valutare la relativa portata di piena adottando metodologie di carattere statistico, che si inquadrano nella teoria dei sistemi di variabili casuali e che conducono allo studio della correlazione tra la portata di piena ed una o più grandezze caratterizzanti il bacino stesso (superficie, quota media, precipitazioni, tempo di corrivazione).

Le ipotesi fondamentali di questo metodo prendono lo spunto da alcuni risultati forniti dai metodi della corrivazione (o metodo cinematico) e dell'invaso e sono:

- la portata di massima piena di un bacino deriva da precipitazioni di intensità costante che hanno una durata pari al tempo di corrivazione "tc" e si manifesta dopo un intervallo di tempo "tc" dall'inizio del fenomeno;
- il valore della portata di piena dipende dalla laminazione esercitata dalle capacità naturali ed artificiali del bacino.

In corrispondenza della sezione di studio, le portate di piena al colmo sono state calcolate utilizzando la relazione nota come "formula razionale".

$$Q_c = 0.278 \cdot c \cdot \varepsilon \cdot A \cdot h_{\text{ragg}} / t_c$$

in cui:

- Q_c (mc/s): portata di progetto al colmo di piena (in funzione del tempo di ritorno "TR" (anni);
- c (-): coefficiente di deflusso, pari al rapporto tra il volume totale affluito (pioggia totale effettivamente caduta sul bacino) e volume defluito attraverso la sezione di chiusura (pioggia totale depurata delle perdite per infiltrazione ed evapotraspirazione). Il parametro tiene in considerazione della capacità di assorbimento del terreno e del fattore di laminazione (capacità di invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico);
- ε (-): coefficiente di laminazione (capacità di invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico);
- A (kmq): superficie del bacino imbrifero, riferita alla sezione di chiusura;
- t_c (h) - tempo di corrivazione: è il tempo che una goccia di pioggia, caduta nel punto idraulicamente più lontano dalla sezione considerata, impiega a raggiungere la sezione stessa;
- h_{ragg} (mm) – altezza di pioggia ragguagliata al bacino: viene valutata per piogge di durata pari al tempo di corrivazione "tc" ed è funzione del tempo di ritorno "TR", intendendo con tale locuzione l'inverso della probabilità di superamento di un certo evento.

Il metodo dunque considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- La portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T di quello dell'intensità di pioggia;
- Il tempo di formazione del colmo della piena è pari a quello di riduzione.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 16 di 75	Rev. 1

4.4.1 Criteri generali di valutazione dei parametri idrologici

Superficie del bacino (A)

La delimitazione della superficie del bacino scolante, unitamente all'individuazione degli parametri morfometrici caratteristici del bacino stesso, viene eseguita sulla base della documentazione cartografica disponibile.

Tempo di corrivazione (tc)

La valutazione del tempo di corrivazione può essere eseguita mediante diversi algoritmi di calcolo, normalmente proposti in letteratura scientifica.

La scelta tra un metodo e l'altro può essere condotta in funzione della conformità dei parametri caratteristici del bacino oggetto di studio (superficie, localizzazione, pendenza dei versanti, ecc.) nei confronti di quelli analizzati dai vari autori nella fase di predisposizione degli algoritmi stessi.

Qui di seguito si riportano alcune delle espressioni più rappresentative, proposte in letteratura.

- *Formula di Giandotti (1934-1937)*

La formula proposta da GIANDOTTI (sperimentata dall'autore per bacini da 170 a 70000 kmq, tuttavia ampiamente impiegata in Italia anche per piccoli bacini) rappresenta l'espressione maggiormente utilizzata e viene espressa nel seguente modo:

$$t_c = (4 A^{1/2} + 1.5 L) / (0.8 H^{1/2})$$

dove:

A = Superficie del bacino (kmq);

L = lunghezza dell'asta fluviale principale (km);

H = altitudine media del bacino riferita alla quota della sezione di chiusura (m);

- *Formula di Pezzoli (1970)*

$$t_c = 0.055 \cdot L / i^{0.5}$$

dove:

L = lunghezza dell'asta fluviale principale (km);

i = pendenza media dell'alveo (-)

- *Formula di Puglisi, Fattorelli e Marchi*

Sperimentata da Puglisi per bacini di superficie compresa tra 40 e 90 kmq (nel 1978), poi tarata da Marchi e Fattorelli. Viene proposta con la seguente espressione:

$$t_c = 5.13 \cdot L^{2/3} \cdot H^{-1/3}$$

dove:

L = lunghezza dell'asta fluviale principale (km);

H = altitudine massima riferita alla quota della sezione di chiusura (m);

- *Formula di Pasini*

$$t_c = 0.108 \cdot i_a^{-1/2} \cdot (A \cdot L)^{1/3}$$

dove:

L = lunghezza dell'asta fluviale principale (km);

A = Superficie del bacino (kmq);

i_a = pendenza media dell'alveo (-)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 17 di 75	Rev. 1

• *Formula di Watt, Chow e Ward*

Viene proposta con la seguente espressione:

$$t_c = 0.1273 \cdot (L^{2/3} / i_a^{1/3})^{0.79}$$

dove:

L = lunghezza dell'asta fluviale principale (km);

i_a = pendenza media dell'alveo (-)

Coefficiente di Deflusso (c)

Il valore di tale parametro viene stabilito in dipendenza della natura litologica dei terreni, della superficie del bacino e del suo grado di saturazione, del livello di forestazione, della pendenza dei versanti e da altri fattori.

La scelta del coefficiente di deflusso quindi rappresenta una fase estremamente difficile e costituisce l'elemento di maggiore incertezza nella valutazione della portata.

Esistono in letteratura scientifica numerose tabulazioni e grafici utili per la valutazione di questo parametro; qui di seguito si riportano alcune tra le tabelle maggiormente impiegate.

Coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

Coefficienti di deflusso raccomandati da *American Society of Civil Engineers* e da *Pollution Control Federation*, con riferimento prevalente ai bacini urbani

Caratteristiche del bacino	c
Superfici pavimentate o impermeabili (strade, aree coperte, ecc.)	0,70 – 0,95
Suoli sabbiosi a debole pendenza (2%)	0,05 – 0,10
Suoli sabbiosi a pendenza media (2 - 7%)	0,10 – 0,15
Suoli sabbiosi a pendenza elevata (7%)	0,15 – 0,20
Suoli argillosi a debole pendenza (2%)	0,13 – 0,17
Suoli argillosi a pendenza media (2 - 7%)	0,18 – 0,22
Suoli argillosi a pendenza elevata (7%)	0,25 – 0,35

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 18 di 75 Rev. 1

In una guida della FAO (1976), sono proposti i seguenti valori orientativi:

Tipo di suolo	Copertura del bacino		
	coltivazioni	pascoli	boschi
Suoli molto permeabili sabbiosi o ghiaiosi	0.20	0.15	0.10
Suoli mediamente permeabili (senza strati di argilla). Terreni di medio impasto o simili	0.40	0.35	0.30
Suoli poco permeabili. Suoli fortemente argillosi o simili, con strati di argilla vicino alla superficie. Suoli poco profondi sopra roccia impermeabile	0.50	0.45	0.40

Si riporta infine una tabella in cui interviene, sia pure grossolanamente, la pendenza del suolo.

VEGETAZIONE	PENDENZA	TIPO SUOLO		
		Terreno leggero	Terreno impasto medio	Terreno Compatto
Boschi	<10%	0.13	0.18	0.25
	>10%	0.16	0.21	0.36
Pascoli	<10%	0.16	0.36	0.56
	>10%	0.22	0.42	0.62
Colture agrarie	<10%	0.40	0.60	0.70
	>10%	0.52	0.72	0.82

Coefficiente di laminazione (ε)

Per quanto attiene alle perdite per laminazione, è indubbio che lo sviluppo della rete drenante e la natura dei terreni incidano su tale fenomeno proporzionalmente all'estensione del bacino. Si ritiene pertanto di stimare ε sulla scorta delle valutazioni proposte in letteratura tecnica, che ne correlano il valore all'estensione della superficie drenante, quale la relazione tabellare proposta da Maione¹ (derivante da alcune ipotesi circa la forma dell'onda di piena e con riferimento al modello dell'invaso lineare), che prevede valore pari a 0,8 per bacini impermeabili di area inferiore a 100 km². La sussistenza della condizione di impermeabilità della superficie imbriferà, ai fini della valutazione degli effetti di laminazione, è di norma appropriata, essendo deputato al fattore "c" la rappresentazione degli aspetti di natura litologica.

L'altezza di pioggia ragguagliata (h_{ragg})

Considerando le grandezze appena descritte, è evidente che l'unica che può essere elaborata statisticamente è l'altezza di pioggia ragguagliata al bacino " h_{ragg} "; In generale il procedimento finalizzato alla determinazione del valore " h_{ragg} " si articola nelle seguenti fasi:

A) reperimento dei dati sperimentali sulle precipitazioni;

¹ U. Maione, "Le piene Fluviali" - La Goliardica Pavese, 1981.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 19 di 75	Rev. 1

- B) elaborazione statistica per mezzo del metodo di Gumbel;
 C) tracciamento delle curve di possibilità climatica o pluviometrica;
 D) applicazione del metodo dei topoi.

A) Reperimento dati sperimentali sulle precipitazioni

Dall'analisi dei dati riportati negli annali idrologici del Servizio Idrografico Italiano vengono reperiti i dati di pioggia (1, 3, 6, 12, e 24 ore) relative alle stazioni pluviografiche, dotate di pluviografo registratore, ubicate nei bacini oggetto dello studio o in quelli limitrofi.

Le rilevazioni di piovosità massima si adattano ad essere elaborate con metodi statistici e permettono di ottenere particolari equazioni del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

h = altezza di pioggia (mm);

a, n = coefficienti costanti;

t = durata della pioggia (ore).

B) Elaborazione probabilistica per mezzo del metodo di Gumbel

Secondo la legge di Gumbel la probabilità "P(h)" che il massimo valore di una precipitazione di durata pari al tempo di corrvazione "t_c" non venga superato nel corso di un determinato anno è data da:

$$P(h) = e^{-e^{-\alpha(h-u)}}$$

α, u = parametri della distribuzione che, qualora i dati disponibili siano in numero sufficientemente elevato, possono essere più facilmente valutati determinando lo scarto quadratico medio "σ" e la media "μ" perché esistono dei legami espressi dalle seguenti relazioni:

$$\alpha = 1.283/\sigma$$

$$u = \mu - (0.577/\alpha);$$

Ciò premesso, occorre introdurre una nuova grandezza, il tempo di ritorno "T", che definisce il numero di anni in cui, mediamente, l'evento considerato viene superato una sola volta. Dato che tra tempo di ritorno "T" e la probabilità "P(h)" esiste la seguente relazione:

$$T = 1/(1-P(h))$$

facendo le opportune sostituzioni ed esplicitando si ottiene:

$$h(T) = u - \left(\frac{1}{\alpha}\right) \cdot \ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]$$

che rappresenta, quindi, il valore massimo che una precipitazione meteorica potrà superare, mediamente, una sola volta in un qualsiasi anno del tempo di ritorno "T".

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 20 di 75	Rev. 1

C) Tracciamento delle curve di possibilità climatica o pluviometrica

Per ciascuna stazione pluviografica e per ogni tempo di ritorno si otterranno cinque valori di altezza di pioggia, corrispondenti ai cinque intervalli di tempo considerati (1, 3, 6, 12, 24 ore). E' possibile riportare questi valori su un sistema di assi cartesiani ortogonali (h,t) e determinare la curva di regressione, definita dall'equazione " $h=at^n$ ", che meglio approssimi la loro distribuzione sul piano h, t; si ottengono così le curve di possibilità climatica o pluviometrica. A tal fine, per semplificare il procedimento, l'equazione " $h=at^n$ " viene trasformata in:

$$\log h = \log a + n \log t$$

che nel piano h,t, in scala bilogarithmica, rappresenta una retta.

Operata questa trasformazione, occorre ricercare la retta di regressione che meglio approssimi la distribuzione suddetta; tale ricerca è eseguita con il metodo dei minimi quadrati che consiste nel determinare, tra le possibili rette, quella che minimizza la sommatoria dei quadrati delle differenze tra le ordinate dei punti e le corrispondenti ordinate della retta di regressione.

Questo processo, automatizzato, consente anche il plottaggio, su scala naturale, delle curve di possibilità climatica corrispondenti ai tempi di ritorno considerati.

D) Applicazione del metodo dei topoi (solo per bacini caratterizzati da più stazioni pluviometriche).

Per ogni stazione pluviografica sono state tracciate le curve di possibilità climatica o pluviometrica, definite da equazioni del tipo " $h=at^n$ ", dalle quali è possibile ricavare, per i vari tempi di ritorno, il valore delle precipitazioni meteoriche corrispondenti al tempo di corrvazione " t_c " del bacino.

Anche se il valore così ricavato è un valore puntuale, che ha un senso solo per un intorno molto limitato della stazione, si può comunque ipotizzare che il regime pluviografico di tale intorno non si discosti molto da quello ben più vasto dell'area circostante la stazione stessa.

Il problema, dunque, è quello di delimitare il perimetro delle aree di competenza delle stazioni, o, ciò che è lo stesso, la suddivisione dell'intera superficie del bacino in diverse zone (tante quante sono le stazioni) ad ognuna delle quali spetti un regime pluviografico omogeneo e che comprendano, all'interno, la relativa stazione pluviografica. L'applicazione del metodo dei topoi permette, appunto, la suddivisione del bacino sotteso da ciascuna sezione di studio, e quindi la valutazione delle aree di competenza di ogni stazione.

A questo punto è possibile calcolare l'altezza di pioggia ragguagliata all'intero bacino utilizzando la relazione:

$$h_{ragg} = \sum_{i=1}^n \frac{S_i \cdot h_i}{S}$$

dove:

h_i = precipitazione relativa alla stazione pluviografica i-esima (mm); tale precipitazione ha una durata pari al tempo di corrvazione " t_c " e si ricava dalle curve di possibilità climatica relative alla stazione i-esima;

S_i = superficie del bacino di competenza della stazione pluviografica i-esima (km²);

S = superficie del bacino sotteso dalla sezione di studio (km²).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 21 di 75	Rev. 1

4.4.2 Individuazione dei parametri idrologici

Parametri morfometrici

Le grandezze caratteristiche dei parametri morfometrici sono riportate nella precedente Tab.4.3/A.

Tempo di corrivazione

Nella tabella seguente sono riportati i diversi valori relativi al tempo di corrivazione “ t_c ”, stimati con le metodologie descritte nel paragrafo precedente per la sezione idrologica di riferimento.

Tab.4.4/A: Valutazione del tempo di corrivazione

Metodo	Tempo di corrivazione (h) -
Formula di Giandotti	2.0
Formula di Pezzoli	1.3
Formula di Puglisi	2.2
Formula di Pasini	1.7
Formula di Watt	1.6
Valore medio	1.8
Dev. Stand. ($0 < \text{Dev. St.} < \text{Inf.}$)	0.34

Nelle elaborazioni idrologiche si è dunque scelto di utilizzare come tempo di corrivazione il valor medio dei risultati conseguiti (riportato in grassetto nella tabella precedente).

Coefficiente di deflusso (c)

Facendo seguito a quanto indicato nel sottoparagrafo precedente, il valore del coefficiente di deflusso dipendente sostanzialmente dalla natura litologica dei terreni, dalla vegetazione presente nel bacino e dalla pendenza dei versanti.

In tal senso qui di seguito si riportano le figure relative alla Carta litologica e la Carta Uso del suolo (estrapolate dal *Piano Tutela delle Acque della Regione Abruzzo*), in ciascuna delle quali è stata riportata la delimitazione del bacino imbrifero sotteso dalla sezione idrologica di studio.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 22 di 75 Rev. 1

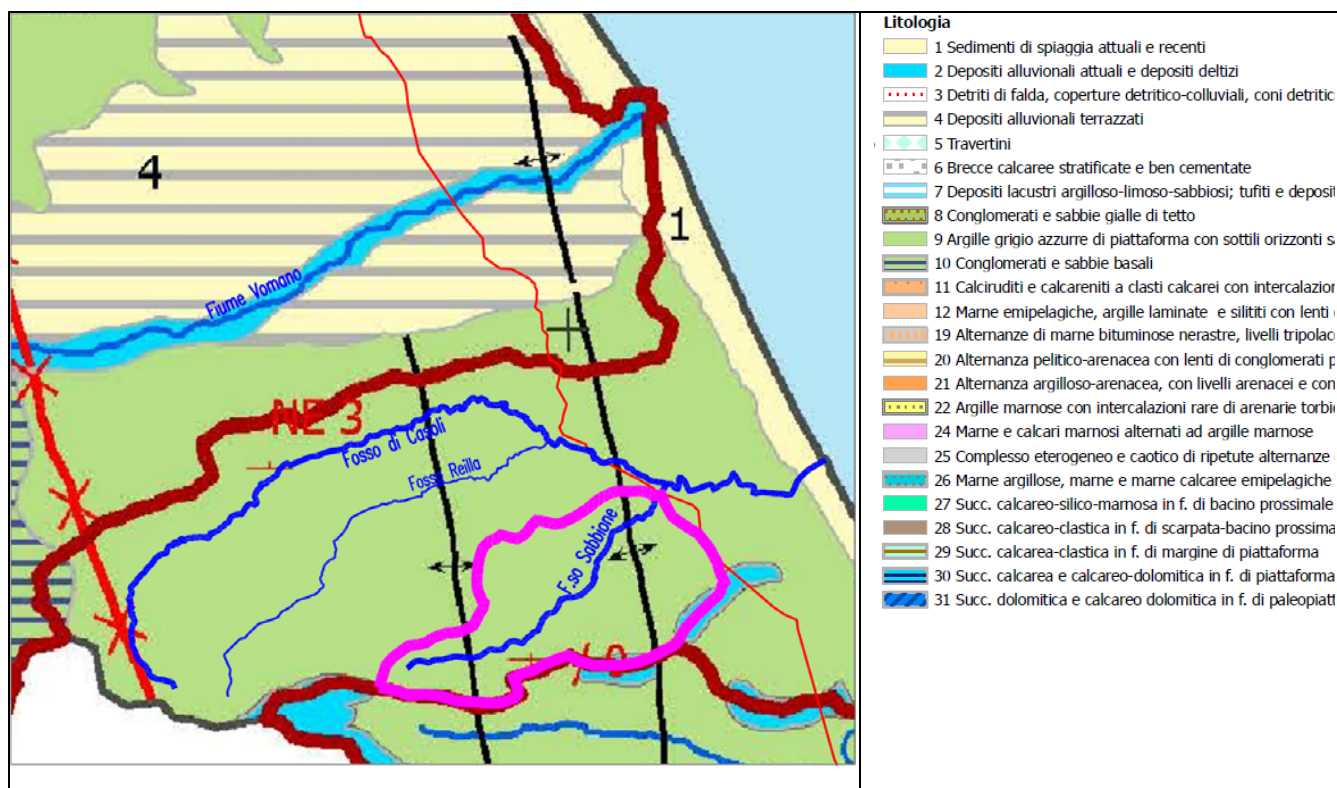


Fig.4.4/A: Bacino sulla Carta Geo-Idrologica

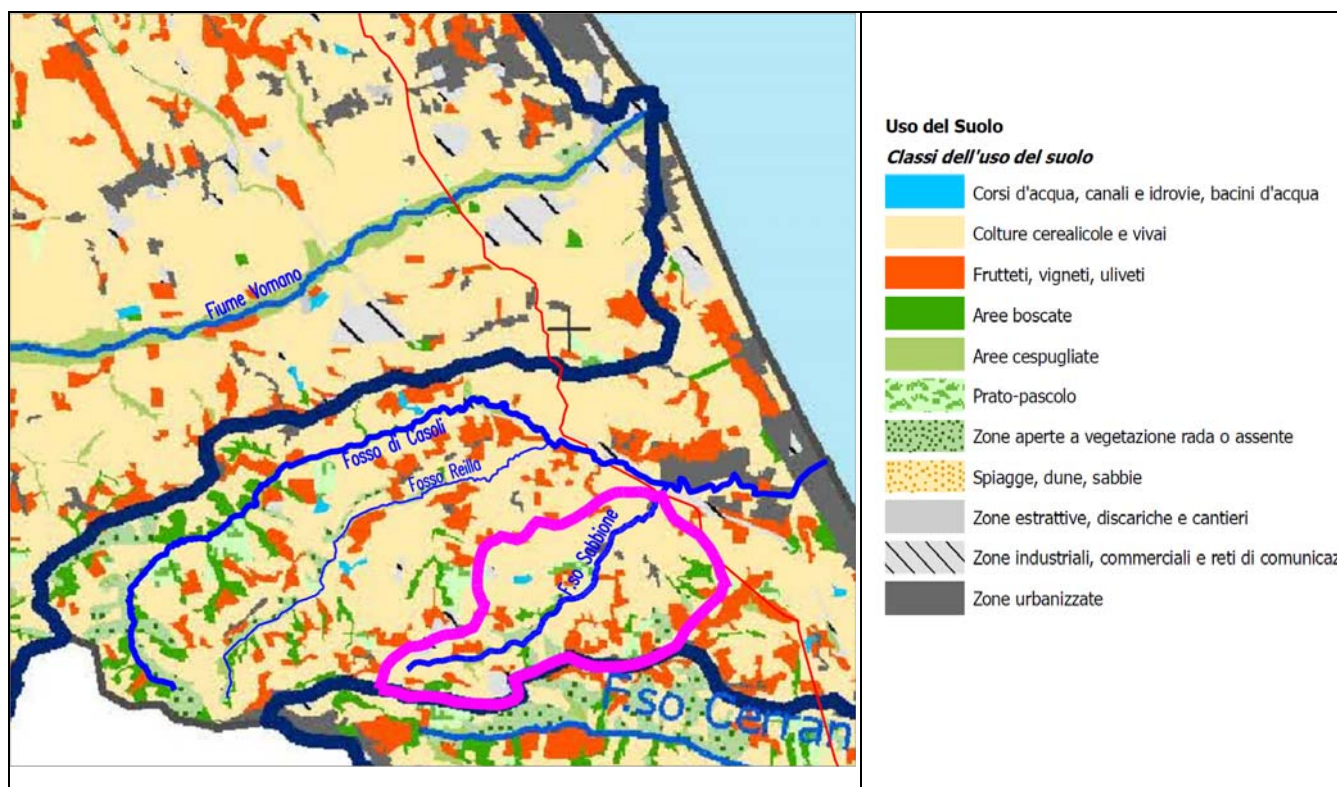


Fig.4.4/B: Bacino sulla Carta Uso del suolo

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 23 di 75	Rev. 1

Dall'esame della Carta litologica si rileva che il bacino ricade su complessi argillosi, e dunque su terreni poco permeabili.

Dall'uso del suolo si rileva che nel bacino sono praticamente nulle le aree urbanizzate. I terreni sono coltivati prevalentemente con colture cerealicole, con presenza significativa di frutteti, aree boscate e cespugliate.

Infine per quanto riguarda le pendenze dei versanti media risulta nell'ordine del 20%.

Pertanto in considerazione delle caratteristiche peculiari del bacino e facendo riferimento ai valori suggeriti nelle tabelle di cui al sottoparagrafo precedente si è cautelativamente assegnato un coefficiente di deflusso (c) pari a 0.50.

Coefficiente di laminazione (ε)

Per quanto riguarda il coefficiente di deflusso, si assume cautelativamente $\varepsilon=1$

L'altezza di pioggia ragguagliata (h_{ragg})

Per la valutazione delle curve di possibilità pluviometrica ($h=at^n$), si è fatto riferimento alla stazione pluviometrica di "Atri", per la quale nell'ambito degli studi del PSDA sono state eseguite le elaborazioni statistiche sui dati estremi di pioggia (1, 3, 6, 12, 24h). La stazione è posizionata in prossimità dello spartiacque del bacino in esame e pertanto risulta idrologicamente rappresentativa.

Qui di seguito si riportano i parametri caratteristici per la valutazione delle curve di possibilità pluviometrica (fonte: Elaborato r0601 studio PSDA della Regione Abruzzo - Allegato A, Tab.S)

Stazione	m_1	n	$h_{1,20}$	$n(20)$	$h_{1,50}$	$n(50)$	$h_{1,100}$	$n(100)$	$h_{1,200}$	$n(200)$	$h_{1,500}$	$n(500)$
COLONNELLA	26.7	0.332	50.2	0.332	61.7	0.332	69.7	0.332	78.0	0.332	88.9	0.332
NERETO	25.9	0.283	48.7	0.283	59.8	0.283	67.6	0.283	75.6	0.283	86.2	0.283
GIULIANOVA SPIAG.	25.1	0.319	47.2	0.319	58.0	0.319	65.5	0.319	73.3	0.319	83.6	0.319
BELLANTE	28.0	0.292	52.6	0.292	64.7	0.292	73.1	0.292	81.8	0.292	93.2	0.292
ROSETO ABRUZZI	30.4	0.286	57.2	0.286	70.2	0.286	79.3	0.286	88.8	0.286	101.2	0.286
GUARDIA VOMANO	31.0	0.329	58.3	0.329	71.6	0.329	80.9	0.329	90.5	0.329	103.2	0.329
SILVI ALTA	26.7	0.262	50.2	0.262	61.7	0.262	69.7	0.262	78.0	0.262	88.9	0.262
ATRI	25.0	0.367	47.0	0.367	57.8	0.367	65.3	0.367	73.0	0.367	83.3	0.367
FARINDOLA	27.4	0.339	51.5	0.339	63.3	0.339	71.5	0.339	80.0	0.339	91.2	0.339
PENNE	23.9	0.355	44.9	0.355	55.2	0.355	62.4	0.355	69.8	0.355	79.6	0.355
MOSCUFO	21.5	0.339	40.4	0.339	49.7	0.339	56.1	0.339	62.8	0.339	71.6	0.339

Nella tabella precedente i parametri relativi alla stazione pluviometrica di riferimento (stazione di Atri) sono stati evidenziati in giallo.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo	LA-E- 83141	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 24 di 75	Rev. 1

4.4.3 Risultati delle elaborazioni idrologiche

I risultati delle elaborazioni idrologiche (condotte con il “metodo razionale”) sono riportati nella tabella seguente.

Tab.4.4/B: Portate di piena valutate con il metodo indiretto

TR	a	n	tc(h)	Hr	FI	S (kmq)	Q (mc/s)
20	47.0	0.367	1.8	58.3	0.5	7.1	32.0
50	57.8	0.367	1.8	71.7	0.5	7.1	39.3
100	65.3	0.367	1.8	81.0	0.5	7.1	44.4
200	73.0	0.367	1.8	90.6	0.5	7.1	49.7
500	83.3	0.367	1.8	103.4	0.5	7.1	56.7

4.5 Portata di progetto

Si assume come portata di progetto (per le verifiche idrauliche di cui al capitolo seguente) la portata duecentennale (associata ad un tempo di ritorno di 200 anni), valutata con il metodo Afflussi-Deflussi e indicata nella tabella seguente:

Tab.4.5/A: Portata di progetto - tabella riepilogativa

Sezione	Superficie Bacino (kmq)	Qprogetto (mc/s)	qmax (mc/s·kmq)
Fosso Sabbione / Sez. idrologica di studio	7.1	49.7	7.0

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 25 di 75	Rev. 1

5 STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE

5.1 Presupposti e limiti dello studio

Nel presente capitolo sono descritte le procedure operative ed i risultati delle analisi 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.

Lo studio è finalizzato alle seguenti determinazioni:

- stima ed analisi dei parametri idraulici che caratterizzano il deflusso della portata di piena, in corrispondenza delle sezioni interessate dalle opere in progetto;
- valutazione dei potenziali fenomeni erosivi del fondo alveo e degli approfondimenti, che possono verificarsi in concomitanza di eventi di piena eccezionale.

Si precisa che nella definizione del tratto idraulico da modellare è stato preso in considerazione esclusivamente l'attraversamento dell'Allacciamento DN100. Ciò in quanto l'altro attraversamento del corso d'acqua (quello da parte del metanodotto principale DN650) avviene in corrispondenza di un tratto in cui il corso d'acqua è tominato (con tubo Armco) e quindi in un ambito dove non si rilevano ovviamente potenziali problematiche connesse a fenomeni di erosioni al fondo.

Lo studio idraulico è sviluppato sulla base della portata al colmo corrispondente al tempo di ritorno $T_r = 200$ anni (al quale si associa la probabilità di non superamento del 99.5%). 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 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. La validità delle analisi eseguite in condizioni di moto permanente è avvalorata dalle seguenti considerazioni:

- le valutazioni idrauliche sono condotte per un tratto limitato del corso d'acqua;
- l'assetto idrografico del corso d'acqua è rappresentato mediante sezione delle trasversali all'alveo;
- lo studio è essenzialmente incentrato sugli effetti del massimo valore di livello idrico raggiunto durante gli eventi di piena ed ai corrispondenti regimi di velocità.

I criteri ed i modelli di calcolo utilizzati per le verifiche idrauliche in moto permanente derivano dall'applicazione del software HEC-RAS², nella versione 4.1.0, e descritti nei documenti "RAS Hydraulic reference manual", "RAS user's manual", "RAS applications guide".

² River Analysis System, versione 4.1.0, Gennaio 2010, sviluppato da U.S. Army Corp of Engineers - Hydrologic Engineering Center - 609 Second Street, Davis, CA (U.S.A.).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 26 di 75 Rev. 1

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

5.2 Assetto geometrico e modellazione dell'alveo

Al fine di eseguire la modellazione idraulica nell'ambito di riferimento è stato considerato un tronco d'alveo idraulicamente significativo a cavallo della sezione di attraversamento del metanodotto di Allacciamento, per uno sviluppo complessivo di circa 200m.

I dati geometrici di base derivano da un rilievo topografico effettuato tramite volo Lidar, che ha consentito la definizione di dettaglio delle caratteristiche geometriche dell'alveo e delle sponde lungo lo sviluppo del tronco d'alveo oggetto di analisi.

La configurazione d'alveo così individuata risulta pertinente sia alla 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 apprezzabili tali da modificarne il deflusso della corrente.

Entrando nello specifico, nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico (ricavato dalle Carte Tecniche Regionali), nel quale l'asta del corso d'acqua è indicata in colore blu, le sezioni trasversali utilizzate per il calcolo idraulico sono indicate in magenta, il tracciato di linea dell'Allacciamento in progetto è indicato colore in arancione e il tracciato del metanodotto principale in progetto (che intercetta il corso d'acqua in corrispondenza della sede della strada provinciale) è riportato in rosso. In figura, inoltre, la sezione Sez.1 (RS60) coincide con la sezione di monte del tronco idraulico di riferimento; la sezione Sez.6 (RS10) rappresenta la sezione idraulica di valle.

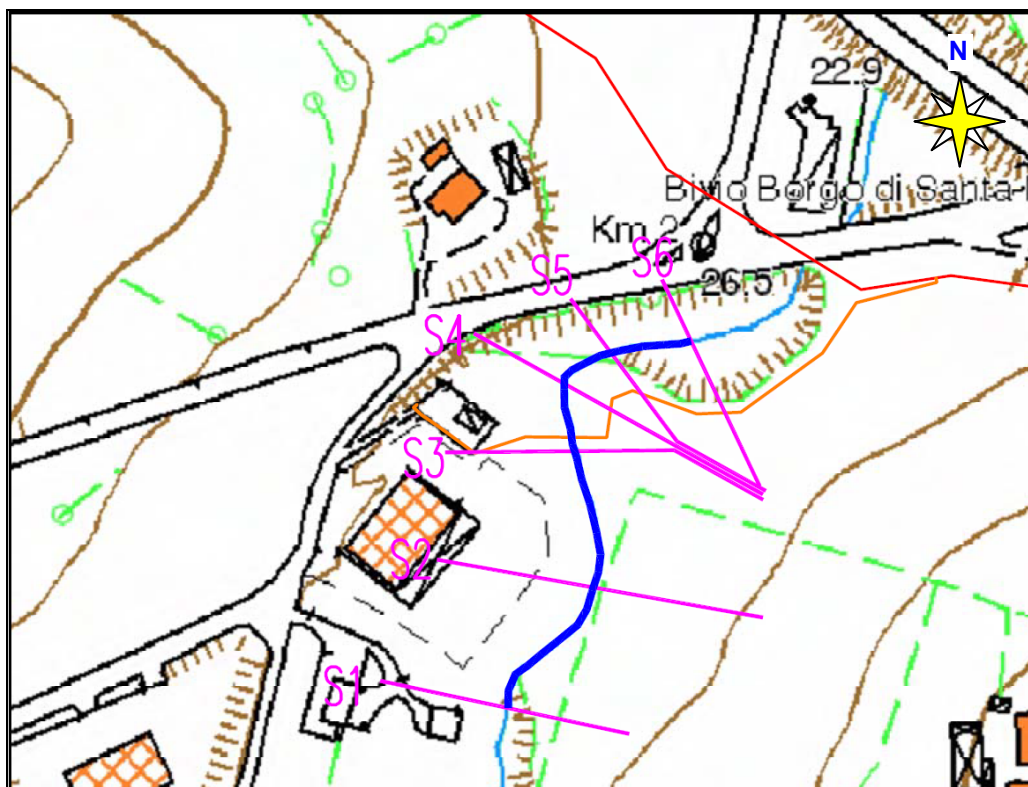


Fig.5.2/A: Foto aerea del tronco d'alveo analizzato e sezioni iniziali di input

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 27 di 75	Rev. 1

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

Tab.5.2/A: quadro geometrico generale della modellazione

SEZIONE IDRAULICA (River Station)	SEZIONE DEL RILIEVO	PROGRESSIVA (m)	DISTANZA dalla Sez. succ. (m)	DESCRIZIONE
RS60	Sez.1	0.00	61.26	Sezione di monte
RS50	Sez.2	61.26	55.36	
RS40	Sez.3	116.62	27.12	
RS30	Sez.4	143.74	23.54	
RS20	Sez.5	167.28	31.84	
RS10	Sez.6	199.12	0.00	Sezione di valle

In aggiunta, si pone in evidenza, che per ottenere una migliore modellazione numerica nell'elaborazione di calcolo sono utilizzate anche una serie di “sezioni intermedie”, le quali sono state individuate in maniera automatizzata dal programma mediante interpolazione lineare tra le sezioni di input immediatamente a monte ed a valle.

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 da rilievo, mentre quelle in verde chiaro sono state ricavate per interpolazione dal programma.

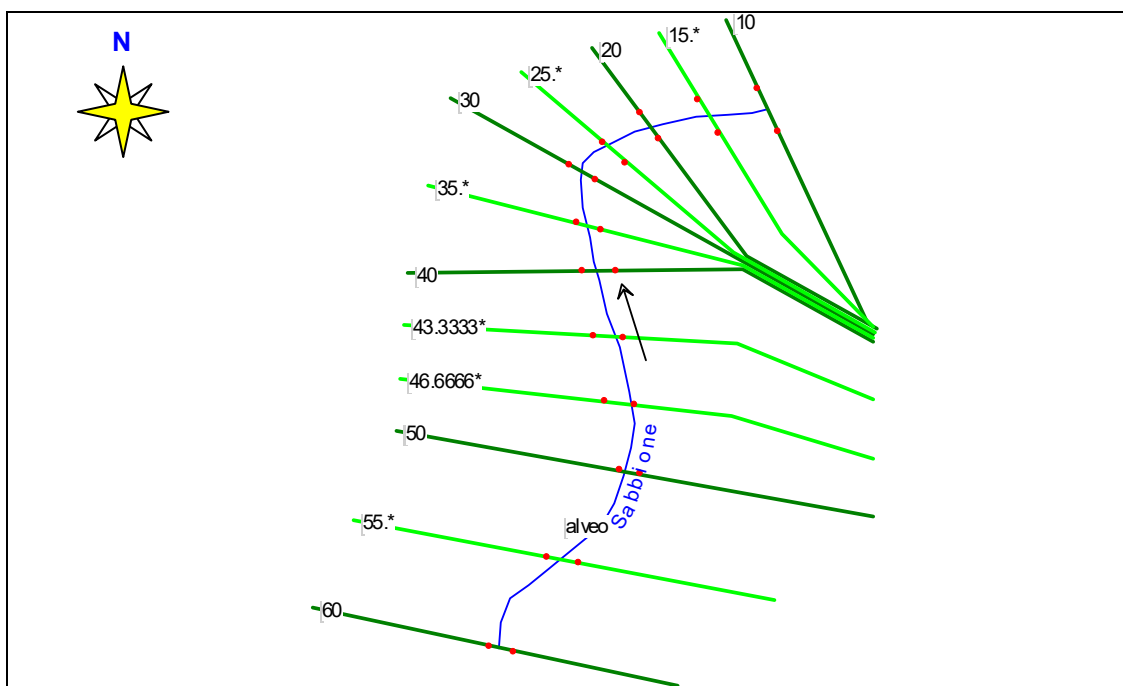


Fig.5.2/B: Modellazione geometrica in HEC-RAS (RS60 a monte e RS10 a valle)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 28 di 75	Rev. 1

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:

- $Q_{200} = 49.7 \text{ mc/s}$

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 (RS60) ed a valle (RS10), in considerazione delle pendenze al fondo individuati per i tratti immediatamente esterni alle estremità del tronco.

Per quanto concerne il coefficiente d'attrito si è fatto riferimento agli indici di scabrezza di Manning "n", i cui valori caratteristici, assunti costanti per l'intero tronco di analisi e sono:

- 0,035 per l'alveo medio principale (Chan);
- 0,055 per le aree golenali 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.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 29 di 75 Rev. 1

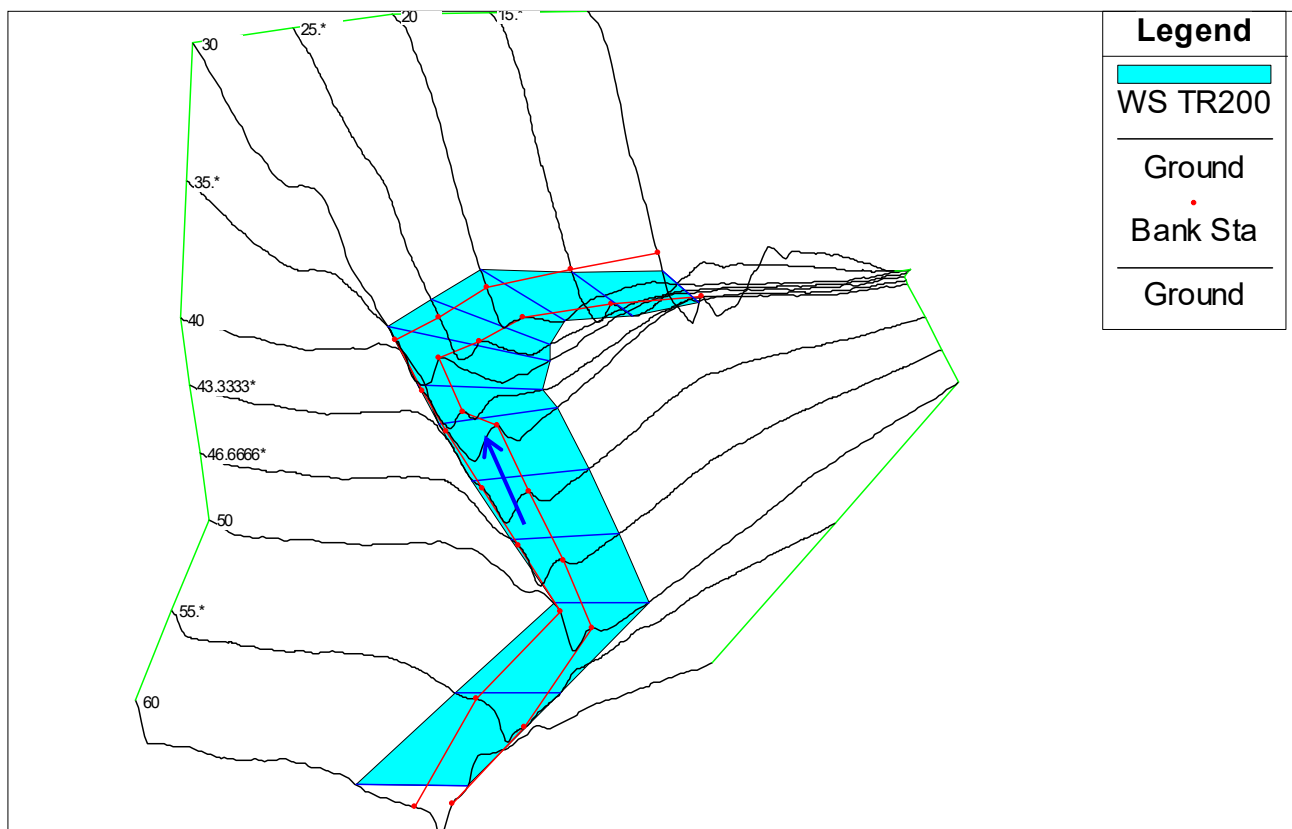


Fig.5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS60: monte / RS10: valle)

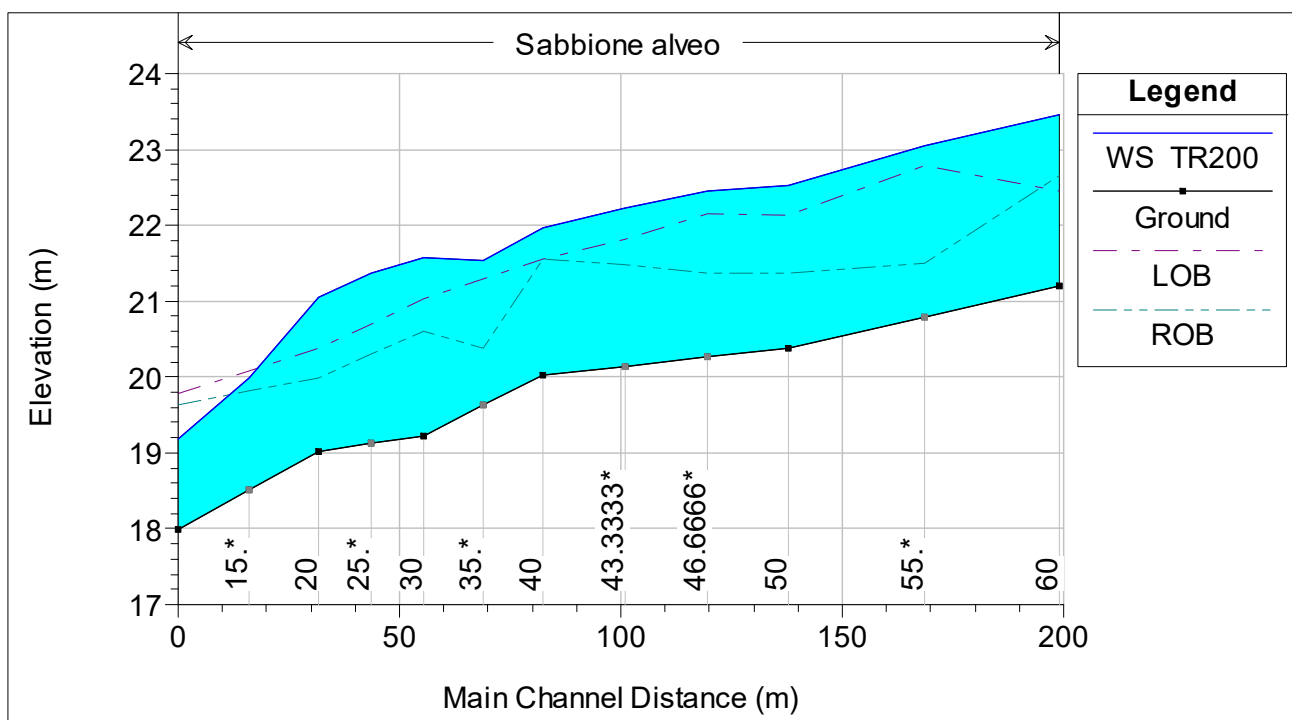


Fig.5.3/B: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale (RS60: monte / RS10: valle)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 30 di 75	Rev. 1

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 generale di Output

River Station	Q Total (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)	Hydr Depth C (m)	Shear Chnl (N/m2)	Froude Chl
60	49.7	21.2	23.46	23.62	24.17	0.015028	4.15	16.51	19.31	1.45	190.14	1.1
55.*	49.7	20.79	23.06	23.16	23.7	0.014393	3.83	16.05	18.29	1.26	166.39	1.09
50	49.7	20.38	22.53	22.66	23.24	0.01523	4.24	16.08	16.28	1.52	196.76	1.1
46.6666*	49.7	20.26	22.44	22.42	22.94	0.011626	3.49	18.41	18.95	1.32	137.39	0.97
43.3333*	49.7	20.14	22.23	22.23	22.72	0.012031	3.5	18.78	20.45	1.27	139.21	0.99
40	49.7	20.02	21.97	22.01	22.48	0.013858	3.54	18.26	20.95	1.15	146.89	1.05
35.*	49.7	19.62	21.53	21.74	22.25	0.017889	4.24	16.62	21.95	1.25	205.37	1.21
30	49.7	19.23	21.57	21.09	21.72	0.003101	2.11	34.47	29.63	1.69	46.47	0.52
25.*	49.7	19.12	21.38	21.13	21.66	0.004807	2.67	25.83	24.1	1.67	73.89	0.66
20	49.7	19.02	21.05	21.05	21.56	0.008667	3.38	18.8	20.05	1.49	121.7	0.88
15.*	49.7	18.51	19.98	20.39	21.24	0.034846	4.99	10.23	16.01	0.94	209.06	1.64
10	49.7	17.99	19.18	19.69	20.61	0.043644	5.3	9.38	10.66	0.88	237.8	1.8

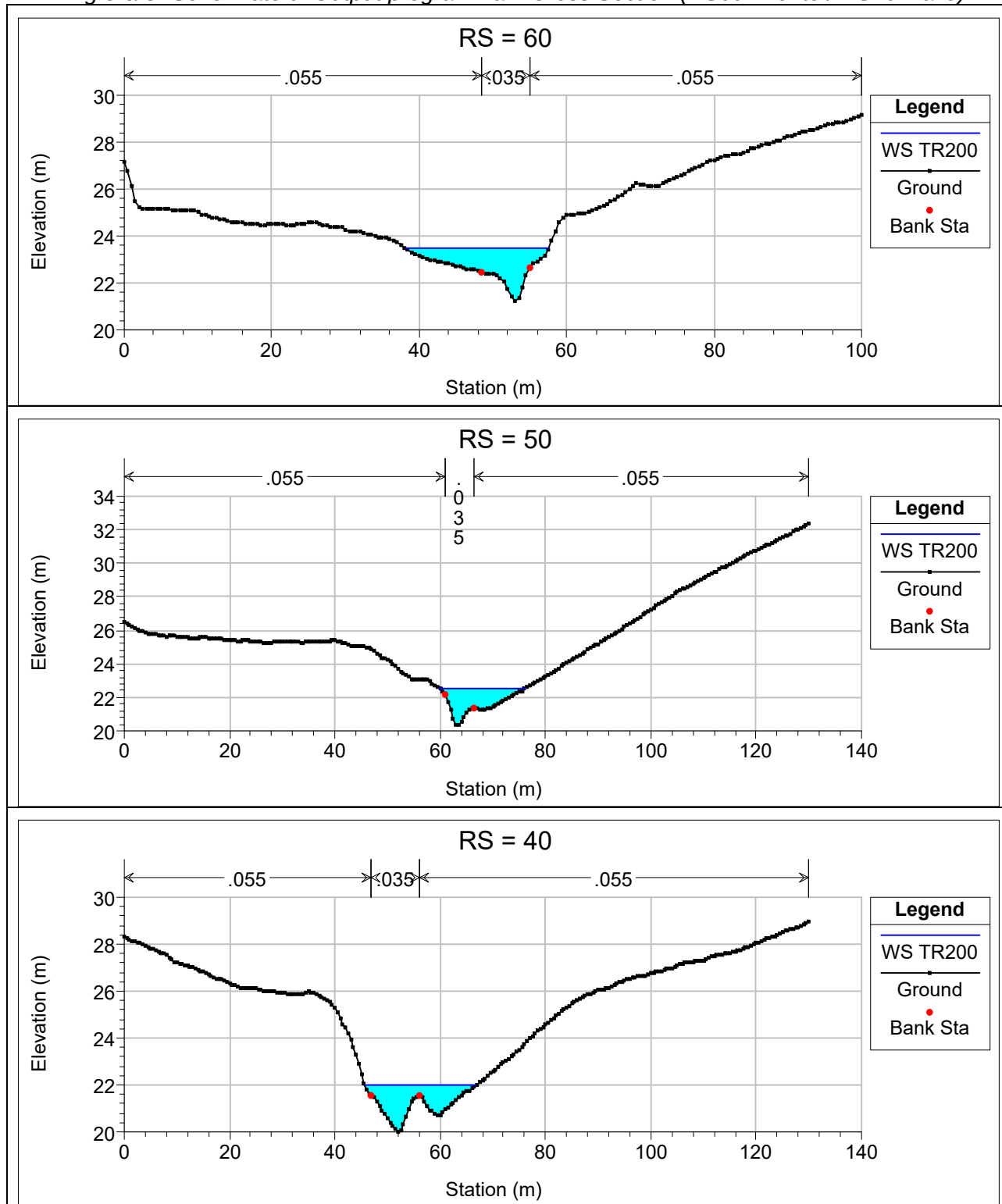
Nella tabella di “output”, i parametri riportati assumono i significati qui di seguito specificati.

River Station:	Numero identificativo della sezione;
Q Total:	Portata complessiva defluente nell'intera sez. trasversale;
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 linea 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 dell'alveo;
Flow Area:	Area della sezione liquida effettiva;
Top Width:	Larghezza superficiale della sezione liquida;
Hydr Depth C:	Altezza liquida media nel canale principale dell'alveo;
Shear Chnl:	Tensione di attrito nel canale principale dell'alveo
Froude Chnl:	Numero di Froude nel canale principale dell'alveo;

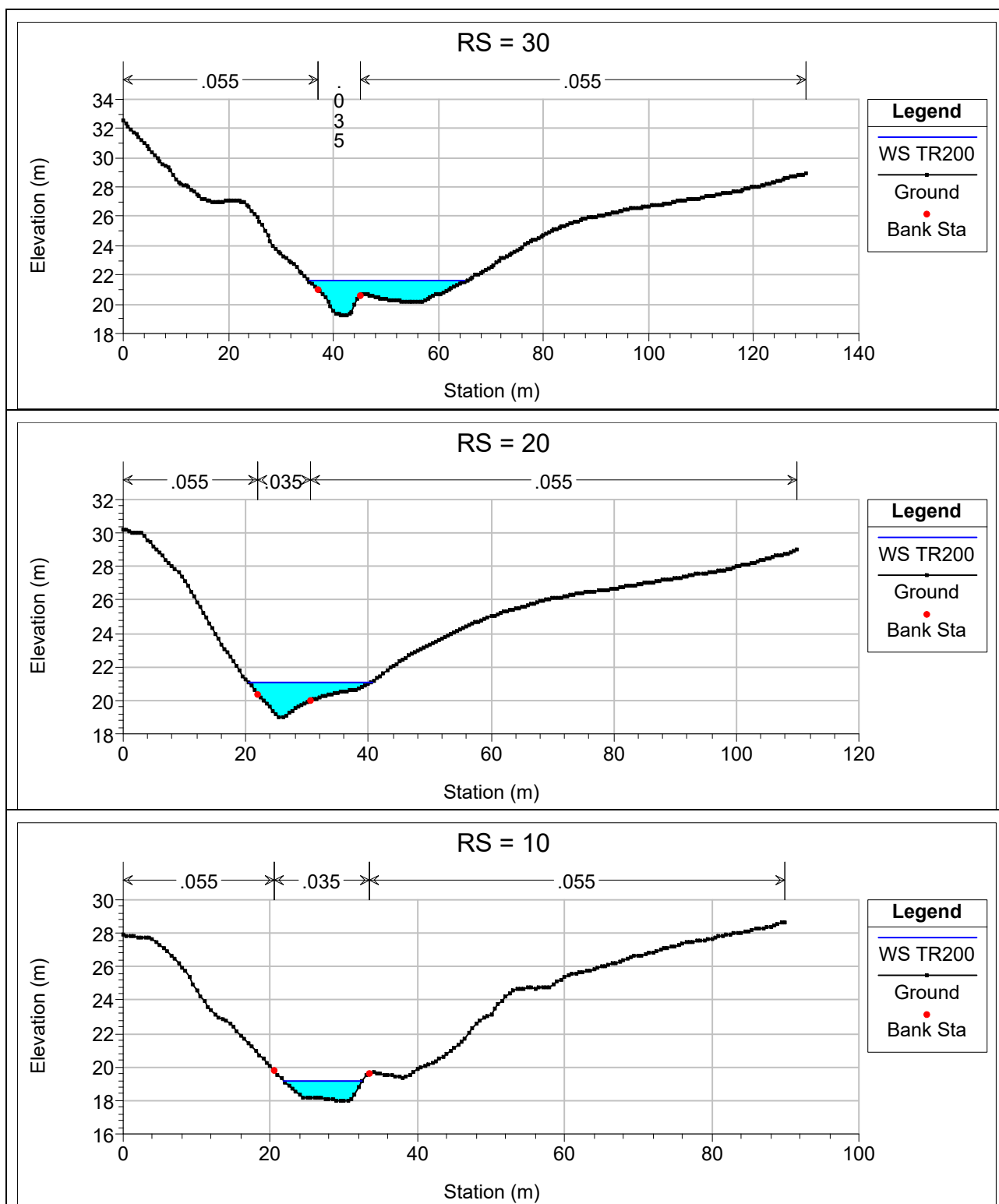
Inoltre nella figura seguente si riportano le schermate di output delle varie sezioni principali di calcolo (Cross Section) considerate nell'elaborazione di calcolo.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 31 di 75	Rev. 1

Fig.5.3/C: Schermate di Output programma – Cross Section (RS60: monte / RS10: valle)



	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 32 di 75	Rev. 1



	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 33 di 75	Rev. 1

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, si rileva che nel tronco idraulico considerato, la sezione d'alveo essendo di dimensioni alquanto ridotte non risulta in grado di contenere la portata di progetto (portata duecentennale), con aree di esondazioni che si sviluppano soprattutto nel lato destro idrografico. Tuttavia si rileva che le esondazione ricadono in aree localizzate in prossimità dell'alveo stesso in quanto confinate dai versanti laterali (che sono caratterizzati acclività significative). Le velocità di deflusso della corrente risultano generalmente variabili nell'ordine dei 3÷5 m/s, mantenendosi in generale in condizione di corrente lenta ($FR < 1$) ad eccezione del tratto terminale dove la corrente diviene veloce ($FR > 1$).

Per le valutazione dei fenomeni erosivi e delle capacità di trasporto solido della corrente in considerazione della piena di progetto, si rimanda a quanto riportato nel capitolo seguente.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 34 di 75	Rev. 1

6 VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO

6.1 Generalità

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

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

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

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 35 di 75	Rev. 1

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.

In questi casi, e quando le dimensioni granulometriche del materiale di fondo sono inferiori a 5 centimetri, i valori raggiungibili dalle suddette erosioni sono generalmente indipendenti dalla granulometria; per dimensioni dei grani maggiori di 5 centimetri, invece, all'aumentare della pezzatura diminuisce la profondità dell'erosione³. Occorre quindi poter stimare quale sia il diametro limite dei clasti trasportabili dalla piena e quindi valutare gli eventuali approfondimenti. Per i casi di posa di condotte in sub-alveo con eventuale rivestimento, da effettuare in corsi d'acqua a regime torrentizio, è inoltre necessario adeguare le analisi alle condizioni concrete di esecuzione. Fra i modelli più noti atti a determinare il valore dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota media iniziale del fondo dovuto alle piene (Schoklitsh, Eggemberger, Adami, ecc.), la formula di Schoklitsh⁴ è quella che presenta minori difficoltà nella determinazione dei parametri caratteristici.

Per determinare un valore medio rappresentativo dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota media 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 media 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;
- **q** = Q_{Max}/L è la portata specifica per unità di larghezza L della corrente in alveo;
- **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 del dislivello locale del fondo alveo, in corrispondenza della massima incisione, relativo ad una lunghezza (in asse alveo) pari all'altezza idrica di piena ivi determinata.

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.

³ Adami A., Fenomeni localizzati ed erosioni negli alvei, Atti "Moderne vedute sulla meccanica dei fenomeni fluviali"; C.N.R., P.F. Conservazione del suolo; 1979.

⁴ Schoklitsh A., "Stauration verlandung und kolkbewehr", Springer ed., Vienna, 1935.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 36 di 75	Rev. 1

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

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

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 studiate⁵ da Yalin (1964), Nordin (1965) ed Altri, che hanno proposto di assegnare a tali escavazioni un valore cautelativo pari ad una percentuale dell'altezza idrometrica di piena ivi determinata. In particolare, nel caso di regime di corrente lenta, venne concluso che, per granulometrie comprese nel campo delle sabbie, la profondità del fenomeno risulta comunque inferiore a 1/6 o al massimo 1/3 dell'altezza idrica. Una generalizzazione prudentiale, proposta in Italia⁶, 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 di piena (**ho**), ovvero

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

Diametro limite dei clasti trasportabili

In merito al problema della determinazione del diametro limite dei clasti trasportabili dalla piena, si ricorre alla formula di Shields, che, per i casi di regime turbolento ($Re^* > 1000$), diviene

$$\delta = \frac{\tau_0}{[0.06 \cdot (\gamma_s - \gamma_w)]}$$

dove

- δ è il diametro delle particelle;
- τ_0 è la tensione tangenziale in alveo;
- γ_s è il peso specifico delle particelle (considerato 24 kN/m³);
- γ_w è il peso specifico dell'acqua, considerata, per semplicità, limpida.

⁵ Si veda la sintesi di questi lavori in Graf W.H., "Hydraulics of sediment transport"; McGraw-Hill, U.S.A.; 1971.

⁶ Zanovello A., Sulle variazioni di fondo degli alvei durante le piene; L'Energia elettrica, XXXIV, n. 8; 1959.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 37 di 75	Rev. 1

6.3 Stima dei massimi approfondimenti attesi

Le valutazioni dei fenomeni erosivi e di trasporto solido sono state eseguite in riferimento alla portata di massima piena duecentennale (TR=200 anni), i cui parametri di deflusso nelle sezioni di studio sono evidenziati nel capitolo precedente.

A tal proposito qui di seguito si riportano rispettivamente i valori delle erosioni di fondo alveo e dei diametri limiti dei clasti trasportabili dalla corrente, nelle varie sezioni di studio considerate nello studio idraulico.

Nello specifico nella seguente tabella vengono riportati i valori delle erosioni in alveo. In particolare i valori riportati in nero sono stati estrapolati e/o calcolati in funzione dei parametri caratteristici del deflusso, di cui alla Tab.5.3/A del capitolo precedente; mentre i valori riportati in blu sono stati valutati in considerazione degli algoritmi descritti nel paragrafo precedente.

Tab. 6.3/A: Erosioni di fondo nell'alveo principale

River Station	Q Total (m ³ /s)	Vel Chnl (m/s)	Top Width (m)	Hydr Depth C (m)	Portata specifica (m ³ /s m)	Carico totale (m)	Approfond. Localizzati (m)	Arature di fondo (m)
60	49.7	4.15	19.31	1.45	2.57	2.33	1.02	0.73
55.*	49.7	3.83	18.29	1.26	2.72	2.01	0.97	0.63
50	49.7	4.24	16.28	1.52	3.05	2.44	1.09	0.76
46.6666*	49.7	3.49	18.95	1.32	2.62	1.94	0.95	0.66
43.3333*	49.7	3.5	20.45	1.27	2.43	1.89	0.92	0.64
40	49.7	3.54	20.95	1.15	2.37	1.79	0.90	0.58
35.*	49.7	4.24	21.95	1.25	2.26	2.17	0.96	0.63
30	49.7	2.11	29.63	1.69	1.68	1.92	0.84	0.85
25.*	49.7	2.67	24.1	1.67	2.06	2.03	0.91	0.84
20	49.7	3.38	20.05	1.49	2.48	2.07	0.96	0.75
15.*	49.7	4.99	16.01	0.94	3.10	2.21	1.05	0.47
10	49.7	5.3	10.66	0.88	4.66	2.31	1.20	0.44

Nella seguente tabella vengono riportati i valori stimati per il diametro limite dei clasti trasportabili dalla corrente. In particolare in color nero sono riportati le River Station e le Shear Channel (tensioni tangenziali in alveo), di cui alla Tab.5.3/A del capitolo precedente; mentre i valori riportati in blu sono stati valutati in considerazione degli algoritmi descritti nel paragrafo precedente.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 38 di 75 Rev. 1

Tab.6.3/B: Diametro limite dei clasti trasportati

River Station	Shear Chan (N/m2)	Diametro limite clasti trasportati (m)
60	190.14	0.22
55.*	166.39	0.20
50	196.76	0.23
46.6666*	137.39	0.16
43.3333*	139.21	0.16
40	146.89	0.17
35.*	205.37	0.24
30	46.47	0.05
25.*	73.89	0.09
20	121.7	0.14
15.*	209.06	0.25
10	237.8	0.28

6.4 Considerazione sui risultati conseguiti

Sulla base delle valutazioni di cui al paragrafo precedente si evince che, relativamente al tronco d'alveo analizzato (nel quale ricade l'attraversamento da parte del metanodotto in progetto), le massime erosioni attese al fondo si attestano intorno al valore di **1.2 m**.

La corrente, nel tratto in esame ed in concomitanza dell'evento di piena di progetto, inoltre risulta potenzialmente in grado di movimentare clasti del diametro di dimensioni significative (oltre 0.25 m).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 39 di 75	Rev. 1

7 METANODOTTO PRINCIPALE (DN650) - METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

7.1 Premessa

In precedenza è stato già evidenziato che l'attraversamento da parte del metanodotto in progetto "Ravenna - Chieti" DN650 ricade in corrispondenza di un tratto in cui il corso d'acqua risulta tombinato (mediante una tubazione di tipo armco) per il sottopassaggio della strada provinciale S.P. n.28.

In tal senso, al fine di non interrompere l'integrale fruibilità della strada provinciale, l'attraversamento sede stradale da parte del metanodotto verrà eseguito in trivellazione, mediante l'adozione della tecnica dello "spingitubo". Conseguentemente anche il tombino del fosso Sabbione verrà sub-attraversato dal metanodotto in trivellazione.

A tal proposito, qui di seguito si riporta una descrizione della tecnica operativa prevista.

7.2 Metodologia operativa: Trivellazione con Spingitubo

Tale metodologia costruttiva in trivellazione consente di sub-attraversare infrastrutture stradali, ferroviarie e/o corsi d'acqua di media/piccola grandezza, evitando dunque di procedere mediante la posa della condotta mediante scavi a cielo aperto.

Le fasi operative prevedono la messa in opera del tubo di protezione, verniciato sia internamente che esternamente e rivestito con polietilene applicato a caldo in stabilimento dello spessore di 3 mm, mediante le seguenti operazioni:

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

Contemporaneamente all'infissione del tubo di protezione, si procede alla preparazione fuori opera del cosiddetto "sigaro" costituito dal tubo (o tubi) di linea a spessore maggiorato con applicati speciali collari distanziatori in PEAD (polietilene alta densità), che serviranno sia per facilitare le operazioni di inserimento che a garantire nel tempo un adeguato isolamento elettrico della condotta.

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

Una volta completate le operazioni di inserimento, le estremità del tubo di protezione saranno sigillate mediante l'applicazione di fasce termorestringenti.

Ad una o ad ambedue le estremità, a seconda della lunghezza dell'attraversamento e del tipo di servizio da attraversare, al tubo di protezione è collegato uno sfiato realizzato con tubo di acciaio DN 80 (3") spessore 2,90 mm completo di una presa fuga gas e di un apparecchio tagliafiamma.

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

In corrispondenza degli sfiati sono posizionati piantane alle cui estremità sono

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 40 di 75	Rev. 1

sistematiche delle cassette con punti di misura della protezione catodica.

7.3 Prescrizioni sulla geometria della condotta e ripristini

Le configurazioni di attraversamento in subalveo, allo stato attuale, sono state già progettualmente definite esclusivamente relativamente agli attraversamenti dei corsi d'acqua principali.

Nel caso in esame si sta analizzando un attraversamento relativo ad un corso d'acqua minore, e pertanto, per quanto detto, non è stato ancora definito il profilo di subalveo della condotta.

A tal proposito nel presente elaborato si stabiliscono i requisiti minimi da dover rispettare nella fase di progetto dell'attraversamento specifico.

Copertura di progetto

Relativamente al profilo di posa della condotta in progetto in subalveo dell'attraversamento in esame, in considerazione del fatto che si intercetta un corso d'acqua in un tratto tombinato, si prescrive che la giacitura superiore della trivellazione per la posa della condotta dovrà avere una profondità minima nei confronti della quota d'imposta del tombino non inferiore a 0.5 m.

Interventi di ripristino

Non è prevista la realizzazione di alcuna opera di ripristino in quanto, effettuando tutte le fasi lavorative dall'esterno dell'alveo (in trivellazione), non si prevedono interferenze dei lavori con l'assetto idraulico del corso d'acqua. Le postazioni di spinta e di recupero verranno rinterrate con il materiale di scavo precedentemente accantonato, le aree saranno riprofilate e sarà ripristinato lo strato superficiale di terreno secondo la configurazione morfologica originaria.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 41 di 75 Rev. 1

8 METANODOTTO ALLACCIAMENTO (DN100) - METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

8.1 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 conseguite, sono state definite le scelte progettuali inerenti ai punti qui di seguito elencati:

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

8.2 Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto

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

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". Ciò in quanto, in corrispondenza dell'attraversamento in esame, la configurazione d'alveo presenta dimensioni modeste, le portate defluenti risultano in generale moderate e pertanto si individuano condizioni favorevoli per il corretto sviluppo dei lavori senza particolari criticità.

Infatti, in attraversamenti, come quello in esame, che non necessitano dell'applicazione di differenti metodologie (per presenza di infrastrutture prossime alle sponde quali argini, strade, ferrovie e sottoservizi significativi), 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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 42 di 75	Rev. 1

articolata con uno dei seguenti modi:

- lavori in continuità con quelli di linea; tale procedura riguarda l'attraversamento di corsi d'acqua "poco importanti" (in relazione all'aspetto idraulico, alla morfologia dei terreni e a rischi di tipo operativo) o caratterizzati da periodi di "secca" o di magra, anche se di breve durata; in tali condizioni i lavori di scavo, posa e rinterro della condotta vengono effettuati in continuità con quelli lungo la linea; in genere si tratta di torrenti, o canali, caratterizzati da modesti valori di portata, che pertanto non necessitano di una specifica struttura atta a consentirne il minimo deflusso, che può essere garantito mediante dispositivi ordinari;
- lavori per "fasi chiuse"; tale procedura prevede che si completi ogni fase prima dell'inizio della successiva; eseguendo in progressione scavo, posa della condotta e rinterri; questa sequenza viene adottata ogni qualvolta è necessario garantire lo smaltimento di un'eventuale portata non trascurabile, che dovesse manifestarsi durante la costruzione.

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

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

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

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 43 di 75	Rev. 1

8.3 Prescrizioni sulla geometria della condotta e ripristini

Le configurazioni di attraversamento in subalveo, allo stato attuale, sono state già progettualmente definite esclusivamente relativamente agli attraversamenti dei corsi d'acqua principali.

Nel caso in esame si sta analizzando un attraversamento relativo ad un corso d'acqua minore, e pertanto, per quanto detto, non è stato ancora definito il profilo di subalveo della condotta.

A tal proposito nel presente elaborato si stabiliscono i requisiti minimi da dover rispettare nella fase di progetto dell'attraversamento specifico.

Copertura di progetto

Relativamente al profilo di posa della condotta in progetto in subalveo dell'attraversamento in esame, in considerazione dei risultati delle stime dei fenomeni erosivi precedentemente riportati e delle condizioni peculiari rilevate nel contesto d'intervento, si prescrive che la copertura minima in alveo dovrà essere non inferiore a 2.0 m (riferita alla profondità della generatrice superiore del tubo nei confronti della quota minima di fondo alveo).

Interventi di ripristino

La definizione delle caratteristiche dimensionali delle opere di ripristino verrà eseguita mediante appositi elaborati grafici di progetto, nella fase di completamento della progettazione di dettaglio dell'intervento complessivo.

Le opere previste assicureranno dunque il ripristino della configurazione morfologica d'alveo preesistente ed un'efficace funzione di stabilizzazione locale dell'alveo stesso. Le opere presentano inoltre caratteristiche tipologiche ottimali al fine di inserirsi nel contesto naturale esistente.

Quindi 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.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 44 di 75	Rev. 1

9 VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA

9.1 Premessa

Il Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni (PSDA) per il territorio ricompreso nei 14 Bacini Idrografici abruzzesi di rilievo regionale con esclusione del Bacino Interregionale del Fiume Sangro, è stato adottato con DGR 1050 del 5 Novembre 2007 ed approvato con DCR del 29 Gennaio 2008, Verbale N° 94/5.

Per quanto riguarda il territorio abruzzese ricompreso nel Bacino Idrografico Interregionale del Fiume Sangro, il PSDA è stato adottato con DGR N° 237 del 31 Marzo 2008 ed approvato con DCR n.101/5 del 29 Aprile 2008.

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

Con l'entrata in vigore del DM 25/10/2016 gli aggiornamenti dei Piani di bacino vengono gestiti dalle Autorità di Bacino Distrettuale. Nello specifico l'Autorità di bacino distrettuale di riferimento risulta essere Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale.

9.2 PSDA - Analisi disposizioni per le aree di pericolosità idraulica

Il PSDA, individua e perimetra le aree di pericolosità idraulica attraverso la determinazione dei livelli corrispondenti a condizioni di massima piena valutati con i metodi scientifici dell'idraulica.

In tali aree il Piano ha la finalità di evitare l'incremento dei livelli di pericolo e rischio idraulico, impedire interventi pregiudizievoli per il futuro assetto idraulico del territorio, salvaguardare e disciplinare le attività antropiche, assicurare il necessario coordinamento con il quadro normativo e con gli strumenti di pianificazione e programmazione in vigore.

Il PSDA individua n.4 livelli di pericolosità idraulica, ossia:

- pericolosità idraulica molto elevata (P4);
- pericolosità idraulica elevata (P3);
- pericolosità idraulica media (P2);
- pericolosità idraulica moderata (P1);

Inoltre, il PSDA perimetra le aree a rischio idraulico all'interno delle aree di pericolosità idraulica, esclusivamente allo scopo di individuare ambiti ed ordini di priorità degli interventi di mitigazione del rischio, nonché allo scopo di segnalare aree di interesse per i piani di protezione civile. Tali aree sono classificate come di rischio molto elevato (R4), elevato (R3), medio (R2) e moderato (R1).

Norme Generali

Secondo l'Art. 7 delle NdA (Norme di Attuazione del Piano), tutti i nuovi interventi, opere ed attività ammissibili nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata, elevata e media sono realizzati o iniziati subordinatamente alla presentazione dello studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 8, se richiesto dalle NdA, in applicazione delle linee guida e dei criteri indicati nell'Allegato D.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 45 di 75	Rev. 1

Nelle aree di pericolosità idraulica sono consentiti esclusivamente gli interventi individuati dalle disposizioni degli articoli da 17 a 23, con inammissibilità di tutti gli altri, nel rispetto delle condizioni stabilite dallo studio di compatibilità idraulica ove richiesto.

Allo scopo di impedire l'aumento delle situazioni di pericolosità nelle aree di pericolosità idraulica perimetrate dal PSDA tutti i nuovi interventi, opere, attività previsti dallo stesso PSDA ovvero assentiti dopo la sua approvazione devono essere comunque tali da:

- non compromettere la riduzione delle cause di pericolosità, né la sistemazione idraulica a regime;
- conservare o mantenere le condizioni di funzionalità dei corsi d'acqua, facilitare il normale deflusso delle acque ed il deflusso delle piene;
- non aumentare il rischio idraulico;
- non ridurre significativamente le capacità di laminazione o invasamento nelle aree interessate;
- favorire quando possibile la formazione di nuove aree inondabili e di nuove aree permeabili;
- salvaguardare la naturalità e la biodiversità degli alvei.

Gli interventi elencati adottano normalmente le tecniche di realizzazione a basso impatto ambientale.

Interventi consentiti nelle Aree di Pericolosità Idraulica Molto Elevata (P4)

L'Art. 19 delle NdA indica come, fermo restando quanto stabilito negli articoli 7, 8, 9 e 10, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata in materia di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico sono consentiti esclusivamente:

- la manutenzione ordinaria e straordinaria di infrastrutture a rete o puntuali;
- la ricostruzione di infrastrutture a rete danneggiate o distrutte da calamità idrogeologiche, fatti salvi i divieti di ricostruzione stabiliti dall'articolo 3-ter del decreto legge n. 279/2000 convertito con modificazioni dalla legge n. 365/2000;
- le nuove infrastrutture a rete previste dagli strumenti di pianificazione territoriale, che siano dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili;
- l'ampliamento e la ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali, destinate a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili e prive di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili;
- i nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse;
- i nuovi attraversamenti di sottoservizi a rete;
- gli interventi di allacciamento a reti principali;
- i nuovi interventi di edilizia cimiteriale purché realizzati all'interno degli impianti cimiteriali esistenti;
- le attrezzature per il tempo libero, per la fruizione pubblica, occasionale e temporanea dell'ambiente e per le attività sportive ivi compreso i percorsi ciclabili e pedonali, laghetti di pesca sportiva fermo restando quanto disposto dall'art. 13 comma 1, previa installazione di sistemi di preallarme e compatibilmente con i piani di protezione civile.

Inoltre gli interventi consentiti dal presente articolo:

- devono essere conformi ai piani di protezione civile;
- non possono incrementare in modo significativo le aree impermeabili esistenti se non stabilendo idonee misure compensative;

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 46 di 75	Rev. 1

- non possono aumentare il carico urbanistico esistente nell'area interessata;
- sono basati su progetti che dimostrano l'esistenza della sicurezza idraulica o prevedono misure di messa in sicurezza da realizzare preventivamente o contestualmente all'intervento e misure compensative di miglioramento del regime idraulico e riqualificazione fluviale.

Interventi consentiti nelle Aree di Pericolosità Idraulica Elevata (P3), Media (P2) e Moderata (P1)

Fermo restando quanto stabilito negli articoli 7, 8, 9 e 10 delle NdA, nelle aree di pericolosità idraulica elevata sono consentiti, tra gli altri (Art. 20 delle NdA), gli interventi, le opere e le attività ammessi nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata. Lo studio di compatibilità idraulica viene sempre richiesto in tali casi.

Fermo restando quanto stabilito negli articoli 7, 8, 9 e 10, nelle aree di pericolosità idraulica media sono consentiti tra gli altri (Art. 21 delle NdA), gli interventi, le opere e le attività consentiti nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata ed elevata, alle medesime condizioni rispettivamente stabilite, nonché la realizzazione e l'ampliamento di opere ed infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico.

Tali interventi:

- devono essere conformi ai piani di protezione civile;
- richiedono lo studio di compatibilità idraulica.

Nelle aree di pericolosità idraulica moderata è demandato agli strumenti urbanistici ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio, le nuove costruzioni, gli interventi sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione d'uso, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, conformemente alle prescrizioni generali degli articoli 7, 8, 9 e 10 e a condizione di impiegare tipologie e tecniche costruttive idonee alla riduzione della pericolosità e dei danni potenziali (Art. 22 delle NdA).

9.3 Interferenze negli ambiti specifici di attraversamento

Per il fosso Sabbione, l'ex "Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro" (nell'ambito del *Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni - PSDA*) ha individuato e perimetrato le aree di pericolosità idraulica lungo lo sviluppo del tratto terminale dell'asta fluviale.

Conseguentemente in corrispondenza degli ambiti di attraversamento si individuano delle interferenze tra i metanodotti in progetto con le aree di pericolosità idraulica individuate nel PSDA.

In tal senso nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico dell'ambito in esame (in scala 1:10.000), dal quale si possono individuare le effettive interferenze tra i metanodotti in progetto censite nel PSDA.

In figura, il tracciato del metanodotto principale DN650 è riportato tramite una linea in rosso; quello relativo all'Allacciamento in progetto DN100 è indicato mediante una linea in magenta; infine i 2 ambiti di attraversamento del corso d'acqua sono evidenziati mediante dei cerchi in colore blu.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 47 di 75	Rev. 1

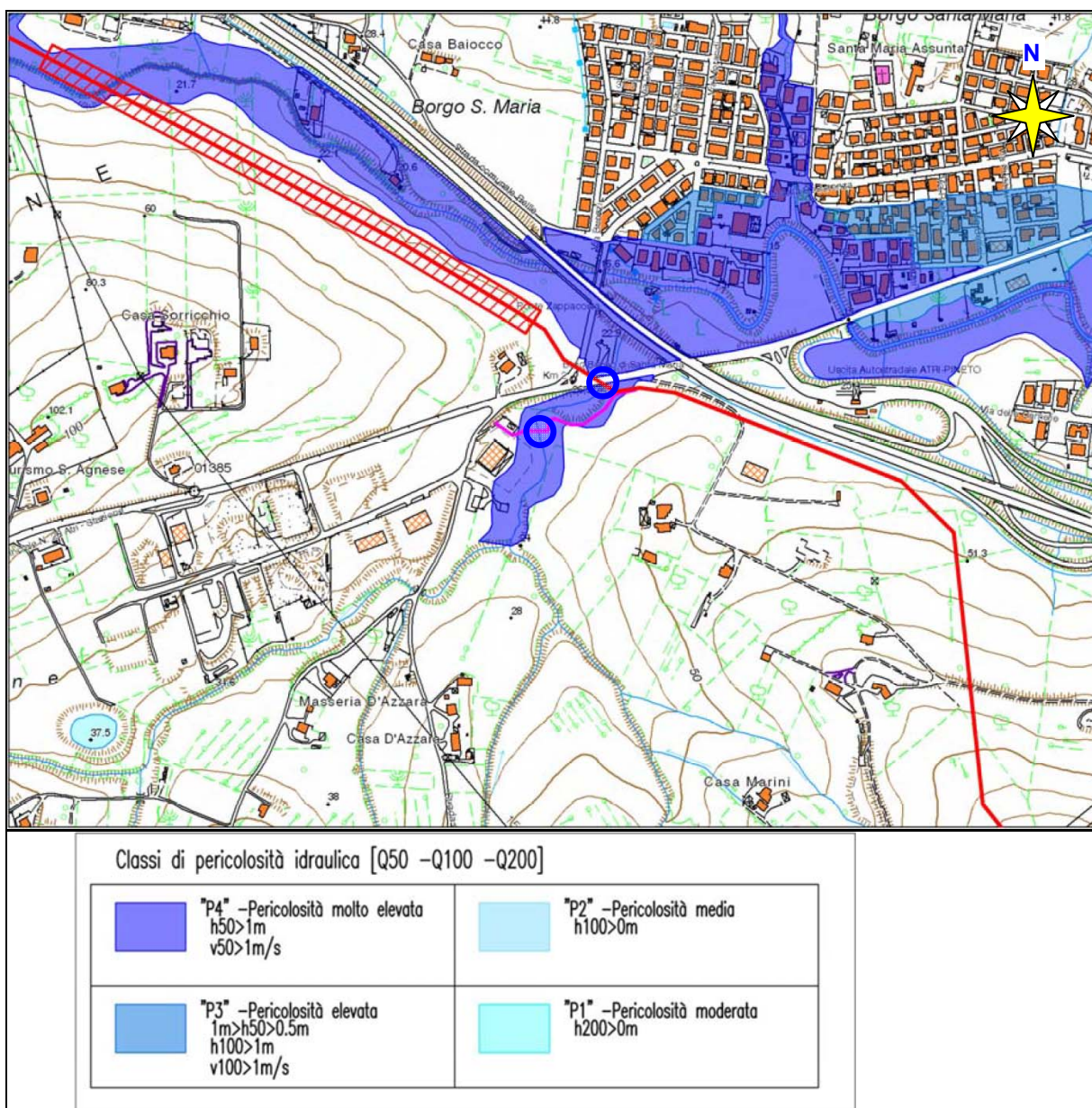


Fig.9.3/A: Interferenze tra metanodotto in progetto con le aree di "Pericolosità Idraulica"

Dall'analisi della figura precedente si rileva che il metanodotto principale in progetto (DN650) interseca l'alveo del corso d'acqua in un tratto in cui il corso d'acqua risulta tombinato, per sottopassaggio della strada provinciale n.28 (situazione peraltro evidenziata più volte nei capitoli precedenti). In questo ambito il tombino del corso d'acqua verrà sub-attraversato in trivellazione, con la tecnica dello spingitubo.

Dalla stessa figura si rileva che il tracciato dell'allacciamento in progetto (DN100), per gran parte del proprio sviluppo (ossia per circa 200m), percorre ambiti censiti dal PSDA a pericolosità idraulica molto elevata (P4), intersecando anche l'alveo del corso d'acqua.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 48 di 75	Rev. 1

9.4 Analisi dei criteri di compatibilità idraulica

Considerazioni di carattere generale

I metanodotti in progetto rappresentano delle infrastrutture lineari di interesse pubblico. In tal senso, in riferimento alle Norme di Attuazione del Piano (art.19, comma 1 lettera c), risulta tra le tipologie di opere per le quali è consentito l'interferenza con aree classificate di pericolosità idraulica molto elevata (o inferiore).

A tal proposito si pone in evidenza che la tipologia di opera rispetta tutte le condizioni indicate nel già citato art.19 delle Norme di Piano.

L'interferenza specifica del tracciato principale con le aree di pericolosità idraulica del corso d'acqua è stata determinata da considerazioni a più ampia scala che riguardano l'intera direttrice di tracciato dell'opera, per la quale sono state attentamente valutate varie alternative di progetto. Per quanto riguarda l'Allacciamento non è risultato possibile evitare l'interessamento di aree di pericolosità idraulica di pertinenza del corso d'acqua in esame, in quanto il punto di partenza del metanodotto Allacciamento è posizionato nel lato in destra idrografica del fosso, mentre il punto di consegna terminale è posizionato nel lato in sinistra idrografica.

Inoltre 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.

La costruzione dell'infrastruttura lineare inoltre non determina alcuna forma di trasformazione del territorio. Per di più 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 dell'ambito fluviale interessato dall'interferenza.

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

Considerazioni specifiche

In precedenza è stato evidenziato che l'attraversamento da parte del metanodotto principale (DN650) del corso d'acqua avviene in trivellazione, in un tratto in cui il corso d'acqua risulta tombinato per il sottopassaggio della strada provinciale n.28. Dunque, in pratica, nello specifico non si verificano delle effettive interferenze tra la linea in progetto e la dinamica fluviale del corso d'acqua.

Differente è invece il discorso relativamente all'attraversamento dell'alveo del corso d'acqua da parte del metanodotto allacciamento (DN100), per il quale è prevista la posa della condotta mediante scavi a cielo aperto. A tal proposito, entrando più in dettaglio in merito agli aspetti connessi alla specifica interferenza idraulica in corrispondenza dell'alveo del corso d'acqua, 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 (previste con tecniche di ingegneria

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo LA-E- 83141		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 49 di 75	Rev. 1

naturalistica) 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 pipeline 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 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.

Infine, relativamente ai tratti dei metanodotti ricadenti esternamente agli ambiti di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua, ma comunque collocati all'interno delle fasce fluviali (aree potenzialmente inondabili e quindi di pericolosità idraulica), si evidenzia quanto segue.

Queste interferenze riguardano porzioni di territorio che rappresentano delle aree di laminazione e/o di invaso del corso d'acqua in occasione di piene eccezionali ed in

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 50 di 75	Rev. 1

quanto tali, risultano degli ambiti di assoluta sicurezza per la condotta nei confronti dei processi di dinamica fluviale.

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

In detti ambiti 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 ed i cartelli indicatori 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.

Pertanto, alla luce di quanto sopra affermato, si ritiene che le specificità dell'opera (infrastrutture interrate) e le scelte progettuali inerenti alle metodologie costruttive ed alla configurazione geometrica dei metanodotti nell'ambito in esame, non determinino alcun incremento dei livelli di pericolosità idraulica e che siano congruenti con i requisiti, le prescrizioni e le finalità stabilite nelle Norme di Attuazione del Piano e pertanto conformi con le relative disposizioni contenute.

In conclusione si ritiene quindi che l'opera in progetto risulti COMPATIBILE con il contesto idraulico dell'ambito in esame.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 51 di 75	Rev. 1

10 CONCLUSIONI

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto denominato *"Rifacimento metanodotto Ravenna – Chieti"* intende realizzare il nuovo tratto *"San Benedetto del Tronto - Chieti, DN 650 (26") - DP 75 bar"*, in sostituzione del tratto di metanodotto attualmente in esercizio, che si sviluppa nell'ambito dei territori delle Marche e dell'Abruzzo.

In aggiunta, nell'ambito del progetto generale, si prevede anche il rifacimento degli allacciamenti ai vari comuni che allo stato attuale sono alimentati dal metanodotto in fase di dismissione, tra cui in particolare anche il metanodotto denominato *"Rifacimento Allacciamento Comune di Pineto, 1ª presa ", DN100 (4")*.

La linea di progetto del metanodotto principale (DN650), nei pressi della frazione di "Borgo Santa Maria Immacolata" di Pineto (Te), interseca l'alveo del corso d'acqua denominato fosso Sabbione.

Nella medesima area, anche l'Allacciamento sopracitato (DN100) interseca l'alveo del corso d'acqua, poco a monte nei confronti dell'attraversamento da parte del metanodotto principale.

Con lo scopo di individuare le soluzioni tecnico-operative più idonee per gli attraversamenti 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 di valutazioni specifiche per il superamento in subalveo del corso d'acqua da parte del metanodotto principale (DN650) è stata prevista l'adozione di un sistema di attraversamento in trivellazione, mediante la tecnica dello "Spingitubo".

Nello specifico detta scelta operativa consentirà di sub-attraversare la strada provinciale n.28 e contestualmente anche il tratto tombinato del corso d'acqua che si sviluppa sotto la sede della strada provinciale stessa.

In questo caso risulta del tutto evidenza che non vi è alcuna forma di interferenza idraulica (anche durante la fase costruttiva) tra il metanodotto ed il corso d'acqua.

Invece per l'attraversamento dell'alveo da parte del metanodotto allacciamento (DN100) è stata prevista l'adozione della metodologia degli "scavi a cielo aperto", con posizionamento della condotta in progetto con coperture di sicurezza adeguatamente cautelative nei confronti dei potenziali processi erosivi.

In detto ambito sono state previste delle opere di protezione idraulica dell'alveo, con lo scopo di ripristinare la configurazione d'alveo esistente prima dell'inizio dei lavori e di garantire, inoltre, le adeguate condizioni di sicurezza della condotta per tutto il periodo di esercizio. Le opere di presidio non costituiscono elementi di interferenza con il regime idraulico naturale del corso d'acqua e non determinano delle variazioni significative all'assetto plano-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.

Nell'analisi delle interferenze tra le linee in progetto (metanodotto principale ed Allacciamento) con le aree di pericolosità idraulica censite dal PSDA (redatto dall'ex "Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro"), è stato evidenziato che gli interventi di progetto non introducono alterazioni al deflusso della corrente e/o riduzione della capacità di invaso e di laminazione del corso d'acqua e più in generale non determinano alcuna modifica significativa allo stato dei luoghi della regione fluviale e non implicano trasformazioni del territorio e/o cambiamenti circa l'uso del suolo.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 52 di 75	Rev. 1

Pertanto si dichiara:

- che l'opera complessiva in esame, ai sensi di quanto previsto nell'Art.19 delle Norme di Attuazione del PSDA, risulta tra le tipologie di opere per le quali è consentito l'interferenza con le aree classificate di pericolosità idraulica molto elevata (o inferiore);
- che le tipologie di intervento previste negli ambiti specifici di riferimento rispettano le finalità e le disposizioni stabilite nell'Art. 7 comma 3 delle NdA;
- le opere risultano nel contesto in esame "non delocalizzabili";
- che più in generale gli interventi in progetto nell'ambito in esame risultano congruenti le prescrizioni e finalità stabilite nelle Norme di Piano del PSDA.

In ragione di quanto sopra evidenziato, si ritiene che le scelte progettuali inerenti le specifiche interferenze in esame possano essere ritenute congruenti con le disposizioni delle Norme di Attuazione del Piano e che dunque l'opera in progetto risulti COMPATIBILE con il contesto idraulico relativo all'ambito in esame.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 53 di 75	Rev. 1

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 4.1.

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 addotte 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 (m^2);
- 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);

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 54 di 75 Rev. 1

- 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 ragguaglio 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 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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 55 di 75	Rev. 1

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 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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 56 di 75	Rev. 1

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.

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 57 di 75 Rev. 1

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 ragguglio 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		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 58 di 75	Rev. 1

APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO - REPORT PROGRAMMA HEC RAS

HEC-RAS Version 4.1.0 Jan 2010
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   X
XXXXXXX 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   XXXXX

```

PROJECT DATA

Project Title: Sabbione
Project File : Sabbione.prj

Project in SI units

PLAN DATA

Plan Title: Plan 01
Plan File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch(Abruzzo)\Sabbione.p01

Geometry Title: Affluente
Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch(Abruzzo)\Sabbione.g01

Flow Title : Affluente
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch(Abruzzo)\Sabbione.f01

Plan Summary Information:

Number of:	Cross Sections =	12	Multiple Openings =	0
	Culverts =	0	Inline Structures =	0
	Bridges =	0	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: Affluente
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch(Abruzzo)\Sabbione.f01

Flow Data (m3/s)

River	Reach	RS	TR200
Affluente	alveo	60	49.7
Sabbione	alveo	60	49.7

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 59 di 75 Rev. 1

Boundary Conditions

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
Sabbione	alveo	TR200	Normal S = 0.015	Normal S = 0.015

GEOMETRY DATA

Geometry Title: Affluente

Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch(Abruzzo)\Sabbione.g01

CROSS SECTION

RIVER: Sabbione

REACH: alveo RS: 60

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 201							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	27.15	.5	26.8	1	26.16	1.5	25.51	2	25.2
2.5	25.17	3	25.18	3.5	25.19	4	25.18	4.5	25.17
5	25.17	5.5	25.15	6	25.13	6.5	25.1	7	25.08
7.5	25.07	8	25.07	8.5	25.07	9	25.08	9.5	25.07
10	25	10.5	24.93	11	24.89	11.5	24.85	12	24.8
12.5	24.77	13	24.73	13.5	24.69	14	24.64	14.5	24.6
15	24.58	15.5	24.59	16	24.58	16.5	24.54	17	24.53
17.5	24.52	18	24.5	18.5	24.48	19	24.47	19.5	24.49
20	24.51	20.5	24.54	21	24.54	21.5	24.52	22	24.48
22.5	24.46	23	24.48	23.5	24.5	24	24.52	24.5	24.53
25	24.55	25.5	24.57	26	24.56	26.5	24.5	27	24.45
27.5	24.43	28	24.41	28.5	24.41	29	24.41	29.5	24.38
30	24.29	30.5	24.21	31	24.19	31.5	24.19	32	24.18
32.5	24.13	33	24.09	33.5	24.05	34	23.99	34.5	23.96
35	23.94	35.5	23.93	36	23.88	36.5	23.82	37	23.74
37.5	23.62	38	23.5	38.5	23.41	39	23.32	39.5	23.22
40	23.15	40.5	23.11	41	23.05	41.5	23	42	22.95
42.5	22.9	43	22.88	43.5	22.86	44	22.81	44.5	22.75
45	22.7	45.5	22.69	46	22.66	46.5	22.61	47	22.57
47.5	22.55	48	22.51	48.5	22.46	49	22.41	49.5	22.41
50	22.38	50.5	22.31	51	22.2	51.5	22.04	52	21.75
52.5	21.4	53	21.2	53.5	21.34	54	21.79	54.5	22.32
55	22.65	55.5	22.82	56	22.93	56.5	23.03	57	23.16
57.5	23.41	58	23.8	58.5	24.21	59	24.57	59.5	24.8
60	24.9	60.5	24.91	61	24.91	61.5	24.94	62	24.97
62.5	24.99	63	25.03	63.5	25.1	64	25.15	64.5	25.2
65	25.27	65.5	25.35	66	25.47	66.5	25.58	67	25.66
67.5	25.73	68	25.84	68.5	26.01	69	26.15	69.5	26.23
70	26.22	70.5	26.18	71	26.14	71.5	26.1	72	26.11
72.5	26.15	73	26.23	73.5	26.31	74	26.37	74.5	26.42
75	26.49	75.5	26.57	76	26.66	76.5	26.76	77	26.85
77.5	26.93	78	26.98	78.5	27.05	79	27.16	79.5	27.22
80	27.25	80.5	27.28	81	27.34	81.5	27.4	82	27.44
82.5	27.48	83	27.49	83.5	27.51	84	27.55	84.5	27.64
85	27.71	85.5	27.76	86	27.8	86.5	27.85	87	27.92
87.5	27.96	88	28	88.5	28.04	89	28.09	89.5	28.17
90	28.24	90.5	28.27	91	28.3	91.5	28.36	92	28.42
92.5	28.47	93	28.5	93.5	28.53	94	28.6	94.5	28.67
95	28.71	95.5	28.76	96	28.79	96.5	28.81	97	28.84
97.5	28.87	98	28.91	98.5	28.97	99	29.04	99.5	29.12
100	29.17								

Manning's n Values		num= 3			
Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	48.5	.035	55	.055

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
	48.5	55		30.63	30.63	.1	.3

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 60 di 75	Rev. 1

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	24.17	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.71	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	23.46	Reach Len. (m)	30.63	30.63	30.63
Crit W.S. (m)	23.62	Flow Area (m2)	5.95	9.41	1.15
E.G. Slope (m/m)	0.015028	Area (m2)	5.95	9.41	1.15
Q Total (m3/s)	49.70	Flow (m3/s)	9.19	39.05	1.46
Top Width (m)	19.31	Top Width (m)	10.25	6.50	2.56
Vel Total (m/s)	3.01	Avg. Vel. (m/s)	1.54	4.15	1.27
Max Chl Dpth (m)	2.26	Hydr. Depth (m)	0.58	1.45	0.45
Conv. Total (m3/s)	405.4	Conv. (m3/s)	74.9	318.6	11.9
Length Wtd. (m)	30.63	Wetted Per. (m)	10.31	7.29	2.70
Min Ch El (m)	21.20	Shear (N/m2)	85.01	190.14	63.05
Alpha	1.55	Stream Power (N/m s)	4787.79	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)	0.15	2.09	1.34
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)	0.44	1.60	1.85

CROSS SECTION

RIVER: Sabbione

REACH: alveo

RS: 55.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num=	450						
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	26.82	.463	26.631	.544	26.598	.925	26.34	1.088	26.231
1.388	26.025	1.631	25.856	1.851	25.772	2.175	25.652	2.314	25.636
2.719	25.59	2.776	25.586	3.239	25.555	3.263	25.553	3.702	25.524
3.807	25.519	4.164	25.497	4.351	25.491	4.627	25.482	4.894	25.474
5.09	25.47	5.438	25.459	5.553	25.453	5.982	25.436	6.015	25.434
6.478	25.416	6.526	25.412	6.941	25.379	7.07	25.374	7.404	25.364
7.613	25.365	7.866	25.368	8.157	25.368	8.329	25.37	8.701	25.37
8.792	25.37	9.245	25.355	9.717	25.349	9.789	25.351	10.18	25.351
10.332	25.348	10.643	25.325	10.876	25.305	11.105	25.285	11.42	25.248
11.568	25.235	11.964	25.203	12.031	25.198	12.493	25.176	12.508	25.175
12.956	25.164	13.052	25.164	13.419	25.17	13.595	25.167	13.882	25.159
14.139	25.15	14.344	25.142	14.683	25.119	14.807	25.109	15.227	25.076
15.27	25.073	15.732	25.056	15.771	25.056	16.195	25.057	16.314	25.054
16.658	25.053	16.858	25.046	17.121	25.033	17.402	25.018	17.583	25.003
17.946	24.982	18.046	24.979	18.49	24.975	18.509	24.975	18.971	24.961
19.034	24.959	19.434	24.943	19.577	24.938	19.897	24.929	20.121	24.925
20.36	24.923	20.665	24.923	20.822	24.928	21.209	24.939	21.285	24.941
21.748	24.945	22.211	24.943	22.296	24.944	22.673	24.94	22.84	24.94
23.136	24.935	23.384	24.927	23.599	24.917	23.928	24.894	24.061	24.888
24.472	24.867	24.524	24.866	24.987	24.869	25.015	24.869	25.45	24.868
25.559	24.872	25.912	24.886	26.103	24.898	26.375	24.913	26.647	24.918
26.838	24.924	27.191	24.93	27.3	24.932	27.735	24.94	27.763	24.94
28.226	24.93	28.278	24.93	28.689	24.907	28.822	24.901	29.151	24.89
29.366	24.88	29.614	24.875	29.91	24.87	30.077	24.867	30.454	24.852
30.539	24.85	30.997	24.845	31.465	24.845	31.541	24.847	31.928	24.844
32.085	24.845	32.39	24.83	32.629	24.818	32.853	24.809	33.173	24.788
33.316	24.787	33.716	24.776	33.779	24.775	34.241	24.765	34.26	24.765
34.704	24.751	34.804	24.747	35.167	24.718	35.348	24.712	35.629	24.705
35.892	24.712	36.092	24.718	36.436	24.72	36.555	24.718	36.979	24.695
37.018	24.694	37.48	24.666	37.523	24.662	37.943	24.627	38.067	24.617
38.406	24.592	38.611	24.581	38.868	24.558	39.155	24.523	39.331	24.5
39.698	24.46	39.794	24.448	40.242	24.405	40.257	24.403	40.719	24.352
40.786	24.344	41.182	24.296	41.33	24.28	41.645	24.254	41.874	24.233
42.107	24.211	42.418	24.168	42.57	24.146	42.961	24.08	43.033	24.07
43.496	24.001	43.958	23.938	44.049	23.924	44.421	23.859	44.593	23.824
44.884	23.767	45.137	23.719	45.346	23.68	45.68	23.636	45.809	23.619
46.224	23.564	46.272	23.559	46.735	23.496	46.768	23.491	47.197	23.427
47.312	23.409	47.66	23.344	47.856	23.305	48.123	23.25	48.399	23.187
48.586	23.146	48.943	23.076	49.048	23.059	49.487	23.012	49.511	23.009
49.974	22.942	50.031	22.933	50.436	22.866	50.575	22.854	50.899	22.828
51.119	22.818	51.362	22.811	51.662	22.811	51.825	22.809	52.206	22.803
52.287	22.801	52.75	22.785	53.173	22.753	53.361	22.723	53.596	22.695
53.972	22.633	54.019	22.624	54.442	22.553	54.583	22.535	54.865	22.489

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 61 di 75 Rev. 1

55.194	22.427	55.288	22.407	55.712	22.303	55.806	22.266	56.135	22.122
56.417	21.942	56.558	21.837	56.981	21.496	57.028	21.458	57.404	21.137
57.639	20.976	57.827	20.869	58.25	20.79	58.545	20.898	58.841	21.03
59.136	21.173	59.432	21.266	59.727	21.319	59.875	21.338	60.023	21.37
60.318	21.411	60.614	21.422	60.909	21.453	61.205	21.499	61.5	21.555
61.795	21.633	62.091	21.721	62.386	21.815	62.682	21.908	62.977	21.996
63.125	22.04	63.273	22.075	63.568	22.145	63.864	22.215	64.159	22.295
64.455	22.38	64.75	22.455	65.203	22.549	65.308	22.574	65.655	22.639
65.867	22.683	66.108	22.732	66.425	22.795	66.561	22.826	66.983	22.926
67.014	22.937	67.466	23.088	67.542	23.112	67.919	23.282	68.1	23.355
68.372	23.47	68.658	23.604	68.824	23.674	69.217	23.861	69.277	23.882
69.73	24.031	69.775	24.045	70.182	24.121	70.333	24.147	70.635	24.173
70.892	24.195	71.088	24.21	71.45	24.246	71.541	24.257	71.993	24.335
72.008	24.337	72.446	24.417	72.567	24.436	72.899	24.486	73.125	24.507
73.351	24.533	73.683	24.563	73.804	24.578	74.242	24.653	74.257	24.656
74.709	24.741	74.8	24.756	75.162	24.816	75.358	24.845	75.615	24.886
75.917	24.942	76.068	24.971	76.475	25.041	76.52	25.05	76.973	25.159
77.033	25.172	77.426	25.259	77.592	25.293	77.878	25.346	78.15	25.383
78.331	25.406	78.708	25.455	78.784	25.467	79.236	25.567	79.267	25.574
79.689	25.694	79.825	25.732	80.142	25.81	80.383	25.861	80.595	25.895
80.942	25.951	81.047	25.959	81.5	26.005	81.953	26.029	82.058	26.037
82.405	26.063	82.617	26.083	82.858	26.106	83.175	26.137	83.311	26.156
83.733	26.207	83.764	26.211	84.216	26.277	84.292	26.287	84.669	26.352
84.85	26.383	85.122	26.429	85.408	26.479	85.574	26.504	85.967	26.577
86.027	26.588	86.48	26.668	86.525	26.675	86.932	26.746	87.083	26.772
87.385	26.827	87.642	26.876	87.838	26.916	88.2	26.997	88.291	27.018
88.743	27.109	88.758	27.112	89.196	27.2	89.317	27.227	89.649	27.299
89.875	27.34	90.101	27.375	90.433	27.423	90.554	27.443	90.992	27.509
91.007	27.511	91.459	27.606	91.55	27.626	91.912	27.689	92.108	27.722
92.365	27.757	92.667	27.795	92.818	27.814	93.225	27.861	93.27	27.867
93.723	27.927	93.783	27.935	94.176	27.991	94.342	28.015	94.628	28.05
94.9	28.081	95.081	28.101	95.458	28.148	95.534	28.156	95.986	28.215
96.017	28.218	96.439	28.263	96.575	28.277	96.892	28.316	97.133	28.354
97.345	28.397	97.692	28.463	97.797	28.482	98.25	28.555	98.703	28.61
98.808	28.621	99.155	28.652	99.367	28.683	99.608	28.721	99.925	28.766
100.061	28.789	100.483	28.838	100.514	28.841	100.966	28.892	101.042	28.903
101.419	28.954	101.6	28.98	101.872	29.02	102.158	29.059	102.324	29.082
102.717	29.139	102.777	29.149	103.23	29.232	103.275	29.239	103.682	29.301
103.833	29.322	104.135	29.353	104.392	29.386	104.588	29.41	104.95	29.46
105.041	29.475	105.493	29.534	105.508	29.536	105.946	29.594	106.067	29.611
106.399	29.655	106.625	29.68	106.851	29.701	107.183	29.739	107.304	29.753
107.742	29.804	107.757	29.806	108.209	29.869	108.3	29.883	108.662	29.938
108.858	29.967	109.115	29.999	109.417	30.033	109.568	30.052	109.975	30.102
110.02	30.106	110.473	30.153	110.533	30.161	110.926	30.207	111.092	30.223
111.378	30.253	111.65	30.287	111.831	30.31	112.208	30.366	112.284	30.378
112.736	30.439	112.767	30.443	113.189	30.503	113.325	30.522	113.642	30.57
113.883	30.604	114.095	30.635	114.442	30.691	114.547	30.705	115	30.765

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 52.75 .035 61.205 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
52.75 61.205 30.63 30.63 30.63 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: Sabbione
REACH: alveo RS: 50

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	261					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	26.49	.5	26.41	1	26.33	1.5	26.25	2	26.16
2.5	26.08	3	26	3.5	25.93	4	25.86	4.5	25.81
5	25.79	5.5	25.77	6	25.74	6.5	25.72	7	25.7
7.5	25.65	8	25.64	8.5	25.66	9	25.67	9.5	25.67
10	25.64	10.5	25.62	11	25.63	11.5	25.62	12	25.6
12.5	25.55	13	25.51	13.5	25.5	14	25.52	14.5	25.56
15	25.57	15.5	25.57	16	25.54	16.5	25.51	17	25.51

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 62 di 75 Rev. 1

17.5	25.53	18	25.52	18.5	25.48	19	25.44	19.5	25.42
20	25.42	20.5	25.4	21	25.38	21.5	25.37	22	25.37
22.5	25.38	23	25.39	23.5	25.38	24	25.35	24.5	25.34
25	25.34	25.5	25.33	26	25.3	26.5	25.27	27	25.26
27.5	25.24	28	25.26	28.5	25.3	29	25.31	29.5	25.31
30	25.31	30.5	25.3	31	25.3	31.5	25.31	32	25.31
32.5	25.31	33	25.29	33.5	25.28	34	25.28	34.5	25.3
35	25.33	35.5	25.36	36	25.37	36.5	25.36	37	25.34
37.5	25.32	38	25.29	38.5	25.3	39	25.36	39.5	25.4
40	25.4	40.5	25.37	41	25.31	41.5	25.25	42	25.21
42.5	25.14	43	25.09	43.5	25.07	44	25.07	44.5	25.06
45	25.06	45.5	25.05	46	25	46.5	24.93	47	24.85
47.5	24.76	48	24.65	48.5	24.51	49	24.38	49.5	24.3
50	24.22	50.5	24.11	51	23.99	51.5	23.86	52	23.72
52.5	23.56	53	23.42	53.5	23.33	54	23.22	54.5	23.11
55	23.07	55.5	23.06	56	23.08	56.5	23.1	57	23.11
57.5	23.08	58	22.98	58.5	22.84	59	22.72	59.5	22.63
60	22.52	60.5	22.39	61	22.13	61.5	21.7	62	21.22
62.5	20.74	63	20.4	63.5	20.38	64	20.57	64.5	20.81
65	21.07	65.5	21.23	66	21.31	66.5	21.36	67	21.36
67.5	21.3	68	21.28	68.5	21.29	69	21.32	69.5	21.38
70	21.46	70.5	21.55	71	21.64	71.5	21.72	72	21.8
72.5	21.88	73	21.96	73.5	22.06	74	22.17	74.5	22.26
75	22.31	75.5	22.39	76	22.49	76.5	22.59	77	22.7
77.5	22.8	78	22.89	78.5	22.94	79	23.03	79.5	23.17
80	23.28	80.5	23.37	81	23.44	81.5	23.51	82	23.6
82.5	23.73	83	23.87	83.5	23.99	84	24.06	84.5	24.11
85	24.21	85.5	24.34	86	24.45	86.5	24.54	87	24.65
87.5	24.74	88	24.86	88.5	24.97	89	25.07	89.5	25.13
90	25.19	90.5	25.3	91	25.42	91.5	25.53	92	25.61
92.5	25.69	93	25.79	93.5	25.87	94	25.97	94.5	26.09
95	26.21	95.5	26.31	96	26.41	96.5	26.5	97	26.59
97.5	26.68	98	26.8	98.5	26.92	99	27.02	99.5	27.12
100	27.23	100.5	27.36	101	27.46	101.5	27.57	102	27.7
102.5	27.8	103	27.89	103.5	27.97	104	28.07	104.5	28.18
105	28.28	105.5	28.37	106	28.45	106.5	28.52	107	28.6
107.5	28.68	108	28.75	108.5	28.83	109	28.94	109.5	29.02
110	29.1	110.5	29.21	111	29.31	111.5	29.4	112	29.47
112.5	29.52	113	29.62	113.5	29.71	114	29.76	114.5	29.83
115	29.92	115.5	30.02	116	30.11	116.5	30.2	117	30.3
117.5	30.38	118	30.45	118.5	30.54	119	30.64	119.5	30.71
120	30.78	120.5	30.86	121	30.92	121.5	31	122	31.08
122.5	31.15	123	31.23	123.5	31.31	124	31.38	124.5	31.45
125	31.52	125.5	31.61	126	31.68	126.5	31.77	127	31.88
127.5	31.97	128	32.05	128.5	32.13	129	32.2	129.5	32.28
130	32.36								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 61 .035 66.5 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
61 66.5 18.453 18.453 18.453 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	23.24	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.70	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	22.53	Reach Len. (m)	18.45	18.45	18.45
Crit W.S. (m)	22.66	Flow Area (m2)	0.18	8.35	7.55
E.G. Slope (m/m)	0.015230	Area (m2)	0.18	8.35	7.55
Q Total (m3/s)	49.70	Flow (m3/s)	0.11	35.38	14.21
Top Width (m)	16.28	Top Width (m)	1.06	5.50	9.72
Vel Total (m/s)	3.09	Avg. Vel. (m/s)	0.65	4.24	1.88
Max Chl Dpth (m)	2.15	Hydr. Depth (m)	0.17	1.52	0.78
Conv. Total (m3/s)	402.7	Conv. (m3/s)	0.9	286.7	115.1
Length Wtd. (m)	18.45	Wetted Per. (m)	1.14	6.34	9.83
Min Ch El (m)	20.38	Shear (N/m2)	23.07	196.76	114.72
Alpha	1.44	Stream Power (N/m s)	6224.12	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.45	Cum Volume (1000 m3)	0.04	1.49	1.06
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.16	1.16	1.47

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 63 di 75 Rev. 1

CROSS SECTION

RIVER: Sabbione

REACH: alveo

RS: 46.6666*

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	495							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	27.11	.468	27.032	.58	27.014	.936	26.959	1.159	26.924		
1.404	26.891	1.739	26.84	1.871	26.821	2.319	26.762	2.339	26.76		
2.807	26.695	2.899	26.684	3.275	26.642	3.478	26.62	3.743	26.584		
4.058	26.551	4.211	26.533	4.638	26.501	4.678	26.499	5.146	26.469		
5.217	26.464	5.614	26.435	5.797	26.425	6.082	26.412	6.377	26.398		
6.55	26.386	6.957	26.341	7.018	26.335	7.485	26.312	7.536	26.311		
7.953	26.319	8.116	26.319	8.421	26.316	8.696	26.31	8.889	26.302		
9.275	26.27	9.357	26.263	9.825	26.228	9.855	26.227	10.292	26.208		
10.435	26.198	10.76	26.176	11.014	26.156	11.228	26.144	11.594	26.107		
11.696	26.098	12.164	26.06	12.174	26.06	12.632	26.045	12.754	26.047		
13.099	26.053	13.333	26.063	13.567	26.074	13.913	26.075	14.035	26.075		
14.493	26.067	14.503	26.066	14.971	26.036	15.072	26.029	15.439	26.005		
15.652	26	15.906	25.993	16.232	25.993	16.374	25.991	16.812	25.967		
16.842	25.966	17.31	25.926	17.391	25.919	17.778	25.886	17.971	25.874		
18.246	25.856	18.551	25.843	18.713	25.839	19.13	25.815	19.181	25.812		
19.649	25.788	19.71	25.786	20.117	25.766	20.29	25.76	20.585	25.757		
20.87	25.757	21.053	25.757	21.449	25.756	21.52	25.755	21.988	25.735		
22.029	25.732	22.456	25.701	22.609	25.694	22.924	25.679	23.188	25.67		
23.392	25.664	23.768	25.648	23.86	25.645	24.327	25.617	24.348	25.616		
24.795	25.586	24.928	25.581	25.263	25.565	25.507	25.55	25.731	25.539		
26.087	25.543	26.199	25.545	26.667	25.567	27.135	25.573	27.246	25.573		
27.602	25.577	27.826	25.58	28.07	25.58	28.406	25.575	28.538	25.572		
28.986	25.567	29.006	25.566	29.474	25.565	29.565	25.563	29.942	25.557		
30.145	25.553	30.409	25.55	30.725	25.538	30.877	25.532	31.304	25.524		
31.345	25.523	31.813	25.52	31.884	25.522	32.281	25.531	32.464	25.538		
32.749	25.547	33.043	25.556	33.216	25.562	33.623	25.566	33.684	25.566		
34.152	25.557	34.203	25.555	34.62	25.541	34.783	25.535	35.088	25.525		
35.362	25.512	35.556	25.5	35.942	25.499	36.023	25.499	36.491	25.531		
36.522	25.532	36.959	25.552	37.101	25.55	37.427	25.548	37.681	25.536		
37.895	25.527	38.261	25.495	38.363	25.488	38.83	25.453	38.841	25.453		
39.298	25.437	39.42	25.428	39.766	25.403	40	25.393	40.234	25.381		
40.58	25.377	40.702	25.372	41.159	25.367	41.17	25.366	41.637	25.346		
41.739	25.343	42.105	25.333	42.319	25.324	42.573	25.313	42.899	25.28		
43.041	25.265	43.478	25.206	43.509	25.202	43.977	25.13	44.058	25.116		
44.444	25.049	44.638	25.01	44.912	24.954	45.217	24.879	45.38	24.837		
45.797	24.736	45.848	24.723	46.316	24.635	46.377	24.623	46.784	24.53		
46.957	24.483	47.251	24.391	47.536	24.298	47.719	24.245	48.116	24.123		
48.187	24.103	48.655	23.961	48.696	23.947	49.123	23.798	49.275	23.75		
49.591	23.636	49.855	23.559	50.058	23.497	50.435	23.371	50.526	23.338		
50.994	23.168	51.014	23.162	51.462	23.036	51.594	23.005	51.93	22.917		
52.174	22.864	52.398	22.822	52.754	22.757	52.865	22.744	53.333	22.683		
53.821	22.605	53.861	22.594	54.308	22.508	54.389	22.488	54.795	22.389		
54.917	22.363	55.282	22.269	55.444	22.233	55.769	22.152	55.972	22.096		
56.256	22.019	56.5	21.947	56.744	21.877	57.028	21.746	57.231	21.65		
57.556	21.422	57.718	21.309	58.083	21.03	58.205	20.937	58.611	20.627		
58.692	20.566	59.139	20.319	59.179	20.298	59.667	20.26	60.127	20.388		
60.189	20.414	60.587	20.602	60.712	20.671	61.047	20.864	61.235	20.974		
61.507	21.099	61.758	21.199	61.967	21.261	62.28	21.33	62.427	21.356		
62.803	21.402	62.887	21.407	63.326	21.423	63.347	21.422	63.807	21.367		
63.848	21.357	64.267	21.286	64.371	21.267	64.727	21.215	64.894	21.2		
65.187	21.181	65.417	21.182	65.647	21.191	65.939	21.194	66.107	21.2		
66.462	21.219	66.567	21.225	66.985	21.279	67.027	21.285	67.487	21.371		
67.508	21.375	67.947	21.458	68.03	21.473	68.407	21.538	68.553	21.562		
68.867	21.612	69.076	21.648	69.327	21.692	69.598	21.744	69.787	21.784		
70.121	21.853	70.247	21.881	70.644	21.965	70.707	21.977	71.167	22.06		
71.616	22.105	71.697	22.114	72.065	22.167	72.227	22.194	72.514	22.249		
72.757	22.294	72.963	22.333	73.287	22.395	73.412	22.421	73.817	22.507		
73.861	22.516	74.31	22.595	74.347	22.602	74.76	22.667	74.877	22.691		
75.209	22.744	75.407	22.773	75.658	22.822	75.937	22.868	76.107	22.907		

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 64 di 75 Rev. 1

76.467	22.994	76.556	23.012	76.997	23.113	77.454	23.198	77.527	23.212
77.903	23.27	78.057	23.292	78.352	23.336	78.587	23.369	78.802	23.404
79.117	23.466	79.251	23.498	79.647	23.59	79.7	23.603	80.149	23.712
80.177	23.719	80.598	23.814	80.707	23.837	81.047	23.89	81.237	23.924
81.496	23.963	81.767	24.008	81.945	24.049	82.297	24.125	82.394	24.149
82.827	24.252	82.844	24.256	83.293	24.358	83.357	24.371	83.742	24.444
83.887	24.47	84.191	24.532	84.417	24.578	84.64	24.619	84.947	24.674
85.089	24.705	85.477	24.789	85.538	24.802	85.987	24.901	86.008	24.905
86.436	24.991	86.538	25.01	86.885	25.06	87.068	25.087	87.335	25.127
87.598	25.162	87.784	25.199	88.128	25.262	88.233	25.283	88.658	25.372
88.682	25.377	89.131	25.472	89.188	25.484	89.58	25.549	89.718	25.57
90.029	25.618	90.248	25.65	90.478	25.689	90.778	25.74	90.927	25.762
91.308	25.814	91.377	25.825	91.826	25.905	91.838	25.907	92.275	25.996
92.368	26.013	92.724	26.08	92.898	26.114	93.173	26.161	93.428	26.205
93.622	26.238	93.958	26.29	94.071	26.306	94.488	26.36	94.52	26.364
94.969	26.415	95.018	26.421	95.419	26.472	95.548	26.491	95.868	26.552
96.078	26.594	96.317	26.643	96.608	26.695	96.766	26.72	97.138	26.778
97.215	26.79	97.664	26.866	98.113	26.942	98.198	26.957	98.562	27.033
98.728	27.066	99.011	27.112	99.258	27.149	99.461	27.181	99.788	27.232
99.91	27.253	100.318	27.329	100.359	27.335	100.808	27.405	100.848	27.41
101.257	27.46	101.378	27.474	101.706	27.51	101.908	27.533	102.155	27.568
102.438	27.614	102.604	27.643	102.968	27.701	103.053	27.714	103.498	27.78
103.952	27.848	104.029	27.858	104.401	27.901	104.559	27.919	104.85	27.949
105.089	27.977	105.299	28.005	105.619	28.049	105.748	28.066	106.149	28.11
106.197	28.114	106.646	28.157	106.679	28.161	107.095	28.215	107.209	28.233
107.545	28.296	107.739	28.331	107.994	28.366	108.269	28.402	108.443	28.424
108.799	28.468	108.892	28.483	109.329	28.55	109.341	28.552	109.79	28.611
109.859	28.621	110.239	28.666	110.389	28.686	110.688	28.716	110.919	28.738
111.137	28.754	111.449	28.776	111.587	28.794	111.979	28.852	112.036	28.86
112.485	28.924	112.509	28.928	112.934	28.977	113.039	28.987	113.383	29.03
113.569	29.048	113.832	29.08	114.099	29.118	114.281	29.146	114.629	29.193
114.73	29.205	115.159	29.26	115.179	29.262	115.629	29.33	115.689	29.338
116.078	29.392	116.219	29.411	116.527	29.444	116.749	29.47	116.976	29.493
117.279	29.529	117.425	29.55	117.809	29.602	117.874	29.611	118.323	29.681
118.339	29.684	118.772	29.735	118.869	29.746	119.221	29.788	119.399	29.807
119.67	29.841	119.929	29.878	120.12	29.901	120.459	29.944	120.569	29.961
120.989	30.016	121.018	30.02	121.467	30.075	121.52	30.082	121.916	30.135
122.05	30.154	122.365	30.202	122.58	30.228	122.814	30.257	123.11	30.295
123.263	30.314	123.64	30.358	123.712	30.366	124.162	30.416	124.611	30.469
124.7	30.481	129.102	31.096	129.47	31.15	129.551	31.161	130	31.223

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 55.769 .035 63.807 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
55.769 63.807 18.453 18.453 18.453 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: Sabbione
REACH: alveo

RS: 43.3333*

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 498							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	27.73	.436	27.655	.54	27.637	.871	27.588	1.08	27.557
1.307	27.532	1.62	27.495	1.743	27.482	2.159	27.441	2.178	27.439
2.614	27.391	2.699	27.382	3.05	27.355	3.239	27.34	3.485	27.308
3.779	27.275	3.921	27.256	4.319	27.211	4.357	27.207	4.792	27.168
4.859	27.162	5.228	27.131	5.399	27.117	5.664	27.104	5.938	27.089
6.099	27.073	6.478	27.026	6.535	27.019	6.971	26.984	7.018	26.981
7.406	26.977	7.558	26.974	7.842	26.963	8.098	26.95	8.278	26.934
8.638	26.895	8.713	26.886	9.149	26.836	9.178	26.834	9.585	26.786
9.717	26.769	10.02	26.733	10.257	26.703	10.456	26.688	10.797	26.654
10.892	26.645	11.327	26.61	11.763	26.591	11.877	26.588	12.199	26.585
12.417	26.587	12.635	26.588	12.957	26.582	13.07	26.579	13.496	26.563
13.942	26.531	14.036	26.524	14.377	26.5	14.576	26.49	14.813	26.475
15.116	26.461	15.249	26.452	15.656	26.414	15.684	26.412	16.12	26.371
16.196	26.364	16.556	26.331	16.736	26.317	16.991	26.291	17.275	26.267

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 65 di 75 Rev. 1

17.427	26.257	17.815	26.227	17.863	26.224	18.298	26.196	18.355	26.193
18.734	26.162	18.895	26.15	19.17	26.143	19.435	26.139	19.605	26.134
19.975	26.123	20.041	26.119	20.477	26.089	20.514	26.086	20.912	26.052
21.054	26.042	21.348	26.018	21.594	26	21.784	25.988	22.134	25.964
22.219	25.96	22.655	25.934	22.674	25.933	23.091	25.903	23.214	25.896
23.526	25.87	23.754	25.85	23.962	25.839	24.293	25.832	24.398	25.831
24.833	25.833	25.269	25.837	25.373	25.837	25.705	25.845	25.913	25.85
26.14	25.85	26.453	25.848	26.576	25.844	26.993	25.833	27.012	25.833
27.447	25.82	27.533	25.817	27.883	25.804	28.072	25.797	28.319	25.791
28.612	25.779	28.754	25.775	29.152	25.767	29.19	25.766	29.626	25.761
29.692	25.761	30.061	25.762	30.232	25.764	30.497	25.763	30.772	25.763
30.933	25.765	31.312	25.763	31.368	25.763	31.804	25.754	31.851	25.753
32.24	25.742	32.391	25.738	32.675	25.73	32.931	25.721	33.111	25.71
33.471	25.699	33.547	25.697	33.982	25.701	34.011	25.701	34.418	25.703
34.551	25.7	34.854	25.696	35.091	25.688	35.289	25.683	35.63	25.668
35.725	25.666	36.161	25.656	36.596	25.664	36.71	25.664	37.032	25.667
37.25	25.672	37.468	25.671	37.79	25.678	37.904	25.674	38.33	25.663
38.775	25.633	38.87	25.627	39.211	25.606	39.409	25.592	39.646	25.575
39.949	25.545	40.082	25.53	40.489	25.478	40.518	25.474	40.953	25.41
41.029	25.398	41.389	25.338	41.569	25.305	41.825	25.258	42.109	25.2
42.26	25.165	42.649	25.078	42.696	25.066	43.132	24.969	43.188	24.957
43.567	24.84	43.728	24.786	44.003	24.672	44.268	24.559	44.439	24.499
44.808	24.367	44.874	24.345	45.31	24.202	45.348	24.189	45.746	24.037
45.888	23.985	46.181	23.852	46.428	23.75	46.617	23.664	46.967	23.501
47.053	23.455	47.488	23.225	47.507	23.216	47.924	23.003	48.047	22.942
48.36	22.774	48.587	22.657	48.795	22.565	49.127	22.418	49.231	22.388
49.667	22.257	50.141	22.13	50.181	22.117	50.615	22.036	50.694	22.019
51.09	21.939	51.208	21.917	51.564	21.817	51.722	21.777	52.038	21.675
52.236	21.608	52.513	21.518	52.75	21.438	52.987	21.364	53.264	21.253
53.462	21.171	53.778	21.001	53.936	20.918	54.292	20.72	54.41	20.654
54.806	20.433	54.885	20.392	55.319	20.209	55.359	20.196	55.833	20.14
56.313	20.229	56.379	20.258	56.793	20.451	56.924	20.532	57.273	20.752
57.47	20.879	57.753	21.044	58.015	21.168	58.233	21.261	58.561	21.349
58.713	21.388	59.106	21.444	59.193	21.453	59.652	21.485	59.673	21.486
60.153	21.428	60.197	21.415	60.633	21.288	60.742	21.253	61.113	21.142
61.288	21.109	61.593	21.056	61.833	21.043	62.073	21.035	62.379	21.008
62.553	20.995	62.924	20.977	63.033	20.973	63.47	21.009	63.513	21.012
63.993	21.105	64.015	21.11	64.473	21.209	64.561	21.225	64.953	21.299
65.106	21.324	65.433	21.376	65.652	21.417	65.913	21.466	66.197	21.527
66.393	21.572	66.742	21.647	66.873	21.675	67.288	21.761	67.353	21.774
67.833	21.86	68.308	21.907	68.393	21.917	68.782	21.969	68.953	21.998
69.257	22.055	69.514	22.099	69.732	22.136	70.074	22.2	70.206	22.225
70.634	22.313	70.681	22.323	71.155	22.398	71.194	22.403	71.63	22.463
71.754	22.493	72.104	22.567	72.314	22.606	72.579	22.661	72.874	22.706
73.053	22.738	73.434	22.818	73.528	22.836	73.994	22.945	74.477	23.039
74.554	23.053	74.952	23.12	75.114	23.145	75.426	23.193	75.674	23.228
75.901	23.262	76.234	23.332	76.375	23.364	76.794	23.45	76.85	23.461
77.324	23.561	77.354	23.568	77.799	23.662	77.914	23.685	78.274	23.745
78.474	23.787	78.748	23.841	79.035	23.906	79.223	23.955	79.595	24.039
79.697	24.065	80.155	24.164	80.172	24.168	80.646	24.279	80.715	24.293
81.121	24.372	81.275	24.399	81.595	24.461	81.835	24.507	82.07	24.549
82.395	24.608	82.545	24.637	82.955	24.719	83.019	24.731	83.494	24.835
83.515	24.84	83.968	24.93	84.075	24.95	84.443	25.01	84.635	25.044
84.917	25.093	85.195	25.135	85.392	25.17	85.755	25.224	85.866	25.241
86.315	25.324	86.341	25.328	86.816	25.426	86.875	25.438	87.29	25.51
87.435	25.531	87.765	25.579	87.995	25.609	88.239	25.645	88.556	25.69
88.714	25.711	89.116	25.758	89.188	25.768	89.663	25.843	89.676	25.845
90.137	25.923	90.236	25.937	90.612	25.99	90.796	26.019	91.087	26.061
91.356	26.099	91.561	26.129	91.916	26.17	92.036	26.183	92.476	26.219
92.51	26.222	92.985	26.247	93.036	26.251	93.459	26.286	93.596	26.303
93.934	26.351	94.156	26.389	94.408	26.431	94.716	26.471	94.883	26.49
95.276	26.535	95.358	26.545	95.832	26.613	96.307	26.671	96.396	26.684
96.781	26.746	96.956	26.772	97.256	26.811	97.517	26.838	97.73	26.861
98.077	26.893	98.205	26.907	98.637	26.958	98.679	26.963	99.154	27.017
99.197	27.021	99.629	27.05	99.757	27.058	100.103	27.08	100.317	27.096
100.578	27.119	100.877	27.158	101.052	27.181	101.437	27.223	101.527	27.232
101.997	27.28	102.476	27.339	102.557	27.346	102.95	27.375	103.117	27.388
103.425	27.409	103.677	27.434	103.899	27.457	104.237	27.497	104.374	27.513
104.797	27.539	104.849	27.542	105.323	27.569	105.357	27.572	105.798	27.618
105.917	27.635	106.272	27.693	106.477	27.721	106.747	27.753	107.038	27.783
107.221	27.802	107.598	27.836	107.696	27.846	108.158	27.89	108.17	27.891

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 66 di 75 Rev. 1

108.645	27.926	108.718	27.931	109.12	27.958	109.278	27.971	109.594	27.993
109.838	28.007	110.069	28.017	110.398	28.031	110.543	28.042	110.958	28.084
111.018	28.09	111.492	28.142	111.518	28.146	111.967	28.203	112.078	28.214
112.441	28.255	112.638	28.266	112.916	28.285	113.198	28.316	113.391	28.338
113.758	28.365	113.865	28.372	114.318	28.409	114.34	28.411	114.814	28.47
114.878	28.475	115.289	28.511	115.438	28.522	115.763	28.542	115.998	28.56
116.238	28.577	116.559	28.608	116.712	28.625	117.119	28.664	117.187	28.671
117.662	28.726	117.679	28.728	118.136	28.772	118.239	28.782	118.611	28.819
118.799	28.835	119.085	28.86	119.359	28.896	119.56	28.921	119.919	28.969
120.034	28.985	120.479	29.032	120.509	29.035	120.983	29.077	121.039	29.085
122.159	29.226	122.407	29.248	122.719	29.281	122.882	29.297	123.279	29.336
123.356	29.343	123.831	29.383	124.305	29.429	124.399	29.441	124.78	29.494
124.959	29.518	125.254	29.556	125.52	29.585	125.729	29.611	126.08	29.655
126.204	29.671	128.32	29.876	128.576	29.901	128.88	29.943	129.051	29.968
129.44	30.019	129.525	30.031	130	30.087				

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 51.564 .035 59.652 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
51.564 59.652 18.453 18.453 18.453 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: Sabbione

REACH: alveo RS: 40

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 261							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	28.35	.5	28.26	1	28.19	1.5	28.15	2	28.12
2.5	28.08	3	28.06	3.5	28	4	27.92	4.5	27.86
5	27.81	5.5	27.78	6	27.71	6.5	27.65	7	27.63
7.5	27.59	8	27.52	8.5	27.44	9	27.34	9.5	27.25
10	27.2	10.5	27.16	11	27.13	11.5	27.11	12	27.09
12.5	27.06	13	27.02	13.5	26.98	14	26.93	14.5	26.86
15	26.81	15.5	26.76	16	26.69	16.5	26.64	17	26.6
17.5	26.54	18	26.52	18.5	26.49	19	26.44	19.5	26.39
20	26.33	20.5	26.28	21	26.25	21.5	26.21	22	26.15
22.5	26.12	23	26.1	23.5	26.1	24	26.12	24.5	26.12
25	26.1	25.5	26.07	26	26.04	26.5	26.02	27	26.01
27.5	26	28	25.99	28.5	25.97	29	25.96	29.5	25.95
30	25.94	30.5	25.93	31	25.9	31.5	25.87	32	25.85
32.5	25.84	33	25.84	33.5	25.86	34	25.9	34.5	25.95
35	25.98	35.5	25.96	36	25.91	36.5	25.86	37	25.81
37.5	25.75	38	25.68	38.5	25.6	39	25.52	39.5	25.42
40	25.29	40.5	25.09	41	24.82	41.5	24.61	42	24.43
42.5	24.22	43	23.94	43.5	23.63	44	23.27	44.5	22.88
45	22.45	45.5	22.08	46	21.83	46.5	21.64	47	21.55
47.5	21.47	48	21.32	48.5	21.12	49	20.93	49.5	20.76
50	20.58	50.5	20.41	51	20.24	51.5	20.1	52	20.02
52.5	20.07	53	20.3	53.5	20.64	54	20.99	54.5	21.26
55	21.42	55.5	21.5	56	21.55	56.5	21.49	57	21.29
57.5	21.07	58	20.93	58.5	20.88	59	20.79	59.5	20.72
60	20.74	60.5	20.84	61	20.96	61.5	21.06	62	21.14
62.5	21.24	63	21.36	63.5	21.47	64	21.57	64.5	21.66
65	21.71	65.5	21.77	66	21.86	66.5	21.94	67	22.03
67.5	22.13	68	22.2	68.5	22.26	69	22.39	69.5	22.5
70	22.57	70.5	22.66	71	22.78	71.5	22.88	72	22.97
72.5	23.05	73	23.12	73.5	23.23	74	23.32	74.5	23.41
75	23.51	75.5	23.6	76	23.72	76.5	23.86	77	23.98
77.5	24.08	78	24.2	78.5	24.3	79	24.39	79.5	24.48
80	24.57	80.5	24.66	81	24.77	81.5	24.87	82	24.96
82.5	25.06	83	25.14	83.5	25.2	84	25.28	84.5	25.38
85	25.47	85.5	25.54	86	25.6	86.5	25.66	87	25.71
87.5	25.78	88	25.85	88.5	25.9	89	25.96	89.5	26.02
90	26.06	90.5	26.08	91	26.08	91.5	26.1	92	26.15
92.5	26.22	93	26.26	93.5	26.3	94	26.36	94.5	26.4
95	26.46	95.5	26.51	96	26.54	96.5	26.56	97	26.59

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 67 di 75 Rev. 1

97.5	26.63	98	26.64	98.5	26.65	99	26.67	99.5	26.72
100	26.75	100.5	26.78	101	26.83	101.5	26.85	102	26.87
102.5	26.91	103	26.96	103.5	26.97	104	26.98	104.5	27.02
105	27.09	105.5	27.14	106	27.18	106.5	27.21	107	27.23
107.5	27.24	108	27.25	108.5	27.27	109	27.28	109.5	27.29
110	27.32	110.5	27.36	111	27.43	111.5	27.48	112	27.49
112.5	27.53	113	27.54	113.5	27.56	114	27.61	114.5	27.63
115	27.64	115.5	27.66	116	27.7	116.5	27.73	117	27.77
117.5	27.81	118	27.85	118.5	27.88	119	27.94	119.5	28.01
120	28.05	120.5	28.08	121	28.14	121.5	28.21	122	28.24
122.5	28.28	123	28.32	123.5	28.35	124	28.39	124.5	28.45
125	28.51	125.5	28.56	126	28.61	126.5	28.63	127	28.65
127.5	28.68	128	28.73	128.5	28.77	129	28.84	129.5	28.9
130	28.95								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 47 .035 56 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
47 56 13.56 13.56 13.56 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	22.48	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.51	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	21.97	Reach Len. (m)	13.56	13.56	13.56
Crit W.S. (m)	22.01	Flow Area (m2)	0.32	10.39	7.54
E.G. Slope (m/m)	0.013858	Area (m2)	0.32	10.39	7.54
Q Total (m3/s)	49.70	Flow (m3/s)	0.27	36.81	12.62
Top Width (m)	20.95	Top Width (m)	1.28	9.00	10.67
Vel Total (m/s)	2.72	Avg. Vel. (m/s)	0.83	3.54	1.67
Max Chl Dpth (m)	1.95	Hydr. Depth (m)	0.25	1.15	0.71
Conv. Total (m3/s)	422.2	Conv. (m3/s)	2.3	312.7	107.2
Length Wtd. (m)	13.56	Wetted Per. (m)	1.36	9.61	10.91
Min Ch El (m)	20.02	Shear (N/m2)	32.54	146.89	93.96
Alpha	1.35	Stream Power (N/m s)	6224.12	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.24	Cum Volume (1000 m3)	0.02	0.93	0.63
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.08	0.72	0.91

Note: Program found supercritical flow starting at this cross section.

CROSS SECTION

RIVER: Sabbione

REACH: alveo RS: 35.*

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	498					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	30.44	.447	30.324	.568	30.296	.894	30.215	1.135	30.164
1.34	30.121	1.703	30.048	1.787	30.031	2.234	29.936	2.27	29.929
2.681	29.851	2.838	29.814	3.128	29.746	3.405	29.675	3.574	29.632
3.973	29.538	4.021	29.527	4.468	29.427	4.541	29.413	4.915	29.334
5.108	29.285	5.362	29.223	5.676	29.149	5.809	29.114	6.243	29.02
6.255	29.018	6.702	28.911	6.811	28.881	7.149	28.792	7.378	28.729
7.596	28.67	7.946	28.566	8.043	28.541	8.489	28.429	8.514	28.424
8.936	28.344	9.081	28.319	9.383	28.268	9.649	28.226	9.83	28.193
10.216	28.126	10.277	28.111	10.723	27.994	10.784	27.978	11.17	27.859
11.351	27.802	11.617	27.736	11.919	27.661	12.064	27.642	12.486	27.581
12.511	27.579	12.957	27.516	13.054	27.505	13.404	27.46	13.622	27.433
13.851	27.4	14.189	27.344	14.298	27.323	14.745	27.246	14.757	27.244
15.191	27.168	15.324	27.141	15.638	27.07	15.892	27.024	16.085	26.991
16.459	26.922	16.532	26.912	16.979	26.836	17.027	26.827	17.426	26.777
17.595	26.754	17.872	26.723	18.162	26.694	18.319	26.678	18.73	26.646
18.766	26.643	19.213	26.599	19.297	26.589	19.66	26.549	19.865	26.533
20.106	26.525	20.432	26.518	20.553	26.517	21	26.525	21.447	26.555
21.568	26.56	21.894	26.58	22.135	26.59	22.34	26.59	22.703	26.588
22.787	26.585	23.234	26.57	23.27	26.569	23.681	26.553	23.838	26.548

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 68 di 75 Rev. 1

24.128	26.54	24.405	26.532	24.574	26.529	24.973	26.521	25.021	26.519
25.468	26.501	25.541	26.499	25.915	26.465	26.108	26.448	26.362	26.416
26.676	26.376	26.809	26.353	27.243	26.275	27.255	26.273	27.702	26.171
27.811	26.146	28.149	26.066	28.378	26.015	28.596	25.96	28.946	25.876
29.043	25.853	29.489	25.751	29.514	25.746	29.936	25.658	30.081	25.631
30.383	25.555	30.649	25.49	30.83	25.438	31.216	25.318	31.277	25.302
31.723	25.158	31.784	25.137	32.17	25.009	32.351	24.95	32.617	24.879
32.919	24.798	33.064	24.767	33.486	24.672	33.511	24.667	33.957	24.569
34.054	24.546	34.404	24.469	34.622	24.421	34.851	24.368	35.189	24.282
35.298	24.254	35.745	24.122	35.757	24.117	36.191	23.978	36.324	23.925
36.638	23.8	36.892	23.715	37.085	23.636	37.459	23.495	37.532	23.463
37.979	23.256	38.027	23.23	38.426	23.038	38.595	22.951	38.872	22.809
39.162	22.643	39.319	22.556	39.73	22.316	39.766	22.295	40.213	22.013
40.297	21.965	40.66	21.754	40.865	21.663	41.106	21.559	41.432	21.441
41.553	21.399	42	21.295	42.475	21.179	42.528	21.162	42.95	21.015
43.056	20.973	43.425	20.818	43.583	20.753	43.9	20.606	44.111	20.512
44.375	20.38	44.639	20.245	44.85	20.153	45.167	20.018	45.325	19.958
45.694	19.819	45.8	19.799	46.222	19.733	46.275	19.719	46.75	19.625
47.07	19.651	47.39	19.768	47.71	19.939	47.893	20.04	48.03	20.116
48.35	20.252	48.67	20.333	48.99	20.375	49.036	20.379	49.31	20.413
49.63	20.399	49.95	20.314	50.179	20.246	50.27	20.218	50.59	20.158
50.91	20.142	51.23	20.107	51.321	20.1	51.55	20.128	51.87	20.212
52.19	20.336	52.464	20.451	52.51	20.469	52.83	20.58	53.15	20.682
53.47	20.794	53.607	20.846	53.79	20.897	54.11	20.981	54.43	21.061
54.75	21.135	55.193	21.169	55.324	21.176	55.635	21.196	55.899	21.207
56.078	21.219	56.473	21.237	56.521	21.238	56.963	21.249	57.048	21.249
57.406	21.253	57.622	21.253	57.849	21.255	58.197	21.261	58.291	21.261
58.734	21.273	58.771	21.275	59.176	21.291	59.345	21.292	59.619	21.311
59.92	21.338	60.062	21.349	60.494	21.39	60.504	21.391	60.947	21.418
61.069	21.421	61.39	21.435	61.643	21.441	61.832	21.45	62.218	21.473
62.275	21.475	62.718	21.504	62.792	21.508	63.16	21.529	63.366	21.547
63.603	21.566	63.941	21.59	64.046	21.596	64.488	21.618	64.515	21.62
64.931	21.66	65.09	21.686	65.374	21.727	65.664	21.78	65.816	21.807
66.239	21.883	66.259	21.887	66.701	21.97	66.813	21.993	67.144	22.056
67.387	22.1	67.587	22.141	67.962	22.197	68.029	22.208	68.472	22.282
68.536	22.294	68.915	22.36	69.111	22.402	69.357	22.451	69.685	22.528
69.8	22.557	70.243	22.653	70.26	22.657	70.685	22.737	70.834	22.763
71.128	22.813	71.408	22.864	71.571	22.893	71.983	22.967	72.013	22.972
72.456	23.052	72.557	23.071	72.899	23.137	73.132	23.184	73.341	23.23
73.706	23.306	73.784	23.322	74.226	23.42	74.281	23.43	74.669	23.5
74.855	23.536	75.112	23.587	75.429	23.647	75.554	23.669	75.997	23.745
76.44	23.803	76.578	23.827	76.882	23.886	77.153	23.951	77.325	23.995
77.727	24.103	77.768	24.113	78.21	24.228	78.302	24.247	78.653	24.316
78.876	24.35	79.096	24.381	79.45	24.44	79.538	24.455	79.981	24.518
80.025	24.525	80.424	24.592	80.599	24.618	80.866	24.661	81.174	24.715
81.309	24.738	81.748	24.82	82.194	24.909	82.323	24.935	82.637	25.001
82.897	25.047	83.079	25.08	83.471	25.14	83.522	25.147	84.62	25.287
84.85	25.31	85.195	25.345	85.293	25.357	85.735	25.414	85.769	25.419
86.178	25.483	86.344	25.505	87.063	25.61	87.492	25.669	87.506	25.67
87.949	25.721	88.067	25.736	88.391	25.782	88.641	25.818	88.834	25.842
89.216	25.885	89.276	25.893	89.719	25.951	89.79	25.961	90.162	26.006
90.365	26.029	90.604	26.051	90.939	26.071	91.047	26.077	91.49	26.11
91.513	26.112	92.375	26.215	92.662	26.244	92.818	26.256	93.237	26.279
93.26	26.28	93.703	26.289	93.811	26.292	94.146	26.306	94.385	26.321
94.588	26.339	94.96	26.376	95.031	26.382	95.474	26.408	95.534	26.412
95.916	26.435	96.109	26.451	96.359	26.476	96.683	26.508	96.801	26.517
97.244	26.54	97.258	26.54	97.687	26.557	97.832	26.565	98.129	26.585
98.406	26.614	98.572	26.632	98.981	26.682	99.015	26.685	99.457	26.714
99.555	26.719	99.9	26.738	100.704	26.787	100.785	26.795	101.228	26.832
101.279	26.836	101.671	26.857	101.853	26.867	102.113	26.879	102.427	26.897
102.556	26.903	102.999	26.915	103.441	26.943	103.576	26.956	103.884	26.983
104.151	26.997	104.326	27.007	104.725	27.019	104.769	27.021	105.212	27.033
105.3	27.037	105.654	27.048	105.874	27.055	106.097	27.062	106.448	27.077
106.54	27.082	106.982	27.109	107.023	27.113	107.425	27.154	107.597	27.172
107.868	27.206	108.172	27.235	108.31	27.246	108.746	27.27	109.196	27.289
109.321	27.296	109.638	27.321	109.895	27.342	110.081	27.352	110.469	27.355
110.524	27.356	110.966	27.369	111.044	27.37	111.409	27.386	111.618	27.4
111.851	27.409	112.193	27.434	112.294	27.441	112.737	27.47	112.767	27.472
113.179	27.502	113.342	27.51	113.622	27.53	113.916	27.547	114.065	27.554
114.49	27.584	114.507	27.586	114.95	27.626	115.065	27.635	115.393	27.661
115.639	27.676	115.835	27.687	116.214	27.726	116.278	27.732	116.721	27.753

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 70 di 75 Rev. 1

110	27.25	110.5	27.3	111	27.35	111.5	27.38	112	27.4
112.5	27.44	113	27.49	113.5	27.53	114	27.55	114.5	27.61
115	27.63	115.5	27.63	116	27.66	116.5	27.69	117	27.7
117.5	27.73	118	27.78	118.5	27.86	119	27.94	119.5	27.99
120	28.02	120.5	28.02	121	28.04	121.5	28.07	122	28.12
122.5	28.18	123	28.24	123.5	28.29	124	28.34	124.5	28.39
125	28.46	125.5	28.53	126	28.6	126.5	28.64	127	28.69
127.5	28.72	128	28.76	128.5	28.79	129	28.84	129.5	28.87
130	28.91								

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	37	.035	45	.055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.

37	45	11.77	11.77	11.77	.1	.3
----	----	-------	-------	-------	----	----

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	21.72	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.15	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	21.57	Reach Len. (m)	11.77	11.77	11.77
Crit W.S. (m)	21.09	Flow Area (m2)	0.43	13.55	20.50
E.G. Slope (m/m)	0.003101	Area (m2)	0.43	13.55	20.50
Q Total (m3/s)	49.70	Flow (m3/s)	0.18	28.60	20.93
Top Width (m)	29.63	Top Width (m)	1.55	8.00	20.08
Vel Total (m/s)	1.44	Avg. Vel. (m/s)	0.41	2.11	1.02
Max Chl Dpth (m)	2.34	Hydr. Depth (m)	0.28	1.69	1.02
Conv. Total (m3/s)	892.5	Conv. (m3/s)	3.2	513.5	375.8
Length Wtd. (m)	11.77	Wetted Per. (m)	1.64	8.86	20.23
Min Ch El (m)	19.23	Shear (N/m2)	7.94	46.47	30.80
Alpha	1.44	Stream Power (N/m s)	6224.12	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.04	Cum Volume (1000 m3)	0.02	0.65	0.34
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.05	0.51	0.51

Note: Hydraulic jump has occurred between this cross section and the previous upstream section.

CROSS SECTION

RIVER: Sabbione

REACH: alveo RS: 25.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 470							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	31.36	.399	31.258	.67	31.185	.797	31.148	1.196	31.033
1.341	30.99	1.595	30.919	1.993	30.806	2.011	30.801	2.392	30.713
2.682	30.646	2.791	30.62	3.189	30.525	3.352	30.484	3.588	30.416
3.986	30.306	4.023	30.295	4.385	30.146	4.693	30.02	4.784	29.98
5.182	29.81	5.364	29.732	5.581	29.651	5.98	29.521	6.034	29.505
6.378	29.378	6.705	29.263	6.777	29.239	7.176	29.095	7.375	28.998
7.574	28.903	7.973	28.695	8.045	28.664	8.372	28.524	8.716	28.432
8.77	28.417	9.169	28.326	9.386	28.273	9.568	28.228	9.966	28.119
10.057	28.09	10.365	27.996	10.727	27.877	10.764	27.865	11.162	27.715
11.398	27.63	11.561	27.568	11.959	27.438	12.068	27.409	12.358	27.324
12.739	27.226	12.757	27.222	13.155	27.122	13.409	27.056	13.554	27.014
13.953	26.902	14.08	26.875	14.351	26.81	14.75	26.725	15.149	26.658
15.42	26.619	15.547	26.601	15.946	26.524	16.091	26.49	16.345	26.431
16.743	26.329	16.761	26.325	17.142	26.224	17.432	26.151	17.541	26.125
17.939	26.023	18.102	25.967	18.338	25.886	18.736	25.728	18.773	25.711
19.135	25.539	19.443	25.38	19.534	25.334	19.932	25.127	20.114	25.026
20.331	24.903	20.73	24.678	20.784	24.647	21.128	24.45	21.455	24.231
21.527	24.184	21.926	23.9	22.125	23.77	22.324	23.655	22.723	23.441
22.795	23.408	23.122	23.259	23.466	23.127	23.52	23.103	23.919	22.937
24.136	22.849	24.318	22.774	24.716	22.605	24.807	22.566	25.115	22.433
25.477	22.305	25.514	22.292	25.912	22.151	26.148	22.041	26.311	21.976
26.709	21.786	26.818	21.744	27.108	21.632	27.489	21.484	27.507	21.477
27.905	21.333	28.159	21.241	28.304	21.186	28.703	21.026	28.83	20.978
29.101	20.863	29.5	20.705	29.944	20.531	30.071	20.476	30.389	20.363

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 71 di 75 Rev. 1

30.643	20.267	30.833	20.188	31.214	20.005	31.278	19.974	31.722	19.726
31.786	19.696	32.167	19.508	32.357	19.425	32.611	19.321	32.929	19.261
33.056	19.243	33.5	19.125	33.75	19.125	34.194	19.169	34.321	19.19
34.639	19.243	34.893	19.285	35.083	19.333	35.464	19.426	35.528	19.439
35.972	19.521	36.036	19.531	36.417	19.742	36.607	19.847	36.861	19.968
37.179	20.129	37.306	20.168	37.75	20.3	38.234	20.348	38.267	20.35
38.718	20.381	38.785	20.384	39.201	20.4	39.302	20.402	39.685	20.412
39.819	20.414	40.169	20.417	40.336	20.415	40.653	20.407	40.854	20.4
41.137	20.394	41.371	20.39	41.621	20.385	41.888	20.387	42.104	20.388
42.406	20.397	42.588	20.402	42.923	20.401	43.072	20.399	43.44	20.402
43.556	20.403	43.958	20.415	44.04	20.419	44.475	20.44	44.524	20.441
44.992	20.44	45.007	20.44	45.491	20.429	45.509	20.429	45.975	20.441
46.027	20.444	46.459	20.473	46.544	20.478	46.943	20.497	47.061	20.506
47.426	20.531	47.579	20.54	47.91	20.566	48.096	20.578	48.394	20.61
48.613	20.635	48.878	20.673	49.131	20.726	49.362	20.771	49.648	20.837
49.846	20.884	50.165	20.96	50.329	21.004	50.682	21.098	50.813	21.13
51.2	21.23	51.297	21.252	51.717	21.344	51.781	21.358	52.234	21.434
52.265	21.438	52.749	21.51	53.232	21.591	53.269	21.599	53.716	21.701
53.786	21.719	54.2	21.827	54.303	21.851	54.684	21.93	54.821	21.958
55.168	22.024	55.338	22.054	55.651	22.113	55.855	22.154	56.135	22.199
56.373	22.237	56.619	22.272	56.89	22.31	57.103	22.349	57.407	22.406
57.587	22.442	57.925	22.513	58.071	22.544	58.442	22.618	58.554	22.64
58.959	22.725	59.038	22.743	59.476	22.826	59.522	22.834	59.994	22.924
60.006	22.926	60.49	23.013	60.511	23.017	60.974	23.105	61.028	23.114
61.457	23.178	61.546	23.195	61.941	23.274	62.063	23.304	62.425	23.399
62.58	23.441	62.909	23.517	63.097	23.561	63.393	23.63	63.615	23.673
63.876	23.725	64.132	23.766	64.36	23.805	64.649	23.86	64.844	23.899
65.167	23.957	65.328	23.984	65.684	24.055	65.812	24.079	66.201	24.141
66.296	24.155	66.719	24.224	66.779	24.235	67.236	24.327	67.263	24.332
67.747	24.435	68.231	24.533	68.27	24.539	68.715	24.629	68.788	24.642
69.199	24.716	69.305	24.736	69.682	24.797	69.822	24.817	70.166	24.862
70.34	24.886	70.65	24.924	70.857	24.949	71.134	24.991	71.374	25.03
71.618	25.067	71.892	25.108	72.101	25.142	72.409	25.185	72.585	25.207
72.926	25.248	73.069	25.266	73.443	25.315	73.553	25.331	73.961	25.384
74.037	25.394	74.478	25.451	74.521	25.458	74.995	25.529	75.488	25.594
75.513	25.597	75.972	25.652	76.03	25.659	76.456	25.711	76.547	25.721
76.94	25.764	77.064	25.774	77.424	25.806	77.582	25.823	77.907	25.856
78.099	25.881	78.391	25.919	78.616	25.949	78.875	25.972	79.134	25.991
79.359	26.007	79.651	26.022	79.843	26.034	80.168	26.043	80.326	26.05
80.686	26.067	80.81	26.075	81.203	26.106	81.294	26.115	81.72	26.162
81.778	26.167	82.237	26.199	82.262	26.201	82.746	26.235	83.229	26.26
83.272	26.262	83.713	26.311	83.789	26.317	84.197	26.346	84.307	26.352
84.681	26.367	84.824	26.374	85.165	26.388	85.341	26.401	85.649	26.429
85.858	26.45	86.132	26.483	86.376	26.508	86.616	26.529	86.893	26.551
87.1	26.56	87.41	26.57	87.584	26.575	87.928	26.586	88.068	26.591
88.445	26.603	88.551	26.609	88.962	26.629	89.035	26.633	89.48	26.655
89.519	26.656	89.997	26.675	90.487	26.694	90.514	26.696	90.971	26.733
91.031	26.739	91.454	26.778	91.549	26.784	91.938	26.808	92.066	26.813
92.422	26.834	92.583	26.842	92.906	26.854	93.101	26.864	93.39	26.881
93.618	26.895	93.874	26.91	94.135	26.928	94.357	26.937	94.653	26.949
94.841	26.959	95.17	26.985	95.325	26.998	95.687	27.027	95.809	27.041
96.204	27.072	96.293	27.079	96.722	27.104	96.776	27.107	97.239	27.134
97.26	27.136	97.744	27.17	97.756	27.171	98.228	27.199	98.274	27.2
98.712	27.204	98.791	27.206	99.196	27.226	99.308	27.23	99.679	27.244
99.825	27.253	100.163	27.267	100.343	27.279	100.647	27.301	100.86	27.316
101.131	27.34	101.377	27.363	101.615	27.389	101.895	27.414	102.099	27.428
102.412	27.446	102.582	27.457	102.929	27.484	103.066	27.493	103.447	27.52
103.55	27.527	103.964	27.552	104.034	27.557	104.481	27.579	104.518	27.581
104.998	27.63	105.485	27.649	105.516	27.65	105.969	27.654	106.033	27.657
106.453	27.686	106.55	27.693	106.937	27.724	107.068	27.731	107.421	27.745
107.585	27.755	107.904	27.774	108.102	27.79	108.388	27.822	108.619	27.854
108.872	27.892	109.137	27.932	109.356	27.961	109.654	27.99	109.84	28.007
110.171	28.03	110.324	28.041	110.689	28.055	110.807	28.061	111.206	28.088
111.291	28.092	111.723	28.113	111.775	28.116	112.241	28.149	112.259	28.151
112.743	28.199	112.758	28.201	113.226	28.262	113.275	28.268	113.71	28.315
113.792	28.324	114.194	28.364	114.31	28.376	114.678	28.409	114.827	28.426
115.162	28.469	115.344	28.493	115.646	28.538	115.862	28.571	116.129	28.606
116.379	28.63	116.613	28.647	116.896	28.67	117.097	28.684	117.414	28.7
117.581	28.711	117.931	28.739	118.065	28.753	118.448	28.787	118.549	28.794
118.965	28.832	119.032	28.839	119.483	28.879	119.516	28.883	120	28.945

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 72 di 75 Rev. 1

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 29.5 .035 37.75 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
29.5 37.75 11.77 11.77 11.77 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: Sabbione

REACH: alveo RS: 20

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 221

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	30.19	.5	30.15	1	30.08	1.5	30.02	2	30.03
2.5	30.03	3	29.98	3.5	29.8	4	29.58	4.5	29.43
5	29.19	5.5	28.99	6	28.81	6.5	28.62	7	28.43
7.5	28.23	8	28.04	8.5	27.84	9	27.62	9.5	27.36
10	27.11	10.5	26.82	11	26.5	11.5	26.19	12	25.88
12.5	25.57	13	25.25	13.5	24.94	14	24.63	14.5	24.31
15	24	15.5	23.68	16	23.35	16.5	23.05	17	22.85
17.5	22.64	18	22.35	18.5	22.05	19	21.76	19.5	21.47
20	21.27	20.5	21.07	21	20.87	21.5	20.65	22	20.37
22.5	20.14	23	19.99	23.5	19.8	24	19.6	24.5	19.37
25	19.17	25.5	19.02	26	19.02	26.5	19.1	27	19.24
27.5	19.38	28	19.51	28.5	19.62	29	19.7	29.5	19.78
30	19.89	30.5	19.99	31	20.06	31.5	20.12	32	20.17
32.5	20.23	33	20.28	33.5	20.32	34	20.37	34.5	20.41
35	20.45	35.5	20.49	36	20.52	36.5	20.55	37	20.6
37.5	20.63	38	20.66	38.5	20.73	39	20.82	39.5	20.89
40	20.95	40.5	21.03	41	21.15	41.5	21.3	42	21.44
42.5	21.59	43	21.77	43.5	21.93	44	22.06	44.5	22.19
45	22.3	45.5	22.41	46	22.54	46.5	22.67	47	22.78
47.5	22.88	48	22.99	48.5	23.06	49	23.11	49.5	23.2
50	23.3	50.5	23.4	51	23.49	51.5	23.59	52	23.68
52.5	23.77	53	23.87	53.5	23.95	54	24.04	54.5	24.15
55	24.22	55.5	24.29	56	24.37	56.5	24.46	57	24.56
57.5	24.65	58	24.72	58.5	24.78	59	24.87	59.5	24.94
60	25	60.5	25.09	61	25.18	61.5	25.24	62	25.29
62.5	25.32	63	25.38	63.5	25.43	64	25.49	64.5	25.53
65	25.57	65.5	25.63	66	25.68	66.5	25.75	67	25.81
67.5	25.86	68	25.91	68.5	25.96	69	26.02	69.5	26.07
70	26.12	70.5	26.13	71	26.14	71.5	26.16	72	26.19
72.5	26.23	73	26.29	73.5	26.33	74	26.37	74.5	26.37
75	26.43	75.5	26.47	76	26.49	76.5	26.5	77	26.53
77.5	26.58	78	26.62	78.5	26.62	79	26.62	79.5	26.63
80	26.67	80.5	26.71	81	26.73	81.5	26.77	82	26.81
82.5	26.83	83	26.85	83.5	26.89	84	26.92	84.5	26.96
85	27	85.5	27.01	86	27.03	86.5	27.05	87	27.1
87.5	27.15	88	27.18	88.5	27.21	89	27.23	89.5	27.24
90	27.28	90.5	27.32	91	27.34	91.5	27.36	92	27.4
92.5	27.46	93	27.5	93.5	27.54	94	27.56	94.5	27.58
95	27.61	95.5	27.65	96	27.67	96.5	27.68	97	27.72
97.5	27.77	98	27.8	98.5	27.83	99	27.89	99.5	27.96
100	28.01	100.5	28.05	101	28.09	101.5	28.14	102	28.16
102.5	28.18	103	28.22	103.5	28.29	104	28.35	104.5	28.4
105	28.44	105.5	28.5	106	28.58	106.5	28.64	107	28.67
107.5	28.69	108	28.73	108.5	28.79	109	28.83	109.5	28.89
110	28.98								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val
0 .055 22 .035 30.5 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
22 30.5 15.92 15.92 15.92 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 73 di 75 Rev. 1

E.G. Elev (m)	21.56	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.51	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	21.05	Reach Len. (m)	15.92	15.92	15.92
Crit W.S. (m)	21.05	Flow Area (m2)	0.46	12.69	5.65
E.G. Slope (m/m)	0.008667	Area (m2)	0.46	12.69	5.65
Q Total (m3/s)	49.70	Flow (m3/s)	0.34	42.90	6.47
Top Width (m)	20.05	Top Width (m)	1.46	8.50	10.09
Vel Total (m/s)	2.64	Avg. Vel. (m/s)	0.73	3.38	1.14
Max Chl Dpth (m)	2.03	Hydr. Depth (m)	0.32	1.49	0.56
Conv. Total (m3/s)	533.9	Conv. (m3/s)	3.6	460.8	69.5
Length Wtd. (m)	15.92	Wetted Per. (m)	1.61	8.86	10.16
Min Ch El (m)	19.02	Shear (N/m2)	24.24	121.70	47.27
Alpha	1.44	Stream Power (N/m s)	5266.56	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.14	Cum Volume (1000 m3)	0.00	0.33	0.05
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.01	0.32	0.17

CROSS SECTION

RIVER: Sabbione

REACH: alveo

RS: 15.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num=		393					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	29.035	.483	29.01	.518	29.007	.966	28.962	1.037	28.956
1.449	28.914	1.555	28.911	1.932	28.904	2.073	28.9	2.415	28.9
2.591	28.891	2.898	28.869	3.11	28.825	3.381	28.762	3.628	28.694
3.864	28.624	4.146	28.561	4.347	28.497	4.665	28.366	4.83	28.295
5.183	28.157	5.312	28.105	5.701	27.958	5.795	27.924	6.22	27.767
6.278	27.744	6.738	27.57	6.761	27.56	7.244	27.353	7.256	27.348
7.727	27.137	7.774	27.115	8.21	26.92	8.293	26.881	8.693	26.701
8.811	26.643	9.176	26.415	9.329	26.32	9.659	26.108	9.848	25.978
10.142	25.782	10.366	25.626	10.625	25.452	10.884	25.282	11.108	25.141
11.402	24.955	11.591	24.844	11.921	24.649	12.074	24.562	12.439	24.349
12.557	24.282	12.957	24.056	13.04	24.015	13.476	23.795	13.523	23.775
13.994	23.574	14.006	23.569	14.489	23.372	14.512	23.362	14.972	23.144
15.03	23.115	15.455	22.88	15.549	22.831	15.938	22.624	16.067	22.568
16.42	22.417	16.585	22.344	16.903	22.204	17.104	22.1	17.386	21.952
17.622	21.827	17.869	21.695	18.14	21.554	18.352	21.443	18.659	21.283
18.835	21.186	19.177	21.029	19.318	20.966	19.695	20.797	19.801	20.751
20.213	20.575	20.284	20.544	20.732	20.343	20.767	20.327	21.25	20.08
21.597	19.92	21.944	19.766	22.143	19.674	22.292	19.612	22.639	19.473
22.986	19.339	23.036	19.323	23.333	19.218	23.681	19.096	23.929	19.02
24.028	18.989	24.375	18.93	24.722	18.886	24.821	18.875	25.069	18.843
25.417	18.803	25.714	18.761	25.764	18.754	26.111	18.701	26.458	18.647
26.607	18.621	26.806	18.593	27.153	18.544	27.5	18.505	27.75	18.505
28.222	18.554	28.281	18.564	28.694	18.629	28.812	18.647	29.167	18.713
29.344	18.744	29.639	18.866	29.875	18.958	30.111	19.076	30.406	19.215
30.583	19.298	30.938	19.465	31.056	19.511	31.469	19.683	31.528	19.698
32	19.815	32.428	19.857	32.602	19.872	32.855	19.884	33.204	19.895
33.283	19.897	33.711	19.913	33.805	19.916	34.138	19.924	34.407	19.928
34.566	19.93	34.994	19.941	35.009	19.941	35.421	19.95	35.611	19.954
35.849	19.959	36.212	19.967	36.277	19.967	36.704	19.96	36.814	19.959
37.132	19.962	37.416	19.972	37.56	19.987	37.987	20.023	38.018	20.026
38.415	20.083	38.619	20.122	38.843	20.166	39.221	20.25	39.27	20.262
39.698	20.361	39.823	20.389	40.126	20.445	40.425	20.508	40.553	20.526
40.981	20.608	41.027	20.618	41.409	20.717	41.628	20.771	41.836	20.824
42.23	20.929	42.264	20.938	42.692	21.06	42.832	21.096	43.119	21.176
43.434	21.253	43.547	21.282	43.975	21.393	44.035	21.408	44.403	21.504
44.637	21.565	44.83	21.62	45.239	21.747	45.258	21.753	45.686	21.893
45.841	21.94	46.113	22.02	46.442	22.113	46.541	22.14	46.969	22.259
47.044	22.276	47.396	22.358	47.646	22.41	47.824	22.464	48.248	22.615
48.679	22.769	48.85	22.83	49.107	22.913	49.451	23.021	49.535	23.044
49.962	23.165	50.053	23.19	50.39	23.27	50.655	23.333	50.818	23.365
51.245	23.454	51.257	23.456	51.673	23.543	51.858	23.585	52.101	23.674
52.46	23.816	52.528	23.839	52.956	23.963	53.062	23.994	53.384	24.081
53.664	24.161	53.811	24.203	54.239	24.33	54.265	24.338	54.667	24.455
54.867	24.511	55.094	24.565	55.469	24.646	55.522	24.653	55.95	24.708

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 74 di 75 Rev. 1

56.071	24.728	56.377	24.765	56.673	24.794	56.805	24.809	57.233	24.854
57.274	24.859	57.66	24.906	57.876	24.933	58.088	24.955	58.478	24.982
58.516	24.984	58.943	25.002	59.08	25.005	59.371	25.02	59.681	25.047
59.799	25.054	60.226	25.075	60.283	25.079	60.654	25.108	60.885	25.121
61.082	25.138	61.487	25.174	61.509	25.177	61.937	25.254	62.088	25.279
62.365	25.334	62.69	25.407	62.792	25.429	63.22	25.52	63.292	25.534
63.648	25.588	63.894	25.624	64.075	25.647	64.496	25.7	64.931	25.763
65.097	25.785	65.358	25.811	65.699	25.845	65.786	25.854	66.214	25.876
66.301	25.881	66.642	25.896	66.903	25.911	67.069	25.921	67.497	25.95
67.925	25.987	68.106	26.008	68.352	26.039	68.708	26.077	68.78	26.085
69.208	26.137	69.31	26.145	69.635	26.169	69.911	26.209	70.063	26.228
70.491	26.269	70.513	26.271	70.918	26.304	71.115	26.317	71.346	26.333
71.717	26.368	71.774	26.371	72.201	26.407	72.319	26.415	72.629	26.451
72.92	26.47	73.057	26.481	73.484	26.517	73.522	26.52	73.912	26.554
74.124	26.58	74.34	26.603	74.726	26.643	74.767	26.646	75.195	26.671
75.327	26.681	75.623	26.702	75.929	26.724	76.05	26.733	76.478	26.754
76.531	26.756	76.906	26.787	77.133	26.811	77.333	26.828	77.735	26.859
77.761	26.862	78.189	26.906	78.336	26.922	78.616	26.956	78.938	26.984
79.044	26.992	79.472	27.03	79.54	27.037	79.899	27.063	80.142	27.089
80.327	27.105	80.743	27.139	80.755	27.14	81.182	27.17	81.345	27.181
81.61	27.201	81.947	27.223	82.038	27.229	82.465	27.252	82.549	27.259
82.893	27.301	83.15	27.332	83.321	27.35	83.748	27.385	84.176	27.395
84.354	27.403	84.604	27.427	84.956	27.47	85.031	27.478	85.459	27.516
85.558	27.525	85.887	27.548	86.159	27.561	86.314	27.569	86.742	27.59
86.761	27.591	87.17	27.619	87.363	27.634	87.597	27.653	87.965	27.674
88.025	27.678	88.453	27.7	88.566	27.71	88.881	27.741	89.168	27.772
89.308	27.787	89.736	27.823	89.77	27.826	90.164	27.856	90.372	27.88
90.591	27.904	90.973	27.951	91.019	27.958	91.447	28.008	91.575	28.021
91.874	28.04	92.177	28.059	92.302	28.066	92.73	28.095	92.779	28.096
93.157	28.114	93.381	28.125	93.585	28.138	93.982	28.174	94.013	28.177
94.44	28.237	94.584	28.255	94.868	28.284	95.186	28.314	95.296	28.322
95.723	28.349	95.788	28.355	96.151	28.392	96.389	28.422	96.579	28.445
96.991	28.484	97.006	28.486	97.434	28.526	97.593	28.539	97.862	28.561
98.195	28.596	98.289	28.606	98.717	28.665	98.796	28.674	99.145	28.707
99.398	28.738	99.572	28.757	100	28.82				

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 21.25 .035 32 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
21.25 32 15.92 15.92 15.92 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: Sabbione

REACH: alveo RS: 10

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	181					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	27.88	.5	27.87	1	27.84	1.5	27.8	2	27.77
2.5	27.77	3	27.75	3.5	27.7	4	27.63	4.5	27.46
5	27.27	5.5	27.07	6	26.89	6.5	26.7	7	26.47
7.5	26.21	8	25.96	8.5	25.73	9	25.36	9.5	24.96
10	24.58	10.5	24.23	11	23.91	11.5	23.63	12	23.37
12.5	23.12	13	22.93	13.5	22.83	14	22.74	14.5	22.59
15	22.37	15.5	22.14	16	21.91	16.5	21.68	17	21.45
17.5	21.22	18	20.99	18.5	20.73	19	20.48	19.5	20.25
20	20.02	20.5	19.79	21	19.56	21.5	19.34	22	19.11
22.5	18.89	23	18.68	23.5	18.51	24	18.34	24.5	18.2
25	18.16	25.5	18.15	26	18.15	26.5	18.16	27	18.15
27.5	18.12	28	18.09	28.5	18.05	29	18.01	29.5	17.99
30	18.01	30.5	18.02	31	18.06	31.5	18.35	32	18.76
32.5	19.17	33	19.49	33.5	19.64	34	19.66	34.5	19.63
35	19.59	35.5	19.55	36	19.51	36.5	19.48	37	19.45
37.5	19.39	38	19.36	38.5	19.42	39	19.55	39.5	19.69
40	19.87	40.5	20.01	41	20.07	41.5	20.17	42	20.28
42.5	20.37	43	20.48	43.5	20.61	44	20.77	44.5	20.96
45	21.17	45.5	21.37	46	21.55	46.5	21.73	47	22.03

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83141
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 75 di 75	Rev. 1

47.5	22.32	48	22.57	48.5	22.77	49	22.93	49.5	23.04
50	23.18	50.5	23.5	51	23.75	51.5	23.98	52	24.21
52.5	24.42	53	24.58	53.5	24.65	54	24.67	54.5	24.71
55	24.73	55.5	24.73	56	24.71	56.5	24.73	57	24.72
57.5	24.73	58	24.78	58.5	24.91	59	25.08	59.5	25.25
60	25.36	60.5	25.44	61	25.53	61.5	25.58	62	25.63
62.5	25.67	63	25.71	63.5	25.76	64	25.83	64.5	25.92
65	26.01	65.5	26.07	66	26.14	66.5	26.21	67	26.24
67.5	26.32	68	26.42	68.5	26.51	69	26.58	69.5	26.62
70	26.65	70.5	26.68	71	26.75	71.5	26.8	72	26.87
72.5	26.96	73	27.04	73.5	27.1	74	27.13	74.5	27.17
75	27.22	75.5	27.27	76	27.36	76.5	27.43	77	27.43
77.5	27.49	78	27.54	78.5	27.57	79	27.6	79.5	27.64
80	27.68	80.5	27.73	81	27.79	81.5	27.85	82	27.9
82.5	27.95	83	28.02	83.5	28.04	84	28.05	84.5	28.08
85	28.13	85.5	28.2	86	28.24	86.5	28.26	87	28.3
87.5	28.33	88	28.4	88.5	28.47	89	28.55	89.5	28.61
90	28.66								

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	20.5	.035	33.5	.055

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
	20.5	33.5		0	0	.1	.3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	20.61	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.43	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	19.18	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	19.69	Flow Area (m2)		9.38	
E.G. Slope (m/m)	0.043644	Area (m2)		9.38	
Q Total (m3/s)	49.70	Flow (m3/s)		49.70	
Top Width (m)	10.66	Top Width (m)		10.66	
Vel Total (m/s)	5.30	Avg. Vel. (m/s)		5.30	
Max Chl Dpth (m)	1.19	Hydr. Depth (m)		0.88	
Conv. Total (m3/s)	237.9	Conv. (m3/s)		237.9	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		11.22	
Min Ch El (m)	17.99	Shear (N/m2)		357.80	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	4309.02	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.62	Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)			