

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 1 di 74

**RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI"
TRATTO "RECANATI - CHIETI" DN 650 (26"), DP 75 bar**

**TUBO PORTACAVI DN 200 (8")
Attraversamento in subalveo del FIUME TENNA**

RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

SAIPEM SPA
 Il Progettista
 Dott. Ing. A. PARLATO iscritto all'ordine
 degli ingegneri della Provincia di Avellino al n. 2095
 Tel. 0721.16826841 - Fax 0721.1682019
 C.F. e P. IVA 00825790157

0	Emissione		Caccavo	Caffarelli	Sciosci Ott '18
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 2 di 74	Rev. 0

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
1.1	Oggetto della relazione	4
1.2	Scopo e descrizione dell'elaborato	4
1.3	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 dell'area d'intervento	11
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	Regionalizzazione delle portate	15
4.4.1	<u>Premessa</u>	15
4.4.2	<u>Metodologia di Elaborazione - Sintesi</u>	15
4.4.3	<u>Risultati delle elaborazioni</u>	15
4.4.4	<u>Risultati riferiti al caso specifico</u>	16
4.5	Portata di progetto	17
4.6	Validazione dei risultati	17
5	STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE	21
5.1	Presupposti e limiti dello studio	21
5.2	Assetto geometrico e modellazione dell'alveo	22
5.3	Risultati della simulazione idraulica	24
5.4	Analisi dei risultati conseguiti	29
6	VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO	30
6.1	Generalità	30
6.2	Criteri di calcolo	31
6.3	Stima dei massimi approfondimenti attesi	33
6.4	Considerazione sui risultati conseguiti	34
7	METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	35
7.1	Metodologia costruttiva: TOC	35
7.2	Prescrizioni sulla configurazione geometrica di progetto	35
7.3	Descrizione del sistema operativo TOC	36
8	VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA	42
8.1	Premessa	42

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 3 di 74	Rev. 0

8.2	Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento	43
8.3	Analisi dei criteri di compatibilità idraulica	44
9	CONCLUSIONI	47
	APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO	48
	APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO - REPORT PROGRAMMA HEC RAS	53

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 4 di 74

1 INTRODUZIONE

1.1 Oggetto della relazione

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto denominato "*Rifacimento metanodotto Ravenna - Chieti, tratto Recanati – San Benedetto del T., DN 650 (26") - DP 75 bar*", intende realizzare un metanodotto che si sviluppa nell'ambito dei territori delle Marche e dell'Abruzzo, in sostituzione di un tratto di metanodotto in esercizio ed in fase di dismissione.

La suddetta linea in progetto interseca l'alveo del fiume Tenna nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua, in un ambito di confine tra i territori di Sant'Elpidio a Mare e di Fermo.

Si precisa che in detto ambito fluviale, l'attraversamento da parte della condotta è stato già eseguito di recente; pertanto nello specifico il progetto prevede esclusivamente l'attraversamento in subalveo del corso d'acqua da parte del tubo portacavi. Il tubo portacavi, nell'ambito dell'attraversamento fluviale, è costituito da una condotta in acciaio di piccolo diametro DN200 (8"), all'interno del quale viene posizionato il cavo telecomando che consente la possibilità di gestire da remoto le valvole di intercettazione posizionate lungo la linea del metanodotto.

In corrispondenza del sopracitato attraversamento fluviale, il tracciato di linea in progetto (che nello specifico si riferisce al solo tubo portacavi) interferisce con delle aree censite di pericolosità idraulica (aree inondabili) ai sensi del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dall'ex Autorità di Bacino Regionale delle Marche.

Le Norme di Attuazione, ai sensi nell'Art.9, comma 1, lettera i), consentono la realizzazione ed ampliamento di infrastrutture tecnologiche o viarie, pubbliche o di interesse pubblico, seppur condizionata al parere vincolante da parte della Autorità idraulica competente.

In tal senso il presente elaborato costituisce uno specifico Studio di Compatibilità idraulica, redatto ai sensi di quanto previsto nelle Norme di Attuazione.

1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato

Lo scopo del presente elaborato è dunque analizzare le condizioni di compatibilità idraulica per la posa del tubo portacavi nell'ambito specifico d'interferenza con le aree di pericolosità idraulica.

Nell'ambito della presente relazione vengono inoltre illustrati gli studi effettuati al fine di individuare le caratteristiche di progettazione nell'attraversamento in subalveo del corso d'acqua, con particolare riferimento alla definizione della metodologia operativa, del profilo di posa della condotta portacavi 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 assicurare la compatibilità dell'intervento in progetto in considerazione dell'aspetto idraulico del corso d'acqua, subordinandola alla dinamica evolutiva dello stesso.

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

- Inquadramento territoriale dell'area d'attraversamento in modo da consentire di individuare in maniera univoca il tratto del corso d'acqua interessato dall'interferenza con l'infrastruttura lineare in progetto;
- Caratterizzazione idrografica del corso d'acqua e descrizione dell'ambito di

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 5 di 74	Rev. 0

attraversamento;

- Studio idrologico al fine di stimare le portate al colmo di piena di progetto in corrispondenza della sezione di studio (coincidente con quella dell'attraversamento in esame);
- Studio idraulico, volto ad individuare i parametri caratteristici di deflusso idrico ed i fenomeni associati alla dinamica fluviale locale in corrispondenza dell'ambito di attraversamento, con particolare riferimento alla valutazione dei fenomeni erosivi di fondo alveo;
- Descrizione delle scelte progettuali inerenti la metodologia costruttiva, la geometria del tubo portacavi in subalveo e le eventuali opere di presidio idraulico;
- Valutazioni inerenti la compatibilità idraulica del sistema d'attraversamento, in riferimento ai criteri stabiliti nelle Norme di Attuazione del Piano per la regolamentazione degli interventi in ambiti censiti di pericolosità idraulica ai sensi del PAI.

1.3 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").

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 6 di 74	Rev. 0

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 sedimenti 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	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 7 di 74

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'interferenza tra la linea in progetto con il fiume Tenna ricade nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 7 km dalla foce), nei pressi della località "La Luce", in un ambito di confine tra i territori di Sant'Elpidio a Mare e di Fermo.

Si precisa che in detto ambito fluviale, l'attraversamento da parte della condotta è stato già eseguito di recente; pertanto nello specifico il progetto prevede esclusivamente l'attraversamento in subalveo del corso d'acqua da parte del tubo portacavi DN200 (8").

Al fine di consentire un inquadramento territoriale dell'ambito di attraversamento, qui di seguito si riporta una corografia in scala 1:25.000 (estratta dalle tavolette IGM), dove:

- il tracciato del metanodotto in progetto è riportato mediante una linea in rosso;
- il metanodotto in fase di dismissione è indicato tramite una linea in verde;
- i metanodotti esistenti (da mantenere in esercizio) sono indicati in blu;
- il tratto di linea dove è prevista la posa del solo tubo portacavi è indicato in color arancio;
- l'area di attraversamento in esame è indicata mediante un cerchio in colore blu.

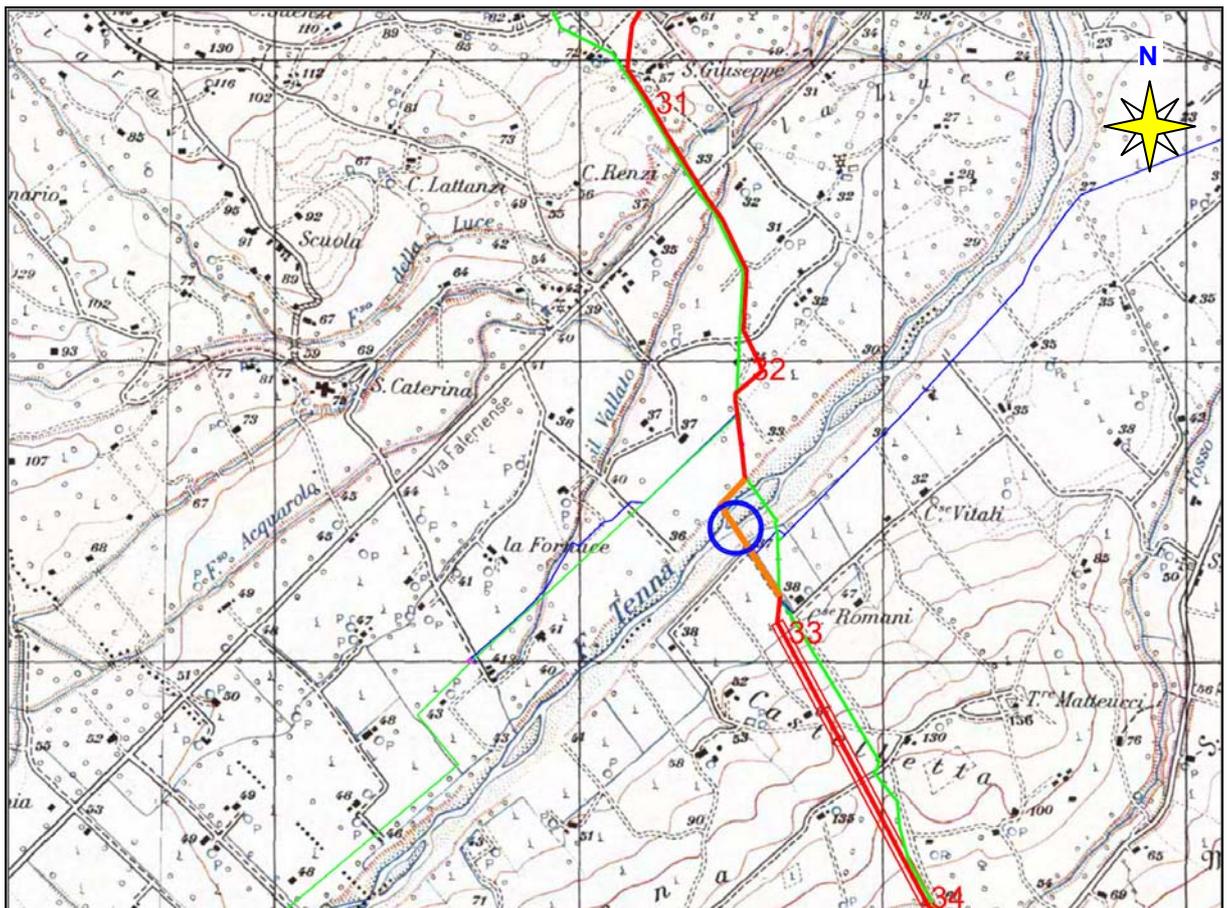


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 8 di 74

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

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

Coordinate ambito di attraversamento del corso d'acqua		
Coordinate Piane WGS84 - Fuso 33: Est /Nord	396435 m E	4784247 m N

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico di maggior dettaglio (CTR in scala 1:10.000), dal quale si può individuare il tracciato del metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in colore rosso), il metanodotto in fase di dismissione (riportato mediante una linea in colore verde), il tratto dove è prevista la posa del solo tubo portacavi (indicato in arancio), il quale verrà posizionato in stretto parallelismo del tratto del metanodotto posizionato di recente nell'ambito fluviale (indicato in blu).

L'area di attraversamento in esame del corso d'acqua (che riguarda appunto il tubo portacavi) è evidenziata mediante un cerchio in colore blu. Si pone in evidenza che la posa del tubo portacavi, relativamente al tratto di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua, verrà eseguito in trenchless, come meglio specificato nel seguito.

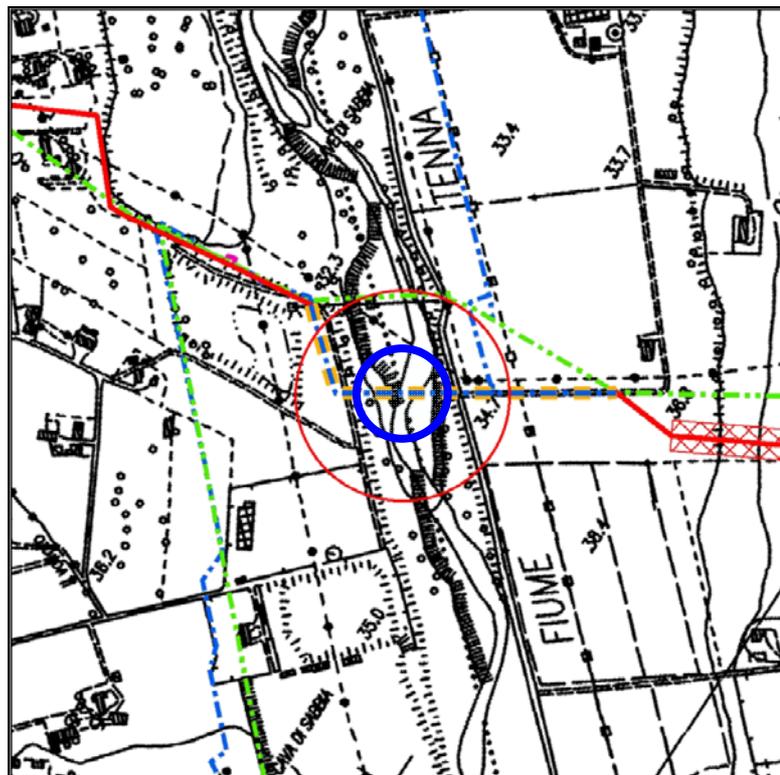


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 9 di 74

3 CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME

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

Il Fiume Tenna rappresenta uno dei corsi d'acqua principali della Regione Marche, il quale è caratterizzato da un bacino imbrifero dell'estensione di circa 480 kmq. Nasce alle pendici del monte Porche (2233 m) e dal monte Bove Sud (2169 m), in vari rami, in provincia di Macerata fino a sfociare, dopo una lunghezza di circa 69 km dell'asta principale, nel Mare Adriatico tra la frazione Marina Faleriense di Porto Sant'Elpidio e Lido di Fermo.

Nella parte montana, il bacino idrografico del F. Tenna si presenta molto esteso e di forma quadrangolare. All'altezza della località di Servigliano, subisce un brusco restringimento ed assume una forma sub-rettangolare sin quasi al mare, con una larghezza media di 3,5-4,0 km. Solo avvicinandosi alla fascia costiera si amplia nuovamente per poi restringersi ancora, in prossimità della foce.

Nel primo tratto del suo corso, il F. Tenna attraversa una serie di ristrette valli, che incide profondamente in corrispondenza delle formazioni calcaree ed arenacee. Dopo un percorso di circa 12 km riceve le acque dell'Ambro, affluente di sinistra che scorre in una valle stretta e di difficile accesso. A partire dalla confluenza con il torrente citato, il fiume percorre una valle più ampia dove assume un andamento sinuoso formando una serie di anse. Al termine di queste, si ha la confluenza con il T. Tennacola, che con i suoi 27 km di lunghezza rappresenta il maggior affluente del F. Tenna. Dopo avere fiancheggiato numerosi centri abitati, il corso d'acqua principale giunge a Servigliano e qui riceve il contributo dell'ultimo tributario montano, il T. Salino.

Successivamente, l'alveo del F. Tenna si presenta meno profondo e si rettifica, la pianura alluvionale si allarga man mano che i rilievi laterali diventano meno elevati. Fino a pochi chilometri dalla linea di costa il corso d'acqua mantiene il suo tracciato; tuttavia, in prossimità della foce, si osserva un netto scostamento del paleoalveo rispetto all'attuale direzione di flusso del fiume.

Nella figura seguente è riportato il bacino complessivo del corso d'acqua (in color magenta), con indicazione del reticolo idrografico principale e dell'ambito di attraversamento in esame (*figura estrapolata dagli elaborati del Piano di Tutela delle Acque - Regione Marche*).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fig. 10 di 74	Rev. 0

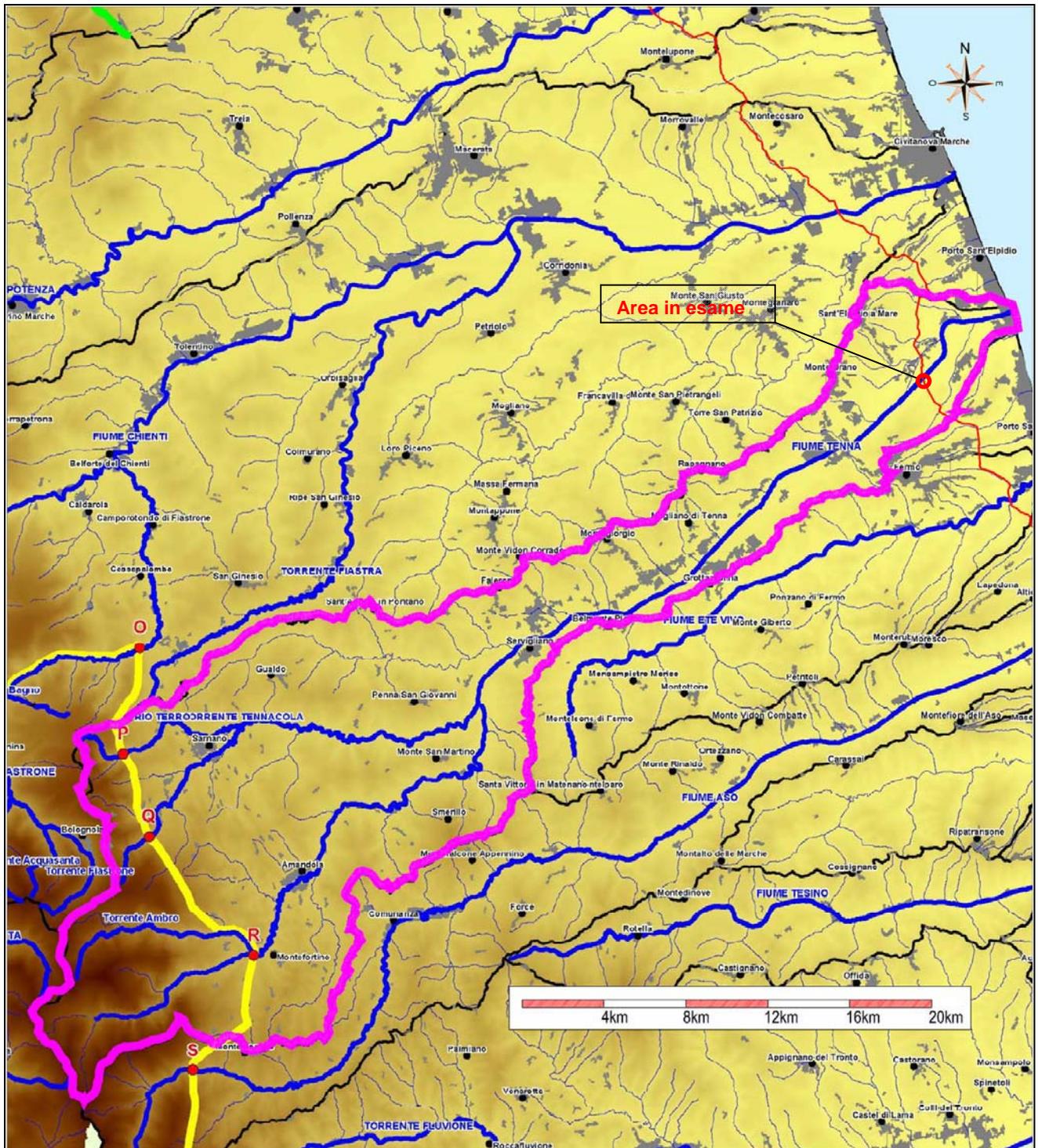


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua ed indicazione dell'ambito di studio

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 11 di 74

3.2 Descrizione dell'area d'intervento

Come si rileva dalla precedente Fig.3.1/A, l'attraversamento da parte della linea in progetto ricade nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua.

Nell'intorno dell'attraversamento il corso d'acqua assume un andamento planimetrico sostanzialmente rettilineo.

L'alveo si presenta molto ampio, con letto del fiume largo circa 100÷120m, e con sponde vegetate che si elevano di circa 4÷5m dal fondo.

I sedimenti presenti in alveo sono rappresentati da ciottolame di rilevante pezzatura, in matrice sabbiosa. In prossimità dell'area in esame si rilevano segni evidenti di erosioni spondali mediamente significative, soprattutto a valle dell'ambito di attraversamento. L'analisi del basamento di fondazione delle strutture di sostegno dell'attraversamento aereo della condotta presente nell'area in esame, lascia inoltre presupporre una certa tendenza evolutiva ad un approfondimento generalizzato del fondo alveo.

In corrispondenza dell'attraversamento del metanodotto recentemente effettuato, sono state realizzate delle imponenti scogliere in massi naturali come opere di presidio idraulico di entrambe le sponde.

Al fine di consentire una visione diretta dell'ambito in esame, nella figura seguente è riportata una foto aerea (estratta da Google Earth) dell'ambito d'interferenza tra la linea in progetto (nello specifico il solo tubo portacavi, indicato con campitura in arancio) ed il corso d'acqua; dove l'area di attraversamento in esame è indicata mediante un cerchio in colore blu.

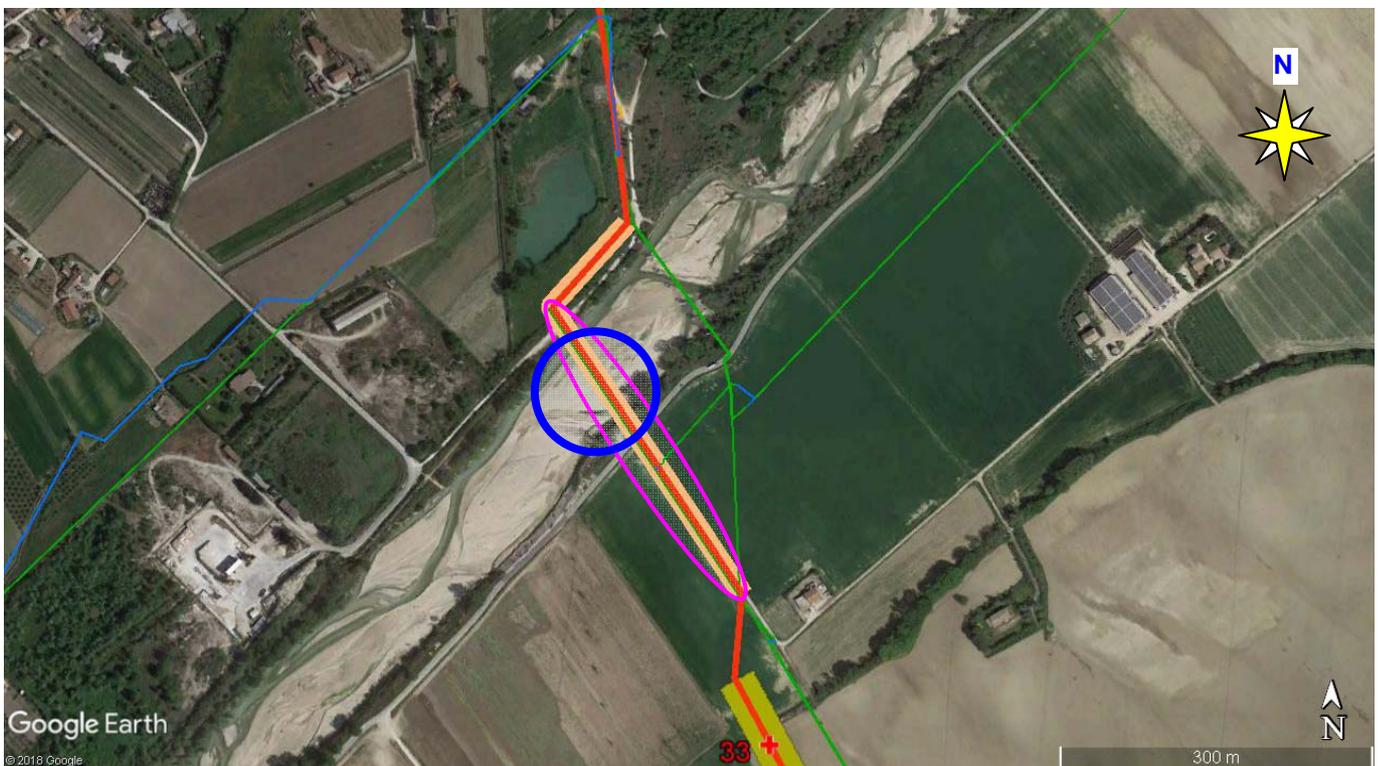


Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento (estratta da google earth)

In riferimento alla precedente Fig.3.2/A si evidenzia che nel tratto di linea pseudo-ortogonale all'alveo del corso d'acqua (evidenziato con un ellisse in magenta) la posa del tubo portacavi è prevista in trivellazione (così come meglio specificato nel seguito).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 12 di 74	Rev. 0

Mentre fuori dall'ambito di trivellazione, il tubo portacavi verrà posizionato mediante la tradizionale tecnica degli scavi a cielo aperto.

Infine, nella figura seguente è riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento in esame del corso d'acqua (foto scattata in sinistra idrografica).

La linea indicata in arancione rappresenta la posizione del tracciato del tubo portacavi. La stessa linea è stata riportata tratteggiata per indicare che l'attraversamento verrà realizzato in trivellazione.

Immediatamente a monte del tubo portacavi (in progetto) è riportata una linea in blu punto e tratto che rappresenta il metanodotto in esercizio, posizionato di recente.

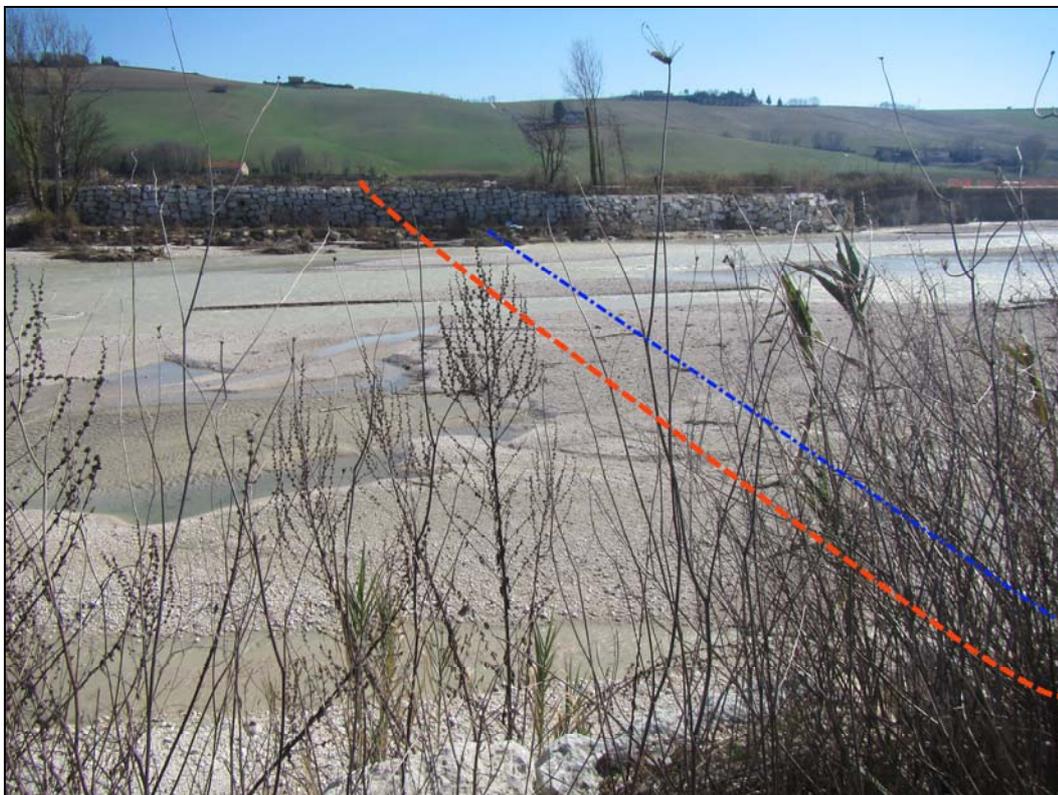


Fig.3.2/B: Foto ambito di attraversamento del corso d'acqua

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 13 di 74

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

Nell'ambito del territorio della Regione Marche è stato sviluppato uno studio di regionalizzazione denominato *Studio di regionalizzazione sul territorio marchigiano (Fondazione CIMA - Maggio 2016)*, finalizzato all'individuazione delle precipitazioni intense e delle portate massime al colmo di piena, associate a vari tempi di ritorno.

In tal senso per la valutazione delle portate di piena nella sezione idrologica di riferimento nel presente elaborato ci si avvale dei risultati conseguiti nello studio sopracitato.

Infine, come elemento di validazione, si riportano inoltre alcuni risultati di ulteriori studi idrologici eseguiti lungo l'asta del corso d'acqua in esame.

4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

Si assume come sezione di studio quella di attraversamento da parte della linea in progetto, la quale ricade nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 7 km dalla foce nel Mar Adriatico).

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. Nella stessa figura il tracciato di progetto è indicato mediante una linea in colore rosso.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 14 di 74	Rev. 0

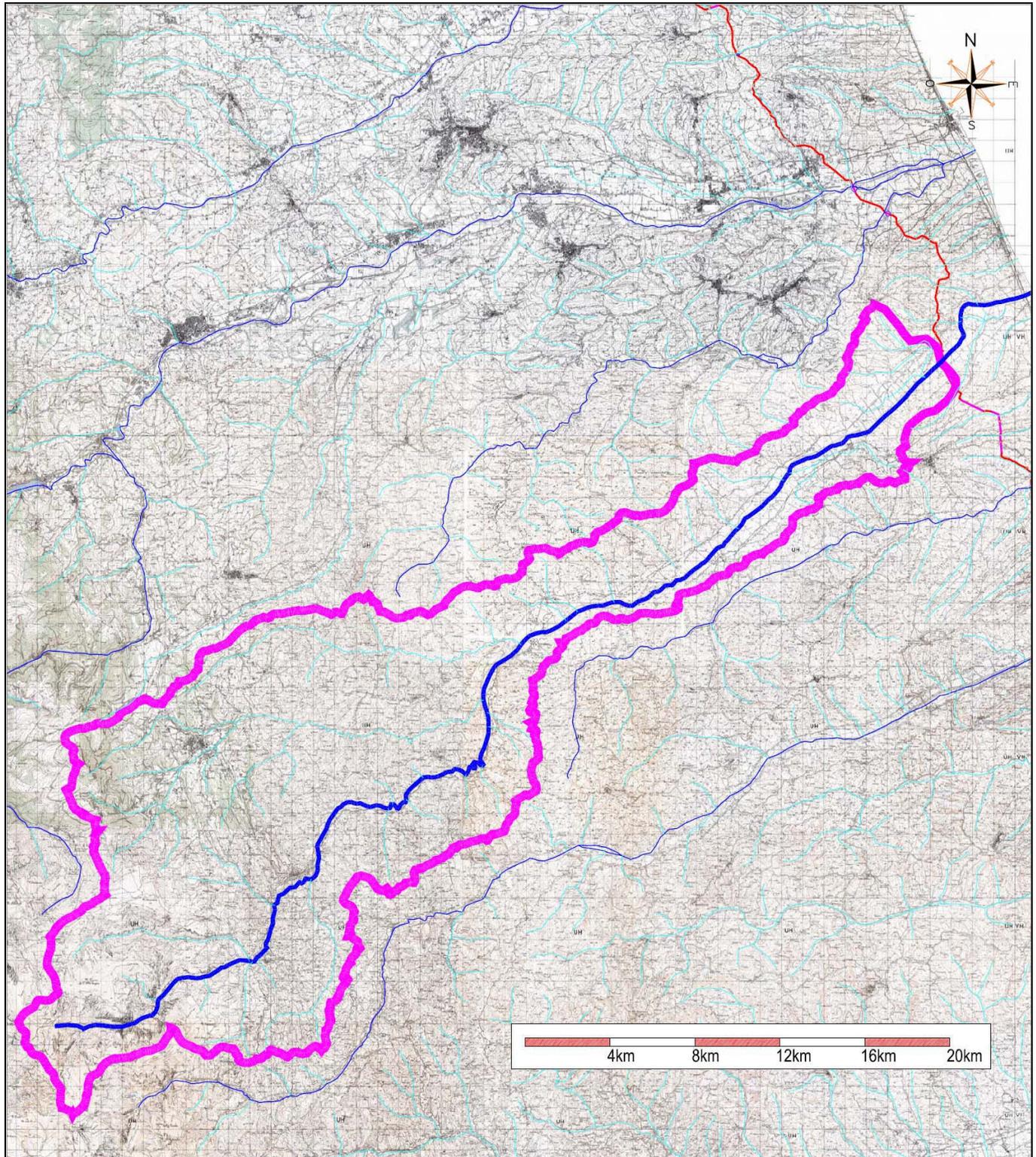


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 15 di 74	Rev. 0

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

Tab.4.3/A: Parametri morfometrici

Corso d'acqua / Sezione Studio	Superficie Bacino (kmq)	Lungh. asta principale (km)	Altitudine max Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
Fiume Tenna / Sez. di studio	449	62	2233	29

4.4 Regionalizzazione delle portate

4.4.1 Premessa

In data 17 febbraio 2015 è stata stipulata la convenzione tra il Commissario Delegato Maltempo Maggio 2014 e Fondazione CIMA per “La modellazione e definizione delle grandezze idrologiche utili alla progettazione per la messa in sicurezza strutturale e non strutturale del reticolo idrografico principale della Regione Marche” (Reg Int: 2015/28 – Nr. 670). Il documento, a norma dell’articolo 6 della convenzione, è la descrizione delle attività svolte da Fondazione CIMA per la regionalizzazione delle portate massime annuali al colmo di piena per la stima dei tempi di ritorno delle grandezze idrologiche. Obiettivo del lavoro è la definizione della regionalizzazione delle portate massime annuali al colmo di piena con diversi tempi di ritorno per i corsi d'acqua nel territorio marchigiano.

4.4.2 Metodologia di Elaborazione - Sintesi

Per realizzare la regionalizzazione delle portate massime annuali al colmo di piena non è stato possibile utilizzare un approccio diretto che utilizzi le serie storiche di portata per la molto scarsa numerosità del campione.

È stato quindi utilizzato un approccio indiretto che prevede la generazione di eventi sintetici di precipitazione utilizzando i risultati ottenuti nella procedura di regionalizzazione delle piogge estreme e l’uso del modello idrologico Continuum calibrato e validato sul territorio regionale per determinare la risposta dei bacini.

La procedura utilizzata per la regionalizzazione delle portate al colmo è composta di tre fasi:

1. generazione di un set di eventi pluviometrici estremi sintetici
2. esecuzione di simulazioni idrologiche per ognuno degli eventi pluviometrici generati
3. stima della distribuzione di probabilità in ogni punto del reticolo

Il modello idrologico è stato calibrato su bacini di medio-grandi dimensioni presenti sul territorio regionale (l’area del bacino più piccolo calibrato è pari a 50 kmq) per cui i risultati della regionalizzazione su tali aree sono ritenuti affetti da una minor incertezza rispetto ai risultati ottenuti per bacini di piccole dimensioni (alcuni kmq) per cui non erano disponibili serie storiche di portata per la calibrazione.

4.4.3 Risultati delle elaborazioni

I risultati delle elaborazioni sono stati sintetizzati mediante delle mappe di quantili, visualizzabili con qualunque software GIS.

In sintesi sono stati forniti i seguenti allegati:

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 16 di 74

- Mappe_Regionalizzazione_Q.zip: mappe in formato ESRI grid, lat-lon EPSG-4326, delle:
 - a. Portate per diversi tempi di ritorno (T= 2, 5, 10, 20, 50, 100, 150, 200, 500 anni).
 - b. Area drenata da ciascun punto sul reticolo modellistico (espressa in km²).

Inoltre per bacini con area drenata inferiore a 50 kmq, come metodo alternativo all'utilizzo delle mappe dei quantili, risulta possibile valutare la portata indice (portata media dei massimi di piena annuali) in funzione dell'area drenata, in considerazione dell'algoritmo qui di seguito riportato:

$$Q_i = 1.6119 A^{0.9735} \quad [m^3/s]$$

Si applicano i valori del fattore di crescita K_T riportati nella Tabella seguente per ottenere il quantile desiderato: $Q(T) = K_T \times Q_i$

Tempo di ritorno [anni]	2	5	10	20	50	100	150	200	500	1000
Fattore di crescita K_T	0.864	1.375	1.755	2.155	2.730	3.207	3.505	3.725	4.482	5.115

A livello cautelativo, per bacini inferiore ai 50 kmq, viene suggerito di utilizzare entrambi i metodi e poi di utilizzare i valore massimi.

4.4.4 Risultati riferiti al caso specifico

La visualizzazione dei quantili di riferimento per la sezione idrologica di studio è stata eseguita mediante l'impiego del software QGIS.

In particolare le portate al colmo di piena, riferite a n.4 differenti tempi di ritorno, sono riportate nella tabella seguente.

Tab.4.4/A: Portate al colmo di piena / Metodo "Regionalizzazione Marche"

Corso d'acqua / Sezione Studio	Coord. Geografiche WGS84-EPGS4326 Latitudine /Longitudine	Superficie Bacino (kmq)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=50anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=100anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=200anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=500anni)
Fiume Tenna / Sez. di studio	43.205° / 13.725°	449	650	772	909	1081

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 17 di 74

4.5 Portata di progetto

Si adotta come portata di progetto quella valutata con il "Metodo di Regionalizzazione" ed associata ad un tempo di ritorno (TR) pari a 200 anni.

Nella tabella seguente si riepiloga dunque la portata di progetto, la quale verrà presa in considerazione per le verifiche idrauliche di cui al capitolo seguente.

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

		Sup. Bacino	Qprogetto	qmax
Sezione Idrologica		(kmq)	(mc/s)	(mc/s×kmq)
F.Tenna	Sez. di studio	449	909	2.02

4.6 Validazione dei risultati

Come ulteriore elemento di validazione delle valutazioni idrologiche di riferimento per lo specifico elaborato, qui di seguito si riportano sinteticamente i risultati delle valutazioni idrologiche eseguite lungo l'asta fluviale del corso d'acqua nell'ambito di uno studio redatto dall'Università di Camerino per conto del Consorzio di Bonifica delle Marche.

Lo studio risulta disponibile on line presso il link <https://www.bonificamarche.it/i-nostri-programmi/studio-per-la-mitigazione-del-rischio-idrogeologico/>

Le valutazioni idrologiche sono state eseguite in considerazione di n.2 differenti metodi per le valutazioni idrologiche, ossia:

- Metodo dell'SNC-CN sia per la stima della pioggia netta che per la trasformazione afflussi-deflussi implementato attraverso il software HEC-HMS;
- Metodo Razionale;

Nel caso del corso d'acqua in esame sono stati considerati vari sottobacini, secondo lo schema riportato nella figura seguente:

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 18 di 74

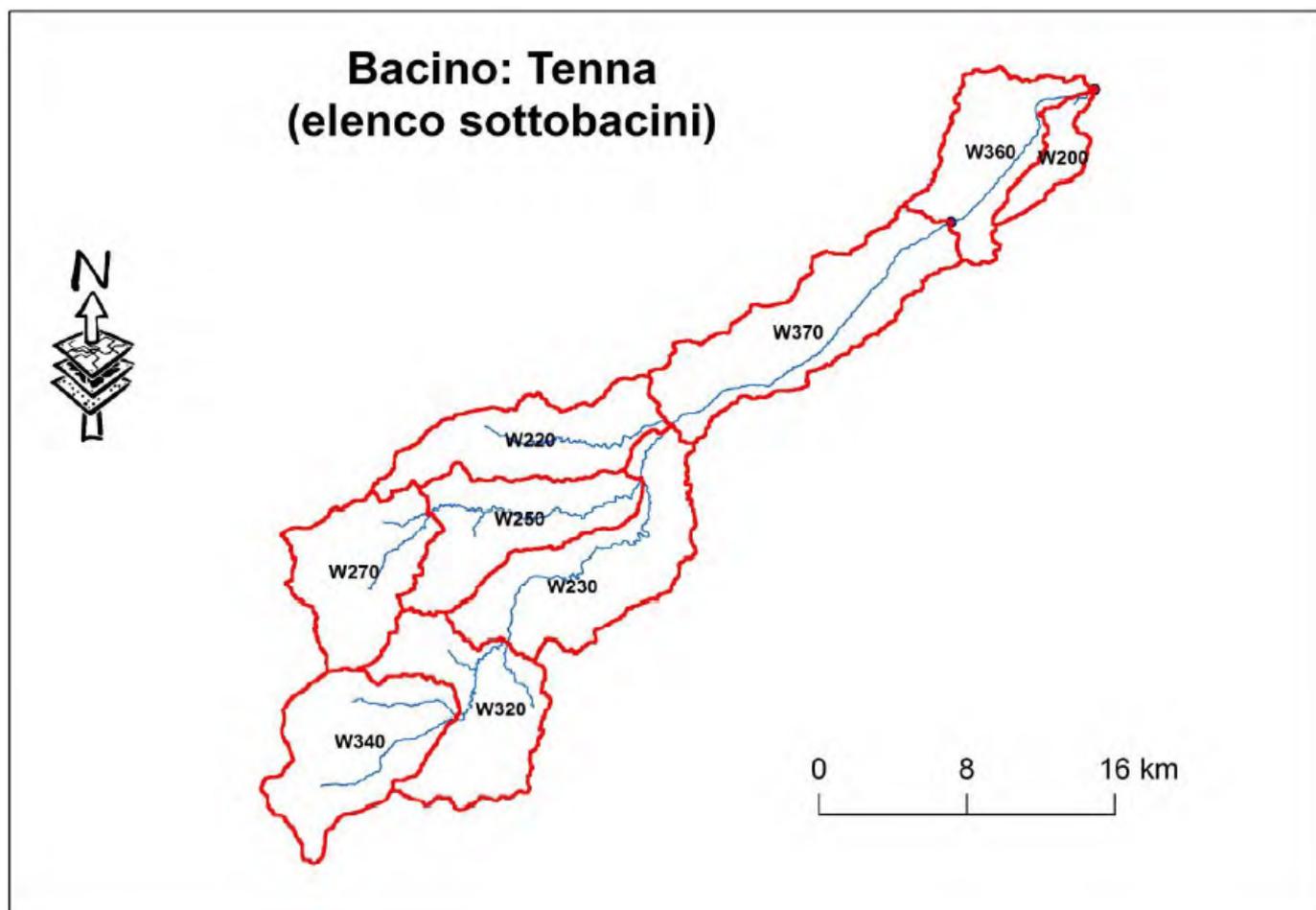


Fig.4.6/A: Studio Università di Camerino - Indicazione dei sottobacini

Pertanto, sviluppando le elaborazioni idrologiche in considerazione dei parametri morfometrici rappresentativi dei bacini, è stato possibile procedere alla valutazione delle portate di piena riferite a vari tempi di ritorno.

Nella figura seguente è riportato un particolare delle confluenze utilizzate per la modellazione idrologica.

L'ambito in esame ricade non lontano dalla foce e pertanto può essere considerata la junction J209 (foce Tenna) come confluenza di riferimento.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 19 di 74

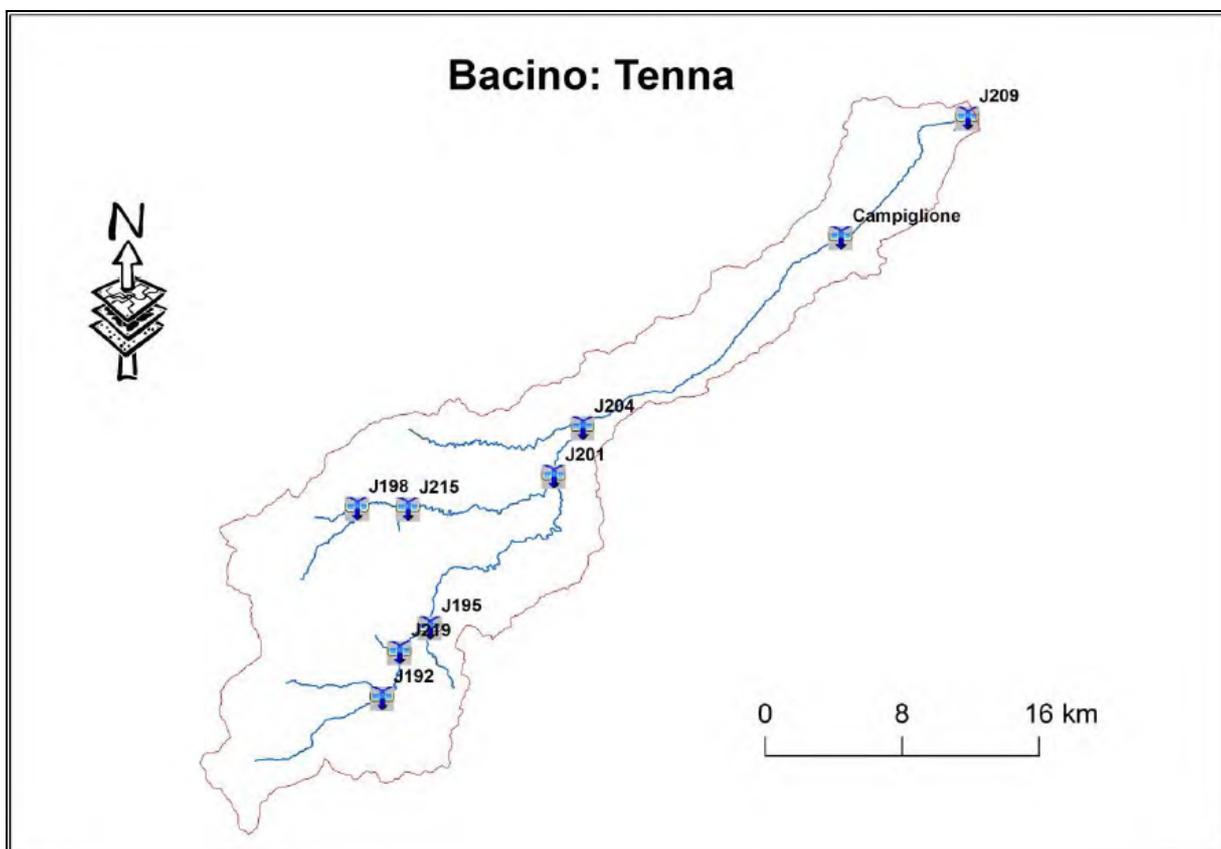


Fig.4.6/B: Indicazioni delle confluenze di studio nel corso d'acqua

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle elaborazioni idrologiche nelle varie confluenze e riferite ad un tempo di ritorno di 50 anni.

Tab..4.6/A: Portate $T_r=50$ anni, nelle confluenze principali

Subbasin	$Q_{\max 50}$ Giandotti (Rational method) (m^3/s)	$Q_{\max 50}$ HEC_HMS (calib) (m^3/s)	Junction	$Q_{\max 50}$ (HEC-HMS) (calib) (m^3/s)
W200	19.52	26.4	Campiglione	338.7
W220	50.73	42.7	foce_Tenna	340.9
W230	58.62	50.1	J192	89.5
W250	56.72	44.7	J195	142
W270	95.13	67.8	J198	68.2
W320	82.66	54.4	J201	244.2
W340	102.32	86.4	J204	315.1
W360	42.97	72.4	J209	338.8
W370	56.18	86.0	J215	67.9
			J219	89.1

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 20 di 74	Rev. 0

Esaminando la tabella precedente, si evince che in corrispondenza della foce è stata valutata una portata riferita ad un tempo di ritorno di 50 anni pari 340.9 mc/s.

Dall'analisi di raffronto con il valore di portata riferito a TR=50 anni valutato con il metodo della "Regionalizzazione" (Tab.4.4/A, 4^a colonna), si evince che l'impiego di quest'ultimo metodo determina valutazioni decisamente più elevate delle portate al colmo di piena nei confronti degli altri due metodi di elaborazione idrologica considerati nello studio dell'Università di Camerino.

Pertanto la scelta di considerare nel presente elaborato come portate di riferimento nell'ambito di studio, quelle derivanti dal metodo della Regionalizzazione può essere ritenuta conservativa.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 21 di 74	Rev. 0

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.

Come esposto nel capitolo precedente, lo studio idraulico è effettuato 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-RAS¹, nella versione 4.1.0, e descritti nei documenti "RAS Hydraulic reference manual", "RAS user's manual", "RAS applications guide".

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.

¹ 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	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 22 di 74

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, per uno sviluppo complessivo di circa 1,6 Km.

I dati geometrici di base derivano da un rilievo topografico effettuato tramite volo Lidar (appositamente eseguito per la progettazione del metanodotto in esame), 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 di una foto aerea (estratta da google earth), nel quale le sezioni trasversali utilizzate per il calcolo idraulico sono indicate in magenta, mentre il tracciato di linea in progetto è indicato colore in rosso. La sezione Sez.1 (RS50) coincide con la sezione di monte del tronco idraulico; la sezione Sez.5 (RS10) rappresenta la sezione idraulica di valle.

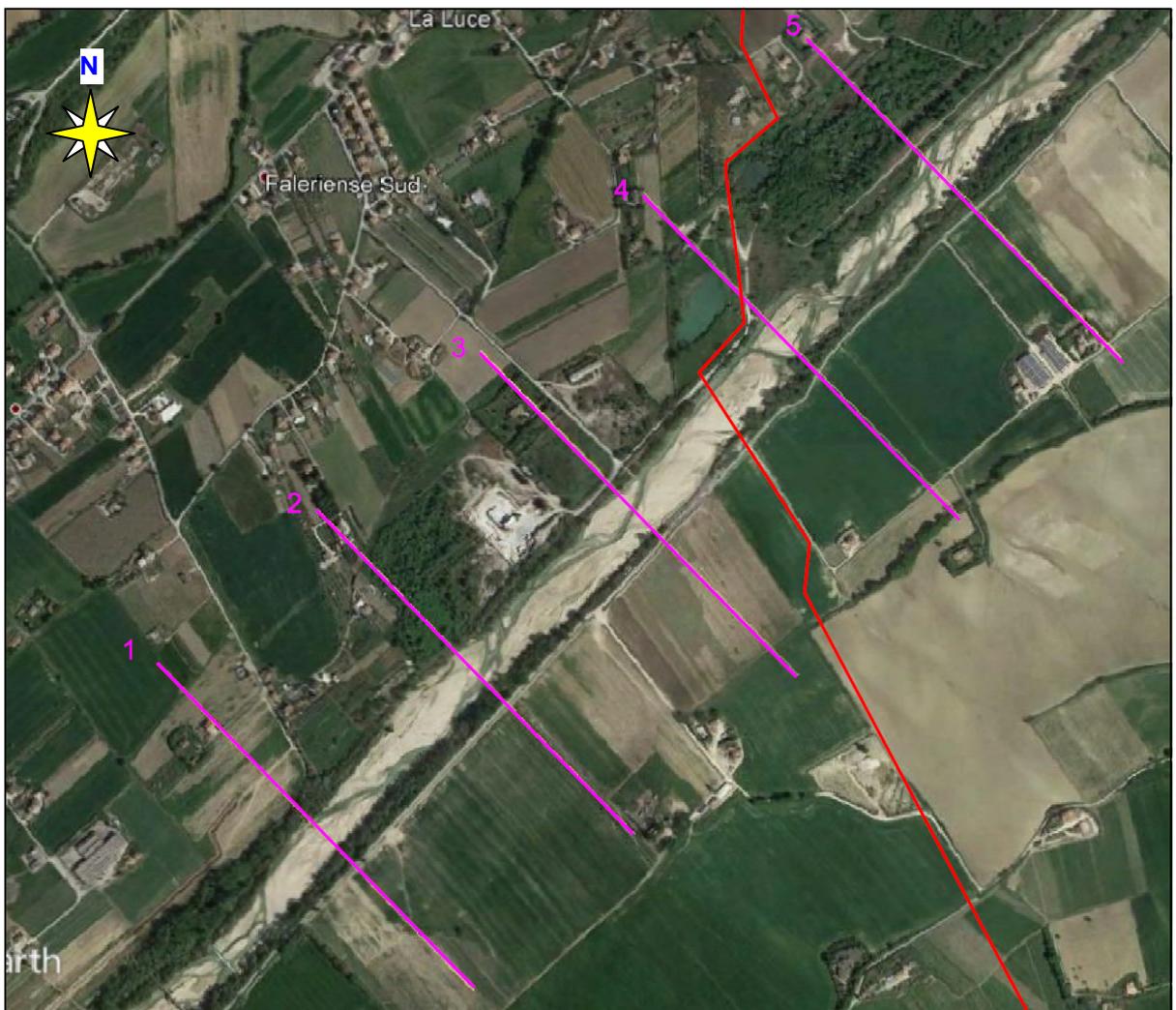


Fig.5.2/A: Foto aerea del tronco d'alveo analizzato e sezioni iniziali di input

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 23 di 74

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
RS50	Sez.1	0.00	390.33	<i>Sezione di monte</i>
RS40	Sez.2	390.33	400.75	
RS30	Sez.3	791.08	400.90	
RS20	Sez.4	1191.98	400.17	
RS10	Sez.5	1592.15	0.00	<i>Sezione di valle</i>

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.

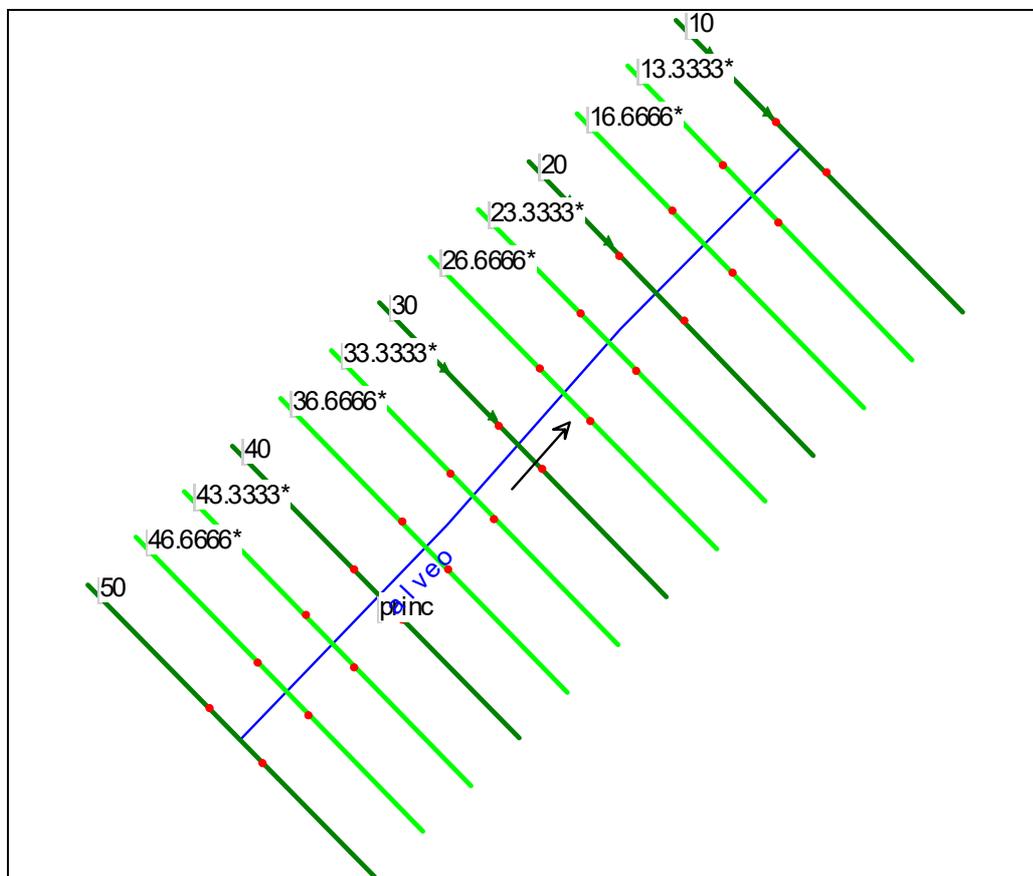


Fig.5.2/B: Modellazione geometrica in Hec-Ras (RS50 a monte e RS10 a valle)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 24 di 74

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:

- $Q_{200} = 909 \text{ mc/s}$

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 (RS50) 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, sono:

- 0,035 per l'alveo medio principale (Chan);
- 0,055 per le aree golenari di deflusso oltre i limiti d'alveo (LOB, ROB);

Nel caso specifico sono state considerate anche delle "Ineffective Flow Areas", in corrispondenza di alcuni laghetti da escavazione presenti nell'ambito in esame nel lato in sinistra idrografica.

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 Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 25 di 74

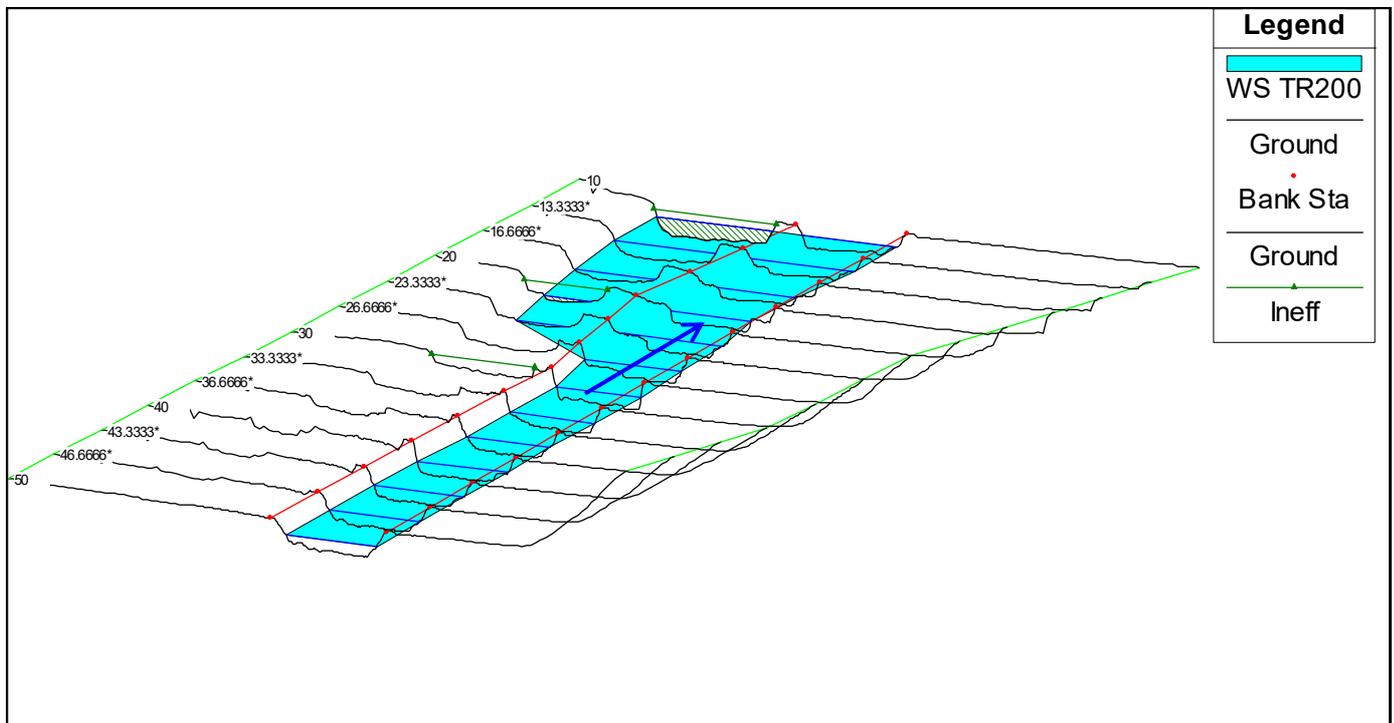


Fig.5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS50: monte /RS10: valle)

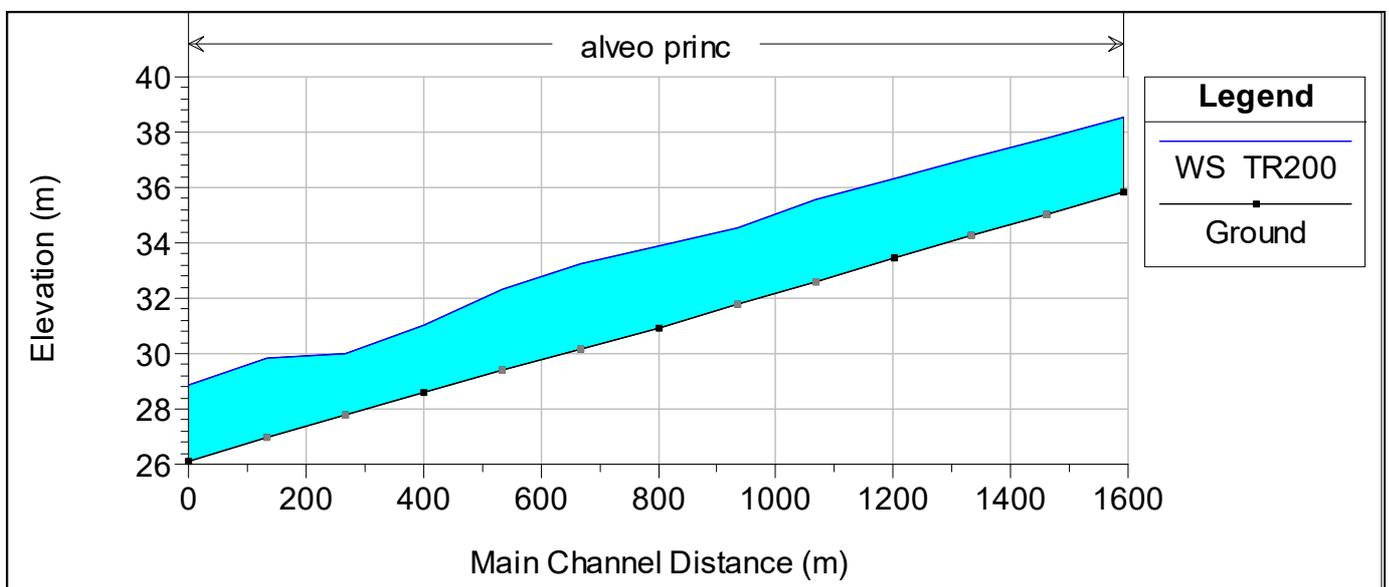


Fig.5.3/B: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale (RS50: monte /RS10: valle)

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 26 di 74

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
50	909	35.83	38.56	38.25	39.24	0.005959	3.64	250.03	117.33	2.13	123.67	0.79
46.6666*	909	35.05	37.81		38.47	0.005749	3.62	251.27	115.73	2.17	121.66	0.78
43.3333*	909	34.26	37.08		37.73	0.005578	3.59	253.25	115.35	2.2	119.33	0.77
40	909	33.48	36.33		36.99	0.005775	3.6	252.51	117.25	2.15	120.9	0.78
36.6666*	909	32.62	35.55		36.24	0.005476	3.68	247.26	107.21	2.31	123.13	0.77
33.3333*	909	31.76	34.52	34.38	35.36	0.007796	4.06	223.77	108.81	2.06	156.21	0.9
30	909	30.9	33.88	33.39	34.49	0.004691	3.46	262.6	109.51	2.4	108.23	0.71
26.6666*	909	30.14	33.23		33.82	0.005312	3.43	265.29	124.66	2.13	109.95	0.75
23.3333*	909	29.38	32.31	32.08	32.99	0.007217	3.69	265.01	192.98	1.89	132.66	0.86
20	909	28.62	31.01	30.92	31.93	0.008434	4.24	214.47	163.61	2.08	169.79	0.94
16.6666*	909	27.79	30	30	30.68	0.009255	4.01	285.86	204.92	1.78	160.13	0.96
13.3333*	909	26.96	29.84	28.56	29.97	0.001613	1.81	588.52	264.99	1.99	31.3	0.41
10	909	26.13	28.88	28.55	29.54	0.00601	3.59	253.01	271.73	2.08	121.75	0.8

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;

In aggiunta nel seguito sono presentati le tabelle di sintesi dei risultati della simulazione, relativamente alle sezioni principali trasversali (senza quelle interpolate dal programma) considerate nell'elaborazione.

I principali parametri riportati nel seguito in forma tabellare sono, oltre a quelli già illustrati e riportati nella tabella 5.3/A, qui di seguito indicati:

elementi della geometria d'alveo

- Min Ch El, quota minima dell'alveo medio principale;
- Wt. n-Val, coefficiente di scabrezza di Manning;

parametri globali di deflusso

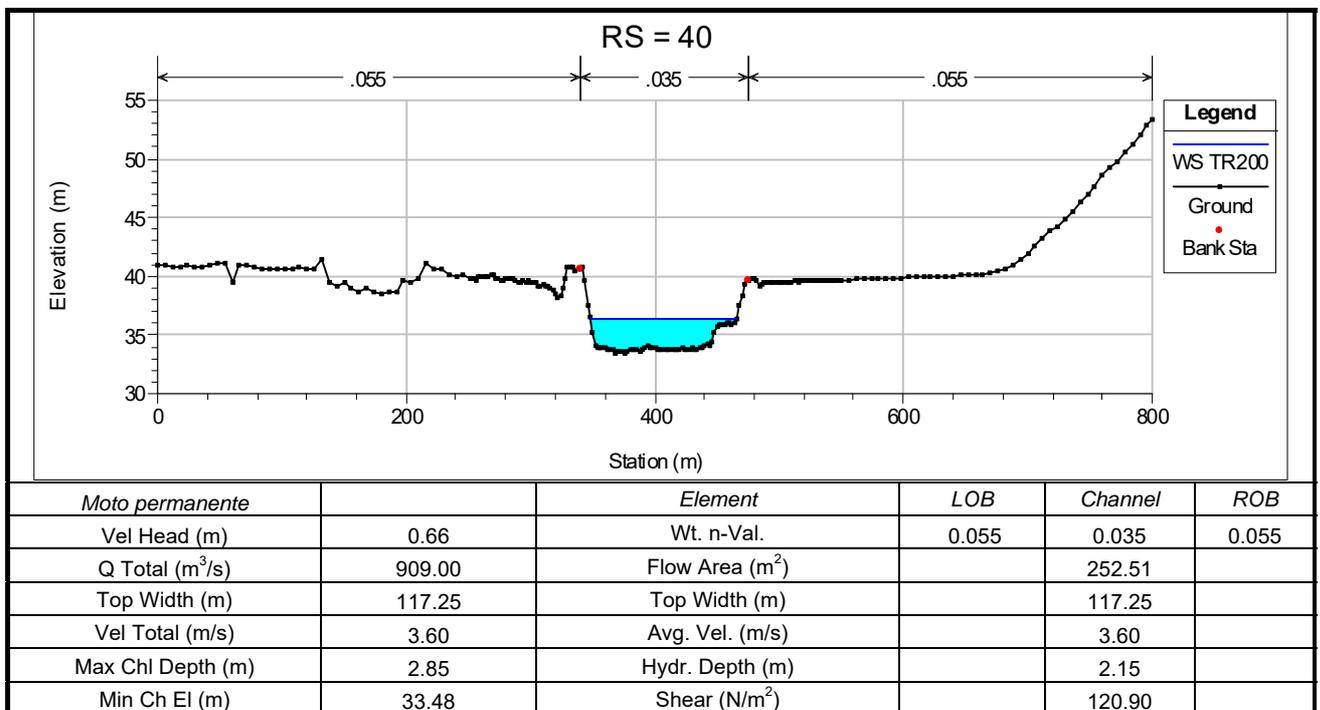
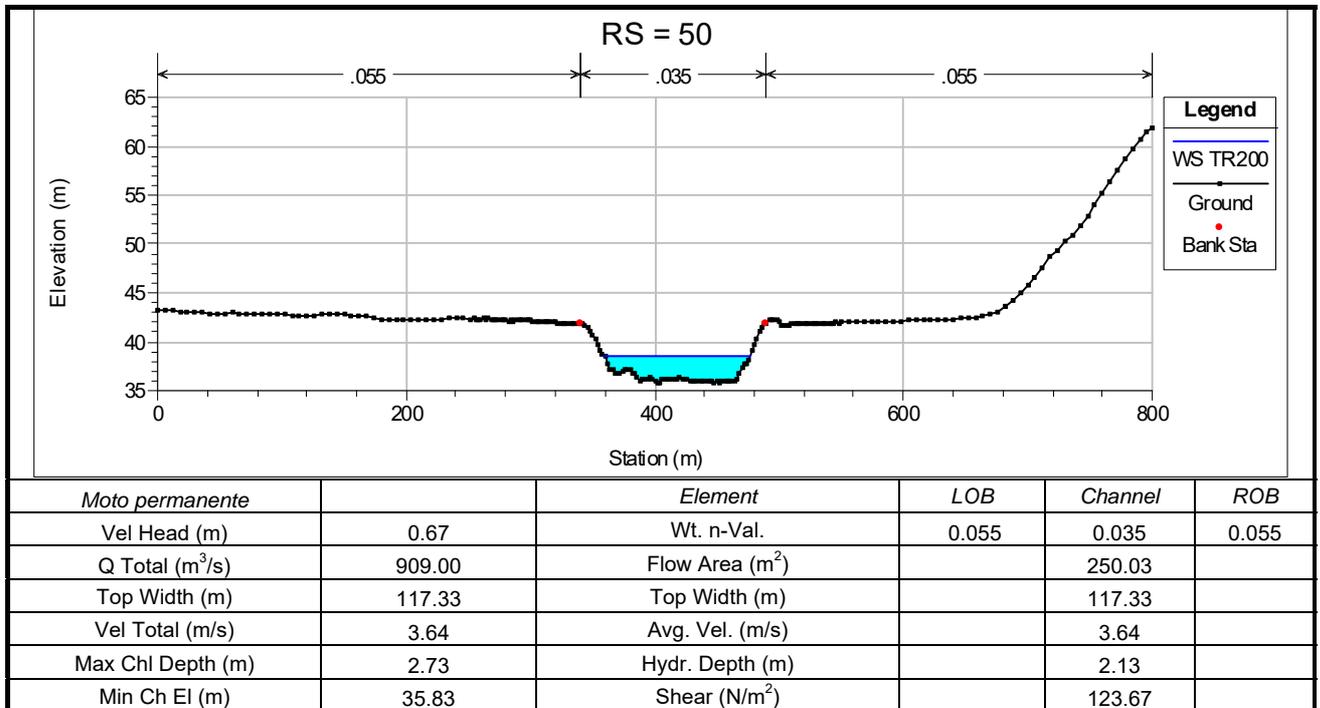
- Max Chl Depth, profondità massima in alveo;
- Vel. Total, velocità complessiva media di flusso;
- Vel Head, carico cinetico;

parametri parziali delle componenti di deflusso oltre i limiti di sponda (LeftOB, RightOB) e nell'alveo medio principale (Chan)

- Avg. Vel, velocità media nelle aree di deflusso parziale;

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 27 di 74

- Hydr Depth, altezza liquida equivalente (Flow Area/ Top Width);
- Shear, tensione tangenziale di attrito al perimetro;





PROGETTISTA



UNITÀ
000

COMMESSA
023081

LOCALITÀ

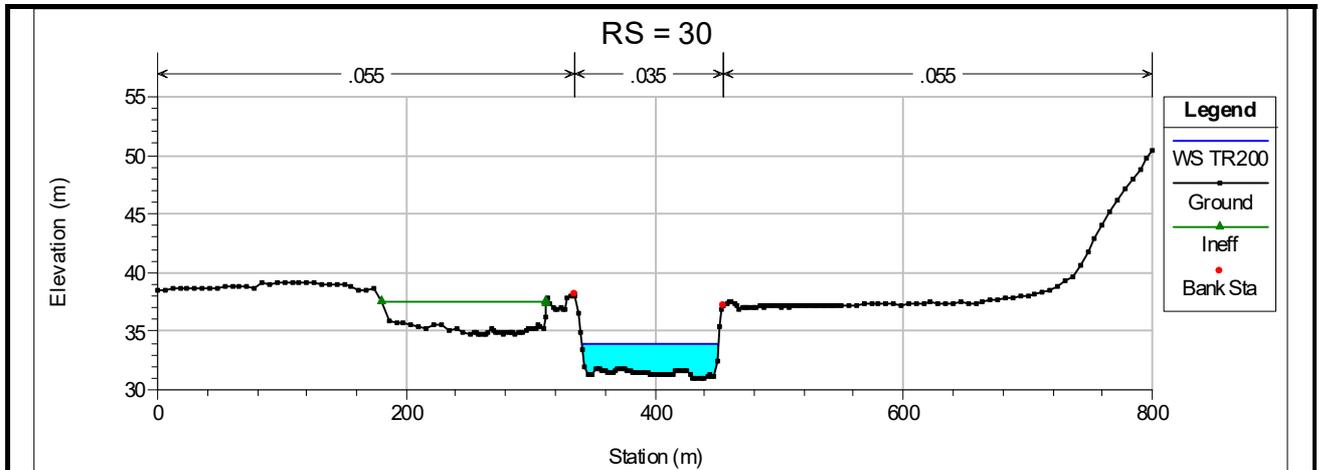
Regione Marche

SPC. LA-E-83074

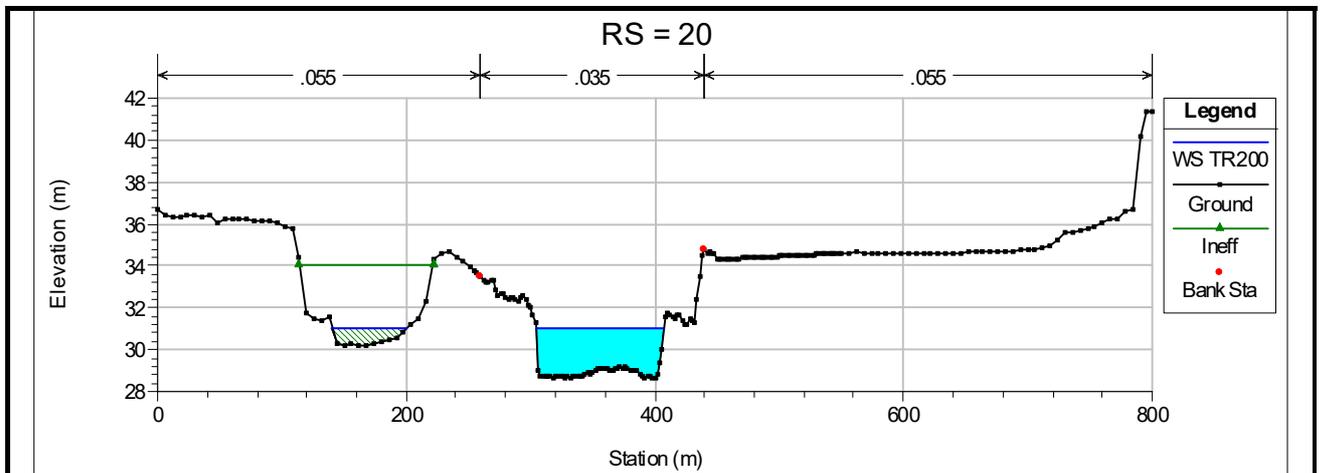
PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti
Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto

Fg. 28 di 74

Rev.
0

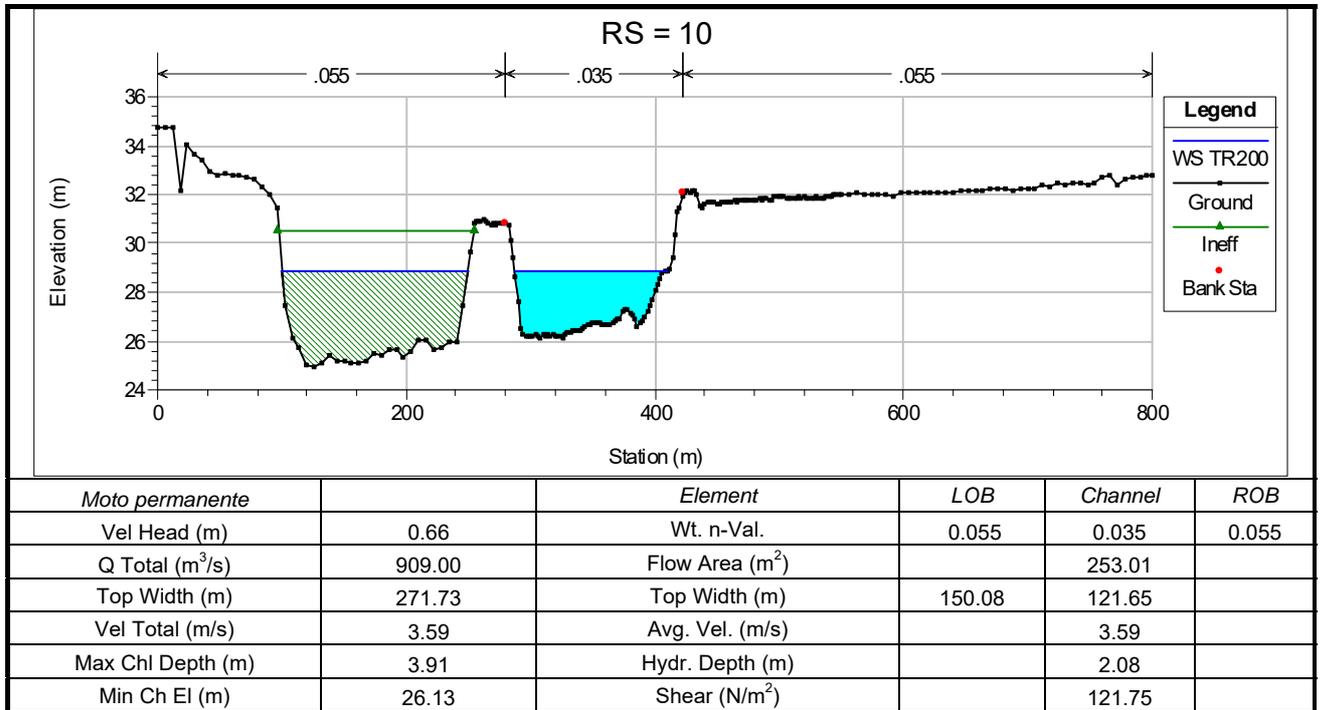


<i>Moto permanente</i>		<i>Element</i>	<i>LOB</i>	<i>Channel</i>	<i>ROB</i>
Vel Head (m)	0.61	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
Q Total (m ³ /s)	909.00	Flow Area (m ²)		262.60	
Top Width (m)	109.51	Top Width (m)		109.51	
Vel Total (m/s)	3.46	Avg. Vel. (m/s)		3.46	
Max Chl Depth (m)	2.98	Hydr. Depth (m)		2.40	
Min Ch EI (m)	30.90	Shear (N/m ²)		108.23	



<i>Moto permanente</i>		<i>Element</i>	<i>LOB</i>	<i>Channel</i>	<i>ROB</i>
Vel Head (m)	0.92	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
Q Total (m ³ /s)	909.00	Flow Area (m ²)		214.47	
Top Width (m)	163.61	Top Width (m)	60.62	103.00	
Vel Total (m/s)	4.24	Avg. Vel. (m/s)		4.24	
Max Chl Depth (m)	2.39	Hydr. Depth (m)		2.08	
Min Ch EI (m)	28.62	Shear (N/m ²)		169.79	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 29 di 74



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.

Pertanto dall'esame dei risultati della simulazione idraulica, si rileva che nel tronco idraulico considerato, l'ampia sezione d'alveo risulta in generale in grado di contenere la portata di progetto (portata duecentennale).

Le velocità di deflusso della corrente risultano generalmente variabili nell'ordine dei 3÷4 m/s, mantenendosi comunque in condizione di corrente lenta ($FR < 1$).

Per la 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 Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 30 di 74	Rev. 0

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 Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 31 di 74	Rev. 0

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'erosione². 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 Schoklitsh³ 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.

² 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.

³ Schoklitsh A., "Stauraum verlandung und kolkbewehr", Springer ed., Vienna, 1935.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 32 di 74

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 studiate⁴ da Yalin (1964), Nordin (1965) ed Altri, che hanno proposto di assegnare a tali escavazioni un valore cautelativo pari ad una percentuale dell'altezza idrometrica di piena ivi determinata. In particolare, nel caso di regime di corrente lenta, venne concluso che, per granulometrie comprese nel campo delle sabbie, la profondità del fenomeno risulta comunque inferiore a 1/6 o al massimo 1/3 dell'altezza idrica. Una generalizzazione prudenziale, proposta in Italia⁵, 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 (h_o), ovvero

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

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.

⁴ Si veda la sintesi di questi lavori in Graf W.H., "Hydraulics of sediment transport"; McGraw-Hill, U.S.A.; 1971.

⁵ Zanovello A., Sulle variazioni di fondo degli alvei durante le piene; L'Energia elettrica, XXXIV, n. 8; 1959.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 33 di 74	Rev. 0

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)
50	909	3.64	117.33	2.13	7.75	2.81	1.51	1.07
46.6666*	909	3.62	115.73	2.17	7.85	2.84	1.53	1.09
43.3333*	909	3.59	115.35	2.2	7.88	2.86	1.53	1.10
40	909	3.6	117.25	2.15	7.75	2.81	1.51	1.08
36.6666*	909	3.68	107.21	2.31	8.48	3.00	1.60	1.16
33.3333*	909	4.06	108.81	2.06	8.35	2.90	1.57	1.03
30	909	3.46	109.51	2.4	8.30	3.01	1.59	1.20
26.6666*	909	3.43	124.66	2.13	7.29	2.73	1.47	1.07
23.3333*	909	3.69	192.98	1.89	4.71	2.58	1.26	0.95
20	909	4.24	163.61	2.08	5.56	3.00	1.41	1.04
16.6666*	909	4.01	204.92	1.78	4.44	2.60	1.24	0.89
13.3333*	909	1.81	264.99	1.99	3.43	2.16	1.07	1.00
10	909	3.59	271.73	2.08	3.35	2.74	1.17	1.04

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.

Tab.6.3/B: Diametro limite dei clasti trasportati

River Station	Shear Chan (N/m ²)	Diametro limite clasti trasportati (m)
50	123.67	0.15
46.6666*	121.66	0.14
43.3333*	119.33	0.14
40	120.9	0.14
36.6666*	123.13	0.14
33.3333*	156.21	0.18
30	108.23	0.13

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 34 di 74	Rev. 0

River Station	Shear Chan (N/m2)	Diametro limite clasti trasportati (m)
26.6666*	109.95	0.13
23.3333*	132.66	0.16
20	169.79	0.20
16.6666*	160.13	0.19
13.3333*	31.3	0.04
10	121.75	0.14

6.4 Considerazione sui risultati conseguiti

Sulla base delle valutazioni di cui al paragrafo precedente si evince che, relativamente al tronco d'alveo di interferenza con la linea in progetto, le massime erosioni al fondo attese si attestano a valori inferiori ai **2 m**.

La corrente, nel tratto in esame, inoltre risulta potenzialmente in grado di movimentare clasti del diametro dell'ordine dei 20 cm.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 35 di 74	Rev. 0

7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

7.1 Metodologia costruttiva: TOC

La scelta del sistema d'attraversamento, particolarmente nel caso di corsi d'acqua di rilevanti dimensioni, deve essere effettuata in modo da garantire la massima sicurezza dal punto di vista idraulico e geotecnico, sia in fase operativa che a lungo termine, tanto per la condotta di linea in progetto (nello specifico il solo tubo portacavi) quanto per il fiume.

In tal senso l'insieme delle caratteristiche morfologiche, geologiche, geometriche ed idrauliche dell'ambito d'attraversamento ha condotto alla individuazione del sistema di attraversamento in trenchless mediante la tecnica della *Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)*, ovvero *Horizontal Directional Drilling*.

Tale tecnica costruttiva è stata individuata nel caso specifico in considerazione delle caratteristiche idrologiche del corso d'acqua e dell'assetto morfologico dell'alveo, con lo scopo di salvaguardare le opere di presidio idraulico presenti sulle sponde del corso d'acqua ed a seguito della verifica di disponibilità di spazi per l'allestimento della colonna varo. Peraltro il diametro ridotto della condotta da posizionare (solo il tubo portacavi - DN200) rende molto agevole l'impiego di questa tecnica costruttiva.

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

Il sistema peraltro consente di posizionare la condotta ad elevate profondità in subalveo (quindi ben oltre ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento); permettendo inoltre di prevedere una configurazione della condotta in subalveo "a corda molle", tale da assicurare adeguate distanze di sicurezza della pipeline anche nei confronti dell'alveo e degli argini del corso d'acqua.

7.2 Prescrizioni sulla configurazione geometrica di progetto

Le configurazioni di attraversamento in subalveo, allo stato attuale, sono state già progettualmente definite esclusivamente per gli attraversamenti dei corsi d'acqua principali da parte della condotta principale (DN 650) in progetto.

Nel caso in esame si sta analizzando un attraversamento di un corso d'acqua del solo tubo portacavi (a servizio del metanodotto recentemente posizionato nell'ambito in esame) e pertanto, per quanto detto, non è stato ancora definito il profilo in subalveo del tubo.

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

Si precisa inoltre che nel caso in esame i requisiti richiesti sono stati stabiliti in modo da soddisfare sia i vincoli attinenti sia l'aspetto idraulico del corso d'acqua, che quelli connessi al sistema operativo previsto (TOC).

Requisiti minimi richiesti sulla configurazione geometrica della trivellazione:

- Copertura minima rispetto al fondo alveo: almeno 10m;
- Copertura minima dalle sponde: almeno 10m;
- distacchi orizzontali delle estremità di trivellazione dalle sponde: almeno 30m;
- raggio min. curvatura trivellazione: almeno 1200 x Diametro condotta da posare.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 36 di 74

7.3 Descrizione del sistema operativo TOC

Il procedimento della Trivellazione Orizzontale Controllata è un miglioramento della tecnologia e dei metodi sviluppati per la perforazione direzionale dei pozzi petroliferi. L'uso del metodo si sviluppò rapidamente a partire dai primi anni '80, prima negli Stati Uniti e poi in Europa, trovando applicazione in numerosi attraversamenti fluviali, in un vasto campo di diametri, lunghezze e situazioni litologiche.

Tra le tecnologie di attraversamento di tipo *trenchless*, la T.O.C. presenta la caratteristica di permettere la posa della condotta operando direttamente dal piano campagna, senza la necessità di opere accessorie quali pozzi di partenza e di arrivo.

In generale il procedimento impiegato negli attraversamenti mediante l'impiego della metodologia "Trivellazione Orizzontale Controllata" è composto da tre fasi.

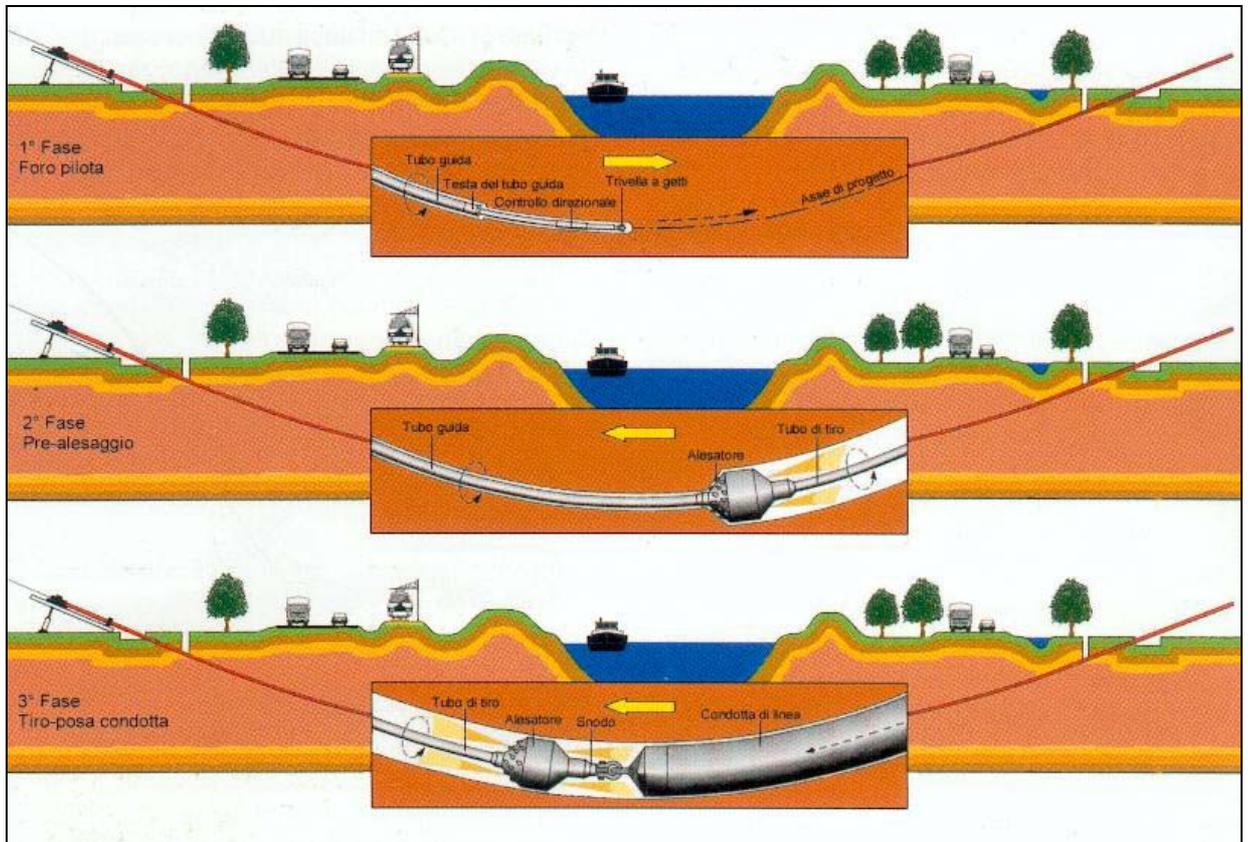
La *prima fase* consiste nella trivellazione di un foro pilota (di piccolo diametro) lungo un profilo direzionale prestabilito.

La *seconda fase* implica l'allargamento (pre-alesaggio) del foro pilota, con lo scopo di incrementare il diametro del foro precedentemente eseguito. Il numero dei pre-alesaggi dipende dal diametro della condotta da posare. In taluni casi, per la posa di piccole condotte non risulta necessario eseguire la fase di pre-alesaggio, quindi dopo la realizzazione del foro pilota, si passa direttamente all'esecuzione della condotta tiro-posa della condotta.

La *terza fase* (denominata tiro-posa della condotta) viene eseguita al termine della fase di alesatura (oppure contemporaneamente a questa) e consiste nel tiro- posa della condotta da installare entro il perforo opportunamente allargato a partire dall'estremità opposta alla posizione del RIG di perforazione.

Nella figura seguente è riportato uno schema grafico illustrativo delle fasi di lavoro.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 37 di 74	Rev. 0



T.O.C.- Fasi di lavoro

Esecuzione del foro pilota

Il foro pilota viene realizzato facendo avanzare la batteria di aste pilota (di piccolo diametro) con in testa una lancia a getti di fango bentonitico che consente il taglio del terreno (jetting).

Nelle fasi di esecuzione del foro pilota, così come nelle successive fasi di alesaggio e di varo della condotta, sarà previsto il monitoraggio in continuo della pressione del fango di perforazione al fine di eliminare ogni possibile interferenza tra le operazioni di trivellazione ed il sistema fisico circostante.

Al fine di minimizzare le interferenze con l'ambiente esterno e con le falde acquifere (a carattere esclusivamente fisico e comunque di entità molto limitata) si prevederà l'utilizzo di acqua e bentonite (numero CAS 1302-78-9).

Questi accorgimenti consentiranno la saturazione di eventuali microfessurazioni che dovessero formarsi nell'intorno dell'asse di trivellazione, garantendo che durante l'esecuzione dell'attraversamento non si verifichi la formazione di vie preferenziali di filtrazione lungo l'asse di trivellazione.

I cambi di direzione necessari sono ottenuti ruotando le aste di perforazione in modo tale che la direzione della deviazione coincida con quella desiderata (asse trivellazione).

Il tracciato del foro pilota sarà controllato durante la trivellazione da frequenti letture dell'inclinazione e dell'azimut all'estremità della testa di perforazione.

Ad intervalli regolari la perforazione del foro pilota viene interrotta per consentire l'inserimento di un tubo guida (*wash pipe*) mediante movimento di rotazione ed avanzamento; il tubo guida riduce l'attrito tra asta e terreno, permette di orientare l'asta senza difficoltà e facilita il trasporto verso la superficie dei materiali di scavo; esso,

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 38 di 74	Rev. 0

inoltre, serve a mantenere aperto il foro qualora sia necessario ritirare l'asta pilota. Il foro pilota sarà completato quando sia l'asta pilota che il tubo guida fuoriusciranno alla superficie sul lato opposto al Rig. La testa di perforazione sull'asta pilota viene rimossa e l'asta stessa viene quindi ritirata, lasciando il tubo guida lungo il profilo di progetto.

A titolo di esempio nelle figure seguenti si riportano delle foto inerenti alle fasi di esecuzione del foro pilota.



Attravers. F. Po con met. 30" – "Rig", durante la realizzazione del foro pilota

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 39 di 74



Attraversamento F. Po con met. 30" – fase di uscita dell'asta pilota

Alesaggio del foro e tiro-posa della condotta

In base ai riscontri ottenuti durante la perforazione del foro pilota ed in base alle caratteristiche dei terreni attraversati, verrà deciso se effettuare contemporaneamente l'alesaggio ed il tiro della condotta oppure eseguire ulteriori alesaggi.

Questa fase consisterà nell'allargamento del foro pilota per mezzo di un alesatore. Tale operazione potrà essere eseguita prima del tiro-posa della condotta o contemporaneamente ad esso.

Nel caso di prealesatura, la fresa ed i relativi accessori verranno fissati al tubo guida nel punto di uscita. Quindi la fresa verrà fatta ruotare e contemporaneamente tirata dal rig di perforazione, allargando in questo modo il foro pilota. Contestualmente all'avanzamento della testa fresante, dietro di essa verranno assemblate nuove aste di tubo guida per garantire la continuità di collegamento all'interno del foro.

Durante le fasi di trivellazione, di prealesatura e di tiro-posa, verrà impiegato del fango bentonitico. Questo fango, opportunamente dosato in base al tipo di terreno, avrà molteplici funzioni quali ridurre gli attriti nelle fasi di scavo, trasportare alla superficie i materiali di scavo, mantenere aperto il foro, lubrificare la condotta nella fase di tiro-posa e garantirne il galleggiamento.

L'insieme del cantiere di perforazione è costituito dal rig vero e proprio, dall'unità di produzione dell'energia, dalla cabina di comando, dall'unità fanghi, dall'unità approvvigionamento idrico, dall'unità officina e ricambi, dalla trivella, dalle aste pilota, dalle aste di tubo guida, dalle attrezzature di alesaggio e tiro-posa e da una gru di servizio.

Tutte queste attrezzature saranno assemblate ed immagazzinate in container in modo da essere facilmente trasportabili su strada "in sagoma".

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 40 di 74

Montaggio della condotta

Dal lato opposto a quello dove sarà posizionato il Rig verrà eseguito la prefabbricazione della colonna di varo.

Ove le dimensioni del cantiere e le attrezzature a disposizione lo consentano, la colonna di varo verrà preferibilmente assemblata in un'unica soluzione per evitare tempi di arresto, per saldature ed operazioni di controllo e rivestimento dei giunti, durante la fase di tiro-posa.

Per l'esecuzione del tiro-posa verrà predisposta una linea di scorrimento della colonna (rulli, carrelli o sostentamento con mezzi d'opera).

A titolo di esempio nella figura seguente si riporta una foto di una colonna preassemblata di un metanodotto, prima del varo.



Attrav. F. Po con met. 30" – Colonna della pipeline preassemblata sulla pista di varo

Durante il varo, l'ingresso della condotta nel foro verrà facilitato, facendole assumere una catenaria predeterminata in base all'angolo d'ingresso nel terreno, al diametro ed al materiale della condotta; ciò permetterà di evitare sollecitazioni potenzialmente dannose sulla condotta da varare.

Al fine di ridurre al massimo le sollecitazioni indotte alla tubazione, durante la fase di tiro-posa, dovranno essere rigorosamente rispettati i valori di raggio minimo di curvatura elastica della tubazione.

Al termine dei lavori verrà redatto un elaborato riportante l'esatto posizionamento della condotta così come realmente posta in opera.

Ripristino dell'area di attraversamento

Al termine dei lavori, effettuati i collegamenti della sezione in tunnel con la tubazione di linea alle due estremità della trivellazione, si procede alle operazioni di recupero ambientale dei luoghi. Smobilitato il cantiere di trivellazione, si passa ai movimenti terra per il ripristino morfologico del piano di campagna.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 41 di 74	Rev. 0

Vengono dunque rinterrate le buche e risistemata la pista di varo. Successivamente si effettua il livellamento superficiale, riportando lo strato di humus accantonato al momento dell'inizio lavori.

Infine, in funzione della natura e della sensibilità ambientale dei luoghi, si procede ai ripristini mediante interventi di rinaturalizzazione per il completo recupero ambientale dell'area.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 42 di 74

8 VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA

8.1 Premessa

Generalità

Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dall'ex Autorità di Bacino delle Marche è stato approvato con Deliberazione di Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004 pubblicata sul supplemento n. 5 al BUR n. 15 del 13/02/2004.

Successivamente con DCI n. 68 del 08/08/2016 e' stato approvato, in prima adozione, l'Aggiornamento 2016 al PAI. Con DGR n. 982 del 08/08/2016 sono state approvate le misure di misure di salvaguardia, in attesa della definitiva approvazione dell'Aggiornamento.

I due atti sono pubblicati nel Bollettino Ufficiale della Regione Marche dell'8 settembre 2016. Gli elaborati tecnici dell'aggiornamento sono stati approvati con Decreto n. 49 del 27/07/2016 del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino regionale (B.U.R. Marche n. 124 del 16/11/2016), successivamente rettificato con i Decreti n. 55 del 26/09/2016 (B.U.R. Marche n. 17 del 10/02/2017) e n. 61 del 24/10/2016

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 PAI 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.

Norme di Attuazione PAI - Sintesi dei contenuti

Ai sensi dell'Art.6, comma 1, lettera a) delle Norme di Attuazione (di seguito denominate anche N.A), nell'ambito del PAI vengono individuate le fasce di territorio inondabili assimilabili a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni dei principali corsi d'acqua dei bacini regionali.

Dette fasce sono state definitive su base storico- geomorfologica sono comunque associate ad un unico livello di pericolosità "elevata – molto elevata".

Inoltre ai sensi dell'Art.8 delle N.A. vengono individuati i tronchi omogenei per la fascia inondabile. In particolare la fascia fluviale è suddivisa in tronchi distinti in base ai livelli di rischio:

- R4- Aree Inondabili a Rischio molto elevato;
- R3- Aree Inondabili a Rischio elevato;
- R2- Aree Inondabili a Rischio medio;
- R1- Aree Inondabili a Rischio moderato.

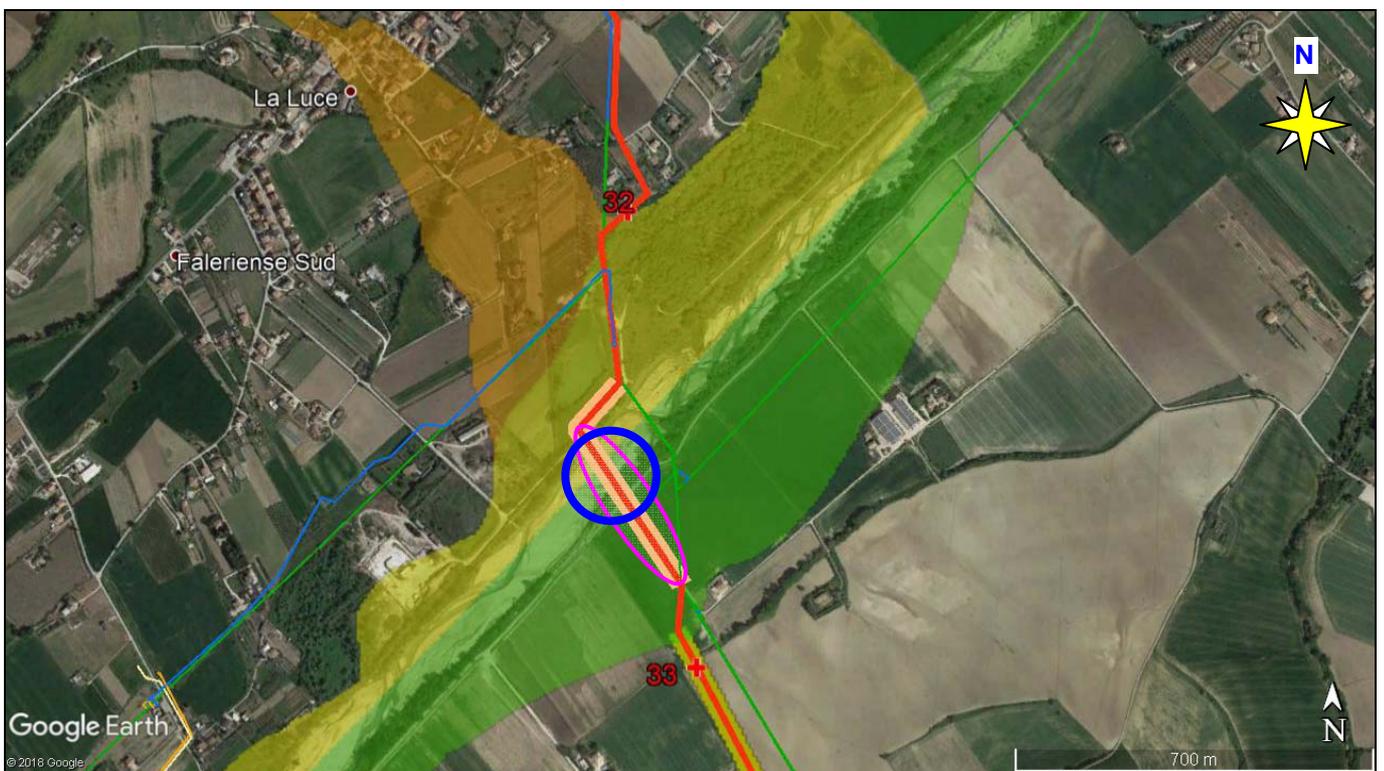
L'Art.9 disciplina gli interventi consentiti nelle aree inondabili.

In particolare, ai sensi dell'Art.9, comma1, lettera i), le N.A. consentono nell'ambito delle aree inondabili la realizzazione ed ampliamento di infrastrutture tecnologiche o viarie, pubbliche o di interesse pubblico, nonché delle relative strutture accessorie; tali opere, di cui il soggetto attuatore dà comunque preventiva comunicazione all'Autorità di bacino contestualmente alla richiesta del parere previsto nella presente lettera, sono condizionate ad uno studio da parte del soggetto attuatore in cui siano valutate eventuali soluzioni alternative, la sostenibilità economica e la compatibilità con la pericolosità delle aree, previo parere vincolante della Autorità idraulica competente che nelle more di specifica direttiva da parte dell'Autorità può sottoporre alla stessa l'istanza.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 43 di 74

8.2 Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento

Nella figura seguente è riportata una foto aerea dalla quale si può individuare l'ambito d'interferenza tra la linea in progetto (riportata mediante una spezzata in colore rosso) con l'alveo del fiume (indicato con un cerchio in blu) e più in generale con le aree inondabili del corso d'acqua stesso (riportate mediante campiture a varia colorazione). Nella stessa figura il tratto con campitura in giallo a cavallo della linea in progetto rappresenta quello in cui è prevista la posa del solo tubo portacavi.



BACINI DI RILIEVO REGIONALE (REGIONE MARCHE)

Titolo II - Piano per l'assetto Idraulico

-  R1 - Aree Inondabili a Rischio moderato (Art. 8, comma 1)
-  R2 - Aree Inondabili a Rischio medio (Art. 8, comma 1)
-  R3 - Aree Inondabili a Rischio elevato (Art. 8, comma 1)
-  R4 - Aree Inondabili a Rischio molto elevato (Art. 8, comma 1)

Tutte le aree perimetrate sono associate ad un unico livello di pericolosità elevata / molto elevata. (Art. 8, comma 1)

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 44 di 74	Rev. 0

Dall'analisi della figura precedente si rileva che la linea in progetto in corrispondenza dell'ambito di attraversamento del corso d'acqua interferisce con un'area inondabile a Rischio idraulico moderato (R1) nel lato in destra idrografica dell'alveo; con un'area inondabile a Rischio idraulico medio (R2) nel lato in sinistra idrografica, lambendo per una cinquantina di metri un'area a Rischio idraulico elevato (R3).

In riferimento alla stessa Fig.8.2/A si evidenzia che nel tratto di linea pseudo-ortogonale all'alveo del corso d'acqua (evidenziato con un'ellisse in magenta) la posa del tubo portacavi è prevista in trivellazione (così come specificato precedentemente). Mentre fuori dall'ambito di trivellazione la tubazione verrà posizionata mediante la tradizionale tecnica degli scavi a cielo aperto. In particolare nel lato in destra idrografica l'interferenza con l'area d'inondazione fuori dalla trivellazione riguarda il metanodotto, per uno sviluppo di circa 100m; nel lato in sinistra, fuori dall'ambito di trivellazione, si rileva prima un'interferenza che riguarda il solo tubo portacavi per circa 100m e poi un'interferenza che riguarda il metanodotto per oltre 300m.

8.3 Analisi dei criteri di compatibilità idraulica

Considerazioni di carattere generale

Il metanodotto in progetto rappresenta un'infrastruttura lineare di interesse pubblico. In tal senso, in riferimento alle Norme di Attuazione del Piano (Art.9, comma 1, lettera i), risulta tra le tipologie di opere per le quali è consentito l'interferenza con le fasce inondabili individuate nella cartografia del PAI.

L'interferenza specifica 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. In particolare si sottolinea che in ogni caso non è risultato possibile evitare l'interessamento di aree di pericolosità idraulica di pertinenza del corso d'acqua in esame, in quanto il tracciato del metanodotto ha un andamento prevalente Nord-Sud, mentre il corso d'acqua ha un andamento Ovest-Est.

Considerazioni specifiche

In precedenza è stato evidenziato l'alveo del corso d'acqua e la parte della regione fluviale prossima all'alveo stesso saranno attraversati in trivellazione ad elevate profondità di posa. Pertanto relativamente a quest'ambito, alla luce della metodologia operativa individuata e delle scelte progettuali, si evidenzia quanto segue:

- L'attraversamento fluviale avviene in "subalveo" e prevede una profondità di posa del tubo 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 la tubazione e flusso della corrente;
- La configurazione morfologica d'alveo verrà mantenuta inalterata nei confronti della situazione originaria. Essendo i lavori previsti in trivellazione non si prevedono lavori in superficie nell'ambito dell'alveo del corso d'acqua;
- La tecnica costruttiva di posa della condotta portacavi (in trivellazione), unitamente alla geometria in progetto (elevate coperture in subalveo), consentono inoltre in generale di escludere interferenze con il regime idraulico del corso d'acqua anche nella fase costruttiva dell'opera;
- La configurazione geometrica della linea nell'ambito di intervento (quote in subalveo e profili di risalita) è stata stabilita anche in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua e sono tali da non precludere la possibilità di

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 45 di 74	Rev. 0

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 (tubo completamente interrato, con posa in trivellazione), non sarà determinato dalla costruzione della condotta nessun effetto di variazione dei livelli idrici e quindi del profilo d'inviluppo di piena.
2. *Riduzione della capacità di laminazione e/o di invaso dell'alveo*
 La linea in progetto, essendo completamente interrata, non crea alcun ostacolo al corretto deflusso delle acque e/o all'azione di laminazione delle piene, né contrazioni areali delle fasce d'esondazione e pertanto non sottrae capacità d'invaso.
3. *Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo*
 L'opera in progetto non induce alcuna modifica all'assetto morfologico dell'alveo, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo questa localizzata in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento.
4. *Interazioni in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua*
 Il sistema operativo previsto ha consentito di prevedere il posizionamento del tubo portacavi ad elevata profondità di subalveo, quindi ben oltre ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento e con punti di estremità posizionati con adeguati distacchi dalle sponde dell'alveo.
5. *Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale*
 Essendo l'opera del tutto interrata, nonché essendo prevista la metodologia costruttiva in trivellazione, non saranno introdotte alterazioni al contesto naturale della regione fluviale.

Inoltre, relativamente ai tratti di percorrenza della regione fluviale ricadenti esternamente alla trivellazione, dove il tubo verrà posizionato mediante scavi a cielo aperto, 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 quanto tali, risultano degli ambiti di assoluta sicurezza per la condotta nei confronti dei processi di dinamica fluviale.

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

L'intervento prevede il completo interrimento della tubazione (alla profondità di almeno 1,5 m nei confronti del piano campagna, salvo tratti a copertura maggiorata progettualmente stabiliti) 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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 46 di 74

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.

Infine si pone in evidenza che nell'ambito dell'area d'inondazione in sinistra idrografica del corso d'acqua è prevista la realizzazione di un piccolo impianto di linea denominato PIDI n.6 (Punto di Intercettazione di Derivazione), in sostituzione di un impianto analogo in dismissione, che dunque andrà rimosso.

Detto impianto in progetto ricade nel punto d'intersezione della linea rossa e quella blu di cui alla Fig.8.2/A in un'area posta a distanza ragguardevoli dall'alveo (oltre 100m) e pertanto in un ambito di potenziale laminazione delle piene eccezionali del fiume.

A tal proposito si pone in evidenza che detto impianto in progetto presenta dimensioni in pianta alquanto modeste e sarà costituito da una recinzione in grigliato metallico posta su un piccolo cordolo in calcestruzzo (con sommità a circa 20 cm fuori terra). All'interno dell'impianto risulteranno visibili esclusivamente gli steli fuori terra delle valvole e le attrezzature e i dispositivi di controllo. La presenza del cavo telecomando consente peraltro la gestione da remoto delle valvole in caso di allagamento dell'area, senza dunque l'incremento del carico insediativo nell'area.

Pertanto, in considerazione della tipologia di recinzione prevista nell'impianto, non verrà ostacolata la libera circolazione delle acque; nonché la riduzione volumetrica della capacità d'invaso e/o di laminazione nell'ambito specifico risulta assolutamente poco significativa dal punto di vista idraulico.

Alla luce di quanto sopra affermato, si ritiene che le specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti alle metodologie costruttive ed alla configurazione geometrica della condotta 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	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 47 di 74

9 CONCLUSIONI

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto denominato "*Rifacimento metanodotto Ravenna - Chieti, tratto Recanati - Chieti, DN 650 (26") - DP 75bar*", intende realizzare un metanodotto che si sviluppa nell'ambito dei territori delle Marche e dell'Abruzzo, in sostituzione di un tratto di metanodotto in esercizio ed in fase di dismissione.

La suddetta linea in progetto interseca l'alveo del fiume TENNA nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua, in un ambito di confine tra i territori di Sant'Elpidio a Mare e di Fermo.

Si precisa che in detto ambito fluviale, l'attraversamento da parte della condotta è stato già eseguito di recente; pertanto nello specifico il progetto prevede esclusivamente l'attraversamento in subalveo del corso d'acqua da parte del tubo portacavi. Il tubo portacavi, nell'ambito dell'attraversamento fluviale, è costituito da una condotta in acciaio di piccolo diametro DN200 (8"), all'interno del quale viene posizionato il cavo telecomando che consente la possibilità di gestire da remoto le valvole di intercettazione posizionate lungo la linea del metanodotto.

Con lo scopo di individuare le soluzioni tecnico-operative più idonee per l'attraversamento fluviale del tubo portacavi (metodologia costruttiva, profilo di posa in subalveo della condotta, eventuali opere di ripristino) sono state eseguite specifiche valutazioni di tipo geomorfologico, idrologico ed idraulico.

Alla luce dei risultati conseguiti, per il superamento in subalveo dell'alveo del corso d'acqua in esame è stata prevista l'adozione di un sistema di attraversamento in trenchless, mediante la metodologia esecutiva della *Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)*, ovvero *Horizontal Directional Drilling*.

Detta soluzione operativa consentirà dunque di evitare interferenze tra i lavori di posa del tubo portacavi con il deflusso naturale del corso d'acqua, nonché eviterà di interrompere la contiguità delle eventuali opere e/o strutture presenti a terra.

Sono stati stabiliti i requisiti sulla geometria della trivellazione in modo da soddisfare ai vincoli attinenti sia l'aspetto idraulico del corso d'acqua che quello costruttivo del tubo, assicurando adeguate profondità al di sotto dell'alveo e dei manufatti a terra e rispettando allo stesso tempo, i raggi di curvatura minimi consentiti alla tubazione ed alla trivellazione stessa.

L'adozione ed il rispetto dei criteri e dei vincoli suddetti, sia quelli propri del sistema di trivellazione che quelli più strettamente dipendenti dalla configurazione geometrica della tubazione, offrono pertanto ottime garanzie della stabilità dell'insieme, a breve ed a lungo termine.

Nell'analisi delle interferenze tra la linea in progetto con le aree di pericolosità idraulica censite dal PAI, è stato evidenziato che l'intervento di progetto non introduce alterazioni al deflusso della corrente e/o riduzione della capacità di invaso e di laminazione del corso d'acqua e più in generale non determina alcuna modifica significativa allo stato dei luoghi della regione fluviale e non implica trasformazioni del territorio e/o cambiamenti circa l'uso del suolo.

Pertanto si ritiene che le specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti lo specifico ambito d'interferenza in esame possano essere ritenute COMPATIBILI con le disposizioni contenute nelle Norme del Piano.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 48 di 74

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 4.1.0, gennaio 2010.

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 ($m^{1/2}/s$);

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 49 di 74	Rev. 0

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

Condizioni di moto

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

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

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

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

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

in cui

- Y_2 e Y_1 sono le profondità d'acqua,
- Z_2 e Z_1 le quote dei punti più depressi delle sezioni trasversali rispetto a un piano di riferimento (superficie livello medio del mare),
- V_2 e V_1 le velocità medie (rapporto tra portata e area bagnata della sezione),
- α_2 e α_1 i coefficienti di Coriolis di 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.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 50 di 74

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

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

$$Q = KJ^{0.5}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Assetto geometrico

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 51 di 74

uniforme.

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

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

Condizioni al contorno

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

Le condizioni al contorno disponibili sono:

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

Risultati dei calcoli idraulici

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

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

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

E' fornita anche la linea del carico totale ottenuta come

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

dove

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 52 di 74

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

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

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

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

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 Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 53 di 74	Rev. 0

**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
XXXXXXXX XXXX   X       XXX XXXX XXXXXX XXXX
X   X X       X       X   X   X   X   X
X   X X       X   X   X   X   X   X
X   X XXXXXX   XXXX   X   X   X   X   XXXXX

```

PROJECT DATA

Project Title: Tenna
Project File : Tenna.prj
Run Date and Time: 11/08/2018 17:46:17

Project in SI units

PLAN DATA

Plan Title: Plan 01
Plan File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\4Tenna\Tenna.p01

Geometry Title: Tenna
Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\4Tenna\Tenna.g01

Flow Title : Tenna
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\4Tenna\Tenna.f01

Plan Summary Information:

Number of: Cross Sections = 13 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: Tenna
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\4Tenna\Tenna.f01

Flow Data (m3/s)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 54 di 74

River Reach RS TR200
alveo princ 50 909

Boundary Conditions

River Reach Profile Upstream Downstream
alveo princ TR200 Normal S = 0.006 Normal S = 0.006

GEOMETRY DATA

Geometry Title: Tenna

Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\4Tenna\Tenna.g01

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 50

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 234

Sta	Elev								
0	43.15	6	43.14	12	43.16	18	43.11	24	43.1
30	43.08	36	42.98	42	42.91	48	42.89	54	42.89
60	42.96	66	42.9	72	42.8	78	42.79	84	42.79
90	42.8	96	42.75	102	42.76	108	42.7	114	42.72
120	42.68	126	42.66	132	42.8	138	42.79	144	42.8
150	42.82	156	42.71	162	42.68	168	42.55	174	42.36
180	42.26	186	42.3	192	42.23	198	42.18	204	42.22
210	42.22	216	42.26	222	42.26	228	42.31	234	42.38
240	42.42	246	42.36	252	42.35	254	42.36	256	42.35
258	42.35	260	42.34	262	42.36	264	42.35	266	42.36
268	42.29	270	42.32	272	42.3	274	42.25	276	42.21
278	42.18	280	42.19	282	42.15	284	42.2	286	42.13
288	42.18	290	42.21	292	42.18	294	42.21	296	42.25
298	42.16	300	42.21	302	42.15	304	42.11	306	42.07
308	42.06	310	42.05	312	42.01	314	41.99	316	41.97
318	42.01	320	42	322	41.93	324	41.91	326	41.92
328	41.88	330	41.91	332	41.77	334	41.82	336	41.79
338	41.77	340	41.79	342	41.78	344	41.76	346	41.43
348	41.04	350	40.66	352	40.22	354	39.67	356	39.02
358	38.82	360	38.49	362	37.84	364	37.19	366	37.19
368	36.81	370	36.76	372	36.82	374	37.02	376	37.13
378	37.2	380	37.19	382	36.84	384	36.75	386	36.41
388	36.01	390	36.15	392	36.11	394	36.26	396	36.34
398	36.21	400	35.96	402	35.84	404	35.83	406	36.14
408	36.19	410	36.2	412	36.22	414	36.24	416	36.22
418	36.24	420	36.28	422	36.21	424	36.2	426	36.13
428	36.02	430	35.92	432	35.94	434	35.92	436	35.99
438	35.95	440	35.98	442	36.01	444	36.01	446	35.94
448	35.88	450	35.91	452	35.88	454	36	456	36.07
458	35.97	460	35.96	462	36.05	464	36.03	466	36.13
468	36.72	470	37.42	472	37.78	474	37.82	476	38.1
478	39.14	480	39.73	482	40.27	484	41.02	486	41.55
488	41.77	490	41.94	492	42.23	494	42.24	496	42.17
498	42.18	500	42.1	502	41.7	504	41.7	506	41.68
508	41.72	510	41.77	512	41.8	514	41.81	516	41.85
518	41.85	520	41.85	522	41.81	524	41.88	526	41.95
528	41.92	530	41.9	532	41.91	534	41.92	536	41.88
538	41.93	540	41.9	542	41.93	544	41.96	546	41.97
548	41.96	550	41.99	556	42	562	42.02	568	42.09
574	42.13	580	42.09	586	42.1	592	42.13	598	42.14
604	42.18	610	42.19	616	42.19	622	42.25	628	42.26
634	42.31	640	42.27	646	42.37	652	42.43	658	42.52
664	42.59	670	42.86	676	43.12	682	43.63	688	44.3
694	45.01	700	45.86	706	46.66	712	47.6	718	48.63

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 55 di 74	Rev. 0

724	49.4	730	50.2	736	50.91	742	51.81	748	52.87
754	53.99	760	55.2	766	56.38	772	57.6	778	58.76
784	59.77	790	60.71	796	61.52	800	61.88		

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .055 340 .035 490 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 340 490 130.11 130.11 130.11 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	39.24	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.67	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	38.56	Reach Len. (m)	130.11	130.11	130.11
Crit W.S. (m)	38.25	Flow Area (m2)		250.03	
E.G. Slope (m/m)	0.005959	Area (m2)		250.03	
Q Total (m3/s)	909.00	Flow (m3/s)		909.00	
Top Width (m)	117.33	Top Width (m)		117.33	
Vel Total (m/s)	3.64	Avg. Vel. (m/s)		3.64	
Max Chl Dpth (m)	2.73	Hydr. Depth (m)		2.13	
Conv. Total (m3/s)	11775.4	Conv. (m3/s)		11775.4	
Length Wtd. (m)	130.11	Wetted Per. (m)		118.15	
Min Ch El (m)	35.83	Shear (N/m2)		123.67	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	38302.30	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.76	Cum Volume (1000 m3)	97.25	385.94	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	58.19	183.55	

CROSS SECTION

RIVER: alveo
 REACH: princ RS: 46.6666*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 358

Sta	Elev								
0	42.407	6	42.383	12	42.367	18	42.327	24	42.37
30	42.3	36	42.263	42	42.277	48	42.297	54	42.323
60	41.823	66	42.263	72	42.187	78	42.11	84	42.07
90	42.06	96	42.02	102	42.05	108	42.027	114	42.05
120	42	126	41.983	132	42.327	138	41.673	144	41.567
150	41.727	156	41.46	162	41.357	168	41.343	174	41.11
180	41.003	186	41.093	192	41.027	198	41.36	204	41.293
210	41.44	216	41.893	222	41.687	228	41.737	234	41.617
240	41.623	246	41.607	252	41.483	254	41.5	256	41.427
258	41.54	260	41.553	262	41.557	264	41.567	266	41.573
268	41.55	270	41.6	272	41.483	274	41.423	276	41.33
278	41.317	280	41.403	282	41.347	284	41.4	286	41.36
288	41.35	290	41.323	292	41.277	294	41.33	296	41.303
298	41.323	300	41.303	302	41.27	304	41.223	306	41.07
308	41.073	310	41.12	312	41.04	314	41.017	316	40.96
318	40.943	320	40.817	322	40.667	324	40.727	326	40.92
328	41.19	330	41.527	332	41.443	334	41.45	336	41.353
338	41.367	340	41.42	341.625	41.429	343.25	41.432	343.714	41.374
344.875	41.089	346.5	40.649	347.429	40.402	348.125	40.17	349.75	39.59
351.143	39.029	351.375	38.956	353	38.375	354.625	38.094	354.857	38.042
356.25	37.677	357.875	37.038	358.571	36.764	359.5	36.426	361.125	36.267
362.286	35.972	362.75	35.895	364.375	35.846	366	35.87	367.625	35.992
369.25	36.053	369.714	36.063	370.875	36.103	372.5	36.105	373.429	35.977
374.125	35.87	375.75	35.796	377.143	35.589	377.375	35.555	379	35.28
380.625	35.365	380.857	35.36	382.25	35.329	383.875	35.42	384.571	35.44
385.5	35.468	387.125	35.379	388.286	35.258	388.75	35.2	390.375	35.087
392	35.047	392.667	35.09	393.333	35.093	394	35.083	394.667	35.047
396.492	35.27	396.767	35.302	398.316	35.358	398.868	35.364	400.141	35.361
400.969	35.369	401.966	35.383	403.07	35.384	403.791	35.385	405.171	35.378
405.616	35.371	407.271	35.384	407.441	35.388	409.266	35.449	409.372	35.453
411.091	35.518	411.473	35.519	412.916	35.471	413.574	35.453	414.741	35.443

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 56 di 74

415.674	35.437	416.566	35.414	417.775	35.356	418.391	35.319	419.876	35.256
420.215	35.243	421.977	35.206	422.04	35.207	423.865	35.205	424.078	35.21
425.69	35.223	426.178	35.213	427.515	35.223	428.279	35.243	429.34	35.233
430.38	35.216	431.165	35.221	432.481	35.25	432.99	35.262	434.581	35.282
434.815	35.283	436.64	35.303	436.682	35.302	438.465	35.204	438.783	35.2
440.29	35.185	440.884	35.174	442.114	35.188	442.984	35.217	443.939	35.231
445.085	35.201	445.764	35.216	447.186	35.267	447.589	35.276	449.287	35.347
449.414	35.346	451.239	35.275	451.388	35.276	453.064	35.338	453.488	35.344
454.889	35.41	455.589	35.424	456.714	35.406	457.69	35.437	458.539	35.497
459.791	35.726	460.364	35.921	461.891	36.343	462.189	36.436	463.992	36.906
464.013	36.909	465.838	37.131	466.093	37.161	467.663	37.19	468.194	37.209
469.488	37.355	470.295	37.421	471.313	37.749	472.395	38.091	473.138	38.219
474.496	38.481	474.963	38.563	476.597	38.972	476.788	39.032	478.613	39.823
478.698	39.858	480.438	40.443	480.798	40.562	482.263	40.902	482.899	40.985
484.088	41.121	485	41.2	485.952	41.29	487.052	41.397	487.855	41.403
489.104	41.404	489.758	41.388	491.156	41.317	491.662	41.305	493.208	41.218
493.565	41.187	495.26	41.188	495.469	41.166	497.312	40.94	497.372	40.94
499.275	40.94	499.365	40.94	501.179	40.928	501.417	40.928	503.082	40.962
503.469	40.964	504.986	40.978	505.521	40.989	506.889	41.007	507.573	41.022
508.792	41.041	509.625	41.04	510.696	41.051	511.677	41.06	512.599	41.057
513.729	41.057	514.502	41.057	515.781	41.063	516.406	41.059	517.833	41.042
518.309	41.054	519.885	41.109	520.213	41.121	521.938	41.16	522.116	41.158
523.99	41.13	524.019	41.13	525.923	41.137	526.042	41.136	527.826	41.136
528.094	41.137	529.729	41.142	530.146	41.146	531.633	41.134	532.198	41.128
533.536	41.152	534.25	41.16	535.44	41.142	536.302	41.133	537.343	41.143
538.354	41.152	539.246	41.159	540.406	41.176	541.15	41.182	542.458	41.198
543.053	41.201	544.51	41.202	544.956	41.208	546.562	41.212	546.86	41.21
548.763	41.216	550.667	41.234	552.57	41.233	552.719	41.233	554.473	41.227
556.377	41.241	558.875	41.25	562.087	41.278	565.031	41.302	567.797	41.315
571.188	41.33	573.507	41.32	577.344	41.315	579.217	41.322	583.5	41.334
584.928	41.341	589.656	41.365	590.638	41.368	595.812	41.379	596.348	41.382
601.969	41.41	602.058	41.41	607.768	41.443	608.125	41.443	613.478	41.44
614.281	41.44	619.188	41.472	620.438	41.481	624.899	41.488	626.594	41.494
630.609	41.525	632.75	41.538	636.319	41.525	638.906	41.515	642.029	41.55
645.062	41.59	647.739	41.614	651.219	41.647	653.449	41.675	657.375	41.709
659.159	41.72	663.531	41.784	664.87	41.832	669.688	41.987	670.58	42.015
675.844	42.209	676.29	42.238	682	42.627	688	43.187	694	43.793
700	44.54	706	45.283	712	46.133	718	47.033	724	47.687
730	48.41	736	49.133	742	49.983	748	50.927	754	51.9
760	52.983	766	53.987	772	55.017	778	56.02	784	56.913
790	57.85	796	58.64	800	59.053				

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 340 .035 485 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
340 485 130.11 130.11 130.11 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	38.47	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.67	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	37.81	Reach Len. (m)	130.11	130.11	130.11
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		251.27	
E.G. Slope (m/m)	0.005749	Area (m2)		251.27	
Q Total (m3/s)	909.00	Flow (m3/s)		909.00	
Top Width (m)	115.73	Top Width (m)		115.73	
Vel Total (m/s)	3.62	Avg. Vel. (m/s)		3.62	
Max Chl Dpth (m)	2.76	Hydr. Depth (m)		2.17	
Conv. Total (m3/s)	11989.0	Conv. (m3/s)		11989.0	
Length Wtd. (m)	130.11	Wetted Per. (m)		116.44	
Min Ch El (m)	35.05	Shear (N/m2)		121.66	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	38302.30	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.74	Cum Volume (1000 m3)	97.25	353.32	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	58.19	168.39	

CROSS SECTION

RIVER: alveo

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 58 di 74	Rev. 0

644.125	40.811	646.87	40.832	650.438	40.864	652.725	40.888	656.75	40.897
658.58	40.9	663.062	40.978	664.435	41.016	669.375	41.115	670.29	41.133
675.688	41.299	676.145	41.319	682	41.623	688	42.073	694	42.577
700	43.22	706	43.907	712	44.667	718	45.437	724	45.973
730	46.62	736	47.357	742	48.157	748	48.983	754	49.81
760	50.767	766	51.593	772	52.433	778	53.28	784	54.057
790	54.99	796	55.76	800	56.227				

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	340	.035	480	.055

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
	340	480		130.11	130.11	.1	.3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	37.73	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.66	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	37.08	Reach Len. (m)	130.11	130.11	130.11
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		253.25	
E.G. Slope (m/m)	0.005578	Area (m2)		253.25	
Q Total (m3/s)	909.00	Flow (m3/s)		909.00	
Top Width (m)	115.35	Top Width (m)		115.35	
Vel Total (m/s)	3.59	Avg. Vel. (m/s)		3.59	
Max Chl Dpth (m)	2.81	Hydr. Depth (m)		2.20	
Conv. Total (m3/s)	12170.6	Conv. (m3/s)		12170.6	
Length Wtd. (m)	130.11	Wetted Per. (m)		116.09	
Min Ch El (m)	34.26	Shear (N/m2)		119.33	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	38302.30	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.74	Cum Volume (1000 m3)	97.25	320.50	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	58.19	153.36	

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 40

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 235

Sta	Elev								
0	40.92	6	40.87	12	40.78	18	40.76	24	40.91
30	40.74	36	40.83	42	41.01	48	41.11	54	41.19
60	39.55	66	40.99	72	40.96	78	40.75	84	40.63
90	40.58	96	40.56	102	40.63	108	40.68	114	40.71
120	40.64	126	40.63	132	41.38	138	39.44	144	39.1
150	39.54	156	38.96	162	38.71	168	38.93	174	38.61
180	38.49	186	38.68	192	38.62	198	39.72	204	39.44
210	39.88	216	41.16	222	40.54	228	40.59	234	40.09
240	40.03	246	40.1	252	39.75	254	39.78	256	39.58
258	39.92	260	39.98	262	39.95	264	40	266	40
268	40.07	270	40.16	272	39.85	274	39.77	276	39.57
278	39.59	280	39.83	282	39.74	284	39.8	286	39.82
288	39.69	290	39.55	292	39.47	294	39.57	296	39.41
298	39.65	300	39.49	302	39.51	304	39.45	306	39.07
308	39.1	310	39.26	312	39.1	314	39.07	316	38.94
318	38.81	320	38.45	322	38.14	324	38.36	326	38.92
328	39.81	330	40.76	332	40.79	334	40.71	336	40.48
338	40.56	340	40.68	342	40.79	344	39.56	346	37.59
348	36.58	350	35.17	352	34.08	354	33.97	356	33.89
358	33.95	360	33.85	362	33.79	364	33.73	366	33.71
368	33.48	370	33.61	372	33.62	374	33.59	376	33.48
378	33.61	380	33.72	382	33.69	384	33.73	386	33.7
388	33.64	390	33.72	392	33.87	394	34.01	396	33.95
398	33.92	400	33.9	402	33.76	404	33.72	406	33.78
408	33.74	410	33.82	412	33.74	414	33.76	416	33.74
418	33.81	420	33.83	422	33.89	424	33.71	426	33.76
428	33.77	430	33.9	432	33.81	434	33.8	436	33.91

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 59 di 74

438	33.87	440	34.09	442	34.19	444	34.14	446	34.35
448	35.18	450	35.67	452	35.88	454	35.92	456	35.95
458	36.08	460	36.04	462	35.96	464	35.99	466	36.42
468	37.49	470	38.41	472	39.3	474	39.63	475	39.72
476	39.72	478	39.74	480	39.73	482	39.57	484	39.23
486	39.38	488	39.42	490	39.42	492	39.42	494	39.46
496	39.42	498	39.44	500	39.51	502	39.49	504	39.47
506	39.47	508	39.5	510	39.51	512	39.58	514	39.58
516	39.55	518	39.61	520	39.59	522	39.59	524	39.62
526	39.63	528	39.6	530	39.6	532	39.59	534	39.62
536	39.67	538	39.69	540	39.65	542	39.66	544	39.71
546	39.7	548	39.67	550	39.7	556	39.72	562	39.73
568	39.73	574	39.78	580	39.81	586	39.84	592	39.86
598	39.87	604	39.95	610	39.94	616	39.94	622	39.95
628	39.99	634	40	640	40.01	646	40.05	652	40.1
658	40.08	664	40.2	670	40.25	676	40.4	682	40.62
688	40.96	694	41.36	700	41.9	706	42.53	712	43.2
718	43.84	724	44.26	730	44.83	736	45.58	742	46.33
748	47.04	754	47.72	760	48.55	766	49.2	772	49.85
778	50.54	784	51.2	790	52.13	796	52.88	800	53.4

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 340 .035 475 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
340 475 133.583 133.583 133.583 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	36.99	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.66	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	36.33	Reach Len. (m)	133.58	133.58	133.58
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		252.51	
E.G. Slope (m/m)	0.005775	Area (m2)		252.51	
Q Total (m3/s)	909.00	Flow (m3/s)		909.00	
Top Width (m)	117.25	Top Width (m)		117.25	
Vel Total (m/s)	3.60	Avg. Vel. (m/s)		3.60	
Max Chl Dpth (m)	2.85	Hydr. Depth (m)		2.15	
Conv. Total (m3/s)	11961.4	Conv. (m3/s)		11961.4	
Length Wtd. (m)	133.58	Wetted Per. (m)		118.28	
Min Ch El (m)	33.48	Shear (N/m2)		120.90	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	38302.30	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.75	Cum Volume (1000 m3)	97.25	287.60	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	58.19	138.23	

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 36.6666*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 461

Sta	Elev								
0	40.133	4.933	40.112	6.727	40.108	9.867	40.089	13.455	40.064
14.8	40.064	19.733	40.038	20.182	40.038	24.667	40.123	26.909	40.158
29.6	40.115	33.636	40.044	34.533	40.051	39.467	40.109	40.364	40.12
44.4	40.209	47.091	40.264	49.333	40.292	53.818	40.343	54.267	40.347
59.2	40.393	60.545	40.391	64.133	39.774	67.273	39.35	69.067	39.656
74	40.347	78.933	40.339	80.727	40.337	83.867	40.278	87.455	40.196
88.8	40.177	93.733	40.139	94.182	40.135	98.667	40.131	100.909	40.115
103.6	40.105	107.636	40.067	108.533	40.066	113.467	40.08	114.364	40.086
118.4	40.103	121.091	40.104	123.333	40.1	127.818	40.062	128.267	40.054
133.2	39.956	134.545	39.945	138.133	39.936	141.273	39.955	143.067	40.1
148	40.083	152.435	38.749	155.286	38.205	156.87	38.134	161.304	37.993
162.571	37.938	165.739	38.028	169.857	38.181	170.174	38.163	174.609	37.871
177.143	37.796	179.043	37.797	183.478	37.678	184.429	37.622	187.913	37.567
191.714	37.698	192.348	37.688	196.783	37.432	199	37.35	201.217	37.309
202.696	37.313	204.174	37.293	205.652	37.27	206.286	37.263	207.13	37.278

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 60 di 74	Rev. 0

208.609	37.3	210.087	37.323	211.565	37.395	213.043	37.507	213.571	37.5
214.522	37.465	216	37.433	217.478	37.382	218.957	37.38	220.435	37.349
220.857	37.35	221.913	37.466	223.391	37.618	224.87	37.771	226.348	37.909
227.826	38.028	228.143	38.068	229.304	38.067	230.783	38.052	232.261	38.004
233.739	38	235.217	38.045	235.429	38.039	236.696	38.084	238.174	38.157
239.652	38.233	241.13	38.353	242.609	38.366	242.714	38.367	244.087	38.487
245.565	39.014	246.304	39.437	247.043	39.714	248.522	39.73	250	39.763
254.274	39.339	258.548	39.361	260.392	39.213	262.823	39.025	267.097	38.988
270.784	39.03	271.371	39.038	275.645	38.813	277.07	38.835	278.495	38.705
279.919	38.934	281.176	38.972	281.344	38.976	282.769	38.952	284.194	38.981
285.618	38.977	287.043	39.02	288.468	39.076	289.892	38.865	291.317	38.807
291.569	38.783	292.742	38.676	294.167	38.692	295.591	38.854	297.016	38.797
298.441	38.84	299.866	38.856	301.29	38.772	301.961	38.729	302.715	38.703
304.14	38.693	305.565	38.803	306.989	38.74	308.414	38.943	309.839	38.88
311.263	38.937	312.353	38.939	312.688	38.932	314.113	38.686	315.538	38.714
316.962	38.828	318.387	38.73	319.812	38.717	321.237	38.638	322.661	38.56
322.745	38.546	324.086	38.317	325.511	38.107	326.935	38.251	328.36	38.621
329.785	39.211	331.21	39.841	332.634	39.858	333.137	39.838	334.059	39.811
335.484	39.67	336.909	39.735	338.333	39.827	338.859	39.777	339.911	39.308
340.962	38.83	341.976	38.378	342.014	38.352	343.065	37.612	344.117	37.135
345.168	36.898	345.619	36.798	346.22	36.583	347.271	36.358	348.323	35.978
349.262	35.64	349.375	35.619	350.426	35.408	351.478	35.194	352.529	34.933
352.905	34.866	353.581	34.696	354.632	34.428	355.684	34.216	356.548	34.021
356.735	33.989	357.787	33.799	358.838	33.606	359.89	33.397	360.19	33.315
360.942	33.245	361.993	33.227	363.045	33.169	363.833	33.136	364.096	33.126
365.148	33.097	366.199	33.075	367.251	33.077	367.476	33.071	368.302	33.072
369.354	33.087	370.405	33.065	371.119	33.069	371.457	33.06	372.509	33.078
373.56	33.002	374.612	32.983	374.762	32.984	375.663	33	376.715	32.912
377.766	32.97	378.405	32.961	378.818	32.955	379.869	32.947	380.921	33.049
381.973	33.047	382.048	33.047	383.024	33.05	384.076	33.049	385.127	33.039
385.69	33.031	386.179	33.006	387.23	32.869	388.282	32.708	389.333	32.62
390.667	32.707	392	32.713	393.333	32.693	394.667	32.62	396.155	32.714
397.643	32.795	399.131	32.783	400.62	32.818	401.072	32.814	402.108	32.797
403.596	32.752	405.084	32.801	406.572	32.896	407.478	32.95	408.061	32.987
409.549	32.948	411.037	32.929	412.525	32.916	413.884	32.831	414.013	32.824
415.502	32.803	416.99	32.85	418.478	32.829	419.966	32.889	420.29	32.878
421.455	32.848	422.943	32.876	424.431	32.878	425.919	32.939	426.696	32.954
427.407	32.962	428.896	33.006	430.384	32.89	431.872	32.927	433.101	32.936
433.36	32.935	434.848	33.015	436.337	32.948	437.825	32.935	439.313	33.001
439.507	32.997	440.801	32.974	442.29	33.121	443.778	33.189	445.266	33.156
445.913	33.218	446.754	33.349	448.242	33.995	449.731	34.415	451.219	34.648
452.319	34.736	452.707	34.804	454.195	35.058	455.684	35.379	457.172	35.586
458.66	35.766	458.725	35.778	460.148	35.899	461.636	36.292	463.125	37.113
464.613	37.833	465.13	38.076	466.101	38.508	467.589	38.796	468.333	38.89
469.446	38.915	470.828	38.955	471.672	38.967	472.491	38.971	473.897	38.972
474.154	38.961	475.817	38.855	476.123	38.831	477.48	38.652	478.348	38.495
479.142	38.469	480.574	38.588	480.805	38.599	482.468	38.629	482.799	38.632
484.131	38.627	485.025	38.63	485.794	38.633	487.25	38.636	487.457	38.639
489.12	38.666	489.476	38.671	490.783	38.658	491.702	38.65	492.446	38.658
493.927	38.67	494.109	38.674	495.772	38.695	496.153	38.706	497.435	38.706
498.378	38.7	499.098	38.696	500.604	38.696	500.761	38.697	502.424	38.707
502.829	38.707	504.087	38.721	505.055	38.718	505.75	38.712	507.28	38.707
507.413	38.709	509.076	38.754	509.506	38.765	510.739	38.77	511.731	38.758
512.401	38.744	513.957	38.736	514.064	38.739	515.727	38.785	516.182	38.792
517.39	38.779	518.408	38.773	519.053	38.773	520.633	38.777	520.716	38.777
522.379	38.799	522.859	38.802	524.042	38.804	525.085	38.807	525.705	38.801
527.31	38.793	527.368	38.793	529.031	38.783	529.536	38.785	530.694	38.787
531.761	38.785	532.357	38.792	533.987	38.813	534.02	38.814	535.683	38.832
536.212	38.842	537.346	38.853	538.438	38.869	539.009	38.866	540.663	38.847
542.335	38.848	542.889	38.851	543.997	38.87	545.114	38.891	545.66	38.892
547.323	38.883	547.34	38.883	549.565	38.857	551.791	38.871	552.312	38.871
557.301	38.891	558.468	38.897	562.29	38.914	565.144	38.924	567.279	38.93
571.821	38.918	572.268	38.919	577.257	38.95	578.497	38.957	582.245	38.971
585.174	38.97	587.234	38.97	591.851	39.008	592.223	39.011	597.212	39.031
598.527	39.029	602.201	39.02	605.204	39.045	607.19	39.076	611.881	39.095
612.178	39.093	617.167	39.095	618.557	39.095	622.156	39.1	625.234	39.112
627.145	39.122	631.91	39.101	632.134	39.101	637.123	39.124	638.587	39.144
642.112	39.18	645.264	39.207	647.1	39.222	651.94	39.259	652.089	39.261
657.078	39.291	658.617	39.305	662.067	39.341	665.294	39.378	667.056	39.386
671.97	39.406	672.045	39.408	677.033	39.517	678.647	39.555	682.022	39.61
685.323	39.66	687.011	39.702	692	39.863	697.226	40.128	700.526	40.346

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 61 di 74	Rev. 0

702.452	40.455	707.677	40.789	709.053	40.901	712.903	41.317	717.579	41.876
718.129	41.943	723.355	42.604	726.105	42.941	728.581	43.258	733.806	43.779
734.632	43.877	739.032	44.395	743.158	44.975	744.258	45.126	749.484	45.847
751.684	46.139	754.71	46.536	759.935	47.202	760.211	47.242	765.161	47.937
768.737	48.356	770.387	48.552	775.613	49.171	777.263	49.375	780.839	49.807
785.789	50.387	786.065	50.421	791.29	51.241	794.316	51.646	796.516	51.941
800	52.42								

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	338.333	.035	468.333	.055

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
	338.333	468.333		133.583	133.583	.1	.3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	36.24	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.69	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	35.55	Reach Len. (m)	133.58	133.58	133.58
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		247.26	
E.G. Slope (m/m)	0.005476	Area (m2)		247.26	
Q Total (m3/s)	909.00	Flow (m3/s)		909.00	
Top Width (m)	107.21	Top Width (m)		107.21	
Vel Total (m/s)	3.68	Avg. Vel. (m/s)		3.68	
Max Chl Dpth (m)	2.93	Hydr. Depth (m)		2.31	
Conv. Total (m3/s)	12284.1	Conv. (m3/s)		12284.1	
Length Wtd. (m)	133.58	Wetted Per. (m)		107.83	
Min Ch El (m)	32.62	Shear (N/m2)		123.13	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	38302.30	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.87	Cum Volume (1000 m3)	97.25	254.22	
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	58.19	123.23	

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 33.3333*

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	461					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	39.347	5.467	39.341	7.455	39.346	10.933	39.349	14.909	39.348
16.4	39.352	21.867	39.314	22.364	39.317	27.333	39.387	29.818	39.406
32.8	39.387	37.273	39.348	38.267	39.351	43.733	39.399	44.727	39.411
49.2	39.479	52.182	39.518	54.667	39.541	59.636	39.575	60.133	39.578
65.6	39.611	67.091	39.591	71.067	39.232	74.545	39.151	76.533	39.378
82	39.703	87.467	39.709	89.455	39.714	92.933	39.694	96.909	39.642
98.4	39.629	103.867	39.639	104.364	39.64	109.333	39.666	111.818	39.651
114.8	39.637	119.273	39.573	120.267	39.563	125.733	39.54	126.727	39.542
131.2	39.547	134.182	39.528	136.667	39.51	141.636	39.414	142.133	39.402
147.6	39.258	149.091	39.25	153.067	39.238	156.545	39.279	158.533	39.37
164	38.787	169.217	37.3	172.571	36.97	174.435	36.902	179.652	36.826
181.143	36.776	184.87	36.764	189.714	36.822	190.087	36.812	195.304	36.581
198.286	36.631	200.522	36.698	205.739	36.614	206.857	36.535	210.957	36.318
215.429	36.465	216.174	36.474	221.391	36.156	224	36.09	226.609	36.044
228.348	36.076	230.087	36.062	231.826	36.04	232.571	36.037	233.565	36.044
235.304	36.05	237.043	36.056	238.783	36.163	240.522	36.349	241.143	36.32
242.261	36.257	244	36.207	245.739	36.116	247.478	36.125	249.217	36.074
249.714	36.081	250.957	36.153	252.696	36.234	254.435	36.315	256.174	36.37
257.913	36.384	258.286	36.416	259.652	36.458	261.391	36.486	263.13	36.447
264.87	36.495	266.609	36.643	266.857	36.638	268.348	36.652	270.087	36.709
271.826	36.772	273.565	36.921	275.304	36.858	275.429	36.854	277.043	36.854
278.783	37.647	279.652	38.364	280.522	38.787	282.261	38.56	284	38.367
286.548	38.138	289.097	38.133	290.196	38.051	291.645	37.96	294.194	37.945
296.392	37.97	296.742	37.976	299.29	37.875	300.14	37.891	300.989	37.83
301.839	37.948	302.588	37.971	302.688	37.972	303.538	37.954	304.387	37.963
305.237	37.954	306.086	37.969	306.935	37.991	307.785	37.88	308.634	37.845
308.784	37.832	309.484	37.781	310.333	37.793	311.183	37.879	312.032	37.854
312.882	37.88	313.731	37.892	314.581	37.854	314.98	37.835	315.43	37.856

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 62 di 74	Rev. 0

316.28	37.916	317.129	38.036	317.978	38.07	318.828	38.237	319.677	38.27
320.527	38.364	321.176	38.415	321.376	38.414	322.226	38.303	323.075	38.328
323.925	38.397	324.774	38.359	325.624	38.365	326.473	38.337	327.323	38.309
327.373	38.303	328.172	38.184	329.022	38.074	329.871	38.141	330.72	38.321
331.57	38.612	332.419	38.922	333.269	38.926	333.569	38.914	334.118	38.912
334.968	38.859	335.817	38.91	336.667	38.973	337.43	38.859	338.955	37.889
340.481	36.9	341.952	35.965	342.007	35.926	343.533	34.801	345.058	34.202
346.584	34.084	347.238	34.036	348.11	33.932	349.636	34.049	351.161	33.859
352.524	33.69	352.687	33.68	354.213	33.549	355.739	33.412	357.265	33.181
357.81	33.151	358.79	33.073	360.316	32.944	361.842	32.928	363.095	32.871
363.368	32.865	364.893	32.8	366.419	32.728	367.945	32.623	368.381	32.55
369.471	32.432	370.997	32.429	372.522	32.345	373.667	32.302	374.048	32.288
375.574	32.254	377.1	32.233	378.625	32.258	378.952	32.252	380.151	32.241
381.677	32.254	383.203	32.193	384.238	32.188	384.729	32.18	386.254	32.124
387.78	32.121	389.306	32.111	389.524	32.119	390.832	32.165	392.357	32.126
393.883	32.14	394.81	32.133	395.409	32.128	396.935	32.129	398.46	32.35
399.986	32.364	400.095	32.364	401.512	32.375	403.038	32.38	404.564	32.364
405.381	32.353	406.089	32.333	407.615	32.124	409.141	31.869	410.667	31.76
411.333	31.803	412	31.807	412.667	31.797	413.333	31.76	414.31	31.819
415.286	31.871	416.263	31.876	417.239	31.905	417.536	31.907	418.215	31.894
419.192	31.864	420.168	31.882	421.145	31.922	421.739	31.945	422.121	31.964
423.098	31.945	424.074	31.937	425.051	31.932	425.942	31.891	426.027	31.888
427.003	31.887	427.98	31.919	428.956	31.918	429.933	31.957	430.145	31.954
430.909	31.956	431.886	31.992	432.862	32.015	433.838	32.068	434.348	32.087
434.815	32.094	435.791	32.121	436.768	32.069	437.744	32.094	438.551	32.103
438.721	32.101	439.697	32.13	440.673	32.086	441.65	32.069	442.626	32.092
442.754	32.088	443.603	32.078	444.579	32.153	445.556	32.188	446.532	32.173
446.957	32.204	447.508	32.348	448.485	32.811	449.461	33.16	450.438	33.416
451.159	33.563	451.414	33.689	452.391	34.166	453.367	34.678	454.343	35.132
455.32	35.573	455.362	35.594	456.296	35.808	457.273	36.165	458.249	36.735
459.226	37.256	459.565	37.433	460.202	37.716	461.178	37.962	461.667	38.06
462.892	38.111	464.414	38.177	465.343	38.194	466.245	38.205	467.794	38.215
468.077	38.211	469.908	38.117	470.245	38.092	471.74	37.941	472.697	37.761
473.571	37.655	475.148	37.796	475.403	37.815	477.234	37.845	477.599	37.844
479.066	37.833	480.05	37.84	480.897	37.847	482.501	37.853	482.729	37.855
484.56	37.878	484.952	37.881	486.392	37.879	487.403	37.881	488.223	37.889
489.854	37.899	490.055	37.902	491.886	37.893	492.305	37.901	493.717	37.913
494.756	37.91	495.549	37.908	497.207	37.921	497.38	37.923	499.212	37.943
499.658	37.945	501.043	37.956	502.109	37.937	502.875	37.921	504.561	37.905
504.706	37.905	506.538	37.942	507.012	37.95	508.369	37.96	509.463	37.936
510.201	37.917	511.914	37.922	512.032	37.924	513.864	37.973	514.365	37.973
515.695	37.96	516.816	37.957	517.527	37.957	519.267	37.963	519.358	37.964
521.19	37.985	521.718	37.985	523.021	37.982	524.169	37.983	524.853	37.981
526.62	37.986	526.684	37.987	528.516	37.967	529.071	37.971	530.347	37.978
531.522	37.981	532.178	37.986	533.973	38.006	534.01	38.007	535.841	38.006
536.425	38.014	537.673	38.027	538.876	38.048	539.504	38.053	541.327	38.043
543.167	38.039	543.778	38.042	544.999	38.055	546.229	38.072	546.83	38.076
548.662	38.067	548.68	38.067	551.131	38.045	553.582	38.043	554.156	38.041
559.651	38.066	560.935	38.074	565.145	38.102	568.289	38.119	570.639	38.13
575.642	38.106	576.134	38.104	581.628	38.13	582.995	38.135	587.123	38.146
590.348	38.13	592.617	38.12	597.701	38.176	598.112	38.18	603.606	38.205
605.055	38.198	609.1	38.175	612.408	38.221	614.595	38.258	619.761	38.239
620.089	38.237	625.584	38.247	627.114	38.25	631.078	38.26	634.468	38.285
636.573	38.301	641.821	38.252	642.067	38.25	647.561	38.267	649.174	38.297
653.056	38.365	656.527	38.413	658.55	38.441	663.881	38.508	664.045	38.51
669.539	38.54	671.234	38.56	675.033	38.605	678.587	38.656	680.528	38.678
685.94	38.732	686.022	38.734	691.517	38.864	693.294	38.91	697.011	38.995
700.647	39.069	702.506	39.116	708	39.327	712.452	39.637	715.263	39.858
716.903	39.95	721.355	40.218	722.526	40.301	725.806	40.734	729.789	41.288
730.258	41.355	734.71	42.008	737.053	42.346	739.161	42.675	743.613	43.297
744.316	43.403	748.065	43.959	751.579	44.527	752.516	44.673	756.968	45.364
758.842	45.65	761.419	46.033	765.871	46.684	766.105	46.721	770.323	47.324
773.368	47.718	774.774	47.904	779.226	48.493	780.632	48.683	783.677	49.075
787.895	49.608	788.129	49.641	792.581	50.352	795.158	50.728	797.032	51.001
800	51.44								

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .055 336.667 .035 461.667 .055

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 63 di 74

336.667 461.667 133.583 133.583 133.583 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	35.36	Wt. n-Val.		0.035	
Vel Head (m)	0.84	Reach Len. (m)	133.58	133.58	133.58
W.S. Elev (m)	34.52	Flow Area (m2)		223.77	
Crit W.S. (m)	34.38	Area (m2)		223.77	
E.G. Slope (m/m)	0.007796	Flow (m3/s)		909.00	
Q Total (m3/s)	909.00	Top Width (m)		108.81	
Top Width (m)	108.81	Avg. Vel. (m/s)		4.06	
Vel Total (m/s)	4.06	Hydr. Depth (m)		2.06	
Max Chl Dpth (m)	2.76	Conv. (m3/s)		10295.3	
Conv. Total (m3/s)	10295.3	Wetted Per. (m)		109.51	
Length Wtd. (m)	133.58	Shear (N/m2)		156.21	
Min Ch El (m)	31.76	Stream Power (N/m s)	38302.30	0.00	0.00
Alpha	1.00	Cum Volume (1000 m3)	97.25	222.76	
Frctn Loss (m)	0.79	Cum SA (1000 m2)	58.19	108.81	
C & E Loss (m)	0.07				

CROSS SECTION

RIVER: alveo

REACH: princ RS: 30

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num=		236					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	38.56	6	38.57	12	38.61	18	38.64	24	38.59
30	38.65	36	38.66	42	38.65	48	38.69	54	38.75
60	38.79	66	38.81	72	38.83	78	38.69	84	39.1
90	39.06	96	39.08	102	39.11	108	39.08	114	39.14
120	39.2	126	39.17	132	39.06	138	39	144	38.99
150	38.92	156	38.75	162	38.56	168	38.54	174	38.64
180	37.49	186	35.85	192	35.67	198	35.66	204	35.5
210	35.46	216	35.29	222	35.6	228	35.55	234	35.07
240	35.26	246	34.88	252	34.78	258	34.84	264	34.83
258	34.81	260	34.81	262	34.8	264	34.79	266	34.93
268	35.19	270	35.05	272	34.98	274	34.85	276	34.87
278	34.8	280	34.84	282	34.85	284	34.86	286	34.83
288	34.74	290	34.85	292	34.92	294	34.89	296	34.99
298	35.24	300	35.22	302	35.26	304	35.31	306	35.49
308	35.35	310	35.22	312	36.28	313	37.29	314	37.86
316	37.39	318	36.97	320	36.89	322	36.91	324	36.97
326	36.88	328	36.94	330	37.89	332	38.06	334	37.99
335	38.12	336	37.94	338	36.47	340	34.97	342	33.5
344	31.99	346	31.27	348	31.27	350	31.28	352	31.74
354	31.74	356	31.74	358	31.69	360	31.63	362	31.43
364	31.45	366	31.46	368	31.64	370	31.74	372	31.8
374	31.85	376	31.85	378	31.62	380	31.63	382	31.52
384	31.45	386	31.41	388	31.39	390	31.44	392	31.41
394	31.42	396	31.32	398	31.3	400	31.23	402	31.24
404	31.24	406	31.33	408	31.28	410	31.31	412	31.3
414	31.31	416	31.65	418	31.68	420	31.7	422	31.71
424	31.69	426	31.66	428	31.38	430	31.03	432	30.9
434	31	436	30.94	438	30.95	440	31.03	442	31.22
444	31.27	446	31.18	448	31.19	450	32.39	452	35.41
454	36.79	455	37.23	458	37.4	460	37.44	462	37.46
464	37.38	466	37.23	468	36.84	470	37.03	472	37.06
474	37.04	476	37.06	478	37.07	480	37.09	482	37.1
484	37.12	486	37.13	488	37.09	490	37.12	492	37.12
494	37.15	496	37.18	498	37.19	500	37.13	502	37.1
504	37.13	506	37.15	508	37.09	510	37.11	512	37.16
514	37.14	516	37.14	518	37.15	520	37.17	522	37.16
524	37.16	526	37.18	528	37.15	530	37.17	532	37.18
534	37.2	536	37.18	538	37.2	540	37.24	542	37.24
544	37.23	546	37.24	548	37.26	550	37.25	556	37.21
562	37.24	568	37.29	574	37.33	580	37.29	586	37.31

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 64 di 74	Rev. 0

592	37.32	598	37.27	604	37.35	610	37.38	616	37.33
622	37.44	628	37.38	634	37.4	640	37.42	646	37.48
652	37.4	658	37.41	664	37.55	670	37.66	676	37.76
682	37.79	688	37.87	694	37.97	700	38.06	706	38.21
712	38.38	718	38.53	724	38.79	730	39.37	736	39.7
742	40.7	748	41.75	754	42.93	760	44.08	766	45.16
772	46.2	778	47.08	784	47.99	790	48.83	796	49.81
800	50.46								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 335 .035 455 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
335 455 133.633 133.633 133.633 .1 .3
Ineffective Flow num= 1
Sta L Sta R Elev Permanent
180 313 37.5 F

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	34.49	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.61	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	33.88	Reach Len. (m)	133.63	133.63	133.63
Crit W.S. (m)	33.39	Flow Area (m2)		262.60	
E.G. Slope (m/m)	0.004691	Area (m2)		262.60	
Q Total (m3/s)	909.00	Flow (m3/s)		909.00	
Top Width (m)	109.51	Top Width (m)		109.51	
Vel Total (m/s)	3.46	Avg. Vel. (m/s)		3.46	
Max Chl Dpth (m)	2.98	Hydr. Depth (m)		2.40	
Conv. Total (m3/s)	13272.5	Conv. (m3/s)		13272.5	
Length Wtd. (m)	133.63	Wetted Per. (m)		111.61	
Min Ch El (m)	30.90	Shear (N/m2)		108.23	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	38302.30	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.67	Cum Volume (1000 m3)	97.25	190.27	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	58.19	94.22	

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 26.6666*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 462

Sta	Elev								
0	37.947	5.267	37.888	8.316	37.865	10.533	37.873	15.8	37.885
16.632	37.878	21.067	37.843	24.947	37.866	26.333	37.881	31.6	37.902
33.263	37.905	36.867	37.899	41.579	37.921	42.133	37.923	47.4	37.959
49.895	37.969	52.667	37.986	57.933	38.003	58.211	38.004	63.2	37.947
66.526	37.841	68.467	37.821	73.733	38.135	74.842	38.138	79	38.113
83.158	38.121	84.267	38.124	89.533	38.146	91.474	38.139	94.8	38.129
99.789	38.171	100.067	38.172	105.333	38.189	108.105	38.166	110.6	38.158
115.867	38.086	116.421	38.082	121.133	38.054	124.737	38.055	126.4	38.042
131.667	37.959	133.053	37.92	136.933	37.813	141.368	37.68	142.2	37.659
147.467	37.637	149.684	37.661	152.733	37.529	158	36.467	163.624	34.64
164.926	34.442	169.248	34.31	171.852	34.284	174.872	34.261	178.778	34.163
180.496	34.142	185.704	34.152	186.12	34.125	191.744	33.676	192.63	33.656
197.368	33.814	199.556	33.794	202.992	33.782	206.481	33.591	208.617	33.462
213.407	33.551	214.241	33.57	219.865	33.317	220.333	33.311	225.489	33.272
227.259	33.318	227.363	33.321	229.238	33.323	231.113	33.319	232.987	33.328
234.185	33.329	234.862	33.329	236.737	33.327	238.612	33.426	240.486	33.605
241.111	33.576	242.361	33.523	244.236	33.491	246.11	33.418	247.985	33.446
248.037	33.445	249.86	33.419	251.734	33.466	253.609	33.492	254.963	33.511
255.484	33.523	257.358	33.536	259.233	33.509	261.108	33.616	261.889	33.649
262.982	33.691	264.857	33.695	266.732	33.786	268.607	33.977	268.815	33.979
270.481	34.036	272.356	34.14	274.231	34.251	275.741	34.41	276.105	34.468
277.98	34.556	279.855	34.649	281.729	35.536	282.667	36.3	283.909	36.706
286.394	36.444	286.982	36.39	288.879	36.19	291.298	36.155	291.364	36.152

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fig. 65 di 74	Rev. 0

293.848	36.106	295.614	36.092	296.333	36.096	298.818	36.009	299.93	36.015
301.303	36.008	303.788	36.59	304.246	36.601	305.684	36.606	306.273	36.613
307.123	36.567	308.561	36.524	308.758	36.515	310	36.57	310.914	36.434
312.463	35.576	312.742	35.424	314.57	34.404	314.926	34.209	316.399	33.418
317.389	32.871	318.227	32.418	319.852	32.007	320.055	31.952	321.883	31.94
322.315	31.938	323.711	31.866	324.778	31.986	325.54	32.081	327.241	32.01
327.368	32.012	329.196	32.044	329.704	32.044	331.024	32.013	332.167	31.982
332.852	31.954	334.63	31.79	334.68	31.786	336.509	31.782	337.093	31.779
338.337	31.793	339.556	31.883	340.165	31.926	341.993	32	342.019	32.001
343.821	32.013	344.481	32.015	345.649	32.019	346.944	32	347.478	32.012
349.306	31.898	349.407	31.9	351.134	31.923	351.87	31.9	352.962	31.84
354.333	31.785	354.79	31.754	356.619	31.648	356.796	31.639	358.447	31.602
359.259	31.605	360.275	31.581	361.722	31.504	362.103	31.482	363.931	31.402
364.185	31.381	365.759	30.838	366.648	30.557	367.588	30.513	369.111	30.414
369.416	30.407	371.244	30.413	371.574	30.413	373.072	30.409	374.037	30.438
374.9	30.461	376.5	30.421	376.729	30.418	378.557	30.445	378.963	30.445
380.385	30.432	381.426	30.43	382.213	30.434	383.889	30.644	384.041	30.664
385.869	30.691	386.352	30.697	387.698	30.714	388.815	30.724	389.526	30.725
391.278	30.707	391.354	30.706	393.182	30.669	393.741	30.606	395.01	30.482
396.204	30.334	396.839	30.246	398.667	30.14	399.617	30.184	400.568	30.208
401.519	30.209	402.469	30.23	403.13	30.252	403.42	30.254	404.37	30.272
405.321	30.28	406.272	30.259	407.222	30.26	407.594	30.271	408.173	30.294
409.123	30.342	410.074	30.34	411.025	30.345	411.975	30.347	412.058	30.344
412.926	30.33	413.877	30.338	414.827	30.34	415.778	30.381	416.522	30.395
416.728	30.403	417.679	30.44	418.63	30.456	419.58	30.49	420.531	30.5
420.986	30.502	421.481	30.494	422.432	30.504	423.383	30.511	424.333	30.502
425.284	30.445	425.449	30.442	426.235	30.409	427.185	30.373	428.136	30.381
429.086	30.361	429.913	30.333	430.037	30.33	430.988	30.342	431.938	30.406
432.889	30.581	433.84	30.793	434.377	31.093	434.79	31.397	435.741	31.614
436.691	31.751	437.642	31.899	438.593	32.036	438.841	32.097	439.543	32.46
440.494	32.882	441.444	33.241	442.395	33.593	443.304	34.019	443.346	34.029
444.296	34.311	445.247	34.474	446.198	34.63	447.148	35.196	447.768	35.554
448.099	35.72	449.049	36.185	450	36.417	451.801	36.424	453.175	36.481
453.603	36.489	455.292	36.497	455.404	36.497	457.205	36.492	457.409	36.484
459.007	36.37	459.525	36.359	460.808	36.303	461.642	36.265	462.609	36.148
463.759	36.005	464.411	36.042	465.875	36.13	466.212	36.133	467.992	36.143
468.013	36.143	469.815	36.132	470.109	36.128	471.616	36.126	472.226	36.138
473.417	36.157	474.342	36.162	475.219	36.169	476.459	36.181	477.02	36.185
478.576	36.202	478.821	36.205	480.623	36.216	480.693	36.217	482.424	36.225
482.809	36.225	484.225	36.202	484.926	36.199	486.026	36.217	487.043	36.227
487.828	36.227	489.16	36.227	489.629	36.231	491.276	36.234	491.43	36.235
493.232	36.262	493.393	36.263	495.033	36.268	495.51	36.266	496.834	36.232
497.626	36.224	498.636	36.224	499.743	36.215	500.437	36.223	501.86	36.237
502.238	36.239	503.977	36.253	504.04	36.252	505.841	36.218	506.093	36.214
507.642	36.226	508.21	36.23	509.444	36.249	510.327	36.267	511.245	36.264
512.444	36.263	513.046	36.267	514.56	36.255	514.848	36.254	516.649	36.267
516.677	36.267	518.45	36.275	518.794	36.279	520.252	36.285	520.911	36.282
522.053	36.28	523.027	36.28	523.854	36.285	525.144	36.296	525.656	36.292
527.261	36.277	527.457	36.278	529.258	36.286	529.377	36.288	531.06	36.312
531.494	36.313	532.861	36.319	533.611	36.325	534.662	36.32	535.728	36.317
536.464	36.325	537.844	36.333	538.265	36.339	539.961	36.351	540.066	36.35
541.868	36.36	542.078	36.358	543.669	36.342	544.195	36.34	545.47	36.344
546.311	36.347	547.272	36.353	548.428	36.366	549.073	36.368	550.545	36.365
554.477	36.353	556.895	36.348	559.881	36.363	563.245	36.367	565.285	36.374
569.595	36.391	570.689	36.395	575.945	36.43	576.093	36.429	581.497	36.39
582.296	36.386	586.901	36.393	588.646	36.402	592.305	36.417	594.996	36.417
597.709	36.399	601.346	36.387	603.113	36.405	607.696	36.429	608.517	36.429
613.921	36.443	614.047	36.443	619.325	36.416	620.397	36.409	624.728	36.457
626.747	36.486	630.132	36.475	633.097	36.451	635.536	36.452	639.447	36.477
640.94	36.486	645.798	36.5	646.344	36.503	651.748	36.557	652.148	36.559
657.152	36.501	658.498	36.49	662.556	36.494	664.848	36.501	667.96	36.552
671.198	36.598	673.364	36.622	677.549	36.688	678.768	36.706	683.899	36.76
684.172	36.761	689.576	36.795	690.249	36.798	694.98	36.85	696.599	36.878
700.384	36.953	702.949	37.015	705.788	37.08	709.3	37.193	711.192	37.266
715.65	37.35	716.596	37.37	722	37.473	727.318	37.593	730.069	37.693
732.636	37.787	737.955	38.196	738.138	38.204	743.273	38.465	746.207	38.861
748.591	39.177	753.909	39.914	754.276	39.971	759.227	40.709	762.345	41.163
764.545	41.512	769.864	42.309	770.414	42.388	775.182	43.014	778.483	43.381
780.5	43.898	785.818	45.283	786.552	45.467	791.136	46.166	794.621	46.758
796.455	46.991	800	47.44						

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		Regione Marche	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 66 di 74

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .055 310 .035 450 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 310 450 133.633 133.633 133.633 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	33.82	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.60	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	33.23	Reach Len. (m)	133.63	133.63	133.63
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		265.29	
E.G. Slope (m/m)	0.005312	Area (m2)		265.29	
Q Total (m3/s)	909.00	Flow (m3/s)		909.00	
Top Width (m)	124.66	Top Width (m)		124.66	
Vel Total (m/s)	3.43	Avg. Vel. (m/s)		3.43	
Max Chl Dpth (m)	3.09	Hydr. Depth (m)		2.13	
Conv. Total (m3/s)	12471.9	Conv. (m3/s)		12471.9	
Length Wtd. (m)	133.63	Wetted Per. (m)		125.69	
Min Ch El (m)	30.14	Shear (N/m2)		109.95	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	38302.30	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.82	Cum Volume (1000 m3)	97.25	155.00	
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	58.19	78.58	

CROSS SECTION

RIVER: alveo
 REACH: princ RS: 23.3333*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 462

Sta	Elev								
0	37.333	4.533	37.206	7.158	37.138	9.067	37.136	13.6	37.129
14.316	37.124	18.133	37.096	21.474	37.098	22.667	37.111	27.2	37.144
28.632	37.152	31.733	37.147	35.789	37.155	36.267	37.156	40.8	37.167
42.947	37.17	45.333	37.181	49.867	37.196	50.105	37.197	54.4	37.063
57.263	36.941	58.933	36.953	63.467	37.17	64.421	37.184	68	37.167
71.579	37.165	72.533	37.168	77.067	37.182	78.737	37.18	81.6	37.179
85.895	37.206	86.133	37.204	90.667	37.178	93.053	37.148	95.2	37.145
99.733	37.113	100.211	37.111	104.267	37.108	107.368	37.118	108.8	37.094
113.333	36.999	114.526	36.965	117.867	36.877	121.684	36.77	122.4	36.757
126.933	36.734	128.842	36.741	131.467	36.418	136	35.443	141.248	33.43
142.463	33.076	146.496	32.951	148.926	32.902	151.744	32.862	155.389	32.776
156.992	32.783	161.852	32.841	162.241	32.79	167.489	32.062	168.315	31.973
172.737	32.028	174.778	32.007	177.985	32.013	181.241	31.931	183.233	31.854
187.704	31.871	188.481	31.88	193.729	31.753	194.167	31.751	198.977	31.765
200.63	31.799	200.727	31.801	202.476	31.816	204.226	31.827	205.975	31.845
207.093	31.855	207.724	31.857	209.474	31.865	211.223	31.922	212.972	32.02
213.556	32.008	214.722	31.996	216.471	32.001	218.221	31.987	219.97	32.023
220.019	32.023	221.719	32.039	223.469	32.092	225.218	32.135	226.481	32.166
226.967	32.185	228.717	32.242	230.466	32.279	232.216	32.382	232.944	32.42
233.965	32.462	235.714	32.5	237.464	32.583	239.213	32.715	239.407	32.719
240.962	32.851	242.712	33.02	244.461	33.192	245.87	33.365	246.211	33.447
247.96	33.761	249.709	34.079	251.459	34.793	252.333	35.31	253.818	35.552
256.788	35.499	257.491	35.49	259.758	35.41	262.649	35.417	262.727	35.414
265.697	35.301	267.807	35.231	268.667	35.221	271.636	35.137	272.965	35.122
274.606	35.076	277.576	35.289	278.123	35.28	279.842	35.193	280.545	35.166
281.561	35.099	283.281	35.052	283.515	35.04	285	35.02	285.828	34.928
287.231	34.458	287.485	34.377	289.141	33.838	289.463	33.735	290.797	33.336
291.694	33.061	292.454	32.846	293.926	32.663	294.11	32.634	295.766	32.609
296.157	32.604	297.423	32.452	298.389	32.423	299.079	32.423	300.62	32.28
300.735	32.284	302.392	32.349	302.852	32.362	304.048	32.336	305.083	32.311
305.704	32.277	307.315	32.145	307.361	32.142	309.017	32.114	309.546	32.104
310.674	32.127	311.778	32.187	312.33	32.212	313.986	32.26	314.009	32.26
315.643	32.226	316.241	32.213	317.299	32.189	318.472	32.15	318.955	32.173
320.612	32.176	320.704	32.18	322.268	32.216	322.935	32.215	323.924	32.161
325.167	32.102	325.581	32.057	327.237	31.885	327.398	31.869	328.893	31.814

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 67 di 74	Rev. 0

329.63	31.797	330.55	31.721	331.861	31.592	332.206	31.554	333.863	31.384
334.093	31.355	335.519	30.355	336.324	29.803	337.175	29.726	338.556	29.587
338.832	29.583	340.488	29.587	340.787	29.587	342.144	29.579	343.019	29.589
343.801	29.592	345.25	29.555	345.457	29.555	347.113	29.58	347.481	29.583
348.77	29.565	349.713	29.555	350.426	29.559	351.944	29.667	352.082	29.678
353.739	29.703	354.176	29.708	355.395	29.728	356.407	29.742	357.052	29.739
358.639	29.724	358.708	29.722	360.364	29.677	360.87	29.638	362.021	29.584
363.102	29.517	363.677	29.463	365.333	29.38	366.809	29.447	368.284	29.474
369.759	29.455	371.235	29.475	372.261	29.503	372.71	29.512	374.185	29.561
375.66	29.59	377.136	29.559	378.611	29.575	379.188	29.602	380.086	29.647
381.562	29.741	383.037	29.735	384.512	29.743	385.988	29.743	386.116	29.739
387.463	29.695	388.938	29.694	390.414	29.68	391.889	29.746	393.043	29.76
393.364	29.766	394.84	29.8	396.315	29.793	397.79	29.82	399.265	29.8
399.971	29.784	400.741	29.762	402.216	29.772	403.691	29.776	405.167	29.746
406.642	29.623	406.899	29.614	408.117	29.565	409.593	29.512	411.068	29.545
412.543	29.526	413.826	29.485	414.019	29.48	415.494	29.501	416.969	29.628
418.444	29.976	419.92	30.396	420.754	30.996	421.395	31.494	422.87	31.672
424.346	31.691	425.821	31.729	427.296	31.748	427.681	31.803	428.772	32.055
430.247	32.256	431.722	32.331	433.198	32.392	434.609	32.629	434.673	32.634
436.148	32.906	437.623	32.937	439.099	32.955	440.574	33.793	441.536	34.318
442.049	34.585	443.525	35.328	445	35.603	446.901	35.522	448.35	35.562
448.801	35.569	450.584	35.555	450.702	35.554	452.603	35.526	452.817	35.508
454.503	35.34	455.051	35.337	456.404	35.316	457.284	35.3	458.305	35.244
459.518	35.169	460.205	35.186	461.751	35.23	462.106	35.232	463.984	35.227
464.007	35.227	465.907	35.221	466.218	35.216	467.808	35.198	468.451	35.216
469.709	35.249	470.685	35.253	471.609	35.259	472.918	35.273	473.51	35.278
475.152	35.303	475.411	35.307	477.311	35.313	477.385	35.314	479.212	35.323
479.619	35.32	481.113	35.301	481.852	35.307	483.013	35.329	484.086	35.333
484.914	35.333	486.319	35.333	486.815	35.336	488.553	35.319	488.715	35.317
490.616	35.346	490.786	35.347	492.517	35.349	493.019	35.343	494.417	35.311
495.253	35.318	496.318	35.332	497.486	35.331	498.219	35.337	499.72	35.343
500.119	35.345	501.953	35.356	502.02	35.356	503.921	35.339	504.187	35.338
505.821	35.348	506.42	35.35	507.722	35.36	508.654	35.373	509.623	35.377
510.887	35.387	511.523	35.393	513.121	35.371	513.424	35.367	515.325	35.383
515.354	35.383	517.225	35.382	517.588	35.388	519.126	35.408	519.821	35.404
521.026	35.4	522.055	35.4	522.927	35.403	524.288	35.411	524.828	35.411
526.521	35.403	526.728	35.404	528.629	35.403	528.755	35.406	530.53	35.446
530.988	35.445	532.43	35.444	533.222	35.449	534.331	35.45	535.455	35.455
536.232	35.462	537.689	35.467	538.132	35.469	539.922	35.461	540.033	35.46
541.934	35.48	542.156	35.477	543.834	35.451	544.389	35.45	545.735	35.452
546.623	35.453	547.636	35.456	548.856	35.473	549.536	35.479	551.089	35.48
555.238	35.482	557.79	35.486	560.94	35.501	564.49	35.494	566.642	35.492
571.191	35.493	572.344	35.492	577.891	35.529	578.046	35.53	583.748	35.485
584.591	35.482	589.45	35.482	591.292	35.494	595.152	35.519	597.992	35.513
600.854	35.5	604.693	35.503	606.556	35.517	611.393	35.508	612.258	35.505
617.96	35.506	618.093	35.507	623.662	35.493	624.794	35.489	629.364	35.508
631.494	35.532	635.066	35.543	638.195	35.522	640.768	35.516	644.895	35.554
646.47	35.568	651.595	35.579	652.172	35.582	657.874	35.639	658.296	35.638
663.576	35.586	664.996	35.58	669.278	35.582	671.696	35.592	674.98	35.626
678.397	35.646	680.682	35.656	685.097	35.716	686.384	35.733	691.798	35.76
692.086	35.76	697.788	35.802	698.498	35.807	703.49	35.85	705.198	35.887
709.192	35.977	711.899	36.06	714.894	36.15	718.599	36.327	720.596	36.428
725.3	36.491	726.298	36.505	732	36.567	736.636	36.656	739.034	36.721
741.273	36.785	745.909	37.022	746.069	37.027	750.545	37.231	753.103	37.471
755.182	37.653	759.818	38.078	760.138	38.11	764.455	38.489	767.172	38.721
769.091	38.944	773.727	39.457	774.207	39.509	778.364	39.828	781.241	40.015
783	40.717	787.636	42.575	788.276	42.829	792.273	43.502	795.31	44.044
796.909	44.173	800	44.42						

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 285 .035 445 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
285 445 133.633 133.633 133.633 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	32.99	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.68	Wt. n-Val.	0.055	0.035	
W.S. Elev (m)	32.31	Reach Len. (m)	133.63	133.63	133.63

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 68 di 74

Crit W.S. (m)	32.08	Flow Area (m2)	23.71	241.29	
E.G. Slope (m/m)	0.007217	Area (m2)	23.71	241.29	
Q Total (m3/s)	909.00	Flow (m3/s)	18.62	890.38	
Top Width (m)	192.98	Top Width (m)	65.37	127.61	
Vel Total (m/s)	3.43	Avg. Vel. (m/s)	0.79	3.69	
Max Chl Dpth (m)	2.93	Hydr. Depth (m)	0.36	1.89	
Conv. Total (m3/s)	10700.3	Conv. (m3/s)	219.2	10481.1	
Length Wtd. (m)	133.63	Wetted Per. (m)	65.41	128.72	
Min Ch El (m)	29.38	Shear (N/m2)	25.66	132.66	
Alpha	1.13	Stream Power (N/m s)	38302.30	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	1.04	Cum Volume (1000 m3)	95.67	121.15	
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	53.82	61.72	

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 20

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 234

Sta	Elev								
0	36.72	6	36.41	12	36.37	18	36.33	24	36.4
30	36.39	36	36.37	42	36.39	48	36.04	54	36.23
60	36.21	66	36.22	72	36.24	78	36.13	84	36.14
90	36.18	96	36.01	102	35.86	108	35.82	114	34.42
120	31.71	126	31.52	132	31.39	138	31.53	144	30.29
150	30.22	156	30.27	162	30.19	168	30.19	174	30.28
180	30.38	186	30.44	192	30.6	198	30.82	204	31.19
210	31.46	216	32.32	222	34.32	228	34.59	234	34.68
240	34.37	246	34.23	252	33.96	254	33.78	256	33.63
258	33.58	260	33.47	262	33.34	264	33.26	266	33.25
268	33.32	270	33.27	272	32.86	274	32.55	276	32.68
278	32.64	280	32.5	282	32.43	284	32.49	286	32.52
288	32.41	290	32.3	292	32.46	294	32.53	296	32.42
298	32.1	300	31.99	302	31.68	304	31.33	306	29.05
308	28.76	310	28.76	312	28.74	314	28.69	316	28.72
318	28.68	320	28.69	322	28.72	324	28.76	326	28.74
328	28.67	330	28.7	332	28.62	334	28.71	336	28.74
338	28.7	340	28.72	342	28.77	344	28.85	346	28.9
348	28.86	350	28.89	352	29	354	29.14	356	29.13
358	29.14	360	29.14	362	29.06	364	29.05	366	29.02
368	29.11	370	29.13	372	29.16	374	29.13	376	29.15
378	29.1	380	29.03	382	29.04	384	29.04	386	28.99
388	28.8	390	28.72	392	28.65	394	28.71	396	28.69
398	28.63	400	28.66	402	28.85	404	29.37	406	30
408	31.59	410	31.73	412	31.63	414	31.56	416	31.46
418	31.65	420	31.63	422	31.42	424	31.19	426	31.24
428	31.5	430	31.4	432	31.28	434	32.39	436	33.45
438	34.47	440	34.79	442	34.62	444	34.65	446	34.61
448	34.56	450	34.31	452	34.33	454	34.34	456	34.33
458	34.33	460	34.31	462	34.31	464	34.27	466	34.34
468	34.35	470	34.37	472	34.41	474	34.41	476	34.42
478	34.4	480	34.44	482	34.44	484	34.44	486	34.4
488	34.43	490	34.43	492	34.39	494	34.44	496	34.45
498	34.45	500	34.46	502	34.46	504	34.47	506	34.47
508	34.49	510	34.52	512	34.48	514	34.5	516	34.49
518	34.53	520	34.52	522	34.52	524	34.53	526	34.53
528	34.52	530	34.58	532	34.57	534	34.58	536	34.6
538	34.6	540	34.57	542	34.6	544	34.56	546	34.56
548	34.56	550	34.59	556	34.61	562	34.64	568	34.61
574	34.59	580	34.63	586	34.58	592	34.57	598	34.62
604	34.6	610	34.63	616	34.58	622	34.57	628	34.57
634	34.56	640	34.61	646	34.58	652	34.65	658	34.66
664	34.72	670	34.67	676	34.67	682	34.7	688	34.69
694	34.76	700	34.76	706	34.81	712	34.85	718	35
724	35.22	730	35.59	736	35.64	742	35.66	748	35.75
754	35.85	760	36.08	766	36.25	772	36.28	778	36.63
784	36.65	790	40.19	796	41.33	800	41.4		

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 69 di 74

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 260 .035 440 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
260 440 133.39 133.39 133.39 .1 .3
Ineffective Flow num= 1
Sta L Sta R Elev Permanent
114 222 34 F

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	31.93	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.92	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	31.01	Reach Len. (m)	133.39	133.39	133.39
Crit W.S. (m)	30.92	Flow Area (m2)		214.47	
E.G. Slope (m/m)	0.008434	Area (m2)	37.48	214.47	
Q Total (m3/s)	909.00	Flow (m3/s)		909.00	
Top Width (m)	163.61	Top Width (m)	60.62	103.00	
Vel Total (m/s)	4.24	Avg. Vel. (m/s)		4.24	
Max Chl Dpth (m)	2.39	Hydr. Depth (m)		2.08	
Conv. Total (m3/s)	9898.1	Conv. (m3/s)		9898.1	
Length Wtd. (m)	133.39	Wetted Per. (m)		104.47	
Min Ch El (m)	28.62	Shear (N/m2)		169.79	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	38302.30	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	1.18	Cum Volume (1000 m3)	91.58	90.70	
C & E Loss (m)	0.07	Cum SA (1000 m2)	45.40	46.31	

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 16.6666*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 462

Sta	Elev								
0	36.073	5.444	35.862	7.538	35.85	10.889	35.832	15.077	35.809
16.333	35.661	21.778	35.091	22.615	34.996	27.222	35.365	30.154	35.596
32.667	35.543	37.692	35.462	38.111	35.46	43.556	35.183	45.231	35.209
49	35.218	52.769	35.131	54.444	35.116	59.889	35.089	60.308	35.088
65.333	35.111	67.846	35.083	70.778	35.028	75.385	35.009	76.222	35.013
81.667	35.056	82.923	35.034	87.111	34.926	90.462	34.848	92.556	34.804
98	34.763	102.591	34.059	105.088	33.665	107.182	33.076	111.773	31.739
112.175	31.519	116.364	30.215	119.263	29.879	120.955	29.693	125.545	29.503
126.351	29.452	130.136	29.307	133.439	29.345	134.727	29.193	139.318	28.704
140.526	28.591	143.909	28.644	147.614	28.558	148.5	28.548	153.091	28.569
154.702	28.561	157.682	28.511	161.789	28.489	162.273	28.49	166.864	28.513
168.877	28.562	171.455	28.645	175.965	28.647	176.045	28.647	180.636	28.784
183.053	28.807	185.227	28.819	189.818	28.748	190.14	28.754	194.409	28.874
197.228	29.013	199	29.11	203.591	29.218	204.316	29.213	208.182	29.238
211.404	29.369	212.773	29.411	217.364	29.611	218.491	29.639	221.955	29.917
225.579	30.605	226.545	30.892	231.136	32.462	232.667	33.053	233.974	33.197
235.282	33.264	237.897	33.359	238.035	33.364	240.513	33.398	243.128	33.44
243.404	33.44	245.744	33.323	248.359	33.196	248.772	33.177	250.974	33.125
253.59	33.1	254.14	33.087	256.205	33.007	258.821	32.94	259.509	32.918
261.298	32.8	261.436	32.792	263.088	32.698	264.051	32.679	264.877	32.664
266.667	32.593	268.426	32.49	269.42	32.45	270.185	32.366	271.944	32.218
272.174	32.206	273.704	32.119	274.928	31.993	275.463	31.934	277.222	31.499
277.681	31.403	278.981	31.085	280.435	30.972	280.741	30.946	282.5	30.688
283.188	30.56	284.259	30.471	285.942	30.375	286.019	30.372	287.778	30.393
288.696	30.394	289.537	30.403	291.296	30.33	291.449	30.324	293.056	30.264
294.203	30.34	294.815	30.374	296.574	30.412	296.957	30.394	298.333	30.35
299.71	30.196	300.093	30.148	301.852	30.064	302.464	29.988	303.611	29.846
305.217	29.624	305.37	29.606	307.13	28.12	307.971	28.044	308.889	27.934
310.648	27.917	310.725	27.916	312.407	27.905	313.478	27.886	314.167	27.869
315.926	27.879	316.232	27.872	317.685	27.862	318.986	27.878	319.444	27.878
321.204	27.889	321.739	27.895	322.963	27.91	324.493	27.895	324.722	27.893

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		Regione Marche	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 70 di 74	Rev. 0

326.481	27.844	327.246	27.852	328.241	27.856	330	27.79	331.932	27.898
332.151	27.906	333.864	27.934	334.302	27.931	335.796	27.915	336.454	27.921
337.728	27.942	338.605	27.965	339.66	27.985	340.756	28.017	341.593	28.043
342.907	28.069	343.525	28.082	345.058	28.065	345.457	28.062	347.21	28.088
347.389	28.092	349.321	28.193	349.361	28.195	351.253	28.31	351.512	28.312
353.185	28.317	353.663	28.322	355.117	28.331	355.814	28.333	357.049	28.333
357.966	28.308	358.981	28.285	360.117	28.286	360.914	28.287	362.268	28.279
362.846	28.263	364.419	28.286	364.778	28.297	366.57	28.309	366.71	28.311
368.642	28.34	368.722	28.339	370.574	28.317	370.873	28.319	372.506	28.335
373.024	28.328	374.438	28.327	375.175	28.322	376.37	28.308	377.326	28.323
378.302	28.324	379.478	28.32	380.235	28.359	381.629	28.406	382.167	28.404
383.78	28.321	384.099	28.299	385.931	28.243	386.031	28.238	387.963	28.159
388.082	28.159	389.895	28.171	390.234	28.164	391.827	28.104	392.385	28.075
393.759	27.985	394.536	27.958	395.691	27.991	396.687	28.075	397.623	28.148
398.838	28.381	399.556	28.533	400.99	28.892	401.488	29.015	403.141	29.97
403.42	30.135	405.292	30.3	405.352	30.305	407.284	30.308	407.443	30.309
409.216	30.377	409.595	30.387	411.148	30.389	411.746	30.449	413.08	30.582
413.897	30.604	415.012	30.636	416.048	30.598	416.944	30.553	418.199	30.48
418.877	30.424	420.351	30.442	420.809	30.456	422.502	30.632	422.741	30.67
424.653	30.741	424.673	30.743	426.605	30.941	426.804	31.046	428.537	31.96
428.955	32.173	430.469	32.774	431.107	33.018	432.401	33.558	433.258	33.708
434.333	33.877	435.303	33.829	436.365	33.79	437.243	33.815	438.396	33.813
439.183	33.793	440.428	33.792	441.123	33.789	442.459	33.762	443.063	33.71
444.491	33.554	445.003	33.543	446.522	33.425	446.943	33.391	448.554	33.386
448.882	33.382	450.585	33.409	450.822	33.413	452.617	33.435	452.762	33.436
454.648	33.436	454.702	33.437	456.642	33.437	456.68	33.437	458.582	33.405
458.711	33.402	460.522	33.432	460.743	33.437	462.462	33.446	462.774	33.447
464.401	33.461	464.806	33.465	466.341	33.493	466.837	33.497	468.281	33.49
468.869	33.496	470.221	33.514	470.9	33.517	472.161	33.508	472.931	33.507
474.101	33.529	474.963	33.534	476.041	33.527	476.994	33.535	477.981	33.543
479.026	33.54	479.92	33.525	481.057	33.514	481.86	33.525	483.089	33.535
483.8	33.533	485.12	33.533	485.74	33.525	487.152	33.512	487.68	33.522
489.183	33.544	489.62	33.545	491.215	33.561	491.56	33.563	493.246	33.569
493.5	33.571	495.278	33.574	495.439	33.573	497.309	33.58	497.379	33.58
499.319	33.587	499.341	33.587	501.259	33.58	501.372	33.58	503.199	33.592
503.404	33.597	505.139	33.64	505.435	33.643	507.079	33.622	507.467	33.617
509.019	33.627	509.498	33.63	510.958	33.625	511.53	33.623	512.898	33.641
513.561	33.645	514.838	33.632	515.593	33.629	516.778	33.627	517.624	33.624
518.718	33.624	519.656	33.635	520.658	33.643	521.687	33.645	522.598	33.644
523.719	33.646	524.538	33.666	525.75	33.678	526.477	33.668	527.781	33.675
528.417	33.682	529.813	33.679	530.357	33.68	531.844	33.687	532.297	33.687
533.876	33.692	534.237	33.69	535.907	33.668	536.177	33.669	537.939	33.696
538.117	33.694	539.97	33.657	540.057	33.657	541.996	33.647	543.936	33.65
544.033	33.651	545.876	33.691	546.065	33.694	547.816	33.707	549.756	33.718
551.696	33.729	552.159	33.732	553.636	33.742	555.576	33.755	557.515	33.758
558.254	33.761	563.335	33.753	564.348	33.753	569.155	33.756	570.443	33.749
574.974	33.753	576.537	33.76	580.794	33.737	582.631	33.721	586.614	33.706
588.726	33.703	592.433	33.724	594.82	33.735	598.253	33.726	600.915	33.734
604.073	33.76	607.009	33.78	609.892	33.774	613.104	33.755	615.712	33.75
619.198	33.743	621.531	33.74	625.293	33.744	627.351	33.744	631.387	33.731
633.171	33.736	637.482	33.77	638.99	33.768	643.576	33.756	644.81	33.766
649.67	33.814	650.63	33.818	655.765	33.823	656.449	33.828	661.859	33.866
662.269	33.864	667.954	33.843	668.088	33.843	673.908	33.847	674.048	33.847
679.728	33.872	680.143	33.873	685.547	33.867	686.237	33.865	691.367	33.896
692.331	33.904	697.187	33.91	698.426	33.914	703.006	33.955	704.52	33.963
708.826	33.982	710.615	34.005	714.645	34.106	716.709	34.131	720.465	34.204
722.804	34.276	726.285	34.441	728.898	34.541	732.104	34.551	734.993	34.573
737.924	34.586	741.087	34.59	743.744	34.613	747.181	34.643	749.563	34.666
753.276	34.715	755.383	34.773	759.37	34.933	761.202	34.994	765.465	35.088
767.022	35.098	771.559	35.017	772.842	35.039	777.654	35.273	778.661	35.286
783.748	35.329	784.481	35.617	789.843	37.693	790.301	37.75	795.937	38.476
796.12	38.479	800	38.523						

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 266.667 .035 434.333 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
266.667 434.333 133.39 133.39 133.39 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 71 di 74

E.G. Elev (m)	30.68	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.68	Wt. n-Val.	0.055	0.035	
W.S. Elev (m)	30.00	Reach Len. (m)	133.39	133.39	133.39
Crit W.S. (m)	30.00	Flow Area (m2)	106.30	179.55	
E.G. Slope (m/m)	0.009255	Area (m2)	106.30	179.55	
Q Total (m3/s)	909.00	Flow (m3/s)	188.39	720.61	
Top Width (m)	204.92	Top Width (m)	104.13	100.79	
Vel Total (m/s)	3.18	Avg. Vel. (m/s)	1.77	4.01	
Max Chl Dpth (m)	2.21	Hydr. Depth (m)	1.02	1.78	
Conv. Total (m3/s)	9448.7	Conv. (m3/s)	1958.3	7490.4	
Length Wtd. (m)	133.39	Wetted Per. (m)	104.24	101.77	
Min Ch El (m)	27.79	Shear (N/m2)	92.56	160.13	
Alpha	1.33	Stream Power (N/m s)	38302.30	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.43	Cum Volume (1000 m3)	81.99	64.42	
C & E Loss (m)	0.17	Cum SA (1000 m2)	34.41	32.72	

CROSS SECTION

RIVER: alveo

REACH: princ RS: 13.3333*

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	462								
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev										
0 35.427 4.889 35.314 6.769 35.305 9.778 35.294 13.538 35.28										
14.667 34.992 19.556 33.783 20.308 33.593 24.444 34.34 27.077 34.813										
29.333 34.717 33.846 34.536 34.222 34.53 39.111 34.327 40.615 34.319										
44 34.207 47.385 34.045 48.889 34.023 53.778 33.959 54.154 33.954										
58.667 33.982 60.923 33.976 63.556 33.926 67.692 33.879 68.444 33.885										
73.333 33.932 74.462 33.927 78.222 33.843 81.231 33.779 83.111 33.749										
88 33.707 93.295 33.204 96.175 32.909 98.591 32.533 103.886 31.615										
104.351 31.327 109.182 28.833 112.526 28.238 114.477 27.896 119.773 27.602										
120.702 27.514 125.068 27.148 128.877 27.16 130.364 27.082 135.659 26.907										
137.053 26.891 140.955 27.032 145.228 26.896 146.25 26.869 151.545 26.88										
153.404 26.853 156.841 26.785 161.579 26.788 162.136 26.79 167.432 26.837										
169.754 26.933 172.727 27.068 177.93 27.015 178.023 27.014 183.318 27.222										
186.105 27.233 188.614 27.239 193.909 27.059 194.281 27.068 199.205 27.212										
202.456 27.426 204.5 27.565 209.795 27.639 210.632 27.606 215.091 27.454										
218.807 27.547 220.386 27.581 225.682 27.806 226.982 27.818 230.977 27.953										
235.158 28.889 236.273 29.191 241.568 31.036 243.333 31.787 244.487 32.009										
245.641 32.077 247.949 32.134 248.07 32.137 250.256 32.164 252.564 32.205										
252.807 32.2 254.872 32.102 257.179 31.998 257.544 31.985 259.487 31.938										
261.795 31.955 262.281 31.944 264.103 31.889 266.41 31.885 267.018 31.875										
268.596 31.82 268.718 31.816 270.175 31.766 271.026 31.754 271.754 31.749										
273.333 31.717 274.852 31.639 275.71 31.605 276.37 31.471 277.889 31.187										
278.087 31.153 279.407 30.918 280.464 30.702 280.926 30.598 282.444 30.138										
282.841 30.026 283.963 29.619 285.217 29.286 285.481 29.213 287 28.735										
287.594 28.535 288.519 28.442 289.971 28.318 290.037 28.315 291.556 28.297										
292.348 28.282 293.074 28.287 294.593 28.25 294.725 28.247 296.111 28.229										
297.101 28.275 297.63 28.287 299.148 28.294 299.478 28.282 300.667 28.28										
301.855 28.223 302.185 28.195 303.704 28.137 304.232 28.094 305.222 28.013										
306.609 27.887 306.741 27.883 308.259 27.191 308.986 27.177 309.778 27.109										
311.296 27.075 311.362 27.073 312.815 27.071 313.739 27.063 314.333 27.048										
315.852 27.037 316.116 27.031 317.37 27.045 318.493 27.069 318.889 27.066										
320.407 27.059 320.87 27.057 321.926 27.061 323.246 27.048 323.444 27.046										
324.963 27.019 325.623 27.021 326.481 27.012 328 26.96 329.864 27.086										
330.076 27.098 331.728 27.128 332.151 27.13 333.593 27.129 334.227 27.136										
335.457 27.164 336.302 27.188 337.321 27.2 338.378 27.218 339.185 27.235										
340.454 27.255 341.049 27.264 342.529 27.263 342.914 27.264 344.605 27.289										
344.778 27.295 346.642 27.386 346.68 27.388 348.506 27.48 348.756 27.486										
350.37 27.504 350.832 27.511 352.235 27.522 352.907 27.527 354.099 27.527										
354.983 27.514 355.963 27.509 357.058 27.518 357.827 27.524 359.134 27.53										
359.691 27.507 361.21 27.478 361.556 27.483 363.285 27.49 363.42 27.491										
365.284 27.519 365.361 27.52 367.148 27.504 367.436 27.504 369.012 27.52										
369.512 27.519 370.877 27.555 371.588 27.571 372.741 27.586 373.663 27.612										
374.605 27.607 375.739 27.6 376.469 27.677 377.814 27.808 378.333 27.818										
379.89 27.81 380.198 27.798 381.966 27.761 382.062 27.757 383.926 27.667										

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		Regione Marche	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 72 di 74	Rev. 0

384.041	27.665	385.79	27.633	386.117	27.622	387.654	27.518	388.192	27.478
389.519	27.34	390.268	27.274	391.383	27.323	392.344	27.393	393.247	27.447
394.419	27.586	395.111	27.697	396.495	27.946	396.975	28.029	398.57	28.58
398.84	28.679	400.646	28.875	400.704	28.881	402.568	28.985	402.722	28.995
404.432	29.193	404.797	29.233	406.296	29.317	406.873	29.38	408.16	29.514
408.948	29.567	410.025	29.643	411.024	29.679	411.889	29.686	413.1	29.69
413.753	29.657	415.175	29.656	415.617	29.673	417.251	29.796	417.481	29.841
419.326	30.08	419.346	30.086	421.21	30.603	421.402	30.698	423.074	31.529
423.478	31.726	424.938	32.097	425.553	32.249	426.802	32.645	427.629	32.804
428.667	32.963	429.652	32.95	430.73	32.96	431.622	32.998	432.793	32.976
433.592	32.952	434.856	32.973	435.561	32.984	436.919	32.964	437.531	32.935
438.981	32.798	439.501	32.772	441.044	32.521	441.471	32.451	443.107	32.431
443.441	32.426	445.17	32.488	445.411	32.497	447.233	32.54	447.381	32.543
449.296	32.563	449.351	32.563	451.321	32.563	451.359	32.563	453.291	32.538
453.422	32.535	455.261	32.531	455.485	32.534	457.231	32.543	457.548	32.544
459.201	32.555	459.611	32.561	461.171	32.587	461.674	32.585	463.141	32.57
463.737	32.582	465.111	32.612	465.8	32.613	467.08	32.609	467.863	32.615
469.05	32.634	469.926	32.628	471.02	32.613	471.989	32.63	472.99	32.647
474.052	32.639	474.96	32.627	476.115	32.628	476.93	32.637	478.178	32.639
478.9	32.637	480.241	32.637	480.87	32.633	482.304	32.633	482.84	32.641
484.367	32.648	484.81	32.647	486.43	32.672	486.78	32.677	488.493	32.688
488.75	32.69	490.556	32.687	490.72	32.687	492.618	32.7	492.69	32.7
494.66	32.703	494.681	32.703	496.63	32.69	496.744	32.69	498.599	32.696
498.807	32.703	500.569	32.765	500.87	32.767	502.539	32.756	502.933	32.753
504.509	32.758	504.996	32.76	506.479	32.758	507.059	32.757	508.449	32.766
509.122	32.761	510.419	32.741	511.185	32.737	512.389	32.733	513.248	32.728
514.359	32.722	515.311	32.739	516.329	32.757	517.374	32.76	518.299	32.762
519.437	32.772	520.269	32.788	521.5	32.775	522.239	32.759	523.563	32.779
524.209	32.791	525.626	32.779	526.179	32.775	527.689	32.775	528.149	32.773
529.752	32.784	530.118	32.785	531.815	32.765	532.088	32.765	533.878	32.792
534.058	32.792	535.941	32.755	536.028	32.753	537.998	32.733	539.968	32.74
540.067	32.742	541.938	32.796	542.13	32.799	543.908	32.819	545.878	32.834
547.848	32.849	548.319	32.853	549.818	32.866	551.788	32.882	553.758	32.879
554.507	32.883	559.668	32.892	560.696	32.896	565.577	32.918	566.885	32.908
571.487	32.887	573.074	32.89	577.397	32.878	579.263	32.863	583.307	32.838
585.452	32.837	589.217	32.847	591.641	32.851	595.126	32.843	597.83	32.867
601.036	32.905	604.018	32.93	606.946	32.942	610.207	32.93	612.856	32.925
616.396	32.915	618.766	32.91	622.585	32.919	624.676	32.922	628.774	32.902
630.585	32.898	634.963	32.93	636.495	32.934	641.152	32.932	642.405	32.938
647.341	32.979	648.315	32.984	653.53	32.987	654.225	32.989	659.719	33.013
660.134	33.012	665.907	33.016	666.044	33.017	671.954	33.023	672.096	33.024
677.864	33.046	678.285	33.047	683.774	33.044	684.474	33.041	689.683	33.043
690.663	33.049	695.593	33.06	696.852	33.069	701.503	33.113	703.041	33.117
707.413	33.126	709.23	33.161	713.323	33.263	715.419	33.261	719.233	33.272
721.607	33.332	725.142	33.45	727.796	33.491	731.052	33.485	733.985	33.507
736.962	33.523	740.174	33.519	742.872	33.526	746.363	33.535	748.782	33.543
752.552	33.58	754.691	33.617	758.741	33.785	760.601	33.857	764.93	33.926
766.511	33.939	771.119	33.754	772.421	33.725	777.307	33.916	778.331	33.938
783.496	34.007	784.24	34.159	789.685	35.197	790.15	35.225	795.874	35.622
796.06	35.624	800	35.647						

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 273.333 .035 428.667 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
273.333 428.667 133.39 133.39 133.39 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	29.97	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.13	Wt. n-Val.	0.055	0.035	
W.S. Elev (m)	29.84	Reach Len. (m)	133.39	133.39	133.39
Crit W.S. (m)	28.56	Flow Area (m2)	321.84	266.68	
E.G. Slope (m/m)	0.001613	Area (m2)	321.84	266.68	
Q Total (m3/s)	909.00	Flow (m3/s)	426.66	482.34	
Top Width (m)	264.99	Top Width (m)	130.89	134.10	
Vel Total (m/s)	1.54	Avg. Vel. (m/s)	1.33	1.81	
Max Chl Dpth (m)	3.05	Hydr. Depth (m)	2.46	1.99	
Conv. Total (m3/s)	22635.8	Conv. (m3/s)	10624.6	12011.3	
Length Wtd. (m)	133.39	Wetted Per. (m)	131.55	134.74	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83074	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 73 di 74	Rev. 0

Min Ch El (m)	26.96	Shear (N/m2)	38.69	31.30	
Alpha	1.07	Stream Power (N/m s)	38302.30	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.37	Cum Volume (1000 m3)	53.43	34.66	
C & E Loss (m)	0.05	Cum SA (1000 m2)	18.74	17.06	

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 10

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num=		236					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	34.78	6	34.76	12	34.75	18	32.19	24	34.03
30	33.61	36	33.43	42	32.96	48	32.82	54	32.87
60	32.75	66	32.82	72	32.71	78	32.65	84	32.35
90	31.99	96	31.49	102	27.45	108	26.1	114	25.7
120	24.99	126	24.97	132	25.11	138	25.42	144	25.19
150	25.19	156	25.06	162	25.09	168	25.16	174	25.49
180	25.38	186	25.66	192	25.66	198	25.37	204	25.55
210	26.02	216	26.06	222	25.67	228	25.75	234	26
240	25.99	246	27.49	252	29.61	254	30.52	255	30.82
256	30.89	258	30.91	260	30.93	262	30.97	264	30.88
266	30.8	268	30.75	270	30.81	272	30.77	274	30.83
276	30.84	278	30.83	280	30.84	282	30.76	284	30.1
286	29.41	288	28.65	290	27.6	292	26.51	294	26.26
296	26.17	298	26.17	300	26.21	302	26.17	304	26.25
306	26.2	308	26.15	310	26.31	312	26.23	314	26.24
316	26.19	318	26.26	320	26.22	322	26.2	324	26.19
326	26.13	328	26.29	330	26.33	332	26.35	334	26.41
336	26.42	338	26.44	340	26.46	342	26.49	344	26.58
346	26.66	348	26.7	350	26.72	352	26.72	354	26.75
356	26.78	358	26.67	360	26.67	362	26.7	364	26.69
366	26.71	368	26.82	370	26.9	372	26.88	374	27.21
376	27.3	378	27.28	380	27.17	382	27.08	384	26.88
386	26.59	388	26.71	390	26.79	392	27	394	27.19
396	27.45	398	27.68	400	28.08	402	28.31	404	28.53
406	28.76	408	28.9	410	28.87	412	28.96	414	29.42
416	30.35	418	31.28	420	31.48	422	31.9	423	32.05
424	32.07	426	32.18	428	32.11	430	32.18	432	32.16
434	32	436	31.51	438	31.47	440	31.58	442	31.65
444	31.69	446	31.69	448	31.67	450	31.63	452	31.64
454	31.65	456	31.68	458	31.65	460	31.71	462	31.71
464	31.74	466	31.7	468	31.75	470	31.73	472	31.75
474	31.74	476	31.74	478	31.76	480	31.75	482	31.79
484	31.81	486	31.8	488	31.82	490	31.82	492	31.8
494	31.8	496	31.89	498	31.89	500	31.89	502	31.89
504	31.89	506	31.85	508	31.84	510	31.82	512	31.87
514	31.88	516	31.91	518	31.85	520	31.9	522	31.87
524	31.86	526	31.88	528	31.86	530	31.89	532	31.85
534	31.82	536	31.83	538	31.9	540	31.93	542	31.95
544	31.97	546	31.99	548	32.01	550	32	556	32.03
562	32.08	568	32.02	574	32.02	580	31.97	586	31.97
592	31.96	598	32.05	604	32.11	610	32.1	616	32.08
622	32.1	628	32.06	634	32.1	640	32.11	646	32.15
652	32.15	658	32.16	664	32.19	670	32.2	676	32.22
682	32.22	688	32.19	694	32.21	700	32.27	706	32.27
712	32.42	718	32.34	724	32.46	730	32.42	736	32.46
742	32.44	748	32.42	754	32.46	760	32.72	766	32.78
772	32.41	778	32.59	784	32.7	790	32.7	796	32.77
800	32.77								

Manning's n Values		num=		3	
Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	280	.035	423	.055

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left	Channel	Right	Coeff	Contr.	Expan.
	280	423		0	0	0	.1		.3

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83074
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 74 di 74

Ineffective Flow num= 1
Sta L Sta R Elev Permanent
96 255 30.5 F

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	29.54	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.66	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	28.88	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	28.55	Flow Area (m2)		253.01	
E.G. Slope (m/m)	0.006010	Area (m2)	479.30	253.01	
Q Total (m3/s)	909.00	Flow (m3/s)		909.00	
Top Width (m)	271.73	Top Width (m)	150.08	121.65	
Vel Total (m/s)	3.59	Avg. Vel. (m/s)		3.59	
Max Chl Dpth (m)	3.91	Hydr. Depth (m)		2.08	
Conv. Total (m3/s)	11725.0	Conv. (m3/s)		11725.0	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		122.49	
Min Ch El (m)	26.13	Shear (N/m2)		121.75	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	38302.30	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			