

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 1 di 73

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

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

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-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 2 di 73	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	30
6	VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO	31
6.1	Generalità	31
6.2	Criteri di calcolo	32
6.3	Stima dei massimi approfondimenti attesi	34
6.4	Considerazione sui risultati conseguiti	35
7	METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	36
7.1	Metodologia costruttiva: TOC	36
7.2	Prescrizioni sulla configurazione geometrica di progetto	36
7.3	Descrizione del sistema operativo TOC	37
8	VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA	43
8.1	Premessa	43

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 3 di 73	Rev. 0

8.2	Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento	44
8.3	Analisi dei criteri di compatibilità idraulica	45
9	CONCLUSIONI	48
	APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO	49
	APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO - REPORT PROGRAMMA HEC RAS	54

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 4 di 73

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 Potenza nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua, in un ambito di confine tra i territori di Recanati (Mc) e di Montelupone (Mc).

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-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 5 di 73	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-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 6 di 73	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-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fig. 7 di 73	Rev. 0

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'interferenza tra la linea in progetto con il fiume Potenza ricade nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 13 km dalla foce), in un ambito di confine tra i territori di Recanati (Mc) e di Montelupone (Mc).

Più esattamente l'attraversamento ricade nei pressi dell'area industriale di "Spaccio Romitelli", a circa 650 m a valle del ponte di San Firmano.

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.

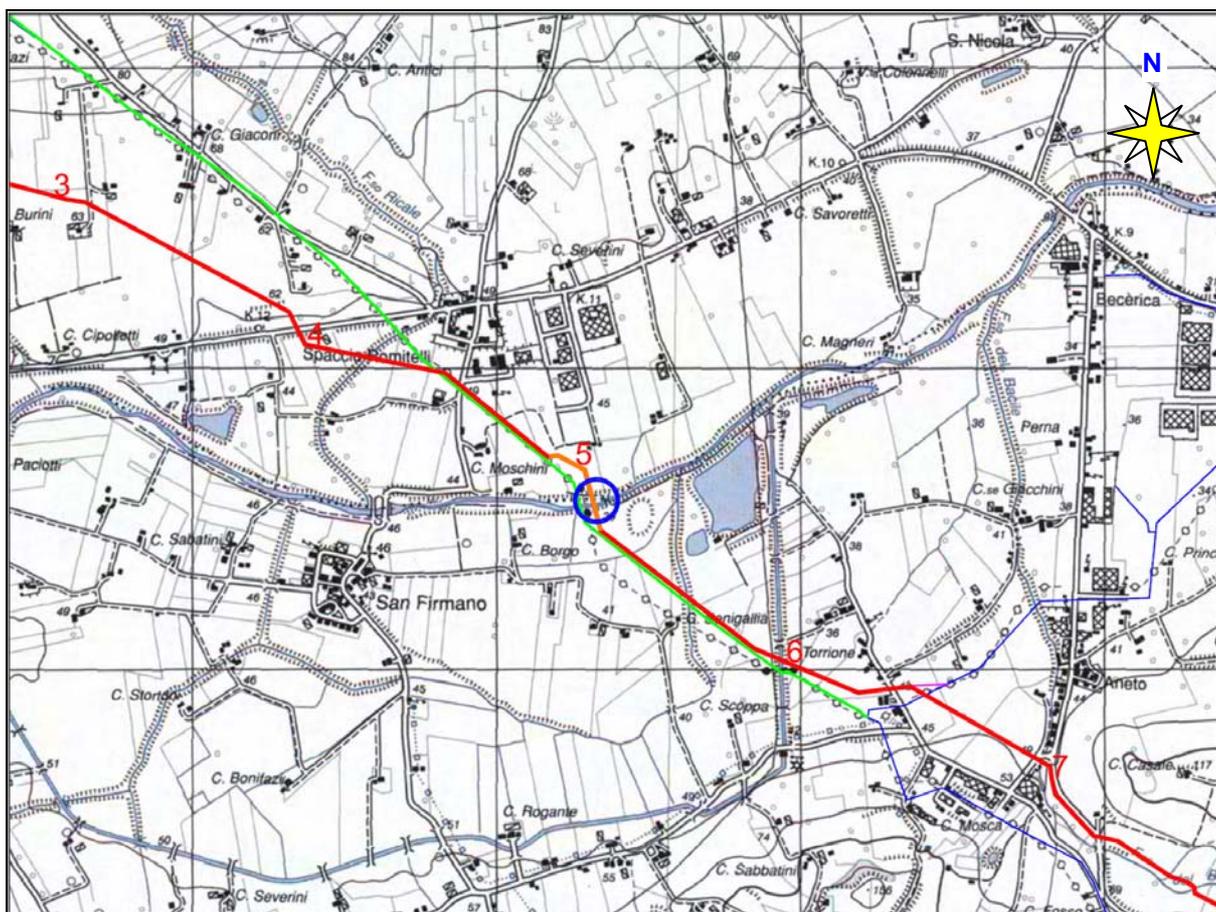


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 8 di 73

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	383237m E	4802367 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.

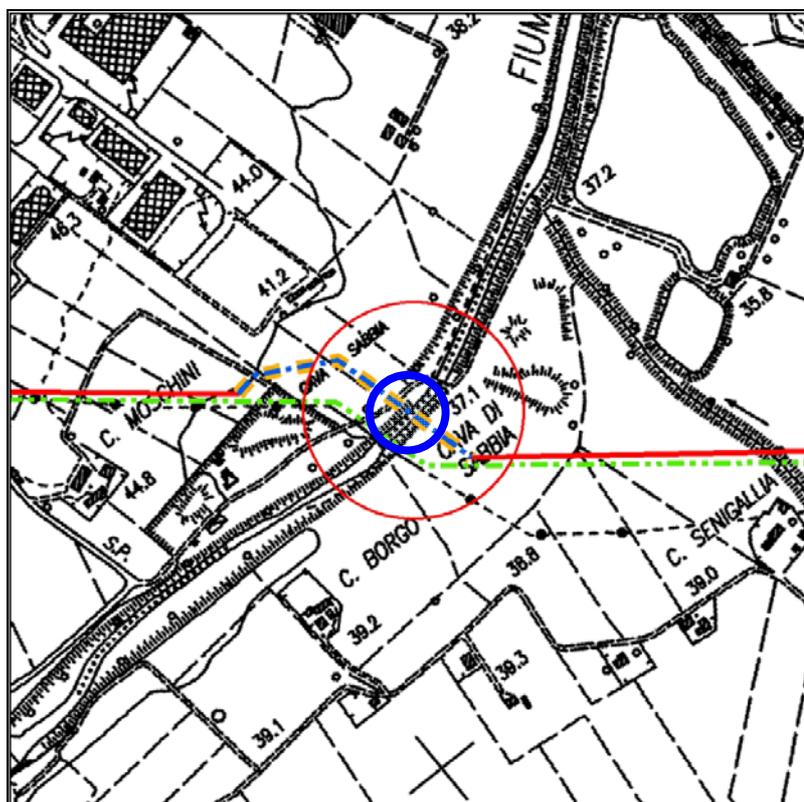


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 9 di 73	Rev. 0

3 CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME

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

Il Fiume Potenza rappresenta uno dei corsi d'acqua principali della Regione Marche, il quale è caratterizzato da un bacino imbrifero di estensione di circa 780 kmq. Nasce sul versante nord-orientale del Monte Pennino (1571 metri), nel territorio marchigiano al confine con l'Umbria, e si sviluppa completamente nel territorio provincia di Macerata fino a sfociare nel Mare Adriatico nel comune di Porto Recanati.

Il bacino idrografico ha forma rettangolare ad esclusione dei tratti di foce e di monte; nel tratto di foce si denota un restringimento verso l'asta principale con una forma tipica ad imbuto mentre a monte, a causa del contributo del reticolo idrografico minore, in particolare del Fosso di Campodonico, il bacino si estende verso nord.

Il fiume presenta un andamento tipicamente appenninico sino alla confluenza con il fosso di Brescia.

L'alveo subisce una brusca deviazione di quasi 90° sino all'abitato di Poggio Sorifa. Prosegue verso nord ed arriva alla confluenza con il fosso di Campodonico, per poi immettersi nella stretta di Spindoli. Nel tratto a monte di Pioraco riceve, in sinistra idrografica, il fosso Campodonico e, in destra, i tributari di fosso Fiumicello della Rocca e di fosso Capodacqua. Tra gli abitati di Fiuminata e Pioraco il corso è rettilineo con orientazione nord-est ed è pensile per un tratto di circa 3 km.

Subito a monte di Pioraco riceve, in destra idrografica, le acque del torrente Scarzito, il quale è alimentato dalle sorgenti perenni di San Giovanni emergenti a quota 530 m e soggiacenti all'altopiano carsico di Montelago. A Pioraco il corso del fiume incide profondamente, con un salto notevole, la formazione del Calcere Massiccio.

A valle della gola vengono a giorno importanti sorgenti, subalvee ed esterne, le quali apportano al fiume l'ultimo significativo contributo perenne.

Successivamente, la valle si allarga a formare, al centro della porzione settentrionale della sinclinale di Camerino, la conca di Castelraimondo.

Nell'attraversamento della sinclinale il F. Potenza riceve in destra idrografica il torrente Palente, caratterizzato da un notevole bacino imbrifero, ed in sinistra il fosso Lapidoso. Da Castelraimondo a San Severino l'asta fluviale attraversa trasversalmente l'anticlinale di Letegge e San Vicino.

Nel tratto compreso tra San Severino e Passo di Treia l'alveo si snoda su depositi ciottolosi del quaternario. Successivamente, il corso diviene regolare sino alla foce con un andamento spesso di tipo anastomizzato, a tratti debolmente meandriforme.

I principali affluenti sono lo Scarzito e il Palente, affluenti di destra e il Monocchia, affluente di sinistra.

Il bacino del Potenza non contiene laghi naturali o artificiali, ma sono presenti numerosissime opere di presa che derivano parte delle portate verso centrali idroelettriche. Tali presenze sono distribuite abbastanza uniformemente lungo tutta l'asta fluviale.

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-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 11 di 73

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 basso dello sviluppo del corso d'acqua.

Nell'intorno dell'attraversamento il corso d'acqua presenta un andamento longitudinale moderatamente sinuoso.

L'alveo si presenta ampio circa 50 m, integralmente interessato dal flusso idraulico, e con sponde mediamente acclivi alte circa 3÷3.5 m ed interessate da vegetazione ripariale prevalentemente di tipo arbustivo.

I sedimenti presenti in alveo sono rappresentati da ghiaie e da ciottoli arrotondati di dimensioni significative, in matrice sabbiosa. In prossimità dell'area d'attraversamento, soprattutto a valle, si rileva la presenza di alcune erosioni spondali localizzate, anche se nel complesso la configurazione d'alveo appare sostanzialmente stabile.

In corrispondenza dell'attraversamento del metanodotto recentemente effettuato, sono state realizzate delle 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.

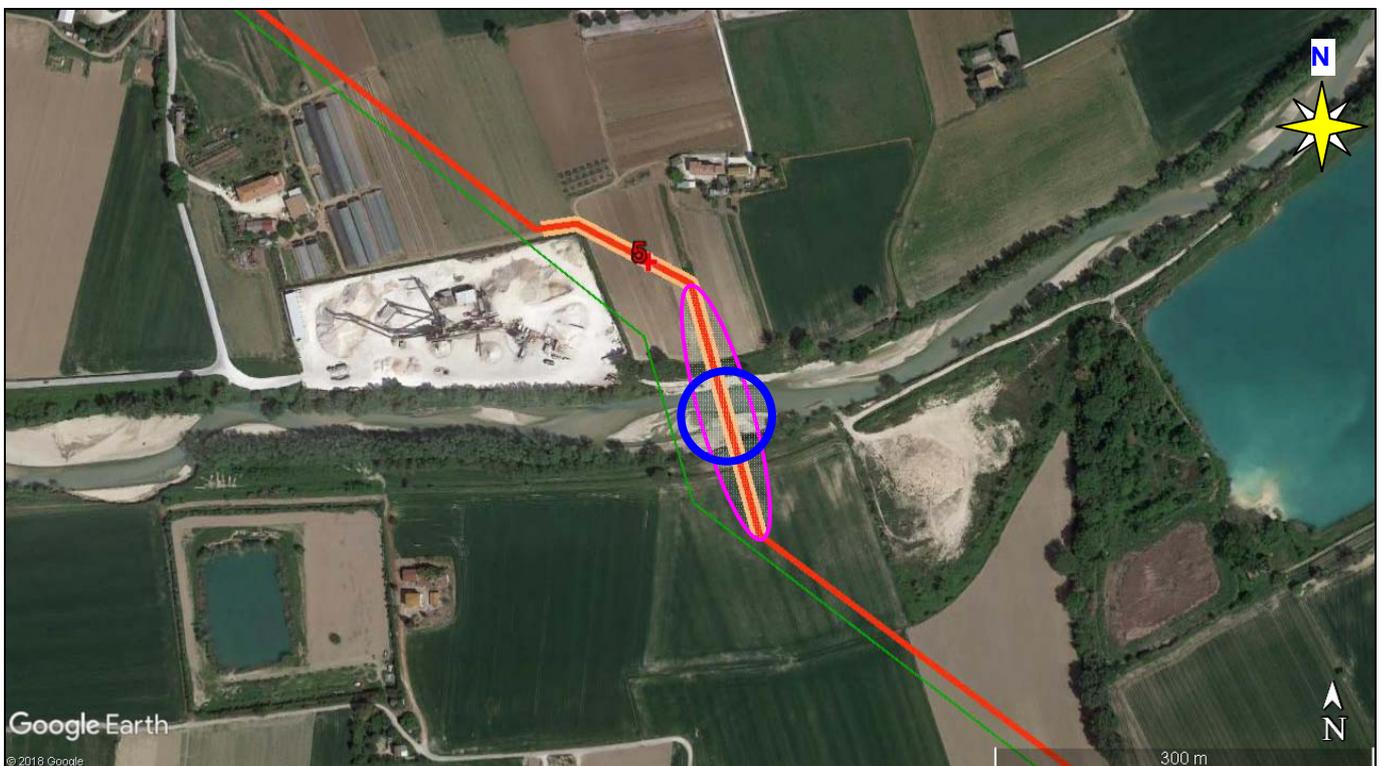


Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento (estratta da google earth)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 12 di 73	Rev. 0

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). 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 destra 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 dell'alveo 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.



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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 13 di 73

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 13 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-83071

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

Fg. 14 di 73

Rev.
0

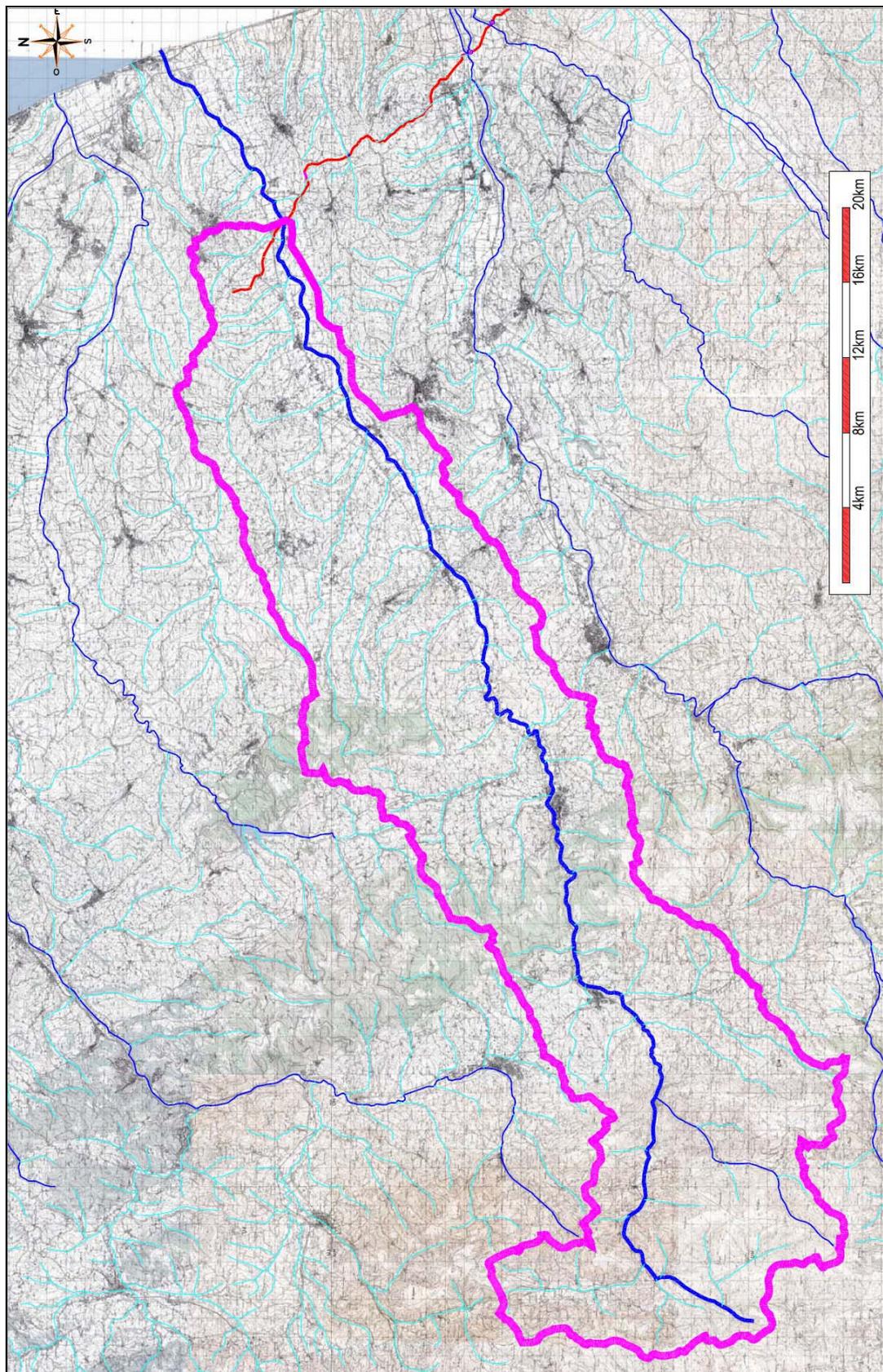


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 15 di 73	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 Potenza / Sez. di studio	725	85.5	1571	36

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-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 16 di 73	Rev. 0

- 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 il 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 Potenza / Sez. di studio	43.365° / 13.559°	725	638	742	811	1105

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 17 di 73

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.Potenza	Sez. di studio	725	811	1.12

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-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 18 di 73

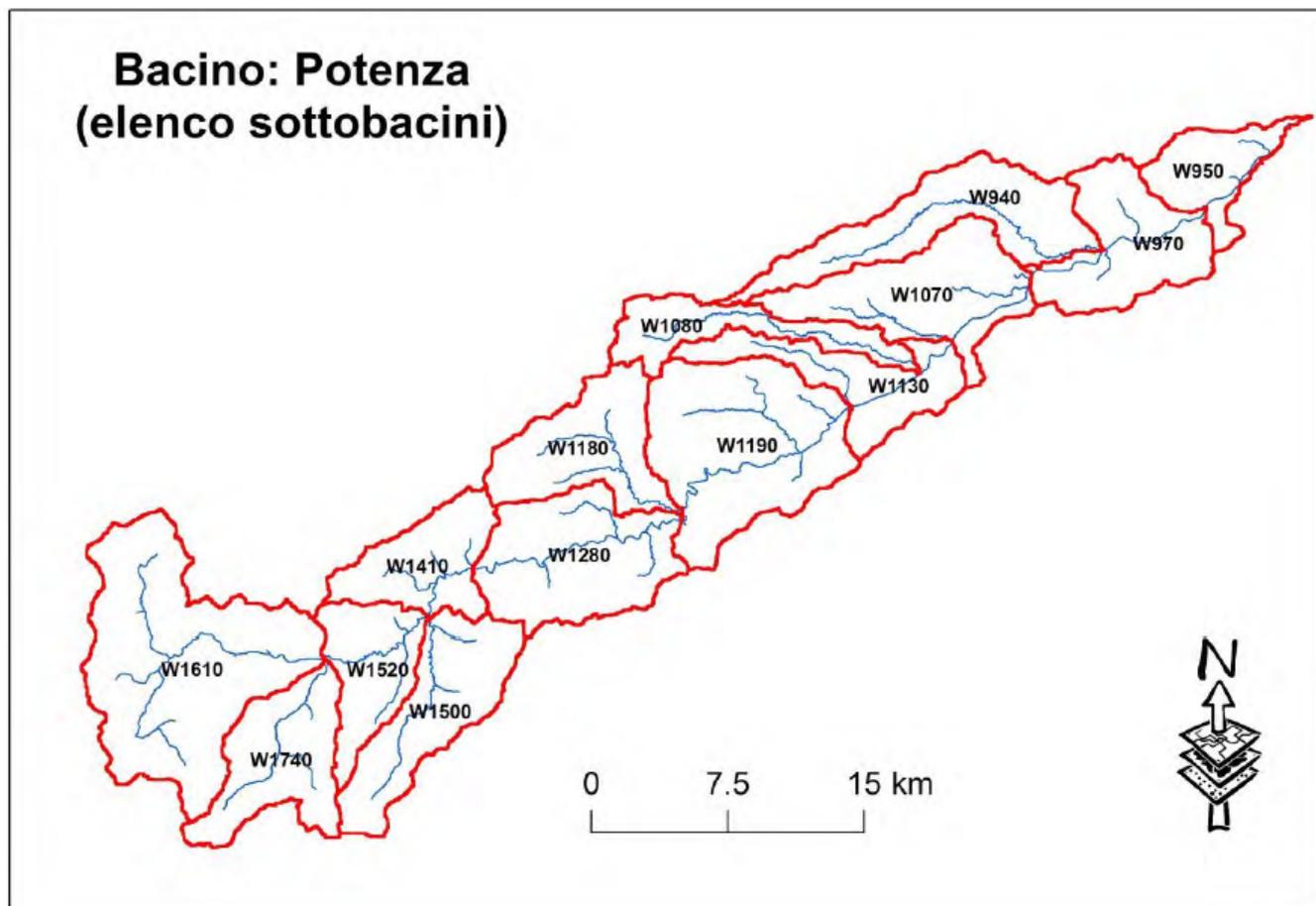


Fig.4.6/A: Studio Università di Camerino - Indicazione dei sottobacini

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 nella porzione terminale del bacino, utilizzate per la modellazione. L'ambito in esame ricade immediatamente a valle della junction J709 (confluenza fosso Ricale).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 19 di 73

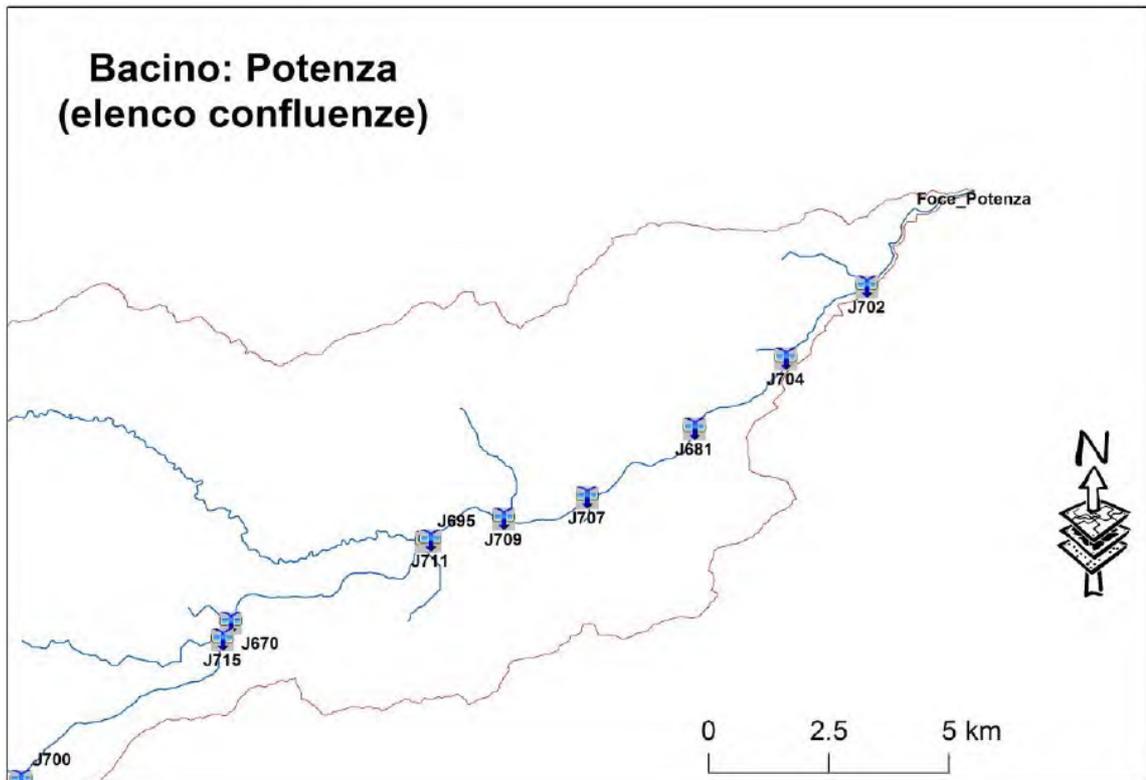


Fig.4.6/B: Indicazioni delle confluenze di studio nel tratto terminale del corso d'acqua

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 20 di 73	Rev. 0

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

Subbasin	Q_{max50} Giandotti (Rational method) (m^3/s)	Q_{max50} HEC_HMS (calib) (m^3/s)	Junction	Q_{max50} (HEC-HMS) (calib) (m^3/s)
W1070	41.42	50.2	foce Potenza	735
W1080	33.64	33.0	J664	112.1
W1130	40.12	33.7	J667	475.1
W1180	65.43	70.4	J670	560.4
W1190	56.56	82.9	J673	184.3
W1280	55.22	88.6	J676	293.1
W1410	45.94	24.1	J681	683.7
W1500	58.18	24.1	J684	211.6
W1520	45.47	57.7	J689	441.4
W1610	98.25	59.7	J692	356.2
W1740	52.50	30.6	J695	608
W940	44.52	49.7	J700	510.6
W950	32.00	61.1	J702	683.7
W970	51.45	85.6	J704	683.7
			J707	608
			J709	608
			J711	608
			J715	510.6
			J720	356.2
			J722	356.2
			J724	356.2
			J728	211.6
			J730	211.6
			J732_SanSeverino	211.6
			J735	184.3
			J737	184.3
			J740	112.1
			J742	112.1

Esaminando la tabella precedente, si evince che in corrispondenza della J709 (confluenza fosso Ricale) è stata valutata una portata riferita ad un tempo di ritorno di 50 anni pari 608 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 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-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 21 di 73	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-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 22 di 73

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 di linea, per uno sviluppo complessivo di circa 1 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 in colore rosso. La sezione Sez.1 (RS60) coincide con la sezione di monte del tronco idraulico; la sezione Sez.6 (RS10) rappresenta la sezione idraulica di valle.



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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 23 di 73

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

Tab.5.2/A: quadro geometrico generale della modellazione

SEZIONE IDRAULICA (River Station)	SEZIONE DEL RILIEVO	PROGRESSIVA (m)	DISTANZA dalla Sez. succ. (m)	DESCRIZIONE
RS60	Sez.1	0.00	203.08	Sezione di monte
RS50	Sez.2	203.08	179.86	
RS40	Sez.3	382.94	171.60	
RS30	Sez.4	554.54	252.86	
RS20	Sez.5	807.40	218.67	
RS10	Sez.6	1026.07	0.00	Sezione di valle

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

Nella figura seguente si riporta lo schema planimetrico di input geometrico utilizzato per la modellazione idraulica, dove le sezioni in verde scuro sono di input da rilievo, mentre quelle in verde chiaro sono state ricavate per interpolazione dal programma.

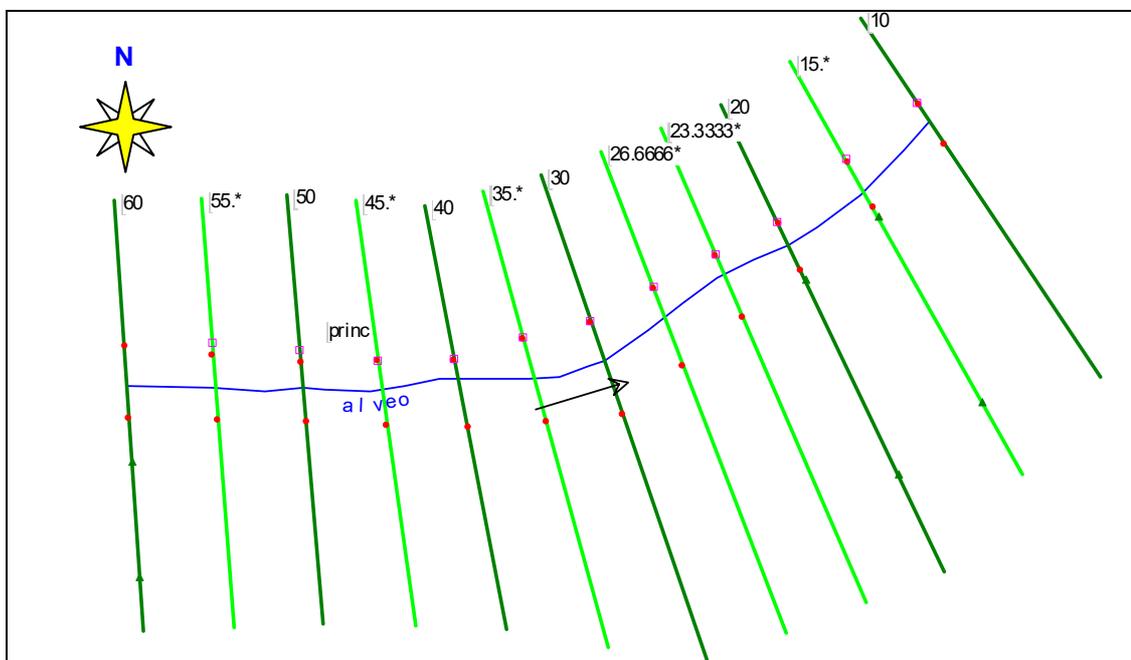


Fig.5.2/B: Modellazione geometrica in Hec Ras (RS60 a monte e RS10 a valle)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 24 di 73

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:

- $Q_{200}=811$ mc/s

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

Le condizioni al contorno imposte alle estremità del tronco d'alveo oggetto di studio, sono costituite da un flusso in moto uniforme "normal depth" a monte (RS60) ed a valle (RS10), in considerazione delle pendenze al fondo individuati per i tratti immediatamente esterni alle estremità del tronco.

Per quanto concerne il coefficiente d'attrito si è fatto riferimento agli indici di scabrezza di Manning "n", i cui valori caratteristici, assunti costanti per l'intero tronco di analisi, 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 destra 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-83071
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 25 di 73

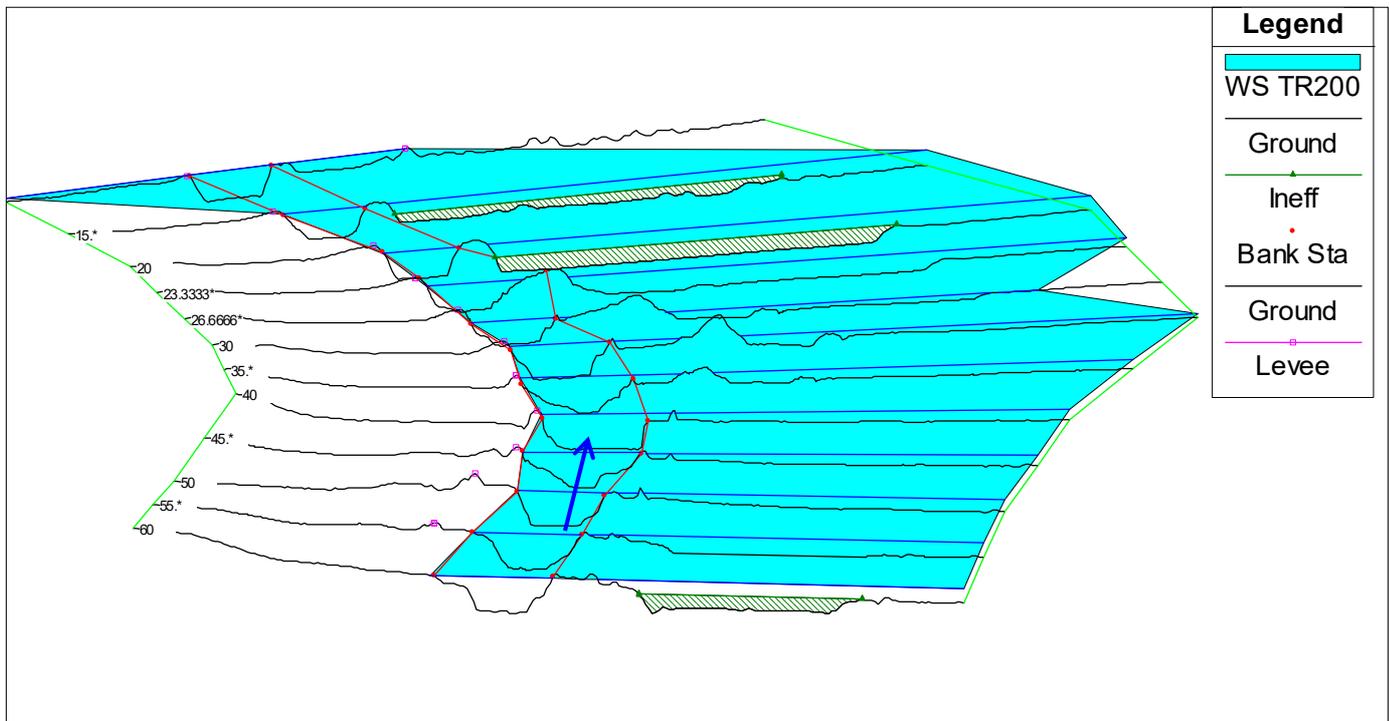


Fig.5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS60: monte /RS10: valle)

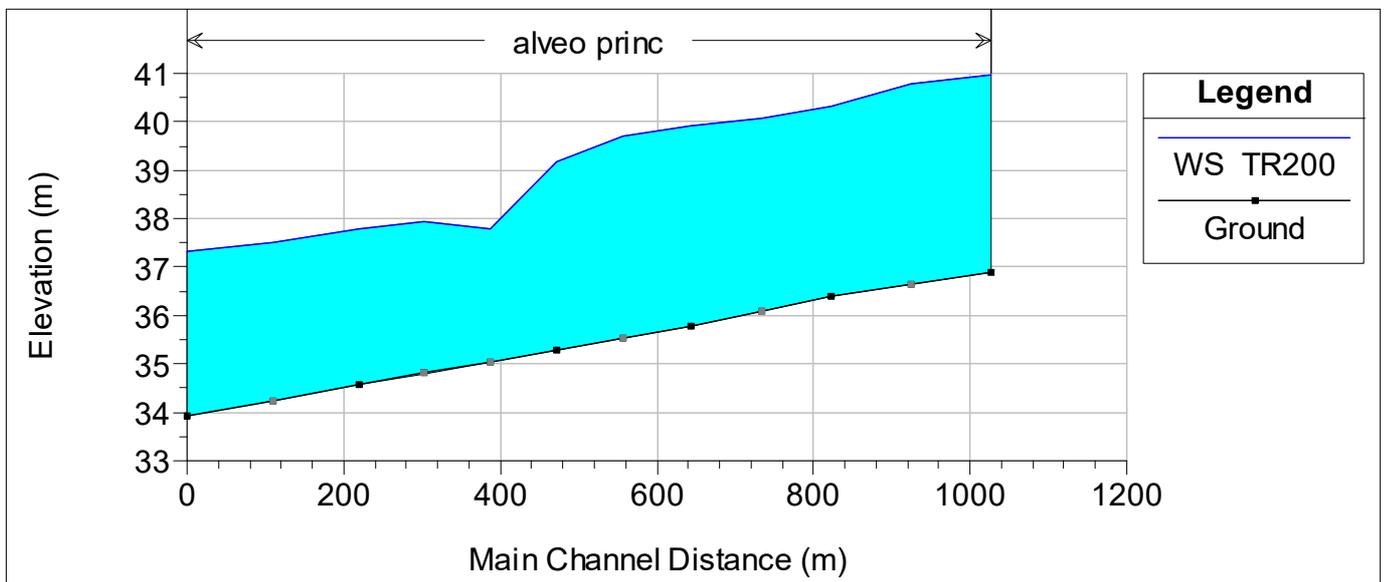


Fig.5.3/B: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale (RS60: monte /RS10: valle)

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-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 26 di 73	Rev. 0

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 Chan (N/m2)	Froude Chl
60	811	36.9	40.98	40.42	41.2	0.002405	2.56	493.47	294.19	2.51	58.16	0.52
55.*	811	36.65	40.78	40.11	40.96	0.002006	2.42	531.4	303.01	2.63	51.09	0.48
50	811	36.41	40.32	40.05	40.7	0.002928	3.27	422.06	287.42	3.15	88.22	0.59
45.*	811	36.1	40.07	39.81	40.4	0.003556	3.05	424.62	306.43	2.42	83.37	0.62
40	811	35.79	39.91	39.31	40.17	0.001556	2.6	511	314.81	3.61	53.4	0.44
35.*	811	35.54	39.72	39.39	40	0.002555	2.84	482.93	352.8	2.78	69.02	0.54
30	811	35.3	39.18	39.18	39.71	0.003893	3.61	382.83	380.44	2.94	109.96	0.67
26.6666*	811	35.05	37.79	38.27	39.05	0.015695	5.71	232.61	282.23	2.04	210.07	1.27
23.3333*	811	34.81	37.93	36.97	38.02	0.00155	1.86	700.99	405.12	2.15	32.25	0.4
20	811	34.56	37.78	37.12	37.88	0.0016	2.1	699.11	424.79	2.54	38.96	0.42
15.*	811	34.25	37.51	37.05	37.67	0.00231	2.48	593.7	399.07	2.46	54.92	0.5
10	811	33.94	37.31	37.31	37.45	0.001708	2.28	667.07	496.26	2.74	44.94	0.44

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

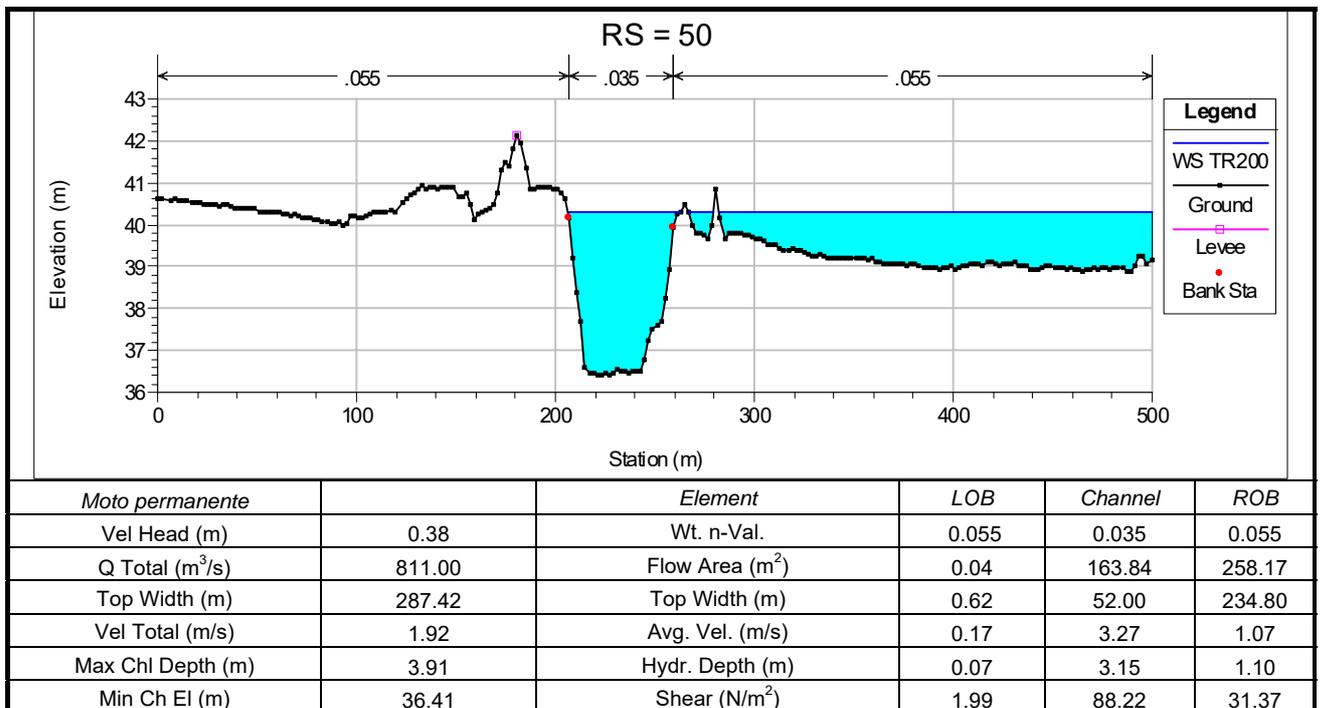
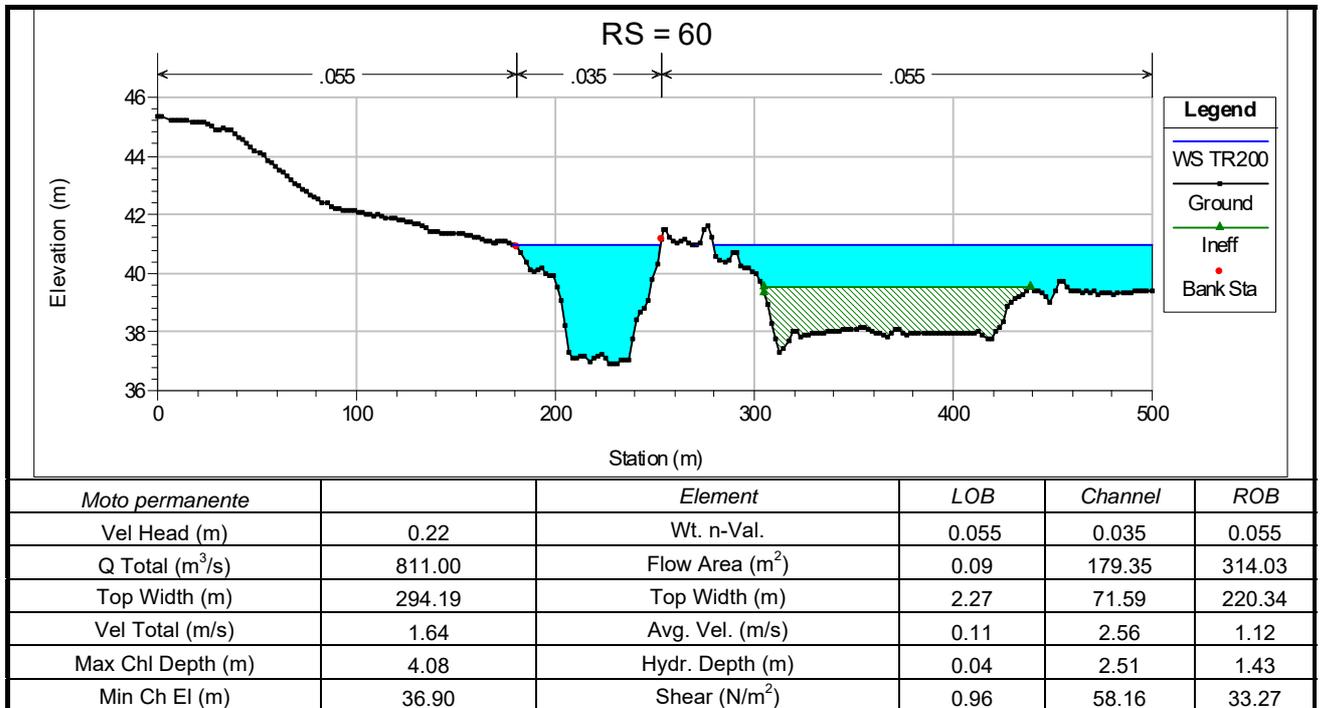
- Max Chl Depth, profondità massima in alveo;
- Vel. Total, velocità complessiva media di flusso;
- Vel Head, carico cinetico;

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-83071
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 27 di 73

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





PROGETTISTA



UNITÀ
000

COMMESSA
023081

LOCALITÀ

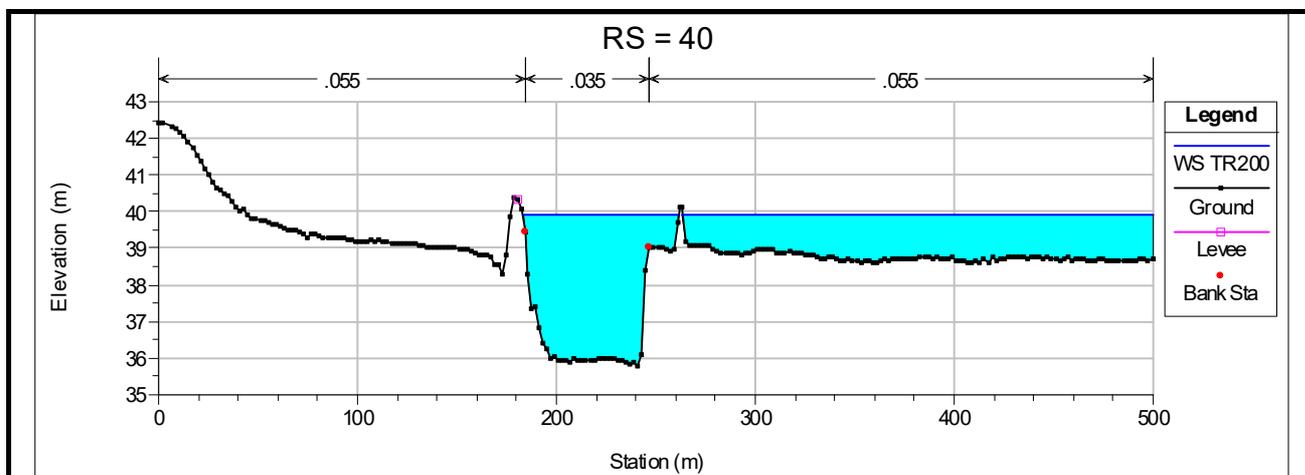
Regione Marche

SPC. LA-E-83071

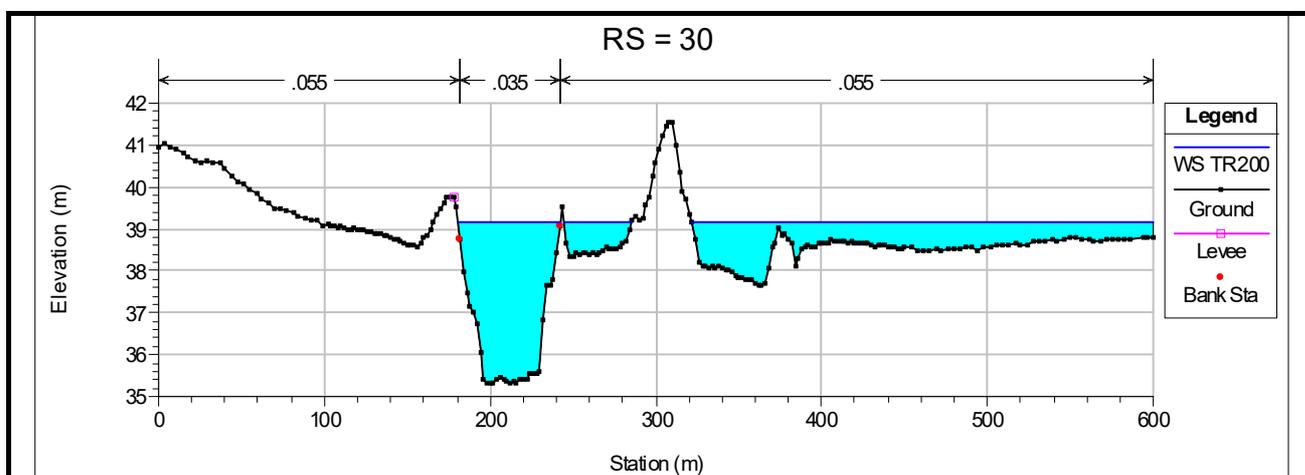
PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti
Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto

Fg. 28 di 73

Rev.
0



<i>Moto permanente</i>		<i>Element</i>	<i>LOB</i>	<i>Channel</i>	<i>ROB</i>
Vel Head (m)	0.26	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
Q Total (m ³ /s)	811.00	Flow Area (m ²)	0.18	227.55	283.27
Top Width (m)	314.81	Top Width (m)	0.76	63.00	251.05
Vel Total (m/s)	1.59	Avg. Vel. (m/s)	0.25	2.60	0.78
Max Chl Depth (m)	4.12	Hydr. Depth (m)	0.24	3.61	1.13
Min Ch El (m)	35.79	Shear (N/m ²)	3.11	53.40	17.11



<i>Moto permanente</i>		<i>Element</i>	<i>LOB</i>	<i>Channel</i>	<i>ROB</i>
Vel Head (m)	0.53	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
Q Total (m ³ /s)	811.00	Flow Area (m ²)	0.22	176.30	206.31
Top Width (m)	380.44	Top Width (m)	1.07	60.00	319.38
Vel Total (m/s)	2.12	Avg. Vel. (m/s)	0.38	3.61	0.85
Max Chl Depth (m)	3.88	Hydr. Depth (m)	0.21	2.94	0.65
Min Ch El (m)	35.30	Shear (N/m ²)	7.32	109.96	24.59



PROGETTISTA



UNITÀ
000

COMMESSA
023081

LOCALITÀ

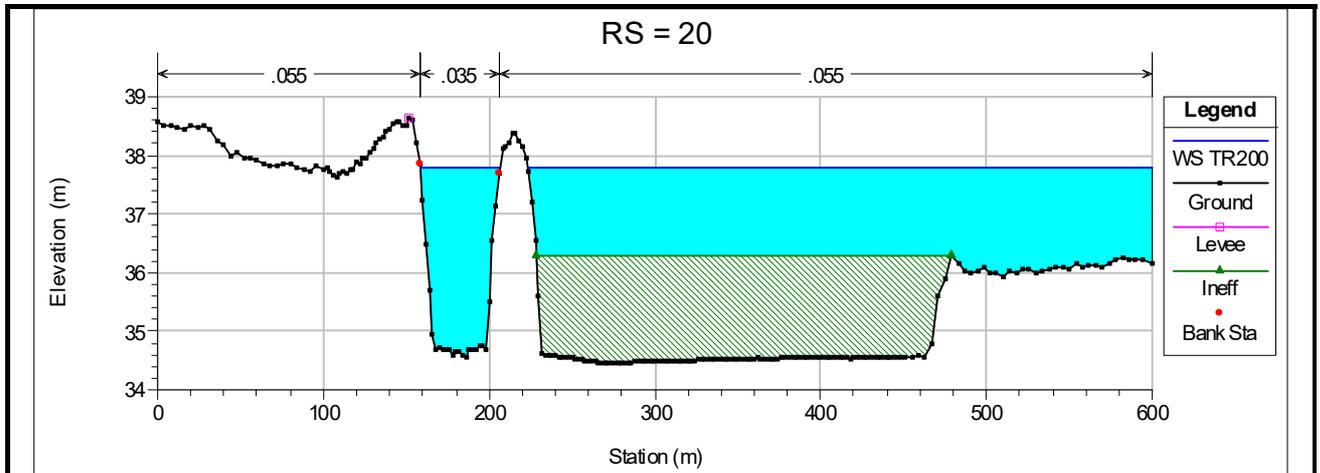
Regione Marche

SPC. LA-E-83071

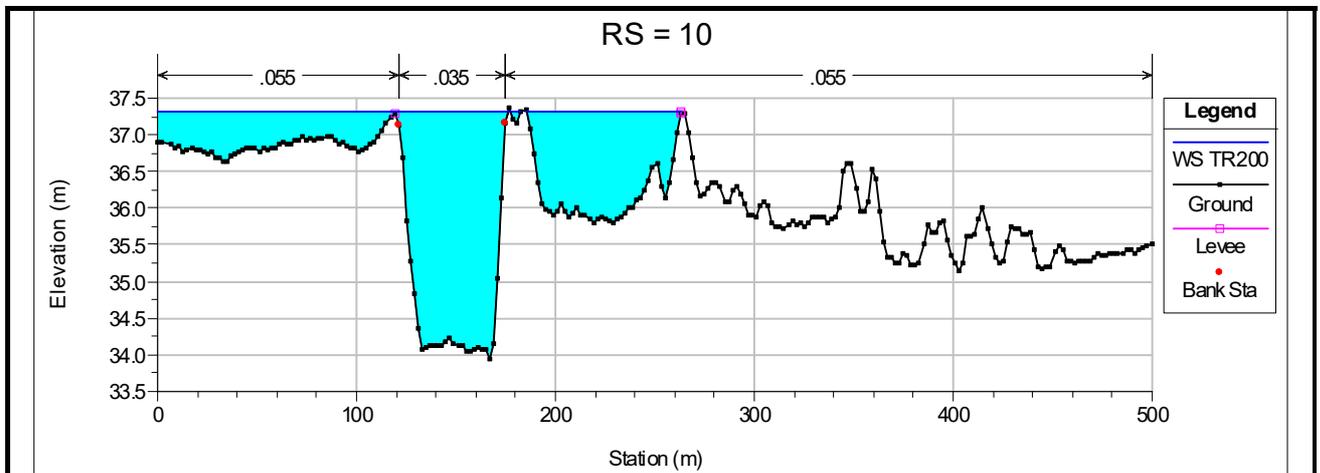
PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti
Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto

Fg. 29 di 73

Rev.
0



<i>Moto permanente</i>		<i>Element</i>	<i>LOB</i>	<i>Channel</i>	<i>ROB</i>
Vel Head (m)	0.10	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
Q Total (m ³ /s)	811.00	Flow Area (m ²)		121.41	577.70
Top Width (m)	424.79	Top Width (m)		47.81	376.99
Vel Total (m/s)	1.16	Avg. Vel. (m/s)		2.10	0.96
Max Chl Depth (m)	3.32	Hydr. Depth (m)		2.54	1.53
Min Ch El (m)	34.56	Shear (N/m ²)		38.96	23.90



<i>Moto permanente</i>		<i>Element</i>	<i>LOB</i>	<i>Channel</i>	<i>ROB</i>
Vel Head (m)	0.14	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
Q Total (m ³ /s)	811.00	Flow Area (m ²)	53.98	148.02	465.08
Top Width (m)	496.26	Top Width (m)	121.00	54.00	321.26
Vel Total (m/s)	1.22	Avg. Vel. (m/s)	0.44	2.28	0.97
Max Chl Depth (m)	3.37	Hydr. Depth (m)	0.45	2.74	1.45
Min Ch El (m)	33.94	Shear (N/m ²)	7.44	44.94	24.04

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 30 di 73

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, la sezione d'alveo non risulta in grado di contenere la portata di progetto (portata duecentennale).

Infatti come si rileva dalla Fig.5.3/A esondazioni per ampi spazi si individuano soprattutto nel lato in destra idrografica.

Detti risultati peraltro appaiono tutto sommato in linea con le perimetrazioni delle aree di inondazione individuate nell'ambito del PAI e rappresentate per l'ambito in esame nella Fig.8.2/A (si veda il capitolo 8).

Le velocità di deflusso della corrente risultano generalmente variabili nell'ordine dei 2.5÷3.5 m/s, mantenendosi in generale 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-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 31 di 73	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-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 32 di 73	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 (Schoklitsch, Eggemberger, Adami, ecc.), la formula di Schoklitsch³ 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 Schoklitsch:

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 33 di 73

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-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 34 di 73	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)
60	811	2.56	294.19	2.51	2.76	2.84	1.12	1.26
55.*	811	2.42	303.01	2.63	2.68	2.93	1.13	1.32
50	811	3.27	287.42	3.15	2.82	3.70	1.26	1.58
45.*	811	3.05	306.43	2.42	2.65	2.89	1.12	1.21
40	811	2.6	314.81	3.61	2.58	3.95	1.26	1.81
35.*	811	2.84	352.8	2.78	2.30	3.19	1.12	1.39
30	811	3.61	380.44	2.94	2.13	3.60	1.15	1.47
26.6666*	811	5.71	282.23	2.04	2.87	3.70	1.27	1.02
23.3333*	811	1.86	405.12	2.15	2.00	2.33	0.95	1.08
20	811	2.1	424.79	2.54	1.91	2.76	1.00	1.27
15.*	811	2.48	399.07	2.46	2.03	2.77	1.02	1.23
10	811	2.28	496.26	2.74	1.63	3.00	0.99	1.37

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)
60	58.16	0.07
55.*	51.09	0.06
50	88.22	0.10
45.*	83.37	0.10
40	53.4	0.06
35.*	69.02	0.08
30	109.96	0.13

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 35 di 73	Rev. 0

River Station	Shear Chan (N/m2)	Diametro limite clasti trasportati (m)
26.6666*	210.07	0.25
23.3333*	32.25	0.04
20	38.96	0.05
15.*	54.92	0.06
10	44.94	0.05

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 in progetto, le massime erosioni al fondo attese si attestano intorno al valore di circa **2 m**.

La corrente, nel tratto in esame, inoltre risulta potenzialmente in grado di movimentare clasti del diametro dell'ordine di 0,25 m.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 36 di 73	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-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 37 di 73	Rev. 0

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.

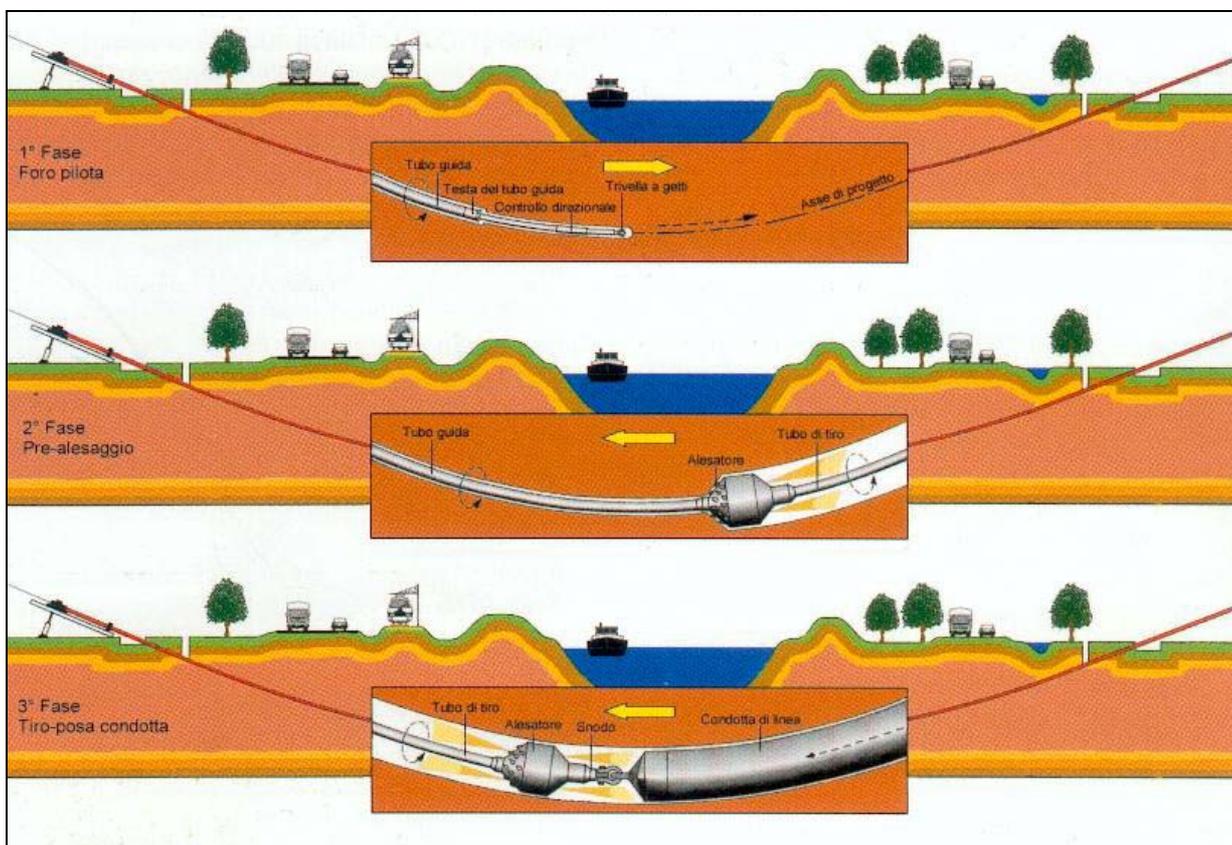
La *prima fase* consiste nella trivellazione di un foro pilota (di piccolo diametro) lungo un profilo direzionale prestabilito.

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-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 38 di 73	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-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 39 di 73	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 le 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-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 40 di 73	Rev. 0



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-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 41 di 73

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-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 42 di 73

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-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 43 di 73	Rev. 0

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 sopresse 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-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 44 di 73

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-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 45 di 73	Rev. 0

Dall'analisi della figura precedente si rileva che la linea in progetto (nello specifico il tubo portacavi) in corrispondenza dell'ambito di attraversamento del corso d'acqua interferisce con un'area inondabile a Rischio idraulico molto elevato (R4).

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 nei tratti marginali dell'area d'inondazione (fuori dall'ambito di trivellazione) il tubo verrà posizionato mediante la tradizionale tecnica degli scavi a cielo aperto. In particolare nel lato in destra idrografica si rileva una brevissima interferenza tra il metanodotto con l'area d'inondazione; in sinistra l'interferenza riguarda il solo tubo portacavi.

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 che la gran parte della regione fluviale (comprendente l'alveo del corso d'acqua e la gran parte dell'area d'inondazione, sia in destra che in sinistra idrografica) sarà attraversata 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 effettuare interventi futuri in alveo, finalizzati ad attenuare o eliminare le condizioni di

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 46 di 73	Rev. 0

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 interferenze idrauliche significative per la laminazione delle piene del corso d'acqua e/o

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 47 di 73

riduzione della capacità di invaso, né tantomeno alterazioni all'eventuale deflusso in occasione delle piene eccezionali.

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-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 48 di 73

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 POTENZA nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua, in un ambito di confine tra i territori di Recanati (Mc) e di Montelupone (Mc).

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-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 49 di 73

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-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 50 di 73

- 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-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 51 di 73

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-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 52 di 73

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-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 53 di 73

- 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-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 54 di 73	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   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   X  XXXXXX   XXXX   X   X   X   X  XXXXXX

```

PROJECT DATA

Project Title: potenza
Project File : potenza.prj
Run Date and Time: 13/08/2018 09:02:13

Project in SI units

PLAN DATA

Plan Title: Plan 03
Plan File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\1Potenza\potenza.p03

Geometry Title: Potenza
Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\1Potenza\potenza.g01

Flow Title : Potenza
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\1Potenza\potenza.f01

Plan Summary Information:

Number of: Cross Sections = 12 Multiple Openings = 0
Culverts = 0 Inline Structures = 0
Bridges = 0 Lateral Structures = 0

Computational Information

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

Computation Options

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

FLOW DATA

Flow Title: Potenza
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\1Potenza\potenza.f01

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 55 di 73	Rev. 0

Flow Data (m3/s)

River alveo Reach princ RS 60 TR200 811

Boundary Conditions

River alveo Reach princ Profile TR200 Upstream Normal S = 0.003 Downstream Normal S = 0.003

GEOMETRY DATA

Geometry Title: Potenza
Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\1Potenza\potenza.g01

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 60

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 251

Sta	Elev								
0	45.33	2	45.34	7	45.23	9	45.22	11	45.19
13	45.19	15	45.2	17	45.16	19	45.12	21	45.12
23	45.12	25	45.09	27	45	29	44.87	31	44.88
33	44.98	35	44.92	37	44.86	39	44.73	41	44.6
43	44.55	45	44.43	47	44.31	49	44.17	51	44.1
53	44.01	55	43.85	57	43.75	59	43.65	61	43.54
63	43.44	65	43.32	67	43.2	69	43.08	71	42.99
73	42.89	75	42.81	77	42.69	79	42.63	81	42.54
83	42.42	85	42.38	87	42.3	89	42.21	91	42.19
93	42.14	95	42.13	97	42.14	99	42.15	101	42.09
103	42.09	105	42.04	107	42.03	109	41.98	111	42.02
113	41.93	115	41.9	117	41.89	119	41.87	121	41.81
123	41.81	125	41.77	127	41.77	129	41.7	131	41.7
133	41.63	135	41.55	137	41.45	139	41.42	141	41.42
143	41.36	145	41.38	147	41.35	149	41.34	151	41.35
153	41.33	155	41.31	157	41.3	159	41.26	161	41.24
163	41.16	165	41.1	167	41.09	169	41.06	170	41.05
171	41.07	173	41.07	175	41.09	177	41.05	179	40.97
181	40.9	183	40.72	185	40.37	187	40.14	189	40.07
191	40.13	193	40.2	195	39.97	197	39.89	199	39.89
201	39.56	203	39.07	205	38.19	207	37.33	209	37.11
211	37.13	213	37.15	215	37.18	217	37.01	219	37.1
221	37.16	223	37.26	225	37.14	227	36.93	229	36.92
231	36.9	233	37.07	235	37.07	237	37.06	239	37.76
241	38.41	243	38.69	245	38.82	247	39.09	249	39.8
251	40.33	253	41.15	254	41.46	255	41.51	257	41.22
259	41.13	261	41.02	263	41.09	265	41.14	267	41.05
269	40.99	271	40.98	273	41.02	275	41.49	277	41.6
279	41.25	281	40.57	283	40.45	285	40.38	287	40.43
289	40.68	291	40.69	293	40.25	295	40.19	297	40.17
299	40.08	301	40.01	303	39.73	305	39.36	307	38.91
309	38.28	311	37.78	313	37.33	315	37.45	317	37.72
319	38.03	321	38	323	37.85	325	37.89	327	37.92
329	37.94	331	37.96	333	37.97	335	37.99	337	38
339	38.02	341	38.04	343	38.05	345	38.07	347	38.08
349	38.1	351	38.11	353	38.13	355	38.14	357	38.11
359	38.05	361	37.99	363	37.97	365	37.89	367	37.84
369	37.98	371	38.11	373	38.08	375	37.96	377	37.92
379	37.96	381	37.96	383	37.97	385	37.98	387	37.98
389	37.98	391	37.98	393	37.99	395	37.99	397	37.99
399	37.99	401	37.99	403	37.99	405	37.99	407	37.99
409	37.99	411	37.99	413	38	415	37.88	417	37.77

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 56 di 73	Rev. 0

419	37.79	421	38.05	423	38.16	425	38.38	427	38.9
429	39.01	431	39.13	433	39.19	435	39.26	437	39.4
439	39.51	441	39.41	443	39.39	445	39.34	447	39.2
449	39	451	39.39	453	39.7	455	39.7	457	39.51
459	39.41	461	39.39	463	39.39	465	39.36	467	39.38
469	39.32	471	39.37	473	39.3	475	39.32	477	39.32
479	39.34	481	39.3	483	39.34	485	39.34	487	39.35
489	39.33	491	39.39	493	39.39	495	39.39	497	39.43
500	39.4								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 181 .035 253 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
181 253 101.54 101.54 101.54 .1 .3
Ineffective Flow num= 1
Sta L Sta R Elev Permanent
305 439 39.5 T

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	41.20	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.22	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	40.98	Reach Len. (m)	101.54	101.54	101.54
Crit W.S. (m)	40.42	Flow Area (m2)	0.09	179.35	314.03
E.G. Slope (m/m)	0.002405	Area (m2)	0.09	179.35	499.58
Q Total (m3/s)	811.00	Flow (m3/s)	0.01	458.69	352.30
Top Width (m)	294.19	Top Width (m)	2.27	71.59	220.34
Vel Total (m/s)	1.64	Avg. Vel. (m/s)	0.11	2.56	1.12
Max Chl Dpth (m)	4.08	Hydr. Depth (m)	0.04	2.51	1.43
Conv. Total (m3/s)	16536.1	Conv. (m3/s)	0.2	9352.5	7183.4
Length Wtd. (m)	101.54	Wetted Per. (m)	2.27	72.73	222.66
Min Ch El (m)	36.90	Shear (N/m2)	0.96	58.16	33.27
Alpha	1.57	Stream Power (N/m s)	23938.94	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.22	Cum Volume (1000 m3)	3.03	162.48	435.48
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	7.14	60.74	293.00

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 55.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 376

Sta	Elev								
0	42.97	1.872	42.974	2.147	42.974	6.551	42.91	7.515	42.908
8.423	42.913	9.662	42.9	10.295	42.891	11.809	42.884	12.167	42.885
13.956	42.875	14.038	42.875	15.91	42.86	16.103	42.861	17.782	42.854
18.25	42.847	19.654	42.827	20.397	42.814	21.526	42.805	22.544	42.8
23.397	42.795	24.691	42.805	25.269	42.806	26.838	42.782	27.141	42.774
28.985	42.725	29.013	42.724	30.885	42.682	31.132	42.674	32.756	42.674
33.279	42.672	34.628	42.696	35.426	42.706	36.5	42.68	37.574	42.659
38.372	42.644	39.721	42.629	40.244	42.614	41.868	42.556	42.115	42.548
43.987	42.501	44.015	42.5	45.859	42.464	46.162	42.456	47.731	42.391
48.309	42.373	49.603	42.334	50.456	42.303	51.474	42.262	52.603	42.228
53.346	42.218	54.75	42.206	55.218	42.2	56.897	42.147	57.09	42.138
58.962	42.063	59.044	42.06	60.833	42.013	61.191	42.001	62.705	41.95
63.338	41.938	64.577	41.913	65.485	41.878	66.449	41.843	67.632	41.812
68.321	41.791	69.779	41.75	70.192	41.738	71.926	41.681	72.064	41.676
73.936	41.599	74.074	41.596	75.808	41.569	76.221	41.553	77.679	41.496
78.368	41.484	79.551	41.468	80.515	41.437	81.423	41.4	82.662	41.358
83.295	41.346	84.809	41.337	85.167	41.333	86.956	41.252	87.038	41.248
88.91	41.225	89.103	41.229	90.782	41.294	91.25	41.289	92.654	41.259
93.397	41.239	94.526	41.206	95.544	41.185	96.397	41.181	97.691	41.196
98.269	41.198	99.838	41.197	100.141	41.199	101.985	41.22	102.013	41.22
103.885	41.219	104.132	41.221	105.756	41.229	106.279	41.231	107.628	41.216
108.426	41.207	109.5	41.21	110.574	41.204	115.115	41.282	116.987	41.3

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		SPC. LA-E-83071	
	REGIONE Marche		PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 57 di 73

117.015	41.301	118.859	41.352	119.162	41.361	120.731	41.362	121.309	41.365
122.603	41.391	123.456	41.403	124.474	41.423	125.603	41.393	126.346	41.372
127.75	41.372	128.218	41.368	129.897	41.345	130.09	41.345	131.962	41.325
132.044	41.326	133.833	41.328	134.191	41.325	135.705	41.325	136.338	41.327
137.577	41.31	138.485	41.295	139.449	41.295	140.632	41.222	141.321	41.169
142.779	41.145	143.192	41.137	144.926	41.142	145.064	41.142	146.936	40.978
147.074	40.962	148.808	40.783	149.221	40.793	150.679	40.84	151.368	40.849
152.551	40.848	153.515	40.845	154.423	40.859	155.662	40.872	156.295	40.871
157.809	40.904	158.167	40.914	159.956	41.053	160.038	41.06	161.91	41.325
162.103	41.335	163.782	41.417	164.25	41.405	165.654	41.368	166.397	41.444
167.526	41.562	168.544	41.639	169.397	41.697	170.691	41.63	171.269	41.602
172.838	41.348	173.141	41.294	174.985	41.009	175.013	41.005	176.885	40.983
177.132	40.983	178.756	41.001	179.279	40.997	180.628	40.981	181.426	40.977
182.5	40.975	183.23	40.984	184.689	40.982	185.679	40.987	186.148	40.989
187.607	40.964	188.857	40.926	189.066	40.919	190.525	40.88	191.984	40.785
192.036	40.779	193.443	40.586	194.902	40.445	195.214	40.433	196.361	40.387
197.82	40.394	198.393	40.399	199.279	40.356	200.738	40.135	201.571	40.052
202.197	39.941	203.656	39.72	204.75	39.431	205.115	39.341	206.574	38.898
207.929	38.306	208.033	38.264	209.492	37.675	210.951	37.407	211.107	37.391
212.41	37.179	213.869	36.941	214.286	36.874	215.328	36.862	216.787	36.745
217.464	36.751	218.246	36.775	219.705	36.805	220.643	36.837	221.164	36.853
222.623	36.789	223.821	36.699	224.082	36.679	225.541	36.67	227	36.655
228.548	36.717	229.826	36.747	230.095	36.745	231.643	36.76	232.652	36.786
233.19	36.799	234.738	36.791	235.478	36.785	236.286	36.88	237.833	37.057
238.304	37.123	239.381	37.264	240.929	37.432	241.13	37.455	242.476	37.522
243.957	37.724	244.024	37.732	245.571	38.002	246.783	38.132	247.119	38.176
248.667	38.3	249.609	38.375	250.214	38.471	251.762	38.93	252.435	39.165
253.31	39.442	254.857	40.102	255.261	40.182	256.405	40.466	257.952	40.705
258.087	40.732	259.5	40.965	260.478	40.947	261.547	40.821	262.433	40.688
263.594	40.573	264.388	40.516	265.64	40.42	266.344	40.402	267.687	40.429
268.299	40.434	269.734	40.438	270.254	40.436	271.781	40.375	272.209	40.397
273.828	40.495	274.165	40.562	275.874	40.921	276.12	40.879	277.921	40.598
278.075	40.581	279.968	40.577	280.03	40.587	281.986	40.689	282.015	40.687
283.941	40.534	284.062	40.514	285.896	40.177	286.109	40.168	287.852	40.124
288.155	40.12	289.807	40.062	290.202	40.06	291.762	40.08	292.249	40.111
293.717	40.194	294.296	40.191	295.673	40.185	296.343	40.105	297.628	39.96
298.389	39.948	299.583	39.91	300.436	39.891	301.539	39.866	302.483	39.828
303.494	39.805	304.53	39.786	305.449	39.766	306.577	39.679	307.404	39.604
308.623	39.465	309.36	39.388	310.67	39.224	311.315	39.148	312.717	38.919
428.632	38.989	429.385	39.016	430.587	39.032	431.432	39.046	432.543	39.083
433.479	39.099	434.498	39.108	435.526	39.118	436.453	39.121	437.572	39.145
438.409	39.175	439.619	39.209	440.364	39.23	441.666	39.197	442.319	39.182
443.713	39.178	444.274	39.182	445.76	39.181	446.23	39.175	447.806	39.119
448.185	39.101	449.853	39	450.14	38.985	451.9	39.16	452.096	39.18
453.947	39.327	454.051	39.334	455.994	39.32	456.006	39.32	457.961	39.239
458.04	39.238	459.917	39.181	460.087	39.179	461.872	39.161	462.134	39.16
463.827	39.148	464.181	39.142	465.783	39.146	466.228	39.152	467.738	39.153
468.274	39.142	469.693	39.134	470.321	39.148	471.648	39.162	472.368	39.147
473.604	39.131	474.415	39.139	475.559	39.151	476.462	39.155	477.514	39.142
478.509	39.135	479.47	39.149	480.555	39.149	481.425	39.14	482.602	39.152
483.38	39.158	484.649	39.155	485.335	39.14	486.696	39.113	487.291	39.115
488.743	39.108	489.246	39.125	490.789	39.209	491.201	39.237	492.836	39.325
493.156	39.325	494.883	39.325	495.112	39.314	496.93	39.249	497.067	39.252
500	39.275								

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .055 191.984 .035 257.952 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 191.984 257.952 101.54 101.54 101.54 .1 .3
 Left Levee Station= 169.4 Elevation= 41.7

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	40.96	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.18	Wt. n-Val.		0.035	0.055
W.S. Elev (m)	40.78	Reach Len. (m)	101.54	101.54	101.54
Crit W.S. (m)	40.11	Flow Area (m2)		173.69	357.71
E.G. Slope (m/m)	0.002006	Area (m2)		173.69	357.71
Q Total (m3/s)	811.00	Flow (m3/s)		419.91	391.09

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		Regione Marche	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 58 di 73

Top Width (m)	303.01	Top Width (m)	65.93	237.08
Vel Total (m/s)	1.53	Avg. Vel. (m/s)	2.42	1.09
Max Chl Dpth (m)	4.13	Hydr. Depth (m)	2.63	1.51
Conv. Total (m3/s)	18105.8	Conv. (m3/s)	9374.5	8731.3
Length Wtd. (m)	101.54	Wetted Per. (m)	66.89	238.81
Min Ch El (m)	36.65	Shear (N/m2)	51.09	29.47
Alpha	1.55	Stream Power (N/m s)	23938.94	8110.51
Frctn Loss (m)	0.24	Cum Volume (1000 m3)	3.03	144.55
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	7.03	53.76
				269.77

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 50

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 248							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	40.61	2	40.61	7	40.57	9	40.6	11	40.57
13	40.58	15	40.56	17	40.52	19	40.54	21	40.52
23	40.49	25	40.47	27	40.5	29	40.47	31	40.45
33	40.48	35	40.47	37	40.45	39	40.41	41	40.39
43	40.4	45	40.38	47	40.4	49	40.37	51	40.32
53	40.31	55	40.28	57	40.29	59	40.32	61	40.28
63	40.27	65	40.26	67	40.22	69	40.24	71	40.19
73	40.18	75	40.18	77	40.16	79	40.11	81	40.13
83	40.07	85	40.09	87	40.04	89	40.02	91	40.05
93	39.96	95	40.02	97	40.2	99	40.19	101	40.16
103	40.16	105	40.22	107	40.26	109	40.31	111	40.3
113	40.31	115	40.32	117	40.33	119	40.31	123	40.54
125	40.62	127	40.69	129	40.77	131	40.87	133	40.95
135	40.86	137	40.88	139	40.88	141	40.84	143	40.88
145	40.88	147	40.89	149	40.89	151	40.66	153	40.66
155	40.74	157	40.5	159	40.14	161	40.26	163	40.31
165	40.35	167	40.37	169	40.48	171	40.78	173	41.3
175	41.5	177	41.42	179	41.82	181	42.11	183	41.95
185	41.36	187	40.85	189	40.86	191	40.91	193	40.89
195	40.9	197	40.89	199	40.87	201	40.85	203	40.74
205	40.64	207	40.18	209	39.22	211	38.36	213	37.67
215	36.59	217	36.45	219	36.45	221	36.43	223	36.41
225	36.44	227	36.42	229	36.45	231	36.53	233	36.52
235	36.5	237	36.47	239	36.52	241	36.5	243	36.5
245	36.77	247	37.24	249	37.5	251	37.6	253	37.7
255	38.23	257	38.92	259	39.95	261	40.27	263	40.3
265	40.47	267	40.29	269	39.98	271	39.78	273	39.79
275	39.75	277	39.68	279	39.99	281	40.86	283	40.18
285	39.68	287	39.78	289	39.82	291	39.78	293	39.8
295	39.73	297	39.73	299	39.7	301	39.67	303	39.67
305	39.6	307	39.53	309	39.53	311	39.51	313	39.43
315	39.39	317	39.38	319	39.43	321	39.39	323	39.37
325	39.34	327	39.29	329	39.27	331	39.27	333	39.28
335	39.27	337	39.21	339	39.21	341	39.22	343	39.18
345	39.19	347	39.19	349	39.19	351	39.21	353	39.19
355	39.18	357	39.17	359	39.18	361	39.13	363	39.11
365	39.05	367	39.07	369	39.08	371	39.06	373	39.05
375	39.08	377	39.04	379	39.05	381	39.05	383	39.01
385	38.98	387	38.96	389	38.97	391	38.96	393	38.95
395	38.96	397	38.97	399	39.02	401	38.94	403	38.98
405	39.01	407	39.04	409	39.06	411	39.05	413	39.07
415	39.04	417	39.09	419	39.11	421	39.06	423	39.03
425	39.08	427	39.08	429	39.06	431	39.09	433	39.03
435	39.04	437	39.01	439	38.95	441	38.95	443	38.95
445	38.96	447	39.01	449	39.01	451	38.97	453	38.97
455	38.97	457	38.94	459	38.97	461	38.95	463	38.93
465	38.9	467	38.94	469	38.92	471	38.96	473	38.95
475	38.97	477	38.99	479	38.94	481	38.98	483	38.98
485	38.97	487	38.88	489	38.88	491	39.04	493	39.26

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 59 di 73	Rev. 0

495 39.26 497 39.07 500 39.15

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 207 .035 259 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
207 259 89.93 89.93 89.93 .1 .3
Left Levee Station= 181 Elevation= 42.11

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	40.70	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.38	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	40.32	Reach Len. (m)	89.93	89.93	89.93
Crit W.S. (m)	40.05	Flow Area (m2)	0.04	163.84	258.17
E.G. Slope (m/m)	0.002928	Area (m2)	0.04	163.84	258.17
Q Total (m3/s)	811.00	Flow (m3/s)	0.01	535.35	275.65
Top Width (m)	287.42	Top Width (m)	0.62	52.00	234.80
Vel Total (m/s)	1.92	Avg. Vel. (m/s)	0.17	3.27	1.07
Max Chl Dpth (m)	3.91	Hydr. Depth (m)	0.07	3.15	1.10
Conv. Total (m3/s)	14988.9	Conv. (m3/s)	0.1	9894.3	5094.5
Length Wtd. (m)	89.93	Wetted Per. (m)	0.63	53.32	236.27
Min Ch El (m)	36.41	Shear (N/m2)	1.99	88.22	31.37
Alpha	2.01	Stream Power (N/m s)	23938.94	8665.90	0.00
Frctn Loss (m)	0.29	Cum Volume (1000 m3)	3.02	127.42	360.69
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	7.00	47.77	245.82

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 45.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 482

Sta	Elev								
0	41.52	1.918	41.511	2.089	41.509	6.713	41.441	7.313	41.44
8.631	41.434	9.402	41.419	10.549	41.388	11.492	41.372	12.467	41.349
13.581	41.314	14.385	41.275	15.67	41.207	16.303	41.177	17.76	41.133
18.221	41.113	19.849	41.027	20.138	41.015	21.939	40.941	22.056	40.934
23.974	40.818	24.028	40.815	25.892	40.759	26.117	40.748	27.81	40.646
28.207	40.623	29.728	40.575	30.296	40.564	31.646	40.556	32.385	40.543
33.564	40.512	34.475	40.485	35.482	40.461	36.564	40.429	37.4	40.388
38.654	40.333	39.318	40.311	40.743	40.274	41.236	40.262	42.832	40.212
43.154	40.211	44.922	40.224	45.072	40.22	46.99	40.141	47.011	40.14
48.908	40.079	49.101	40.074	50.826	40.058	51.19	40.052	52.744	40.033
53.279	40.031	54.662	40.028	55.369	40.031	56.579	40.028	57.458	40.011
58.497	39.985	59.547	39.967	60.415	39.965	61.637	39.962	62.333	39.95
63.726	39.915	64.251	39.906	65.816	39.903	66.169	39.898	67.905	39.842
68.087	39.84	69.994	39.83	70.005	39.83	71.923	39.83	72.084	39.829
73.841	39.795	74.173	39.786	75.759	39.75	76.263	39.748	77.677	39.718
78.352	39.689	79.595	39.703	80.441	39.729	81.513	39.738	82.531	39.727
83.431	39.709	84.62	39.694	85.349	39.676	86.709	39.661	87.267	39.668
88.799	39.639	89.185	39.63	90.888	39.657	91.103	39.66	92.978	39.748
93.021	39.75	94.938	39.75	95.067	39.749	96.856	39.731	97.156	39.73
98.774	39.711	99.246	39.712	100.692	39.732	101.335	39.737	102.61	39.735
103.425	39.736	104.528	39.745	105.514	39.737	106.446	39.733	107.603	39.733
108.364	39.737	109.693	39.743	110.282	39.752	111.782	39.774	112.2	39.773
113.872	39.756	114.118	39.756	117.954	39.87	118.05	39.872	119.872	39.897
120.14	39.9	121.79	39.918	122.229	39.924	123.708	39.955	124.318	39.971
125.626	40.008	126.408	40.026	127.544	40.047	128.497	40.023	129.462	40
130.587	40.006	131.379	40.008	132.676	40.005	133.297	40.004	134.765	39.985
135.215	39.974	136.855	39.967	137.133	39.97	138.944	39.97	139.051	39.969
140.969	39.956	141.034	39.955	142.887	39.951	143.123	39.936	144.805	39.835
145.212	39.835	146.723	39.839	147.302	39.852	148.641	39.877	149.391	39.828
150.559	39.761	151.48	39.679	152.477	39.578	153.57	39.604	154.395	39.634
155.659	39.656	156.313	39.66	157.749	39.665	158.231	39.67	159.838	39.678

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 60 di 73	Rev. 0

160.149	39.679	161.927	39.726	162.067	39.728	163.985	39.855	164.017	39.859
165.903	40.097	166.106	40.106	167.821	40.174	168.196	40.162	169.738	40.126
170.285	40.182	171.656	40.315	172.374	40.364	173.574	40.441	174.464	40.393
175.492	40.303	176.553	40.092	177.41	39.958	178.642	39.791	179.328	39.662
180.732	39.589	181.246	39.649	182.821	39.851	183.164	39.943	184.911	40.381
185.082	40.401	187	40.635	188.452	40.623	189.903	40.48	190.214	40.343
190.629	40.159	191.355	39.586	192.806	39.122	193.429	39.124	194.258	39.127
195.71	38.833	196.643	38.698	197.161	38.616	198.613	38.516	199.857	38.384
200.065	38.362	201.516	38.374	202.968	38.287	203.071	38.286	204.419	38.204
205.871	38.09	206.286	38.054	207.323	37.885	208.774	37.708	209.5	37.592
210.226	37.488	211.677	37.289	212.714	37.15	213.129	37.105	214.581	36.96
215.929	36.801	216.032	36.783	217.484	36.559	218.935	36.33	219.143	36.295
220.387	36.268	221.839	36.221	222.357	36.214	223.29	36.22	224.742	36.2
225.571	36.191	226.194	36.183	227.645	36.169	228.786	36.138	229.097	36.129
230.548	36.165	232	36.1	233.5	36.192	235	36.26	236.5	36.845
238	37.455	239.5	37.607	241	37.755	242.5	37.737	244	37.76
245.5	37.76	247	37.77	248.5	37.9	250	38.13	251.5	38.25
253	38.29	254.5	38.33	256	38.585	257.5	38.932	259	39.45
260.5	39.8	262	40.005	263.5	40.31	264.494	40.241	265.513	39.962
266.481	39.665	267.526	39.556	268.469	39.483	269.538	39.43	270.456	39.432
271.551	39.432	272.443	39.421	273.564	39.413	274.431	39.4	275.577	39.386
276.418	39.455	277.589	39.533	278.405	39.701	279.602	39.939	280.393	39.791
281.615	39.557	282.38	39.445	283.628	39.287	284.368	39.303	285.64	39.335
286.355	39.342	287.653	39.345	288.342	39.333	289.666	39.32	290.33	39.323
291.679	39.333	292.317	39.324	293.691	39.283	294.305	39.275	295.704	39.289
296.292	39.291	297.717	39.284	298.279	39.281	299.73	39.292	300.267	39.3
301.743	39.307	302.254	39.301	303.755	39.286	304.242	39.282	305.768	39.243
306.229	39.24	307.781	39.24	308.216	39.238	309.794	39.23	310.204	39.222
311.806	39.15	312.191	39.136	313.819	39.124	314.179	39.124	315.832	39.128
316.166	39.134	317.845	39.168	318.153	39.167	319.857	39.137	320.141	39.134
321.87	39.116	322.128	39.113	323.883	39.096	324.116	39.092	325.896	39.061
326.103	39.059	327.909	39.036	328.09	39.035	329.921	39.04	330.078	39.04
331.934	39.022	332.065	39.02	333.947	38.987	334.053	38.983	335.96	38.965
336.04	38.965	337.972	38.98	338.027	38.98	339.985	38.985	340.015	38.985
341.998	38.94	343.99	38.925	344.011	38.925	345.977	38.93	346.023	38.93
347.964	38.945	348.036	38.945	349.952	38.945	350.049	38.945	351.939	38.926
352.062	38.924	353.926	38.905	354.074	38.907	355.914	38.925	356.087	38.925
357.901	38.925	358.1	38.923	359.889	38.878	360.113	38.876	361.876	38.871
362.126	38.873	363.863	38.869	364.138	38.866	365.851	38.884	366.151	38.882
367.838	38.869	368.164	38.872	369.826	38.877	370.177	38.875	371.813	38.871
372.189	38.872	373.8	38.892	374.202	38.897	375.788	38.889	376.215	38.885
377.775	38.889	378.228	38.889	379.763	38.885	380.24	38.886	381.75	38.875
382.253	38.875	383.737	38.879	384.266	38.871	385.725	38.853	386.279	38.853
387.712	38.864	388.292	38.861	389.7	38.847	390.304	38.85	391.687	38.857
392.317	38.85	393.674	38.843	394.33	38.842	395.662	38.838	396.343	38.843
397.649	38.866	398.355	38.877	399.637	38.855	400.368	38.825	401.624	38.812
402.381	38.822	403.611	38.834	404.394	38.834	405.599	38.834	406.406	38.834
407.586	38.831	408.419	38.833	409.574	38.827	410.432	38.838	411.561	38.861
412.445	38.858	413.548	38.842	414.457	38.851	415.536	38.883	416.47	38.871
417.523	38.85	418.483	38.889	419.51	38.912	420.496	38.883	421.498	38.858
422.509	38.865	423.485	38.892	424.521	38.897	425.473	38.89	426.534	38.906
427.46	38.915	428.547	38.913	429.447	38.922	430.56	38.93	431.435	38.917
432.572	38.897	433.422	38.897	434.585	38.9	435.41	38.894	436.598	38.867
437.397	38.843	438.611	38.837	439.384	38.845	440.623	38.848	441.372	38.85
442.636	38.847	443.359	38.847	444.649	38.844	445.347	38.849	446.662	38.872
447.334	38.875	448.674	38.872	449.321	38.864	450.687	38.847	451.309	38.845
452.7	38.831	453.296	38.825	454.713	38.839	455.284	38.841	456.726	38.841
457.271	38.849	458.738	38.83	459.258	38.817	460.751	38.818	461.246	38.818
462.764	38.81	463.233	38.807	464.777	38.803	465.221	38.809	466.789	38.813
467.208	38.808	468.802	38.792	469.195	38.794	470.815	38.818	471.183	38.819
472.828	38.819	473.17	38.822	474.84	38.838	475.158	38.842	476.853	38.837
477.145	38.831	478.866	38.806	479.132	38.808	480.879	38.821	481.12	38.82
482.891	38.829	483.107	38.829	484.904	38.816	485.095	38.811	486.917	38.779
487.082	38.78	488.93	38.78	489.069	38.786	490.943	38.86	491.057	38.866
492.955	38.975	493.044	38.975	494.968	38.985	495.031	38.982	496.981	38.87
497.019	38.871	500	38.935						

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 190.629 .035 262 .055

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 61 di 73	Rev. 0

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 190.629 262 89.93 89.93 89.93 .1 .3
 Left Levee Station= 187 Elevation= 40.63

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	40.40	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.33	Wt. n-Val.		0.035	0.055
W.S. Elev (m)	40.07	Reach Len. (m)	89.93	89.93	89.93
Crit W.S. (m)	39.81	Flow Area (m2)		172.53	252.09
E.G. Slope (m/m)	0.003556	Area (m2)		172.53	252.09
Q Total (m3/s)	811.00	Flow (m3/s)		525.57	285.43
Top Width (m)	306.43	Top Width (m)		71.25	235.18
Vel Total (m/s)	1.91	Avg. Vel. (m/s)		3.05	1.13
Max Chl Dpth (m)	3.97	Hydr. Depth (m)		2.42	1.07
Conv. Total (m3/s)	13599.8	Conv. (m3/s)		8813.3	4786.5
Length Wtd. (m)	89.93	Wetted Per. (m)		72.17	236.51
Min Ch El (m)	36.10	Shear (N/m2)		83.37	37.17
Alpha	1.77	Stream Power (N/m s)	23938.94	8953.16	0.00
Frctn Loss (m)	0.20	Cum Volume (1000 m3)	3.02	112.29	337.75
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	6.97	42.23	224.68

CROSS SECTION

RIVER: alveo
 REACH: princ RS: 40

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 251

Sta	Elev								
0	42.43	2	42.41	7	42.3	9	42.25	11	42.17
13	42.06	15	41.88	17	41.73	19	41.53	21	41.39
23	41.16	25	41	27	40.78	29	40.67	31	40.61
33	40.51	35	40.43	37	40.27	39	40.15	41	40.04
43	40.05	45	39.91	47	39.83	49	39.8	51	39.78
53	39.76	55	39.72	57	39.66	59	39.66	61	39.6
63	39.57	65	39.49	67	39.48	69	39.48	71	39.42
73	39.38	75	39.27	77	39.38	79	39.39	81	39.36
83	39.28	85	39.3	87	39.3	89	39.3	91	39.31
93	39.3	95	39.25	97	39.24	99	39.19	101	39.17
103	39.16	105	39.17	107	39.22	109	39.2	111	39.21
113	39.2	115	39.17	117	39.14	119	39.14	121	39.15
123	39.14	125	39.14	127	39.13	129	39.12	131	39.06
133	39.06	135	39.02	137	39.01	139	39.01	141	39.02
143	39.01	145	39.03	147	39	149	39.02	151	38.99
153	38.99	155	38.98	157	38.93	159	38.89	161	38.84
163	38.83	165	38.8	167	38.75	169	38.56	171	38.55
173	38.32	175	38.8	177	39.87	179	40.37	181	40.35
183	40.07	184	39.43	185	38.29	187	37.37	189	37.39
191	36.81	193	36.4	195	36.25	197	35.99	199	36.06
201	35.93	203	35.96	205	35.94	207	35.9	209	35.98
211	35.95	213	35.94	215	35.94	217	35.96	219	35.93
221	35.97	223	36	225	36	227	35.97	229	35.99
231	35.95	233	35.92	235	35.9	237	35.83	239	35.91
241	35.79	243	36.1	245	38.38	247	39.01	249	39
251	39.04	253	39.02	255	38.98	257	38.94	259	38.95
261	39.71	262	40.15	263	40.1	265	39.19	267	39.08
269	39.08	271	39.07	273	39.08	275	39.1	277	39.06
279	38.99	281	38.9	283	38.89	285	38.89	287	38.86
289	38.86	291	38.87	293	38.82	295	38.86	297	38.87
299	38.93	301	38.95	303	38.98	305	38.95	307	38.95
309	38.95	311	38.85	313	38.86	315	38.88	317	38.91
319	38.88	321	38.86	323	38.85	325	38.83	327	38.8
329	38.81	331	38.76	333	38.7	335	38.72	337	38.75
339	38.75	341	38.7	343	38.66	345	38.67	347	38.7
349	38.68	351	38.66	353	38.63	355	38.68	357	38.67
359	38.62	361	38.63	363	38.68	365	38.7	367	38.66

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 62 di 73	Rev. 0

369	38.69	371	38.69	373	38.71	375	38.73	377	38.73
379	38.72	381	38.73	383	38.77	385	38.74	387	38.76
389	38.73	391	38.76	393	38.73	395	38.71	397	38.73
399	38.74	401	38.66	403	38.67	405	38.64	407	38.61
409	38.6	411	38.66	413	38.63	415	38.7	417	38.6
419	38.74	421	38.67	423	38.73	425	38.7	427	38.76
429	38.77	431	38.77	433	38.76	435	38.76	437	38.7
439	38.74	441	38.75	443	38.74	445	38.72	447	38.74
449	38.73	451	38.72	453	38.68	455	38.72	457	38.75
459	38.67	461	38.69	463	38.69	465	38.71	467	38.68
469	38.66	471	38.68	473	38.69	475	38.71	477	38.68
479	38.67	481	38.66	483	38.68	485	38.66	487	38.68
489	38.68	491	38.68	493	38.69	495	38.71	497	38.67
500	38.72								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 184 .035 247 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
184 247 85.8 85.8 85.8 .1 .3
Left Levee Station= 181 Elevation= 40.35

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	40.17	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.26	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	39.91	Reach Len. (m)	85.80	85.80	85.80
Crit W.S. (m)	39.31	Flow Area (m2)	0.18	227.55	283.27
E.G. Slope (m/m)	0.001556	Area (m2)	0.18	227.55	283.27
Q Total (m3/s)	811.00	Flow (m3/s)	0.05	591.15	219.81
Top Width (m)	314.81	Top Width (m)	0.76	63.00	251.05
Vel Total (m/s)	1.59	Avg. Vel. (m/s)	0.25	2.60	0.78
Max Chl Dpth (m)	4.12	Hydr. Depth (m)	0.24	3.61	1.13
Conv. Total (m3/s)	20556.7	Conv. (m3/s)	1.1	14984.0	5571.5
Length Wtd. (m)	85.80	Wetted Per. (m)	0.90	65.03	252.63
Min Ch El (m)	35.79	Shear (N/m2)	3.11	53.40	17.11
Alpha	2.02	Stream Power (N/m s)	23938.94	8665.90	0.00
Frctn Loss (m)	0.17	Cum Volume (1000 m3)	3.01	94.30	313.68
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	6.94	36.19	202.82

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 35.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 487

Sta	Elev								
0	41.7	1.961	41.702	4.081	41.691	6.863	41.637	7.142	41.631
8.824	41.591	10.785	41.53	11.224	41.513	12.746	41.453	14.707	41.342
15.305	41.312	16.668	41.242	18.366	41.133	18.628	41.117	20.589	41.028
22.448	40.901	22.55	40.894	24.511	40.805	26.472	40.685	26.529	40.683
28.433	40.639	29.59	40.627	30.394	40.61	32.355	40.548	33.672	40.513
34.316	40.499	36.277	40.417	37.753	40.37	38.237	40.347	40.198	40.26
40.814	40.252	42.159	40.224	44.12	40.108	44.895	40.074	46.081	40.028
48.042	39.977	48.977	39.955	50.003	39.942	51.964	39.916	52.038	39.914
53.925	39.87	55.885	39.813	56.119	39.81	57.846	39.782	59.807	39.721
60.201	39.712	61.768	39.669	63.262	39.61	63.729	39.595	65.69	39.571
67.343	39.555	67.651	39.55	69.612	39.486	71.424	39.437	71.573	39.435
73.534	39.373	74.485	39.397	75.494	39.421	77.455	39.419	78.567	39.406
79.416	39.393	81.377	39.336	82.648	39.331	83.338	39.326	85.299	39.3
85.709	39.295	87.26	39.289	89.221	39.287	89.791	39.284	91.182	39.268
93.142	39.226	93.872	39.218	95.103	39.215	96.933	39.192	97.064	39.188
99.025	39.154	100.986	39.125	101.015	39.125	102.947	39.143	104.076	39.164
104.908	39.165	106.116	39.144	106.869	39.138	108.157	39.138	108.83	39.135
110.198	39.122	110.791	39.121	112.238	39.114	112.751	39.109	114.279	39.093

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto			Fg. 63 di 73

114.712	39.085	116.32	39.065	116.673	39.063	118.36	39.059	118.634	39.063
120.401	39.075	120.595	39.074	122.442	39.06	122.556	39.061	124.483	39.065
124.517	39.065	126.478	39.04	126.523	39.039	128.439	38.991	128.564	38.99
130.399	38.99	130.605	38.988	132.36	38.957	132.645	38.954	134.321	38.942
134.686	38.94	136.282	38.944	136.727	38.946	138.243	38.935	138.767	38.929
140.204	38.925	140.808	38.928	142.165	38.928	142.849	38.92	144.126	38.885
144.89	38.874	146.087	38.877	146.93	38.869	148.047	38.852	148.971	38.845
150.008	38.832	151.012	38.817	151.969	38.81	153.052	38.791	153.93	38.774
155.093	38.753	155.891	38.751	157.134	38.744	157.852	38.728	159.174	38.712
159.813	38.723	161.215	38.739	161.774	38.75	163.256	38.771	163.735	38.771
165.297	38.714	165.696	38.712	167.337	38.776	167.656	38.788	169.378	38.759
169.617	38.756	171.419	39.06	171.578	39.085	173.459	39.653	173.539	39.678
175.5	40.005	176.952	40.018	178.403	39.9	178.714	39.768	179.129	39.586
179.855	39.017	181.306	38.559	181.929	38.564	182.758	38.569	184.21	38.276
185.143	38.143	185.661	38.054	187.113	37.934	188.357	37.784	188.565	37.74
190.016	37.601	191.468	37.362	191.571	37.351	192.919	37.197	194.371	37.007
194.786	36.949	195.823	36.858	197.274	36.789	198	36.728	198.726	36.684
200.177	36.607	201.214	36.555	201.629	36.544	203.081	36.516	204.429	36.466
204.532	36.461	205.984	36.425	207.435	36.383	207.643	36.375	208.887	36.243
210.339	36.075	210.857	36.024	211.79	35.934	213.242	35.765	214.071	35.671
214.694	35.656	216.145	35.626	217.286	35.583	217.597	35.574	219.048	35.61
220.5	35.545	221.723	35.59	222.947	35.669	224.17	35.724	225.394	35.749
225.976	35.753	226.617	35.873	227.84	36.108	229.064	36.378	230.287	36.612
231.452	36.903	231.511	36.908	232.734	36.969	233.957	37.044	235.181	37.169
236.404	37.25	236.929	37.28	237.628	37.279	238.851	37.303	240.074	37.907
241.298	38.326	242.405	38.33	242.521	38.33	243.745	38.395	244.968	38.729
246.191	39.059	247.415	39.283	247.881	39.123	248.638	38.859	249.862	38.696
251.085	38.674	252.309	38.722	253.357	38.703	253.532	38.699	254.755	38.71
255.979	38.715	257.202	38.691	258.426	38.696	258.833	38.693	259.649	38.687
260.872	38.703	262.096	38.723	263.319	38.764	264.31	38.74	264.543	38.735
265.766	38.726	266.989	38.732	268.213	38.764	269.436	38.815	269.786	38.819
270.66	38.891	271.883	39.121	273.106	39.32	274.33	39.44	275.262	39.475
275.553	39.488	276.777	39.602	278	39.865	279.143	39.904	279.778	39.814
281.429	39.713	281.556	39.727	283.333	39.839	283.714	39.865	285.111	39.995
286	40.073	286.889	40.148	288.286	40.228	288.667	40.251	290.444	40.32
290.571	40.319	292.222	40.312	292.857	40.22	294	40.04	295.143	39.827
295.778	39.705	297.429	39.462	297.556	39.443	299.333	39.302	299.714	39.259
301.111	39.122	302	39.072	302.889	39.025	304.286	38.856	304.667	38.807
306.444	38.531	306.571	38.528	308.222	38.495	308.857	38.493	310	38.493
311.143	38.479	311.778	38.463	313.429	38.459	313.556	38.461	315.333	38.457
315.714	38.463	317.111	38.478	318	38.47	318.889	38.472	320.286	38.486
320.667	38.487	322.444	38.494	322.571	38.492	324.222	38.466	324.857	38.457
326	38.427	327.143	38.404	327.778	38.395	329.429	38.39	329.556	38.39
331.333	38.375	331.714	38.373	333.111	38.334	334	38.32	334.889	38.327
336.286	38.283	336.667	38.272	338.444	38.274	338.571	38.274	340.222	38.271
340.857	38.284	342	38.292	343.143	38.41	343.778	38.477	345.429	38.707
345.556	38.725	347.333	38.751	347.714	38.79	349.111	38.929	350	38.88
350.889	38.829	352.286	38.832	352.667	38.836	354.444	38.785	354.571	38.782
356.222	38.727	356.857	38.616	358	38.415	359.143	38.464	359.778	38.503
361.429	38.607	361.556	38.616	363.333	38.653	363.714	38.661	365.111	38.685
366	38.677	366.889	38.66	368.286	38.645	368.667	38.642	370.444	38.666
370.571	38.665	372.222	38.664	372.857	38.661	374	38.662	375.143	38.68
375.778	38.682	377.429	38.703	377.556	38.704	379.333	38.682	379.714	38.681
381.111	38.676	382	38.67	382.889	38.68	384.286	38.699	384.667	38.699
386.444	38.67	386.571	38.671	388.222	38.662	388.857	38.65	390	38.643
391.143	38.639	391.778	38.642	393.429	38.665	393.556	38.666	395.333	38.683
395.714	38.683	397.111	38.663	398	38.647	398.889	38.646	400.286	38.639
400.667	38.635	402.444	38.645	402.571	38.645	404.222	38.652	404.857	38.655
406	38.66	407.143	38.659	407.778	38.655	409.429	38.66	409.556	38.66
411.333	38.651	411.714	38.646	413.111	38.633	414	38.635	414.889	38.643
416.286	38.667	416.667	38.667	418.571	38.652	420.222	38.657	420.857	38.653
423.143	38.612	423.778	38.609	425.429	38.623	426.444	38.618	427.714	38.61
430	38.6	432.286	38.616	433.556	38.623	434.571	38.621	436.222	38.586
436.857	38.579	439.143	38.596	439.778	38.596	441.429	38.587	443.333	38.577
443.714	38.574	446	38.565	448.286	38.601	449.556	38.597	450.571	38.59
452.857	38.625	453.111	38.619	455.143	38.556	455.778	38.569	457.429	38.634
459.333	38.621	459.714	38.617	462	38.656	462.889	38.654	464.286	38.649
466.444	38.683	466.571	38.685	468.857	38.685	469.111	38.685	471.143	38.691
472.667	38.692	473.429	38.693	475.714	38.703	476.222	38.698	478	38.668
478.889	38.673	480.286	38.685	482.444	38.69	482.571	38.691	484.857	38.705
486	38.71	487.143	38.709	488.667	38.722	489.429	38.724	491.714	38.716

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 64 di 73	Rev. 0

492.222	38.714	494	38.72	495.778	38.714	496.286	38.708	498.444	38.719
498.571	38.721	500.857	38.749	502	38.735	503.143	38.718	505.429	38.735
505.556	38.735	507.714	38.739	508.222	38.742	510	38.738	511.778	38.713
512.286	38.712	514.571	38.712	515.333	38.718	516.857	38.711	518	38.702
519.143	38.703	521.429	38.71	521.556	38.709	523.714	38.701	525.111	38.702
526	38.703	527.778	38.706	528.286	38.704	530.571	38.707	531.333	38.702
532.857	38.699	534.889	38.714	535.143	38.715	537.429	38.71	537.556	38.71
539.714	38.718	542	38.731	544.286	38.749	544.667	38.747	546.571	38.737
547.333	38.746	550	38.755						

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 179.855 .035 247.415 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
179.855 247.415 85.8 85.8 85.8 .1 .3
Left Levee Station= 176.95 Elevation= 40.02

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	40.00	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.29	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	39.72	Reach Len. (m)	85.80	85.80	85.80
Crit W.S. (m)	39.39	Flow Area (m2)	0.32	188.08	294.53
E.G. Slope (m/m)	0.002555	Area (m2)	0.32	188.08	294.53
Q Total (m3/s)	811.00	Flow (m3/s)	0.12	533.78	277.10
Top Width (m)	352.80	Top Width (m)	1.02	67.56	284.22
Vel Total (m/s)	1.68	Avg. Vel. (m/s)	0.37	2.84	0.94
Max Chl Dpth (m)	4.17	Hydr. Depth (m)	0.31	2.78	1.04
Conv. Total (m3/s)	16045.2	Conv. (m3/s)	2.3	10560.6	5482.2
Length Wtd. (m)	85.80	Wetted Per. (m)	1.24	68.27	285.49
Min Ch El (m)	35.54	Shear (N/m2)	6.43	69.02	25.85
Alpha	1.99	Stream Power (N/m s)	26332.83	8472.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.27	Cum Volume (1000 m3)	2.99	76.47	288.89
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	6.86	30.59	179.86

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 30

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 243

Sta	Elev								
0	40.97	4	41.02	7	40.97	11	40.88	15	40.79
18	40.71	22	40.63	26	40.59	29	40.62	33	40.57
37	40.56	40	40.46	44	40.27	48	40.12	51	40.07
55	39.96	59	39.83	62	39.71	66	39.63	70	39.49
73	39.47	77	39.44	81	39.37	84	39.29	88	39.26
92	39.19	95	39.19	99	39.09	102	39.13	104	39.08
106	39.07	108	39.04	110	39.05	112	39.04	114	38.99
116	38.97	118	39.01	120	38.98	122	39	124	38.96
126	38.92	128	38.92	130	38.89	132	38.87	134	38.88
136	38.84	138	38.84	140	38.82	142	38.74	144	38.73
146	38.7	148	38.65	150	38.63	152	38.6	154	38.63
156	38.59	158	38.67	160	38.78	162	38.83	164	39
166	39.17	168	39.36	170	39.48	172	39.64	174	39.74
176	39.75	178	39.74	180	39.54	182	38.77	184	37.97
186	37.49	188	37.17	190	37	192	36.75	194	36.07
196	35.41	198	35.32	200	35.3	202	35.32	204	35.41
206	35.45	208	35.43	210	35.38	212	35.34	214	35.37
216	35.33	218	35.43	220	35.41	222	35.42	224	35.53
226	35.55	228	35.55	230	35.6	232	36.81	234	37.65
236	37.66	238	37.78	240	38.44	242	39.09	244	39.53
246	38.68	248	38.36	250	38.32	252	38.42	254	38.38
256	38.41	258	38.43	260	38.39	262	38.41	264	38.4
266	38.44	268	38.49	270	38.58	272	38.53	274	38.51
276	38.52	278	38.58	280	38.68	282	38.71	284	39

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 65 di 73

286	39.23	288	39.3	290	39.22	292	39.25	294	39.58
296	39.78	298	40.27	300	40.58	302	40.91	304	41.22
306	41.43	308	41.56	310	41.53	312	41	314	40.37
316	39.9	318	39.69	320	39.35	322	39.16	324	38.73
326	38.2	328	38.13	330	38.12	332	38.07	334	38.1
336	38.06	338	38.09	340	38.05	342	38.04	344	38.04
346	37.96	348	37.89	350	37.84	352	37.83	354	37.8
356	37.78	358	37.8	360	37.68	362	37.67	364	37.64
366	37.69	368	38.08	370	38.59	372	38.65	374	39.02
376	38.84	378	38.87	380	38.76	382	38.68	384	38.1
386	38.3	388	38.51	390	38.56	392	38.62	394	38.59
396	38.59	398	38.67	400	38.66	402	38.64	404	38.67
406	38.73	408	38.7	410	38.71	412	38.71	414	38.72
416	38.67	418	38.69	420	38.66	422	38.64	424	38.65
426	38.67	428	38.65	430	38.62	432	38.58	434	38.6
436	38.6	438	38.6	440	38.58	442	38.59	444	38.58
446	38.54	448	38.54	450	38.57	454	38.56	458	38.48
461	38.49	465	38.49	469	38.51	472	38.49	476	38.53
480	38.54	483	38.53	487	38.55	491	38.55	494	38.5
498	38.56	502	38.59	506	38.61	509	38.6	513	38.62
517	38.65	520	38.63	524	38.63	528	38.69	531	38.71
535	38.7	539	38.74	542	38.72	546	38.76	550	38.78
553	38.79	557	38.74	561	38.77	564	38.72	568	38.71
572	38.73	575	38.75	579	38.73	583	38.75	586	38.74
594	38.79	597	38.81	600	38.79				

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 182 .035 242 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
182 242 84.287 84.287 84.287 .1 .3
Left Levee Station= 178 Elevation= 39.74

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	39.71	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.53	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	39.18	Reach Len. (m)	84.29	84.29	84.29
Crit W.S. (m)	39.18	Flow Area (m2)	0.22	176.30	206.31
E.G. Slope (m/m)	0.003893	Area (m2)	0.22	176.30	206.31
Q Total (m3/s)	811.00	Flow (m3/s)	0.08	636.23	174.69
Top Width (m)	380.44	Top Width (m)	1.07	60.00	319.38
Vel Total (m/s)	2.12	Avg. Vel. (m/s)	0.38	3.61	0.85
Max Chl Dpth (m)	3.88	Hydr. Depth (m)	0.21	2.94	0.65
Conv. Total (m3/s)	12997.6	Conv. (m3/s)	1.3	10196.7	2799.6
Length Wtd. (m)	84.29	Wetted Per. (m)	1.14	61.21	320.34
Min Ch El (m)	35.30	Shear (N/m2)	7.32	109.96	24.59
Alpha	2.31	Stream Power (N/m s)	28726.72	8522.27	0.00
Frctn Loss (m)	0.37	Cum Volume (1000 m3)	2.97	60.84	267.40
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	6.77	25.12	153.96

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 26.6666*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 474									
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev									
0 40.173 3.798 40.184 4.475 40.172 6.647 40.147 8.95 40.11									
10.446 40.084 13.425 40.033 14.244 40.019 17.093 39.961 17.9 39.949									
20.891 39.918 22.374 39.913 24.69 39.89 26.849 39.898 27.539 39.905									
31.324 39.883 31.337 39.883 35.136 39.854 35.799 39.834 37.984 39.754									
40.274 39.647 41.783 39.588 44.749 39.492 45.581 39.459 48.43 39.387									
49.224 39.361 52.229 39.317 53.699 39.29 56.027 39.223 58.174 39.15									
58.876 39.128 62.648 39.067 62.674 39.067 66.473 38.968 67.123 38.964									
69.322 38.944 71.598 38.921 73.12 38.91 76.073 38.867 76.919 38.855									

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 66 di 73	Rev. 0

79.767	38.798	80.548	38.793	83.566	38.786	85.023	38.772	87.364	38.745
89.498	38.747	90.213	38.743	93.973	38.661	94.012	38.66	96.86	38.676
98.447	38.642	98.76	38.636	100.659	38.628	102.558	38.607	102.922	38.608
104.457	38.621	106.357	38.625	107.397	38.612	108.256	38.593	110.155	38.573
111.872	38.591	112.054	38.594	113.953	38.58	114.11	38.581	115.853	38.583
116.347	38.573	117.752	38.539	118.584	38.518	119.651	38.495	120.822	38.487
121.55	38.494	123.059	38.494	123.45	38.492	125.297	38.49	125.349	38.49
127.248	38.485	127.534	38.479	129.147	38.471	129.772	38.477	131.047	38.479
132.009	38.473	132.946	38.483	134.247	38.47	134.845	38.452	136.484	38.441
136.744	38.443	138.643	38.446	138.721	38.445	140.543	38.421	140.959	38.42
142.442	38.428	143.196	38.429	144.341	38.429	145.434	38.452	146.24	38.47
147.671	38.467	148.14	38.465	149.909	38.533	150.039	38.538	151.938	38.625
152.146	38.63	153.837	38.68	154.384	38.719	155.736	38.808	156.621	38.866
157.636	38.942	158.858	39.042	159.535	39.089	161.096	39.159	161.434	39.174
163.333	39.283	164.933	39.313	165.619	39.33	166.533	39.329	167.905	39.373
168.133	39.379	169.733	39.361	170.19	39.325	171.333	39.17	172.476	39.01
172.933	38.871	174.533	38.305	174.762	38.218	176.133	37.683	177.048	37.323
177.733	37.117	179.333	36.647	180.933	36.404	181.619	36.346	182.533	36.308
183.905	36.231	184.133	36.213	185.733	36.093	186.19	36.059	187.333	35.83
188.476	35.584	188.933	35.489	190.533	35.197	190.762	35.153	192.133	35.117
193.048	35.082	193.733	35.069	195.333	35.053	196.865	35.079	198.397	35.15
199.929	35.189	200.476	35.189	201.461	35.181	202.993	35.15	204.525	35.125
205.619	35.141	206.057	35.146	207.589	35.116	209.121	35.18	210.652	35.164
210.762	35.164	212.184	35.177	213.716	35.259	215.248	35.28	215.905	35.283
216.78	35.284	218.312	35.318	219.844	36.126	221.048	36.567	221.376	36.685
222.908	36.686	224.44	36.76	225.972	37.194	226.19	37.255	227.504	37.694
229.035	38.066	230.567	37.577	231.333	37.51	232.099	37.456	233.631	37.536
235.163	37.709	236.476	37.777	236.695	37.782	238.227	37.86	239.759	37.932
241.291	37.964	241.619	37.98	242.823	38.031	244.355	38.077	245.887	38.157
246.762	38.206	247.418	38.239	248.95	38.344	250.482	38.355	251.905	38.384
252.014	38.384	253.546	38.393	255.078	38.436	256.61	38.506	257.048	38.512
258.142	38.532	259.674	38.732	261.206	38.892	262.19	38.927	262.738	38.948
264.27	38.909	265.801	38.943	267.333	39.177	269.057	39.282	269.508	39.3
270.781	39.465	271.682	39.583	272.504	39.645	273.856	39.724	274.228	39.748
275.952	39.835	276.031	39.836	277.675	39.83	278.205	39.813	279.399	39.74
280.379	39.621	281.123	39.513	282.553	39.302	282.846	39.244	284.57	39.221
284.728	39.22	286.294	38.962	286.902	38.862	288.017	38.645	289.076	38.44
289.741	38.344	291.251	38.124	291.465	38.11	293.188	37.995	293.425	37.98
294.912	37.822	295.599	37.75	296.636	37.69	297.773	37.621	298.359	37.543
299.948	37.33	300.083	37.308	301.807	37.025	302.122	36.973	303.53	36.94
304.296	36.922	305.254	36.917	306.471	36.911	306.978	36.902	308.645	36.877
308.701	36.877	310.425	36.89	310.819	36.893	312.149	36.874	312.993	36.862
313.872	36.868	315.168	36.88	315.596	36.875	317.32	36.854	317.342	36.853
319.043	36.848	319.516	36.848	320.767	36.85	321.691	36.85	322.491	36.83
323.865	36.797	324.214	36.789	325.938	36.752	326.039	36.75	327.661	36.725
328.214	36.717	329.385	36.713	330.388	36.712	331.109	36.707	332.562	36.693
332.832	36.692	334.556	36.681	334.736	36.68	336.28	36.689	336.911	36.693
338.003	36.653	339.085	36.613	339.727	36.611	341.259	36.61	341.451	36.608
343.174	36.592	343.434	36.59	344.898	36.612	345.608	36.623	346.622	36.745
347.782	36.883	348.345	36.971	349.956	37.223	350.069	37.225	351.793	37.26
352.131	37.267	353.516	37.424	354.305	37.513	355.24	37.462	356.479	37.393
356.964	37.398	358.654	37.413	358.687	37.412	360.411	37.354	360.828	37.34
362.135	37.308	363.002	37.288	363.858	37.138	365.176	36.903	365.582	36.928
367.306	37.034	367.351	37.037	369.029	37.145	369.525	37.177	370.753	37.195
371.699	37.21	372.477	37.224	373.874	37.253	374.2	37.25	375.924	37.234
376.048	37.233	377.648	37.233	378.222	37.233	379.371	37.262	380.397	37.287
381.095	37.285	382.571	37.28	382.819	37.278	384.542	37.271	384.745	37.27
386.266	37.284	386.919	37.29	387.99	37.31	389.094	37.33	389.713	37.324
391.268	37.31	391.437	37.311	393.161	37.316	393.442	37.317	394.884	37.32
395.617	37.319	396.608	37.32	397.791	37.323	398.332	37.315	399.965	37.29
400.055	37.291	401.779	37.301	402.139	37.303	403.503	37.291	404.314	37.283
405.226	37.278	406.488	37.28	406.95	37.285	408.662	37.29	408.674	37.29
410.397	37.301	410.837	37.303	412.121	37.295	413.011	37.29	413.845	37.282
415.185	37.27	415.568	37.265	417.292	37.244	417.359	37.243	419.016	37.253
419.534	37.257	420.739	37.257	421.708	37.257	422.463	37.257	423.882	37.257
424.187	37.255	425.91	37.244	426.057	37.243	427.634	37.248	428.231	37.25
429.358	37.247	430.405	37.243	431.081	37.235	432.58	37.217	432.805	37.217
434.529	37.217	434.754	37.217	436.252	37.23	436.928	37.237	437.976	37.235
439.699	37.232	441.277	37.23	441.423	37.228	443.147	37.194	444.87	37.176
445.625	37.167	446.594	37.169	448.318	37.172	448.887	37.173	450.041	37.173
451.765	37.173	453.235	37.173	453.489	37.174	455.212	37.179	456.936	37.185

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 67 di 73	Rev. 0

457.584	37.187	458.66	37.182	460.383	37.175	460.845	37.173	462.107	37.181
463.831	37.192	465.194	37.2	465.554	37.201	467.278	37.203	469.002	37.206
469.542	37.207	471.587	37.202	472.804	37.2	475.035	37.207	477.152	37.222
478.482	37.227	481.501	37.224	481.929	37.219	484.763	37.248	485.376	37.266
488.824	37.571	489.111	37.582	492.271	37.691	493.46	37.741	495.718	37.834
497.808	37.814	499.166	37.794	501.07	37.766	502.613	37.751	505.418	37.749
506.06	37.75	509.508	37.775	509.767	37.778	512.955	37.78	513.028	37.779
515.541	37.75	517.377	37.748	518.988	37.761	521.726	37.776	522.435	37.776
524.987	37.806	525.883	37.812	529.33	37.797	532.777	37.838	533.684	37.843
536.225	37.833	536.946	37.827	539.672	37.83	541.294	37.845	543.119	37.856
545.643	37.871	546.566	37.875	548.904	37.885	550.014	37.878	553.253	37.856
553.461	37.858	556.908	37.867	557.601	37.877	560.356	37.875	560.863	37.867
563.803	37.842	565.211	37.844	567.25	37.856	569.56	37.863	570.698	37.868
572.821	37.871	574.145	37.863	577.17	37.874	577.592	37.878	581.04	37.905
581.518	37.908	584.487	37.911	584.78	37.909	587.934	37.909	591.382	37.925
593.477	37.935	594.829	37.942	596.739	37.941	600	37.913		

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 176.133 .035 227.504 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
176.133 227.504 84.287 84.287 84.287 .1 .3
Left Levee Station= 167.9 Elevation= 39.37

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	39.05	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.26	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	37.79	Reach Len. (m)	84.29	84.29	84.29
Crit W.S. (m)	38.27	Flow Area (m2)	0.01	104.97	127.62
E.G. Slope (m/m)	0.015695	Area (m2)	0.01	104.97	127.62
Q Total (m3/s)	811.00	Flow (m3/s)	0.00	599.36	211.64
Top Width (m)	282.23	Top Width (m)	0.27	51.37	230.59
Vel Total (m/s)	3.49	Avg. Vel. (m/s)	0.30	5.71	1.66
Max Chl Dpth (m)	2.74	Hydr. Depth (m)	0.05	2.04	0.55
Conv. Total (m3/s)	6473.6	Conv. (m3/s)	0.0	4784.2	1689.3
Length Wtd. (m)	84.29	Wetted Per. (m)	0.29	52.11	230.84
Min Ch El (m)	35.05	Shear (N/m2)	7.54	210.07	85.09
Alpha	2.04	Stream Power (N/m s)	28726.72	8038.70	0.00
Frctn Loss (m)	0.58	Cum Volume (1000 m3)	2.96	48.98	253.33
C & E Loss (m)	0.07	Cum SA (1000 m2)	6.71	20.43	130.79

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 23.3333*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 474

Sta	Elev								
0	39.377	3.597	39.348	4.237	39.336	6.295	39.323	8.475	39.305
9.891	39.289	12.712	39.256	13.488	39.248	16.186	39.212	16.95	39.204
19.783	39.206	21.187	39.211	23.38	39.19	25.425	39.184	26.078	39.191
29.662	39.197	29.674	39.197	33.271	39.148	33.9	39.132	35.969	39.048
38.137	38.948	39.566	38.905	42.374	38.831	43.163	38.798	45.86	38.705
46.612	38.676	49.457	38.674	50.849	38.67	53.054	38.616	55.087	38.56
55.752	38.547	59.324	38.504	59.349	38.503	62.946	38.445	63.562	38.442
65.643	38.417	67.799	38.391	69.24	38.38	72.037	38.349	72.837	38.341
75.535	38.306	76.274	38.301	79.132	38.311	80.511	38.311	82.729	38.3
84.749	38.303	85.426	38.297	88.986	38.23	89.023	38.23	91.721	38.222
93.224	38.196	93.519	38.193	95.318	38.187	97.116	38.174	97.461	38.174
98.915	38.193	100.713	38.209	101.699	38.211	102.512	38.197	104.31	38.176
105.936	38.175	106.109	38.178	107.907	38.179	108.055	38.181	109.705	38.166
110.174	38.157	111.504	38.117	112.292	38.094	113.302	38.071	114.411	38.053
115.101	38.069	116.53	38.092	116.899	38.095	118.648	38.11	118.698	38.109
120.496	38.09	120.767	38.085	122.295	38.102	122.886	38.113	124.093	38.117
125.005	38.117	125.891	38.147	127.123	38.175	127.69	38.163	129.242	38.15

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 68 di 73	Rev. 0

129.488	38.156	131.287	38.191	131.361	38.193	133.085	38.193	133.479	38.195
134.884	38.225	135.598	38.239	136.682	38.257	137.717	38.286	138.481	38.309
139.836	38.333	140.279	38.34	141.954	38.402	142.078	38.405	143.876	38.47
144.073	38.475	145.674	38.53	146.192	38.56	147.473	38.616	148.311	38.653
149.271	38.714	150.429	38.791	151.07	38.817	152.548	38.86	152.868	38.868
154.667	38.927	156.467	38.917	157.238	38.921	158.267	38.915	159.81	38.997
160.067	39.01	161.867	38.981	162.381	38.91	163.667	38.7	164.952	38.481
165.467	38.355	167.267	37.762	167.524	37.665	169.067	37.077	170.095	36.677
170.867	36.409	172.667	35.803	174.467	35.542	175.238	35.521	176.267	35.514
177.81	35.463	178.067	35.452	179.867	35.387	180.381	35.368	181.667	35.25
182.952	35.099	183.467	35.039	185.267	34.919	185.524	34.897	187.067	34.879
188.095	34.844	188.867	34.825	190.667	34.807	191.73	34.837	192.794	34.891
193.858	34.928	194.238	34.934	194.922	34.933	195.986	34.92	197.05	34.91
197.81	34.92	198.113	34.922	199.177	34.902	200.241	34.93	201.305	34.917
201.381	34.917	202.369	34.935	203.433	34.987	204.496	35.01	204.952	35.017
205.56	35.018	206.624	35.036	207.688	35.442	208.524	35.663	208.752	35.721
209.816	35.712	210.879	35.74	211.943	35.948	212.095	35.978	213.007	36.298
214.071	36.601	215.135	36.475	215.667	36.5	216.199	36.553	217.262	36.752
218.326	36.998	219.238	37.169	219.39	37.183	220.454	37.311	221.518	37.434
222.582	37.538	222.81	37.565	223.645	37.653	224.709	37.755	225.773	37.873
226.381	37.943	226.837	37.988	227.901	38.108	228.965	38.18	229.952	38.257
230.028	38.257	231.092	38.266	232.156	38.292	233.22	38.332	233.524	38.336
234.284	38.353	235.348	38.464	236.411	38.554	237.095	38.578	237.475	38.597
238.539	38.598	239.603	38.636	240.667	38.773	242.528	38.826	243.015	38.821
244.39	38.862	245.364	38.895	246.252	38.902	247.712	38.867	248.114	38.859
249.976	38.773	250.061	38.761	251.838	38.515	252.41	38.407	253.699	38.145
254.758	37.813	255.561	37.551	257.107	37.043	257.423	36.932	259.285	36.911
259.455	36.909	261.147	36.776	261.804	36.724	263.009	36.612	264.152	36.51
264.87	36.462	266.501	36.347	266.732	36.34	268.594	36.278	268.85	36.269
270.456	36.186	271.198	36.15	272.318	36.12	273.547	36.082	274.18	36.041
275.895	35.931	276.041	35.919	277.903	35.772	278.244	35.745	279.765	35.725
280.593	35.714	281.627	35.709	282.941	35.702	283.489	35.696	285.29	35.683
285.351	35.684	287.212	35.685	287.638	35.685	289.074	35.672	289.987	35.663
290.936	35.664	292.336	35.67	292.798	35.667	294.66	35.657	294.684	35.657
296.522	35.654	297.033	35.655	298.383	35.66	299.381	35.66	300.245	35.65
301.73	35.633	302.107	35.63	303.969	35.611	304.078	35.61	305.831	35.598
306.427	35.593	307.693	35.592	308.776	35.594	309.554	35.593	311.124	35.587
311.416	35.586	313.278	35.581	313.473	35.58	315.14	35.585	315.821	35.587
317.002	35.567	318.17	35.547	318.864	35.546	320.519	35.549	320.725	35.549
322.587	35.541	322.867	35.54	324.449	35.551	325.216	35.557	326.311	35.617
327.564	35.687	328.173	35.731	329.913	35.857	330.035	35.858	331.896	35.88
332.261	35.883	333.758	35.962	334.61	36.007	335.62	35.981	336.959	35.947
337.482	35.949	339.307	35.957	339.344	35.956	341.206	35.927	341.656	35.92
343.067	35.904	344.004	35.897	344.929	35.824	346.353	35.707	346.791	35.719
348.653	35.772	348.702	35.773	350.515	35.827	351.05	35.843	352.377	35.853
353.399	35.86	354.238	35.867	355.747	35.885	356.1	35.885	357.962	35.877
358.096	35.877	359.824	35.877	360.444	35.877	361.686	35.891	362.793	35.903
363.547	35.902	365.142	35.9	365.409	35.899	367.271	35.901	367.49	35.9
369.133	35.907	369.839	35.91	370.995	35.92	372.187	35.93	372.857	35.927
374.536	35.92	374.718	35.92	376.58	35.923	376.885	35.924	378.442	35.93
379.233	35.927	380.304	35.925	381.582	35.927	382.166	35.923	383.93	35.91
384.028	35.91	385.889	35.916	386.279	35.917	387.751	35.91	388.627	35.907
389.613	35.904	390.976	35.92	391.475	35.927	393.325	35.93	393.337	35.93
395.199	35.935	395.673	35.937	397.06	35.933	398.022	35.93	398.922	35.926
400.37	35.92	400.784	35.918	402.646	35.907	402.719	35.907	404.508	35.912
405.068	35.913	406.37	35.913	407.416	35.913	408.231	35.913	409.765	35.913
410.093	35.912	411.955	35.907	412.113	35.907	413.817	35.909	414.462	35.91
415.679	35.908	416.81	35.907	417.541	35.903	419.159	35.893	419.402	35.893
421.264	35.893	421.508	35.893	423.126	35.9	423.856	35.903	424.988	35.903
426.85	35.901	428.553	35.9	428.712	35.899	430.573	35.862	432.435	35.858
433.251	35.853	434.297	35.854	436.159	35.856	436.773	35.857	438.021	35.857
439.883	35.857	441.471	35.857	441.744	35.857	443.606	35.86	445.468	35.862
446.168	35.863	447.33	35.861	449.192	35.858	449.691	35.857	451.054	35.861
452.915	35.866	454.388	35.87	454.777	35.87	456.639	35.872	458.501	35.873
459.085	35.873	461.294	35.871	462.608	35.87	465.017	35.873	467.305	35.893
468.741	35.903	472.002	35.897	472.465	35.894	475.525	35.995	476.188	36.023
479.912	36.585	480.222	36.604	483.636	36.801	484.919	36.893	487.359	37.067
489.617	37.017	491.083	36.982	493.139	36.932	494.807	36.896	497.837	36.878
498.53	36.875	502.254	36.903	502.534	36.906	505.978	36.93	506.057	36.928
508.77	36.87	510.754	36.866	512.494	36.871	515.451	36.862	516.218	36.858
518.974	36.903	519.941	36.916	523.665	36.893	527.389	36.944	528.368	36.947

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 69 di 73	Rev. 0

531.112	36.941	531.891	36.933	534.836	36.915	536.588	36.929	538.56	36.943
541.285	36.961	542.283	36.968	544.808	36.979	546.007	36.979	549.505	36.973
549.731	36.974	553.454	36.968	554.203	36.983	557.178	37.023	557.726	37.013
560.902	36.971	562.423	36.978	564.625	36.993	567.12	36.997	568.349	36.999
570.643	36.991	572.073	36.981	575.34	37.018	575.796	37.024	579.52	37.063
580.037	37.066	583.244	37.08	583.56	37.078	586.967	37.059	590.691	37.073
592.954	37.081	594.414	37.086	596.477	37.073	600	37.037		

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	162.381	.035	240.667	.055

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff	Contr.	Expan.
	162.381	240.667		84.287	84.287		.1	.3
Left Levee		Station=	159.81	Elevation=	39			

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	38.02	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.09	Wt. n-Val.		0.035	0.055
W.S. Elev (m)	37.93	Reach Len. (m)	84.29	84.29	84.29
Crit W.S. (m)	36.97	Flow Area (m2)		127.84	573.15
E.G. Slope (m/m)	0.001550	Area (m2)		127.84	573.15
Q Total (m3/s)	811.00	Flow (m3/s)		237.42	573.58
Top Width (m)	405.12	Top Width (m)		59.50	345.61
Vel Total (m/s)	1.16	Avg. Vel. (m/s)		1.86	1.00
Max Chl Dpth (m)	3.12	Hydr. Depth (m)		2.15	1.66
Conv. Total (m3/s)	20596.5	Conv. (m3/s)		6029.7	14566.8
Length Wtd. (m)	84.29	Wetted Per. (m)		60.27	346.80
Min Ch El (m)	34.81	Shear (N/m2)		32.25	25.13
Alpha	1.28	Stream Power (N/m s)	28726.72	7651.36	0.00
Frctn Loss (m)	0.13	Cum Volume (1000 m3)	2.96	39.17	223.79
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	6.70	15.75	106.50

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 20

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 238

Sta	Elev								
0	38.58	4	38.5	8	38.5	12	38.48	16	38.46
20	38.51	24	38.47	28	38.51	32	38.43	36	38.25
40	38.17	44	37.99	48	38.05	52	37.97	56	37.94
60	37.92	64	37.86	68	37.83	72	37.81	76	37.85
80	37.86	84	37.8	88	37.75	92	37.74	96	37.81
100	37.76	102	37.78	104	37.74	106	37.67	108	37.62
110	37.69	112	37.73	114	37.69	116	37.75	118	37.76
120	37.88	122	37.86	124	37.94	126	37.97	128	38.05
130	38.12	132	38.2	134	38.27	136	38.32	138	38.4
140	38.44	142	38.54	144	38.56	146	38.57	148	38.52
150	38.5	152	38.64	154	38.6	156	38.23	158	37.84
160	37.22	162	36.47	164	35.7	166	34.96	168	34.68
170	34.72	172	34.69	174	34.68	176	34.67	178	34.59
180	34.64	182	34.64	184	34.58	186	34.56	188	34.68
190	34.7	192	34.67	194	34.75	196	34.76	198	34.7
200	35.49	202	36.56	204	37.15	206	37.68	208	38.13
210	38.16	212	38.23	214	38.37	216	38.37	218	38.26
220	38.16	222	37.97	224	37.71	226	37.2	228	36.55
230	35.59	232	34.62	234	34.6	236	34.59	238	34.58
240	34.58	242	34.57	244	34.56	246	34.55	248	34.55
250	34.54	252	34.53	254	34.52	256	34.51	258	34.5
260	34.49	262	34.49	264	34.48	266	34.47	268	34.46
270	34.46	272	34.46	274	34.46	276	34.47	278	34.47
280	34.47	282	34.47	284	34.47	286	34.47	288	34.48
290	34.48	292	34.48	294	34.48	296	34.48	298	34.48
300	34.49	302	34.49	304	34.49	306	34.49	308	34.49

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 70 di 73	Rev. 0

310	34.49	312	34.5	314	34.5	316	34.5	318	34.5
320	34.5	322	34.5	324	34.5	326	34.51	328	34.51
330	34.51	332	34.51	334	34.51	336	34.51	338	34.52
340	34.52	342	34.52	344	34.52	346	34.52	348	34.52
350	34.53	352	34.53	354	34.53	356	34.53	358	34.53
360	34.53	362	34.54	364	34.53	366	34.53	368	34.53
370	34.53	372	34.53	374	34.53	376	34.57	378	34.57
380	34.57	382	34.57	384	34.57	386	34.57	388	34.57
390	34.57	392	34.57	394	34.57	396	34.57	398	34.57
400	34.57	402	34.57	404	34.57	406	34.57	408	34.57
410	34.57	412	34.57	414	34.57	416	34.57	418	34.53
420	34.54	422	34.54	424	34.54	426	34.54	428	34.54
430	34.54	432	34.54	434	34.54	436	34.54	438	34.54
440	34.54	442	34.54	444	34.54	446	34.54	448	34.54
451	34.54	455	34.54	459	34.58	463	34.57	467	34.78
471	35.6	475	35.91	479	36.3	483	36.17	487	36.04
491	36	495	36.03	499	36.08	502	35.99	506	35.98
510	35.94	514	36.02	518	35.99	522	36.05	526	36.05
530	36	534	36.03	538	36.06	542	36.08	546	36.09
550	36.07	554	36.17	558	36.1	562	36.13	566	36.13
570	36.1	574	36.17	578	36.22	582	36.25	586	36.21
590	36.22	594	36.23	600	36.16				

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 158 .035 206 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
158 206 109.335 109.335 109.335 .1 .3
Ineffective Flow num= 1
Sta L Sta R Elev Permanent
228 479 36.3 T
Left Levee Station= 152 Elevation= 38.64

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	37.88	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.10	Wt. n-Val.		0.035	0.055
W.S. Elev (m)	37.78	Reach Len. (m)	109.34	109.34	109.34
Crit W.S. (m)	37.12	Flow Area (m2)		121.41	577.70
E.G. Slope (m/m)	0.001600	Area (m2)		121.41	1003.83
Q Total (m3/s)	811.00	Flow (m3/s)		254.42	556.58
Top Width (m)	424.79	Top Width (m)		47.81	376.99
Vel Total (m/s)	1.16	Avg. Vel. (m/s)		2.10	0.96
Max Chl Dpth (m)	3.32	Hydr. Depth (m)		2.54	1.53
Conv. Total (m3/s)	20273.0	Conv. (m3/s)		6359.9	13913.1
Length Wtd. (m)	109.34	Wetted Per. (m)		48.91	379.36
Min Ch El (m)	34.56	Shear (N/m2)		38.96	23.90
Alpha	1.50	Stream Power (N/m s)	28726.72	7277.44	0.00
Frctn Loss (m)	0.21	Cum Volume (1000 m3)	2.96	28.67	157.34
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	6.70	11.23	76.05

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 15.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 477									
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev									
0 37.735 2.248 37.715 3.603 37.695 7.205 37.682 7.868 37.678									
10.115 37.657 10.808 37.657 12.363 37.656 14.411 37.623 14.611 37.621									
16.859 37.647 18.014 37.663 19.107 37.664 21.355 37.631 21.616 37.631									
23.603 37.646 25.219 37.641 25.85 37.628 28.098 37.598 28.822 37.592									
30.346 37.557 32.425 37.473 32.594 37.468 34.842 37.438 36.027 37.414									
37.09 37.378 39.338 37.322 39.63 37.32 41.585 37.366 43.233 37.395									
43.833 37.393 46.081 37.383 46.836 37.377 48.329 37.374 50.438 37.384									
50.577 37.385 52.825 37.368 54.041 37.368 55.073 37.361 57.321 37.318									

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		SPC. LA-E-83071	
	Regione Marche PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 71 di 73	Rev. 0

57.644	37.319	59.568	37.332	61.247	37.318	61.816	37.313	64.064	37.317
64.849	37.313	66.312	37.318	68.452	37.359	68.56	37.36	70.808	37.383
72.055	37.374	73.056	37.357	75.303	37.343	75.658	37.343	77.551	37.347
79.26	37.335	79.799	37.334	82.047	37.356	82.863	37.348	84.295	37.349
86.466	37.375	86.543	37.374	88.791	37.354	90.068	37.351	91.038	37.36
91.87	37.363	93.286	37.344	93.671	37.343	95.473	37.32	95.534	37.319
97.274	37.303	97.782	37.315	99.075	37.323	100.03	37.321	100.877	37.321
102.278	37.289	102.678	37.287	104.479	37.325	104.526	37.325	106.281	37.31
106.774	37.321	108.082	37.356	109.021	37.345	109.884	37.338	111.269	37.366
111.685	37.372	113.486	37.375	113.517	37.376	115.288	37.419	115.765	37.429
117.089	37.464	118.013	37.491	118.89	37.522	120.261	37.567	120.692	37.577
122.493	37.61	122.509	37.61	124.295	37.682	124.756	37.695	126.096	37.731
127.004	37.77	127.897	37.819	129.252	37.863	129.699	37.871	131.5	37.9
133.3	37.91	133.75	37.886	135.1	37.824	136	37.71	136.9	37.628
138.25	37.34	138.7	37.226	140.5	36.945	142.3	36.572	142.75	36.475
144.1	36.178	145	36.028	145.9	35.831	147.25	35.653	147.7	35.58
149.5	35.295	151.3	34.997	151.75	34.92	153.1	34.698	154	34.548
154.9	34.489	156.25	34.427	156.7	34.439	158.5	34.47	160.3	34.423
160.75	34.417	162.1	34.407	163	34.405	163.9	34.403	165.25	34.366
165.7	34.347	167.5	34.325	169.3	34.355	169.75	34.361	171.1	34.365
172	34.362	172.9	34.348	174.25	34.326	174.7	34.323	176.5	34.25
177.857	34.347	179.214	34.395	180.3	34.413	180.571	34.442	181.929	34.641
183.286	34.805	184.1	34.882	184.643	34.949	186	35.54	187.357	36.271
187.9	36.468	188.714	36.754	190.071	37.201	191.429	37.609	191.7	37.648
192.786	37.691	194.143	37.766	195.5	37.875	197.337	37.808	197.695	37.784
199.174	37.716	199.89	37.685	201.01	37.696	202.085	37.679	202.847	37.645
204.28	37.554	204.684	37.5	206.475	37.141	206.521	37.131	208.358	36.664
208.67	36.558	210.194	36.028	210.865	35.793	212.031	35.408	213.06	35.338
213.868	35.317	215.255	35.291	215.705	35.286	217.45	35.265	217.541	35.264
219.378	35.243	219.646	35.239	221.215	35.253	221.841	35.258	223.052	35.288
224.036	35.312	224.889	35.289	226.231	35.255	226.725	35.246	228.426	35.21
228.562	35.212	230.399	35.232	230.621	35.234	232.236	35.252	232.816	35.258
234.073	35.226	235.011	35.202	235.909	35.2	237.206	35.196	237.746	35.19
239.401	35.175	239.583	35.173	241.42	35.147	241.596	35.145	243.256	35.151
243.791	35.154	245.093	35.162	245.986	35.17	246.93	35.161	248.181	35.15
248.767	35.147	250.376	35.14	250.604	35.138	252.44	35.131	252.571	35.13
254.277	35.149	254.766	35.155	256.114	35.164	256.961	35.17	257.951	35.186
259.156	35.205	259.788	35.215	261.351	35.24	261.624	35.241	263.461	35.25
263.546	35.25	265.298	35.286	265.741	35.295	267.135	35.308	267.937	35.315
268.971	35.339	270.132	35.365	270.808	35.385	272.327	35.43	272.645	35.444
274.482	35.528	274.522	35.53	276.319	35.542	276.717	35.545	278.155	35.443
278.912	35.39	279.992	35.353	281.107	35.315	281.829	35.35	283.302	35.42
283.666	35.447	285.497	35.585	287.339	35.74	287.692	35.77	289.176	35.858
289.887	35.9	291.013	35.9	292.082	35.9	292.85	35.853	294.277	35.765
294.687	35.734	296.472	35.6	296.523	35.596	298.36	35.45	298.667	35.425
300.197	35.362	300.862	35.335	302.034	35.34	303.057	35.345	303.87	35.364
305.252	35.395	305.707	35.402	307.447	35.43	307.544	35.43	309.381	35.435
309.642	35.435	311.218	35.417	311.837	35.41	313.054	35.355	314.033	35.31
314.891	35.308	316.228	35.305	316.728	35.322	318.423	35.38	318.565	35.382
320.402	35.408	320.618	35.41	322.238	35.373	322.813	35.36	324.075	35.323
325.008	35.295	325.912	35.264	327.203	35.22	327.749	35.22	329.398	35.22
329.586	35.219	331.422	35.216	331.593	35.215	333.259	35.267	333.788	35.285
335.096	35.3	335.983	35.31	336.933	35.297	338.178	35.28	338.769	35.25
340.373	35.17	340.606	35.166	342.443	35.137	342.568	35.136	344.28	35.155
344.763	35.155	346.117	35.149	346.958	35.145	347.953	35.159	349.153	35.175
349.79	35.181	351.348	35.195	351.627	35.192	353.464	35.171	353.543	35.17
355.301	35.182	355.738	35.185	357.137	35.169	357.933	35.16	358.974	35.169
360.128	35.18	360.811	35.196	362.324	35.23	362.648	35.229	364.484	35.225
364.519	35.225	366.321	35.221	366.714	35.22	368.158	35.223	368.909	35.225
369.995	35.203	371.104	35.18	371.832	35.19	373.299	35.21	373.668	35.212
375.494	35.22	375.505	35.22	377.342	35.279	377.689	35.29	379.179	35.46
379.884	35.54	381.016	35.568	382.079	35.583	382.852	35.573	384.274	35.574
384.689	35.542	386.469	35.4	386.526	35.396	388.363	35.271	388.664	35.25
390.199	35.253	390.859	35.255	392.036	35.284	393.054	35.31	393.873	35.396
395.249	35.54	395.71	35.525	397.444	35.47	397.547	35.46	399.383	35.271
399.639	35.245	401.22	35.094	401.834	35.035	403.057	34.977	404.029	34.93
404.894	34.93	406.224	34.93	406.731	34.923	408.419	34.9	408.567	34.9
410.404	34.895	410.615	34.895	412.81	34.965	413.159	34.962	415.005	34.945
416.833	34.895	417.2	34.887	419.395	34.899	420.506	34.91	421.59	34.914
423.785	35.046	424.18	35.068	425.98	35.226	427.854	35.233	428.175	35.261
430.37	35.511	431.527	35.672	432.565	35.744	434.76	35.846	435.201	35.839

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83071	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 72 di 73	Rev. 0

436.955	35.828	438.874	35.838	439.15	35.82	441.345	35.726	442.548	35.68
443.54	35.642	445.735	35.659	446.221	35.689	447.93	35.816	449.895	35.805
450.125	35.806	452.32	35.835	453.569	35.894	454.515	35.941	456.711	36.041
457.242	36.01	458.906	35.873	459.997	35.8	461.101	35.743	463.296	35.651
463.671	35.645	465.491	35.61	467.345	35.604	467.686	35.609	469.881	35.773
471.018	35.834	472.076	35.876	474.271	35.862	474.692	35.858	476.466	35.864
478.365	35.854	478.661	35.85	480.856	35.845	482.039	35.85	483.051	35.848
485.246	35.718	485.712	35.691	487.441	35.607	489.386	35.606	489.636	35.606
491.831	35.62	493.06	35.628	494.026	35.633	496.221	35.744	496.733	35.753
498.416	35.782	500.407	35.767	500.611	35.764	502.806	35.673	504.08	35.67
505.002	35.683	507.197	35.707	507.754	35.716	509.392	35.704	511.427	35.685
511.587	35.686	513.782	35.695	515.101	35.703	515.977	35.705	518.172	35.725
518.775	35.732	520.367	35.743	522.448	35.726	522.562	35.726	524.757	35.747
526.122	35.772	526.952	35.786	529.147	35.791	529.795	35.795	531.342	35.801
533.469	35.82	533.537	35.82	535.732	35.833	537.142	35.822	537.927	35.821
540.122	35.804	540.816	35.813	542.317	35.832	544.49	35.84	544.512	35.84
546.707	35.841	550	35.83						

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 138.25 .035 190.071 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
138.25 190.071 109.335 109.335 109.335 .1 .3
Ineffective Flow num= 1
Sta L Sta R Elev Permanent
208.67 456.71 36.3 T
Left Levee Station= 131.5 Elevation= 37.9

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	37.67	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.16	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	37.51	Reach Len. (m)	109.34	109.34	109.34
Crit W.S. (m)	37.05	Flow Area (m2)	0.07	127.50	466.13
E.G. Slope (m/m)	0.002310	Area (m2)	0.07	127.50	704.56
Q Total (m3/s)	811.00	Flow (m3/s)	0.01	315.96	495.02
Top Width (m)	399.07	Top Width (m)	0.81	51.82	346.44
Vel Total (m/s)	1.37	Avg. Vel. (m/s)	0.17	2.48	1.06
Max Chl Dpth (m)	3.26	Hydr. Depth (m)	0.09	2.46	1.35
Conv. Total (m3/s)	16875.5	Conv. (m3/s)	0.2	6574.6	10300.6
Length Wtd. (m)	109.34	Wetted Per. (m)	0.82	52.58	348.71
Min Ch El (m)	34.25	Shear (N/m2)	1.90	54.92	30.28
Alpha	1.65	Stream Power (N/m s)	26332.83	6295.93	0.00
Frctn Loss (m)	0.22	Cum Volume (1000 m3)	2.95	15.06	63.94
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	6.66	5.78	36.50

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 10

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 249

Sta	Elev								
0	36.89	2	36.9	7	36.86	9	36.83	11	36.84
13	36.78	15	36.8	17	36.83	19	36.79	21	36.8
23	36.76	25	36.75	27	36.76	29	36.69	31	36.68
33	36.64	35	36.64	37	36.71	39	36.75	41	36.78
43	36.79	45	36.83	47	36.81	49	36.82	51	36.77
53	36.82	55	36.8	57	36.82	59	36.81	61	36.87
63	36.91	65	36.87	67	36.88	69	36.92	71	36.92
73	36.97	75	36.93	77	36.94	79	36.93	81	36.95
83	36.94	85	36.97	87	36.99	89	36.93	91	36.88
93	36.9	95	36.85	97	36.82	99	36.81	101	36.78
103	36.79	105	36.82	107	36.88	109	36.9	111	36.98
113	37.05	115	37.17	117	37.23	119	37.29	121	37.14
123	36.7	125	35.82	127	35.29	129	34.84	131	34.36

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83071
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 73 di 73

133	34.07	135	34.09	137	34.12	139	34.14	141	34.14
143	34.13	145	34.19	147	34.22	149	34.15	151	34.13
153	34.13	155	34.04	157	34.06	159	34.08	161	34.09
163	34.08	165	34.07	167	33.94	169	34.15	171	35.04
173	36.14	175	37.16	177	37.38	179	37.22	181	37.15
183	37.31	185	37.34	187	37.07	189	36.73	191	36.35
193	36.06	195	35.99	197	35.95	199	35.9	201	35.95
203	36.07	205	35.96	207	35.88	209	35.94	211	36
213	35.9	215	35.9	217	35.86	219	35.81	221	35.84
223	35.88	225	35.84	227	35.82	229	35.79	231	35.84
233	35.87	235	35.94	237	36.01	239	36.02	241	36.11
243	36.15	245	36.25	247	36.38	249	36.57	251	36.6
253	36.29	255	36.14	257	36.35	259	36.67	261	37.04
263	37.3	265	37.3	267	37.03	269	36.7	271	36.34
273	36.16	275	36.18	277	36.28	279	36.35	281	36.35
283	36.3	285	36.1	287	36.09	289	36.24	291	36.29
293	36.19	295	36.06	297	35.91	299	35.91	301	35.89
303	36.04	305	36.09	307	36.03	309	35.81	311	35.74
313	35.74	315	35.72	317	35.78	319	35.82	321	35.77
323	35.8	325	35.75	327	35.79	329	35.89	331	35.88
333	35.87	335	35.88	337	35.79	339	35.85	341	35.87
343	36.01	345	36.51	347	36.62	349	36.61	351	36.26
353	35.96	355	35.97	357	36.08	359	36.54	361	36.4
363	35.95	365	35.53	367	35.32	369	35.32	371	35.26
373	35.25	375	35.39	377	35.35	379	35.23	381	35.23
383	35.25	385	35.52	387	35.78	389	35.67	391	35.68
393	35.8	395	35.82	397	35.56	399	35.35	401	35.24
403	35.15	405	35.26	407	35.61	409	35.61	411	35.65
413	35.84	415	36.01	417	35.72	419	35.5	421	35.32
423	35.26	425	35.27	427	35.55	429	35.74	431	35.73
433	35.71	435	35.65	437	35.64	439	35.66	441	35.43
443	35.2	445	35.18	447	35.19	449	35.2	451	35.41
453	35.48	455	35.44	457	35.27	459	35.27	461	35.26
463	35.27	465	35.27	467	35.27	469	35.28	471	35.32
473	35.37	475	35.35	477	35.35	479	35.39	481	35.37
483	35.37	485	35.39	487	35.44	489	35.43	491	35.39
493	35.44	495	35.45	497	35.48	500	35.5		

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 121 .035 175 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
121 175 0 0 0
Left Levee Station= 119 Elevation= 37.29
Right Levee Station= 263 Elevation= 37.31

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	37.45	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.14	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	37.31	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	37.31	Flow Area (m2)	53.98	148.02	465.08
E.G. Slope (m/m)	0.001708	Area (m2)	53.98	148.02	465.08
Q Total (m3/s)	811.00	Flow (m3/s)	23.62	337.50	449.88
Top Width (m)	496.26	Top Width (m)	121.00	54.00	321.26
Vel Total (m/s)	1.22	Avg. Vel. (m/s)	0.44	2.28	0.97
Max Chl Dpth (m)	3.37	Hydr. Depth (m)	0.45	2.74	1.45
Conv. Total (m3/s)	19622.6	Conv. (m3/s)	571.5	8165.9	10885.2
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	121.45	55.17	324.06
Min Ch El (m)	33.94	Shear (N/m2)	7.44	44.94	24.04
Alpha	1.82	Stream Power (N/m s)	23938.94	5697.47	12591.88
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			