

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 1 di 66

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

**Nuovo Collegamento Centrale ENI S.p.A. Grottammare, DN250 (10")**  
**Attraversamento in subalveo del TORRENTE TESINO**

**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

Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data
1	Revisione	Caccavo	Villi	Sciosci	Mar '21
0	Emissione	Caccavo	Caffarelli	Sciosci	Ott '18

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 2 di 66

## 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	10
4	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	13
4.1	Generalità	13
4.2	Considerazioni specifiche preliminari	13
4.3	Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino	13
4.4	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	20
5.1	Presupposti e limiti dello studio	20
5.2	Assetto geometrico e modellazione dell'alveo	21
5.3	Risultati della simulazione idraulica	24
5.4	Analisi dei risultati conseguiti	29
6	VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO	30
6.1	Generalità	30
6.2	Criteri di calcolo	31
6.3	Stima dei massimi approfondimenti attesi	33
6.4	Considerazione sui risultati conseguiti	34
7	METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	35
7.1	Premessa	35
7.2	Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto	35
7.3	Prescrizioni sulla geometria della condotta ed interventi di ripristino	36
8	VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA	38
8.1	Premessa	38

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 3 di 66

8.2	Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento	39
8.3	Analisi dei criteri di compatibilità idraulica	40
9	CONCLUSIONI	43
	APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO	44
	APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO - REPORT PROGRAMMA HEC RAS	49

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83081	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 4 di 66	Rev. 1

## 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.

In aggiunta, nell'ambito del progetto generale, si prevede il rifacimento dei vari allacciamenti alle utenze, tra cui anche il metanodotto denominato "Nuovo Collegamento Centrale ENI S.p.A. Grottammare", DN250 (10").

A tal proposito, il tracciato di linea del sopracitato Allacciamento in progetto interseca l'alveo del torrente Tesino nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua, nel territorio comunale di Grottammare.

In corrispondenza del sopracitato attraversamento fluviale, il tracciato del metanodotto in progetto 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 del metanodotto (Allacciamento) in progetto 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 e delle caratteristiche delle eventuali opere di ripristino e di presidio idraulico.

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

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

- Inquadramento territoriale dell'area d'attraversamento in modo da consentire di individuare in maniera univoca il tratto del corso d'acqua interessato dall'interferenza con l'infrastruttura lineare in progetto;
- Caratterizzazione idrografica del corso d'acqua e descrizione dell'ambito di attraversamento;
- Studio idrologico al fine di stimare le portate al colmo di piena di progetto in corrispondenza della sezione di studio (coincidente con quella

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83081	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 5 di 66	Rev. 1

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 della condotta 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 ciascun tratto della linea caratterizzato dalle medesime condizioni generali di esecuzione.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 6 di 66

#### 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		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 7 di 66

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'attraversamento da parte dell'Allacciamento in progetto (DN250) ricade circa 650m a valle dell'attraversamento della linea principale in progetto (DN650), nell'ambito del territorio comunale di Grottammare.

Più esattamente l'attraversamento da parte dell'Allacciamento in progetto ricade nel tratto terminale del corso d'acqua (a circa 2.3 km dalla foce), in prossimità delle zone industriali "Valtesino" in sinistra e "Bore Tesino" in destra.

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 in particolare il tracciato del metanodotto principale in progetto (DN650) è riportato mediante una linea in rosso, l'Allacciamento in progetto (DN250) è indicato mediante una linea in magenta e l'area di attraversamento in esame (interferenza tra l'Allacciamento ed il corso d'acqua) è indicata mediante un cerchio in colore blu.

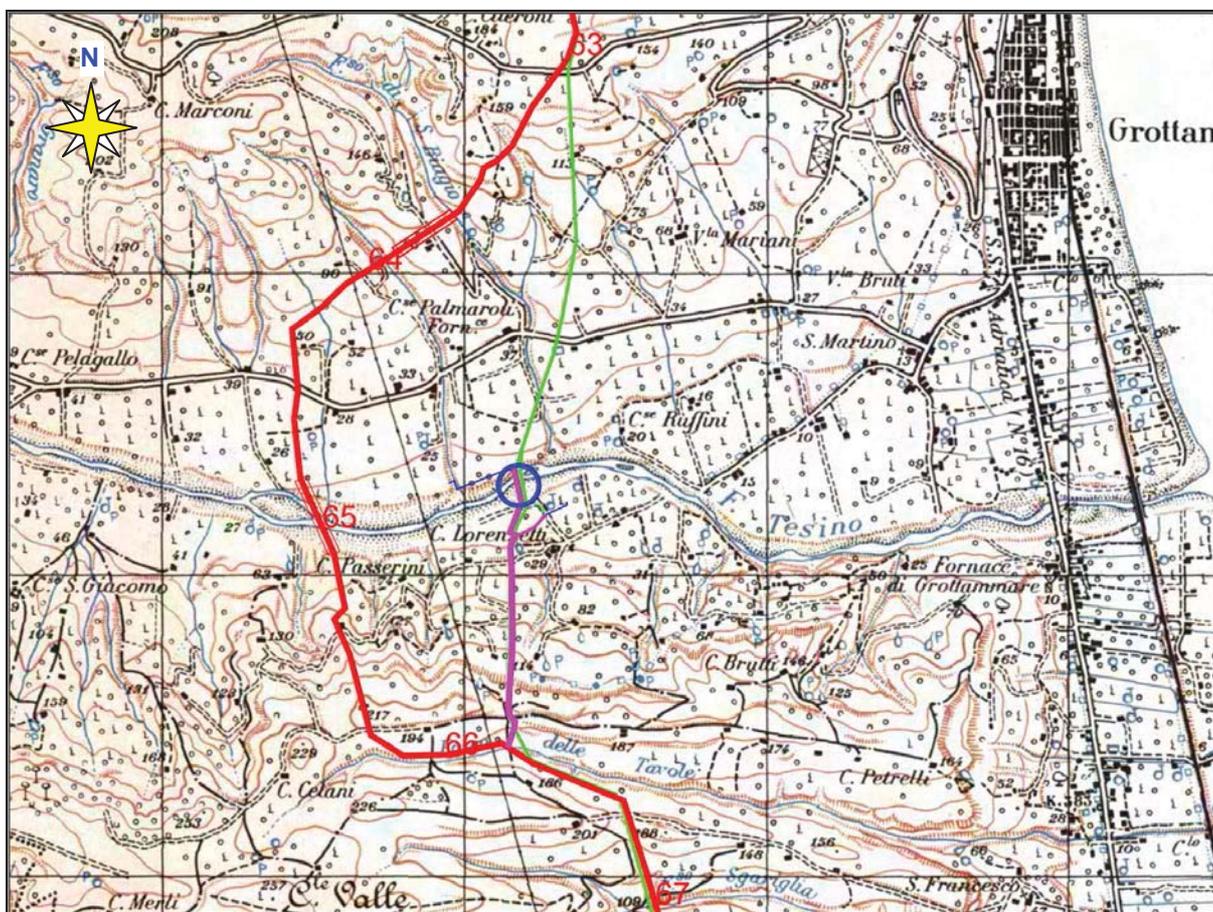


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

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	406142 m E	4759101 m N

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 8 di 66

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 principale in progetto - DN650 (linea in rosso), i metanodotti in esercizio da dismettere (linee in verde), il metanodotto Allacciamento in progetto - DN250 (linea in magenta) e l'ambito di attraversamento in esame del corso d'acqua da parte dell'Allacciamento (cerchio in blu).

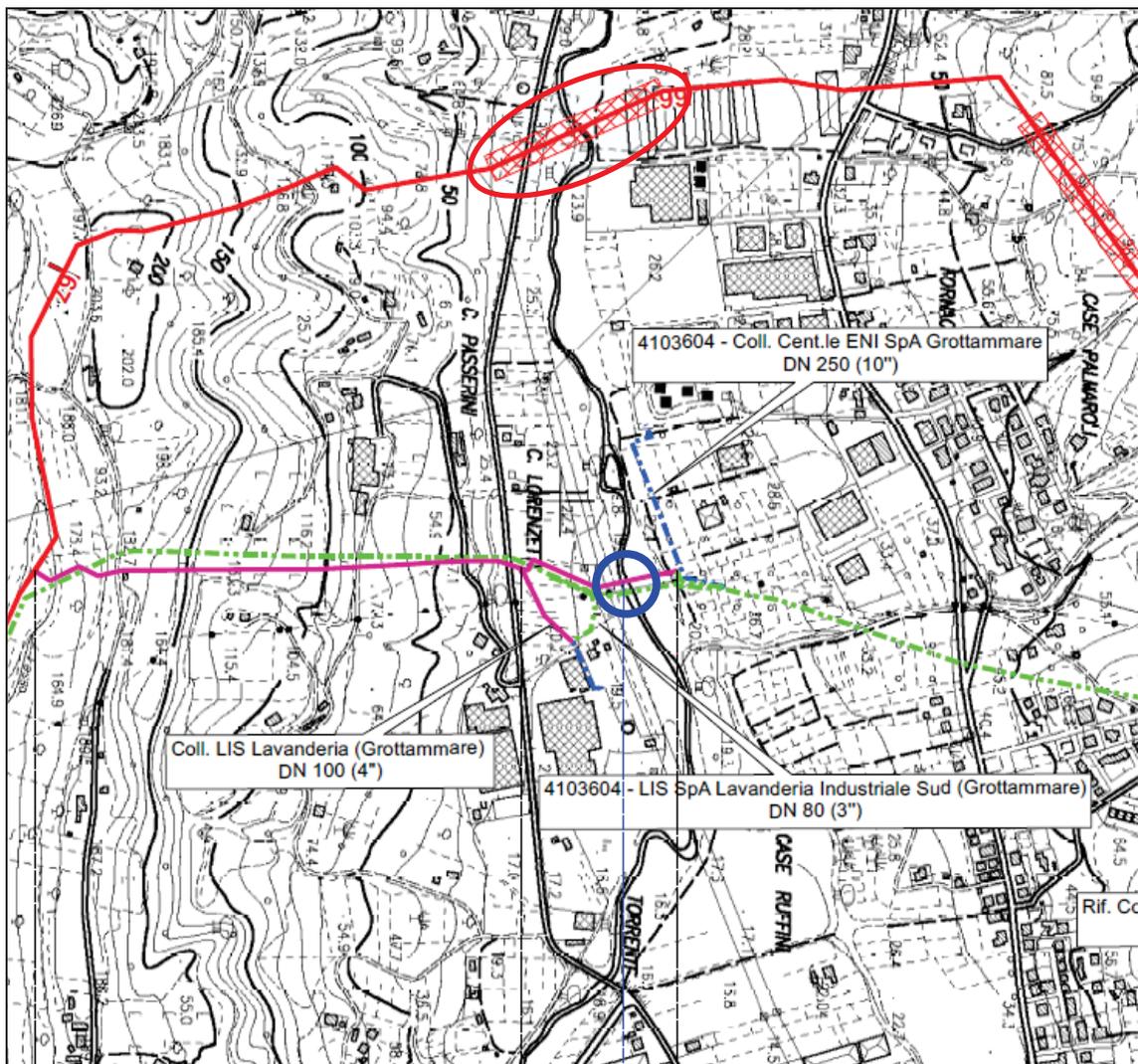


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

Dall'analisi della figura precedente si rileva che l'attraversamento del corso d'acqua da parte dell'Allacciamento (DN250) ricade circa 700m a valle dell'attraversamento da parte del metanodotto principale (DN650).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 9 di 66

### 3 CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME

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

Il Torrente Tesino rappresenta un corso d'acqua significativo, il quale è caratterizzato da un bacino imbrifero della superficie di circa 120 kmq.

Nasce dal monte La Torre (826m ) si snoda lungo un percorso sub- rettilineo per circa 36 km e sfocia nel mare Adriatico nel territorio di Grottammare, a sud del principale nucleo cittadino.

Il bacino a sud è adiacente, per un lungo tratto, a quello terminale del F. Tronto, dal quale risulta separato a pochi chilometri dal mare dai bacini dei torrenti Albula e Ragnola. A nord, esso confina con i più vasti bacini del F. Aso e del T. Menocchia.

Il bacino idrografico in oggetto è caratterizzato da una forma stretta e allungata, con altitudine media di 350 m s.l.m. e con elevata pendenza media dell'asta fluviale.

Il T. Tesino conserva lungo tutto il suo percorso una direzione prevalente SO-NE, pressoché parallela al tratto terminale del F. Tronto e non presenta affluenti di rilievo, eccetto fossi, né in destra né in sinistra idrografica.

L'elevata pendenza media dell'asta, la forma stretta del bacino e le caratteristiche litologiche dei terreni affioranti nel bacino sono responsabili del regime fortemente torrentizio del T. Tesino (caratterizzato da piene significative) e, quindi, della mancanza di tratti d'asta a granulometria selezionata; alla foce, infatti, arrivano materiali prevalentemente ghiaioso ciottolosi, misti a limi sabbiosi.

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

Nella stessa figura è stata inoltre riportata la linea del metanodotto principale in progetto (in colore rosso) e il tracciato dell'Allacciamento in esame nel presente elaborato (in color magenta) con la relativa area di attraversamento indicata mediante un cerchio in rosso.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83081
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 10 di 66

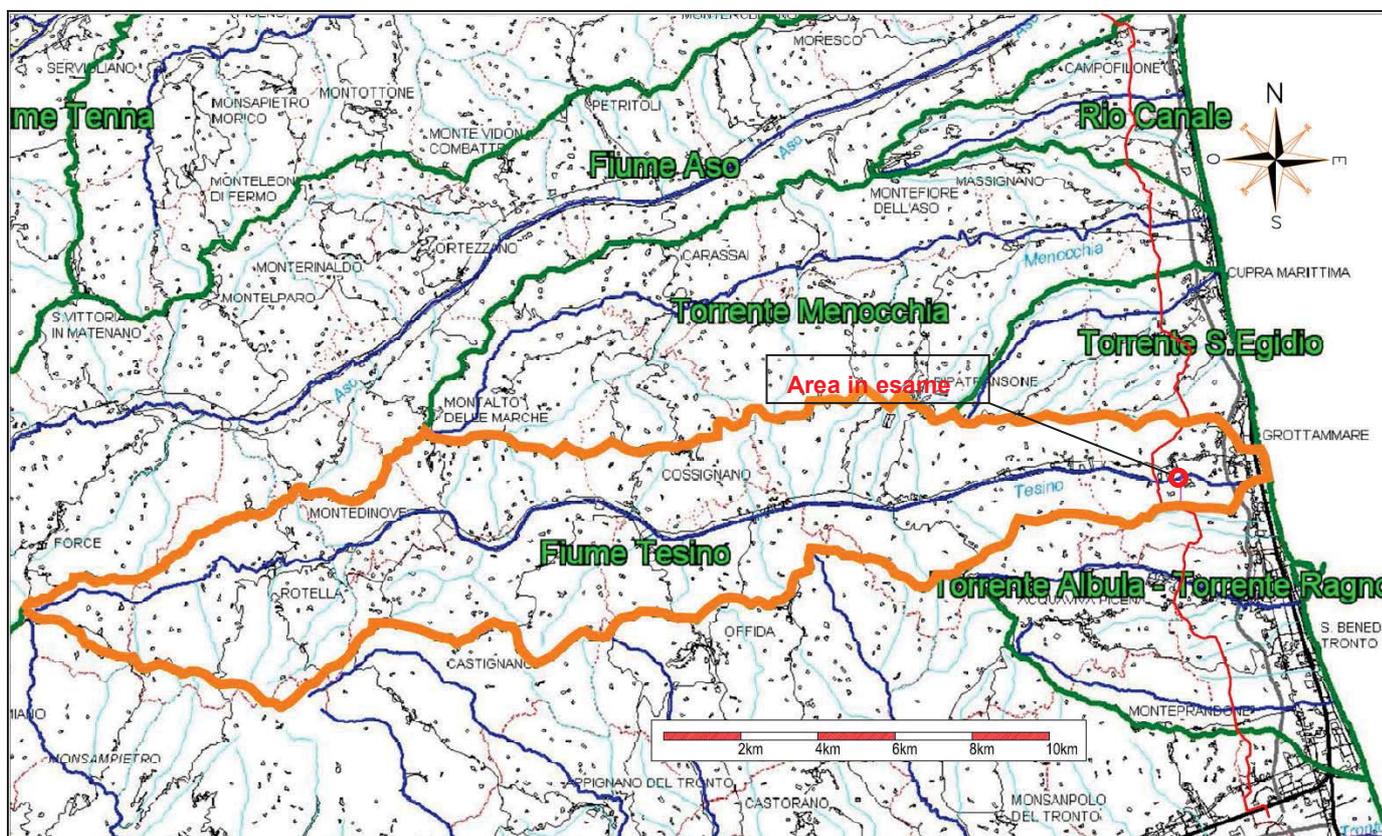


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua ed indicazione dell'ambito di studio

### 3.2 Descrizione dell'area d'intervento

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

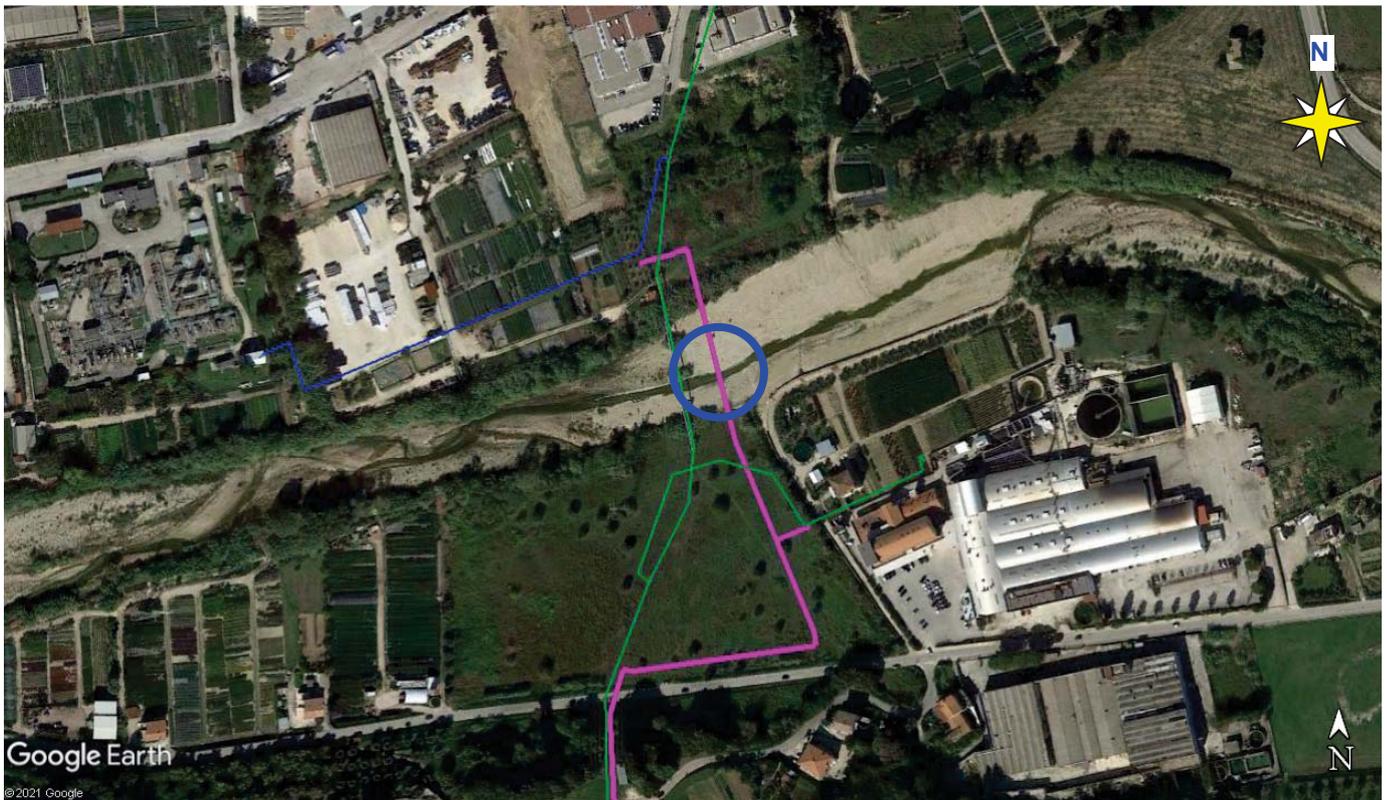
Nell'intorno dell'attraversamento il corso d'acqua assume un andamento planimetrico moderatamente sinuoso.

L'alveo si presenta molto ampio, con letto del fiume largo circa 70+80m e con sponde generalmente vegetate con canneti che si elevano di circa 5m dal fondo.

I sedimenti presenti in alveo sono rappresentati da ghiaia e ciottolame di varia pezzatura in matrice sabbiosa (depositi alluvionali attuali o recenti).

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 il metanodotto ed il corso d'acqua dove il tracciato del metanodotto Allacciamento (DN250) in progetto è riportato mediante una linea in magenta e l'area di attraversamento in esame è indicata mediante un cerchio in colore blu.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 11 di 66



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

Nella figura seguente è inoltre riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento in esame del corso d'acqua, il quale ricade immediatamente a monte del metanodotto in esercizio DN650 su ponte aereo (da dismettere).



	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 12 di 66

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83081	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 13 di 66	Rev. 1

## 4 VALUTAZIONI IDROLOGICHE

### 4.1 Generalità

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

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

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

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

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

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

### 4.2 Considerazioni specifiche preliminari

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

Nel caso in esame, poiché l'attraversamento in esame del corso d'acqua (relativo al metanodotto Allacciamento in progetto) ricade poco a valle dell'attraversamento da parte del tracciato di progetto del metanodotto principale (a circa 650m di distanza, si veda ad esempio la Fig.3.1/A), e siccome non si rileva variazioni significative nei termini di superfici di bacini sottesi, ai fini delle valutazioni idrologiche si riprendono le medesime valutazioni già effettuate per l'attraversamento del tracciato del metanodotto principale.

A tal proposito 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 del metanodotto principale (DN650) è indicato mediante una linea in colore rosso.



PROGETTISTA



UNITÀ  
000

COMMESSA  
023081

LOCALITÀ

Regione Marche

**SPC. LA-E-83081**

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

Fg. 14 di 66

Rev.  
1

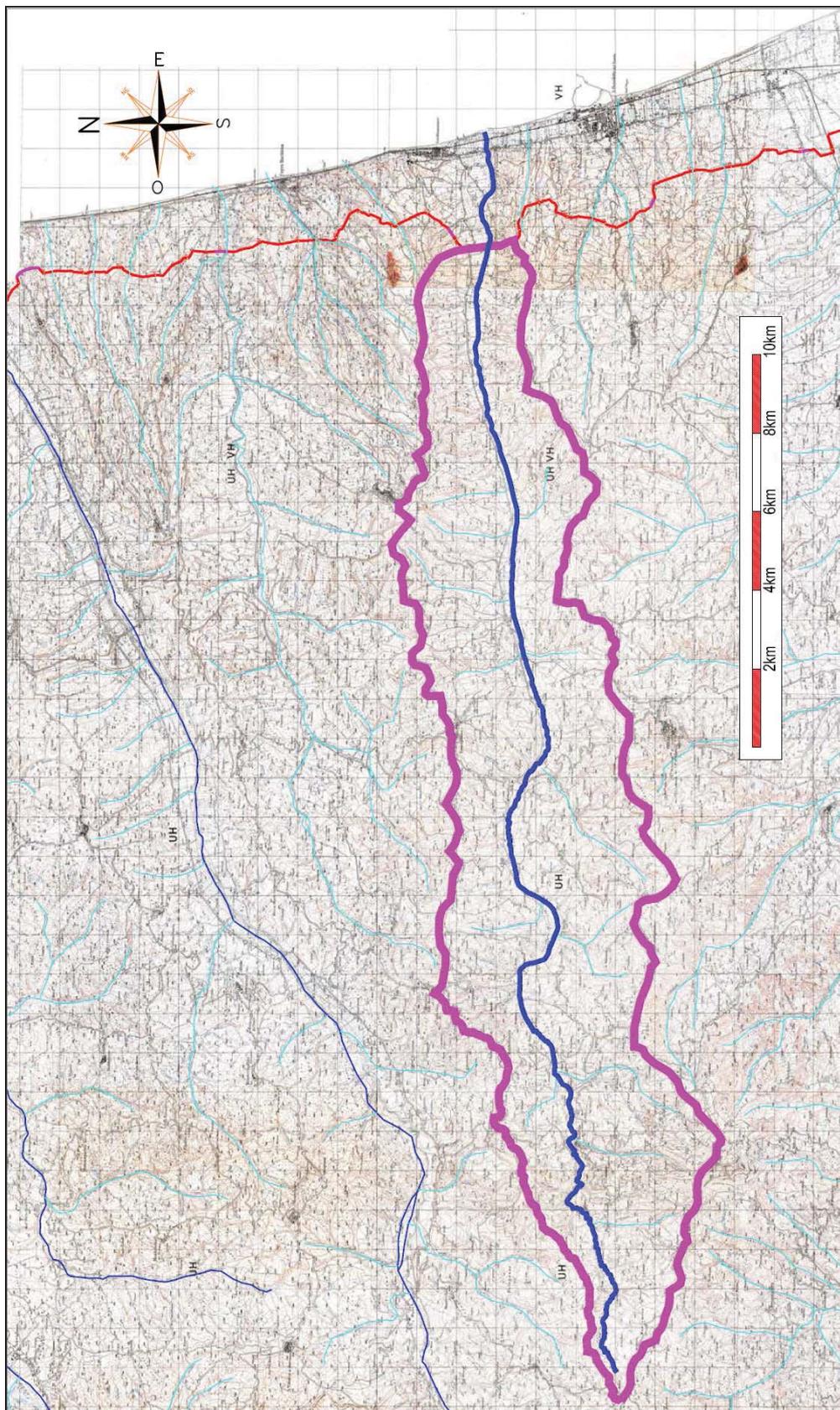


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 15 di 66

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 media Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
Torrente Tesino / Sez. di studio	115	33	1103	363	23

#### 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.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83081	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 16 di 66	Rev. 1

In sintesi sono stati forniti i seguenti allegati:

- 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 km<sup>2</sup>).

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

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

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

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

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

#### 4.4.4 Risultati riferiti al caso specifico

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

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

*Tab.4.4/A: Portate al colmo di piena / Metodo "Regionalizzazione Marche" (quantili)*

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)
Torr. Tesino / Sez. di studio	42.979° / 13.840°	115	335	378	400	524

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 17 di 66

#### 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 (mc/s)	qmax (mc/s×kmq)
Sezione Idrologica		(kmq)	(mc/s)	(mc/s×kmq)
Torr. Tesino	Sez. di studio	115	<b>400</b>	3.48

#### 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.

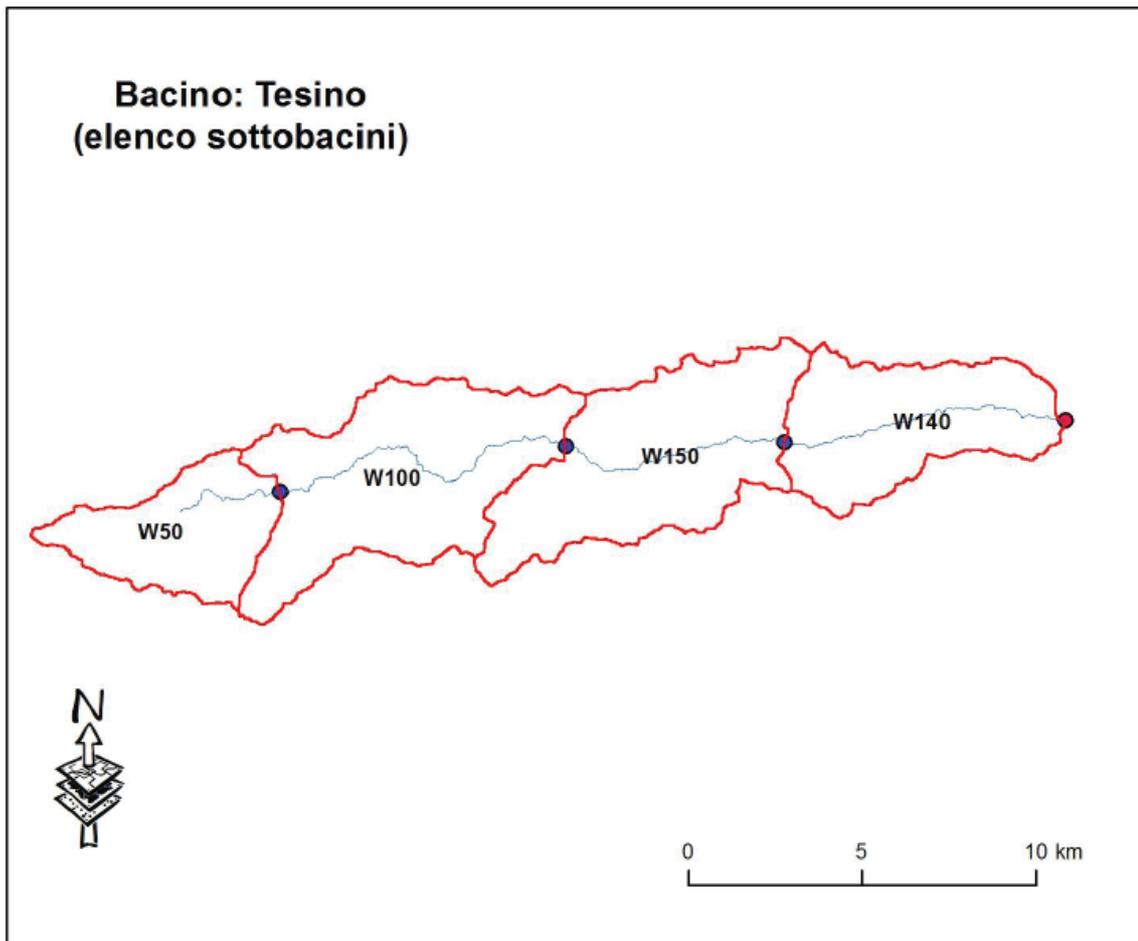
Lo studio risulta disponibile on line presso il link <https://www.bonificamarche.it/i-nostri-programmi/studio-per-la-mitigazione-del-rischio-idrogeologico/>

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		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 18 di 66



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

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

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

L'ambito in esame ricade non lontano dalla foce e pertanto può essere considerata la junction (foce Tesino - Outlet 1), come confluenza di riferimento.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 19 di 66

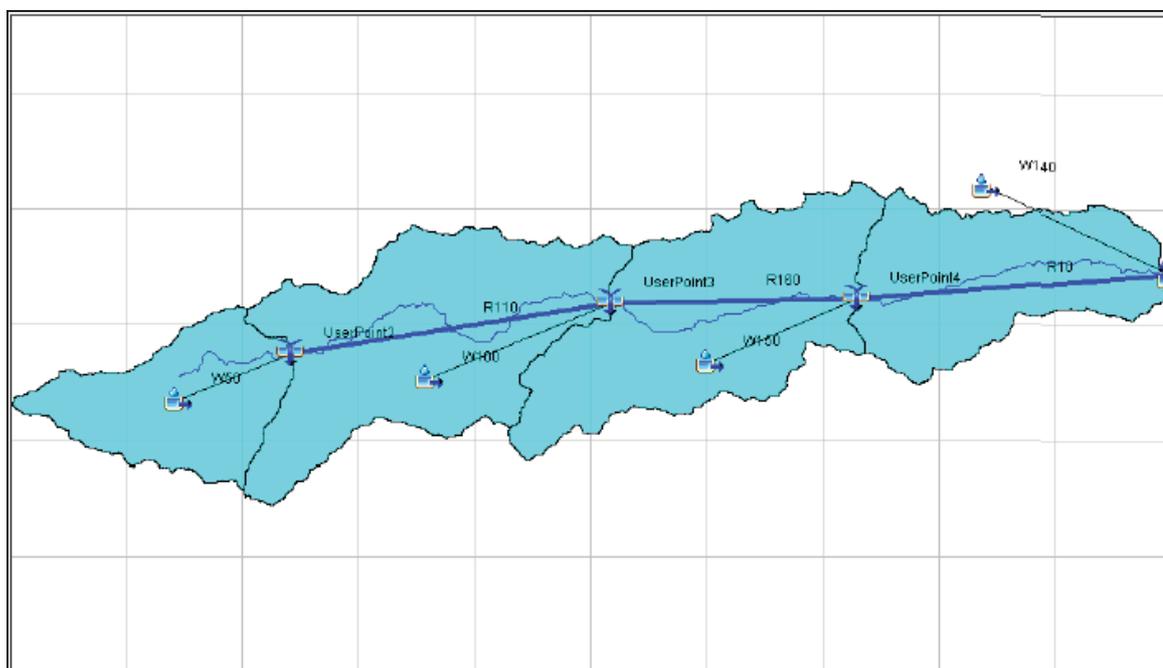


Fig.4.6/B: Indicazioni delle confluenze di studio nel corso d'acqua

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle elaborazioni idrologiche nelle varie confluenze e riferite a tempi di ritorno di 50 , 100 e 200 anni.

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

Subbasin Junction	$Q_{max50}$ (HEC- HMS) ( $m^3/s$ )	$Q_{max100}$ (HEC- HMS) ( $m^3/s$ )	$Q_{max200}$ (HEC-HMS) ( $m^3/s$ )
W150	35.3	44.7	54.1
W100	24.9	31.9	39.2
W50	15.8	20.7	25.8
W140	23.7	30.3	36.7
Outlet1	87.6	112	136.8
UserPoint2	15.8	20.7	25.8
UserPoint3	40.4	52.2	64.5
UserPoint4	70.7	90.5	110.8

Esaminando la tabella precedente, si evince che in corrispondenza della confluenza di riferimento " foce Tesino - Outlet 1" si individuano valori di portata decisamente inferiori nei confronti di quelli valutati con il metodo della "Regionalizzazione" (si veda la Tab.4.4/A).

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-83081	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 20 di 66	Rev. 1

## 5 STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE

In precedenza è stato già evidenziato che l'attraversamento in esame (relativo all'Allacciamento DN250) ricade poco a valle (a circa 650m di distanza) dall'attraversamento del corso d'acqua da parte del metanodotto principale DN650.

In tal senso qui di seguito si riporta lo studio idraulico già sviluppato per l'attraversamento del corso d'acqua da parte del metanodotto principale. Quindi le considerazioni risultanti dallo stesso studio vengono ritenute valide anche per l'attraversamento del corso d'acqua da parte dell'Allacciamento in esame.

### 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-RAS<sup>1</sup>, nella versione 4.1.0, e descritti nei documenti "RAS Hydraulic reference manual", "RAS user's manual", "RAS applications guide".

<sup>1</sup> 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		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 21 di 66

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

## 5.2 Assetto geometrico e modellazione dell'alveo

Al fine di eseguire la modellazione idraulica nell'ambito di riferimento è stato considerato un tronco d'alveo idraulicamente significativo a cavallo della sezione di attraversamento del metanodotto principale in progetto (DN650), per uno sviluppo complessivo di circa 1km.

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; il tracciato del metanodotto principale in progetto (DN650) è indicato con una linea colore in rosso e il tracciato del metanodotto Allacciamento in esame è indicato con una linea in colore arancione.

La sezione Sez.1 (RS50) coincide con la sezione di monte del tronco idraulico; la sezione Sez.5 (RS10) rappresenta la sezione idraulica di valle.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 22 di 66

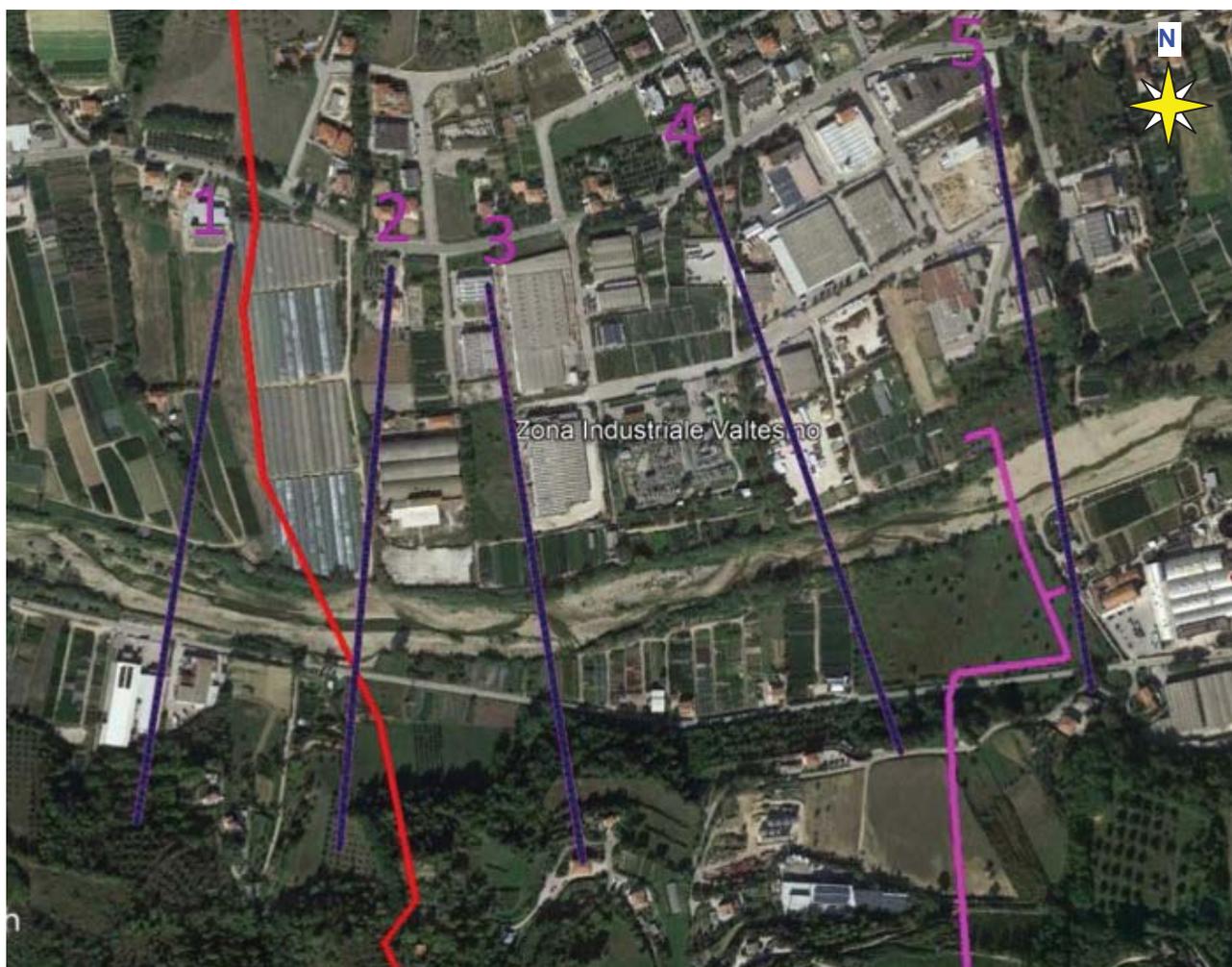


Fig.5.2/A: Foto aerea del tronco d'alveo analizzato e sezioni iniziali di input

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

Tab.5.2/A: quadro geometrico generale della modellazione

SEZIONE IDRAULICA (River Station)	SEZIONE DEL RILIEVO	PROGRESSIVA (m)	DISTANZA dalla Sez. succ. (m)	DESCRIZIONE
RS50	Sez.1	0.00	192.99	Sezione di monte
RS40	Sez.2	192.99	187.73	
RS30	Sez.3	380.72	304.42	
RS20	Sez.4	685.14	241.33	
RS10	Sez.5	926.47	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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 23 di 66

quali sono state individuate in maniera automatizzata dal programma mediante interpolazione lineare tra le sezioni di input immediatamente a monte ed a valle.

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

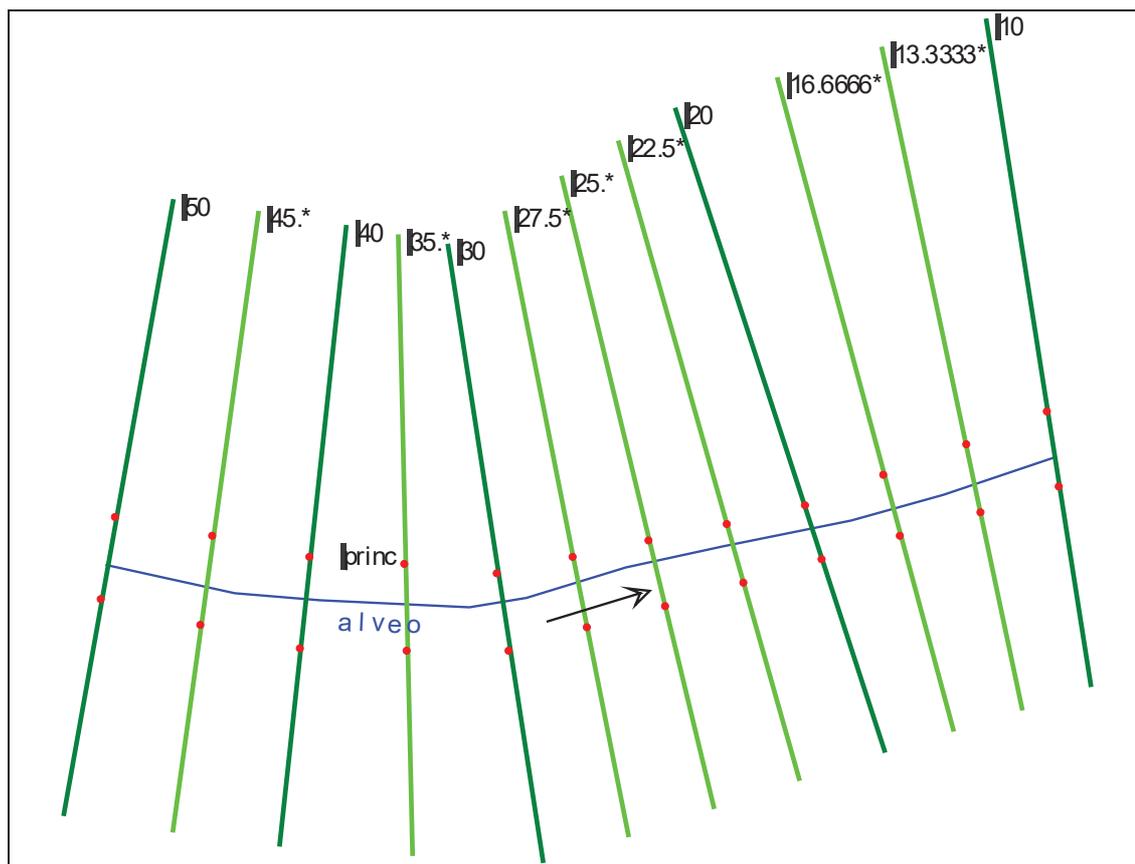


Fig.5.2/B: Modellazione geometrica in Hec Ras (RS50 a monte e RS10 a valle)

#### 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:

- $Q_{200} = 400 \text{ mc/s}$

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

Le condizioni al contorno imposte alle estremità del tronco d'alveo oggetto di studio, sono costituite da un flusso in moto uniforme "normal depth" a monte (RS50) ed a valle (RS10), in considerazione delle pendenze al fondo individuati per i tratti immediatamente esterni alle estremità del tronco.

Per quanto concerne il coefficiente d'attrito si è fatto riferimento agli indici di scabrezza

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 24 di 66

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);

### 5.3 Risultati della simulazione idraulica

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

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

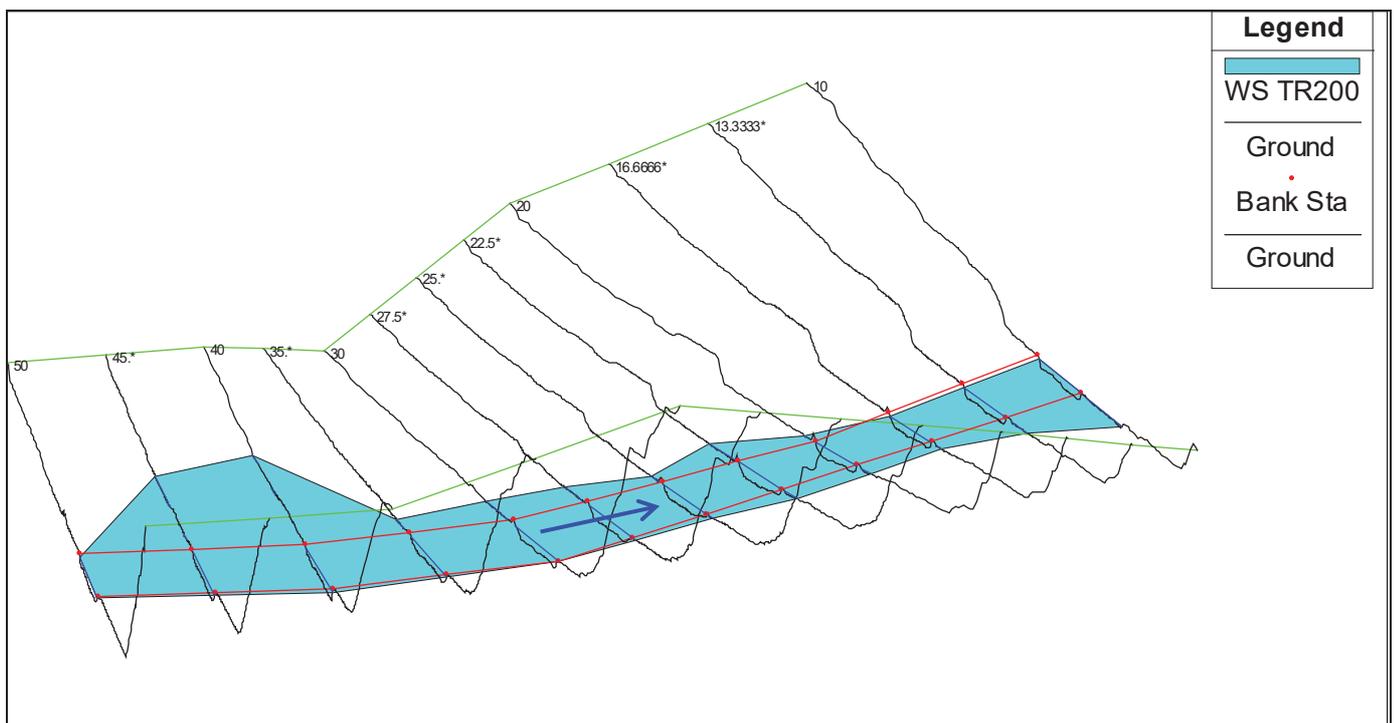


Fig.5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS50: monte /RS10: valle)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 25 di 66

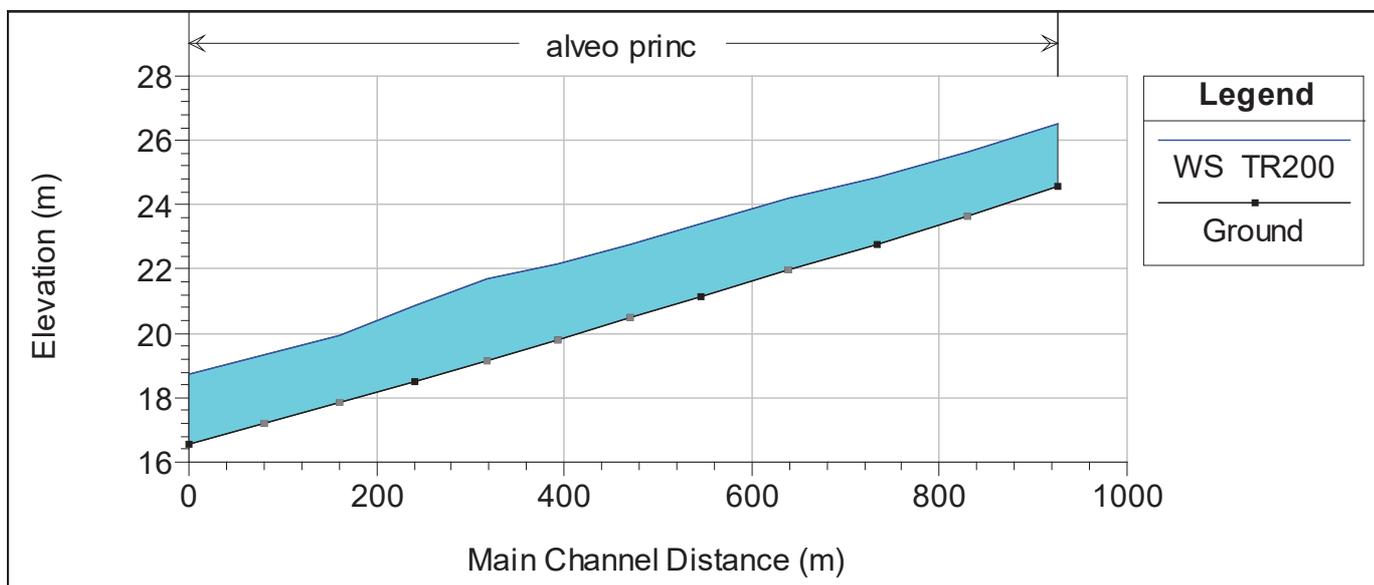


Fig.5.3/B: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale (RS50: monte /RS10: valle)

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

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
50	400	24.56	26.52	26.51	27.23	0.010571	3.73	107.32	74.57	1.44	148.15	0.99
45.*	400	23.66	25.66	25.66	26.26	0.008948	3.44	123.35	142.97	1.45	126.17	0.91
40	400	22.77	24.85	24.65	25.35	0.007162	3.13	128.99	112.59	1.49	103.65	0.82
35.*	400	21.96	24.2	23.95	24.71	0.006506	3.16	127.58	96.04	1.62	102.24	0.79
30	400	21.14	23.39	23.26	24.01	0.008181	3.5	116.88	108.18	1.59	126.25	0.89
27.5*	400	20.47	22.76	22.61	23.4	0.007866	3.54	113.47	86.99	1.67	127.51	0.88
25.*	400	19.81	22.16	21.99	22.81	0.007514	3.58	112.73	80.88	1.76	128.18	0.86
22.5*	400	19.15	21.72	21.4	22.29	0.005739	3.37	126.11	114	1.97	109.47	0.77
20	400	18.48	20.88	20.88	21.72	0.009407	4.07	101.37	75.77	1.81	163.92	0.97
16.6666*	400	17.84	19.92	20.03	20.85	0.012186	4.27	93.9	63.79	1.59	188.21	1.08
13.3333*	400	17.21	19.36	19.29	20.07	0.008964	3.75	108.67	87.72	1.65	143.46	0.93
10	400	16.57	18.73	18.73	19.35	0.008301	3.51	125	128.67	1.59	127.33	0.89

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;

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 26 di 66

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

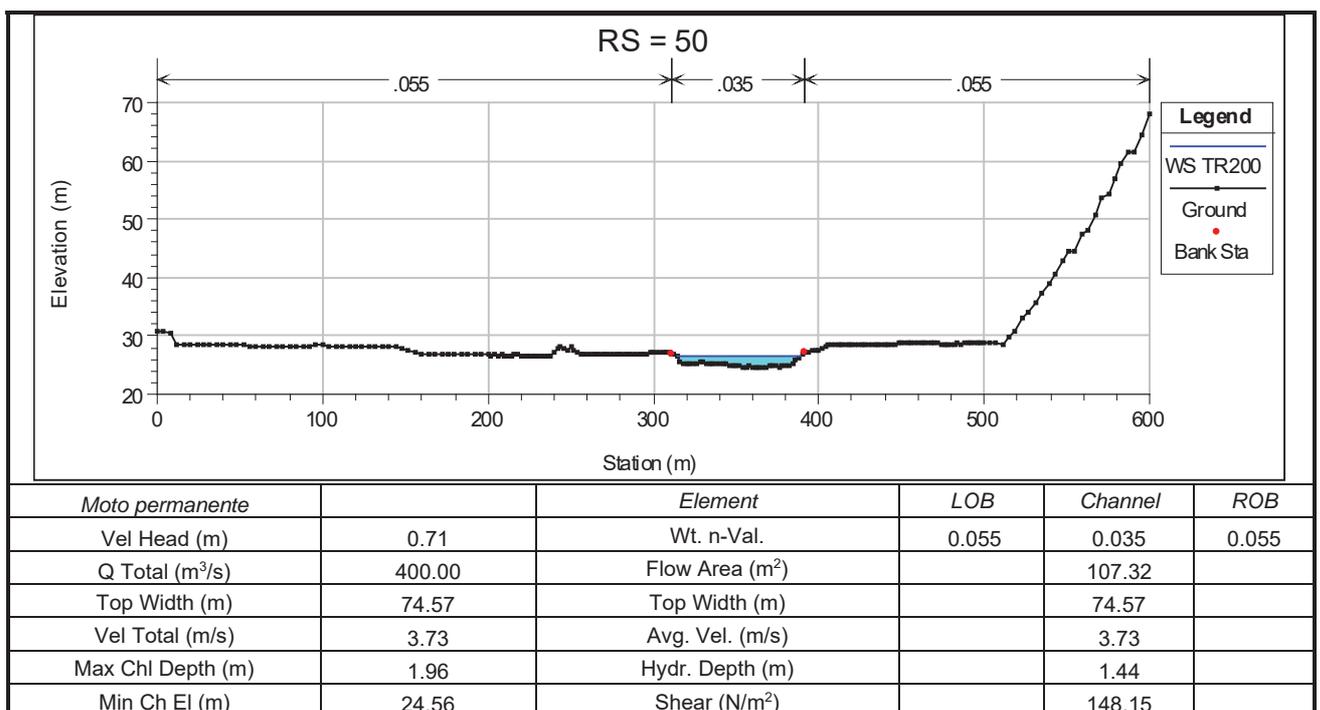
- Min Ch El, quota minima dell'alveo medio principale;
- Wt. n-Val, coefficiente di scabrezza di Manning;

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





PROGETTISTA



UNITÀ  
000

COMMESSA  
023081

LOCALITÀ

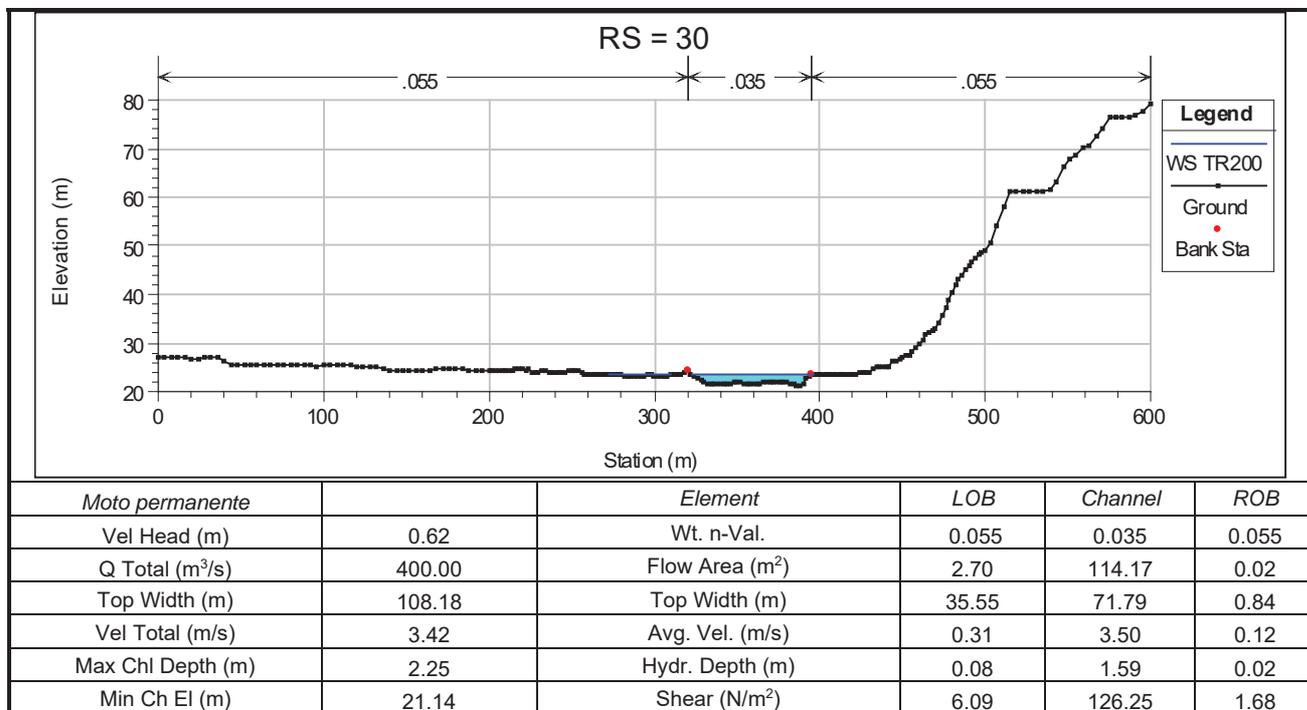
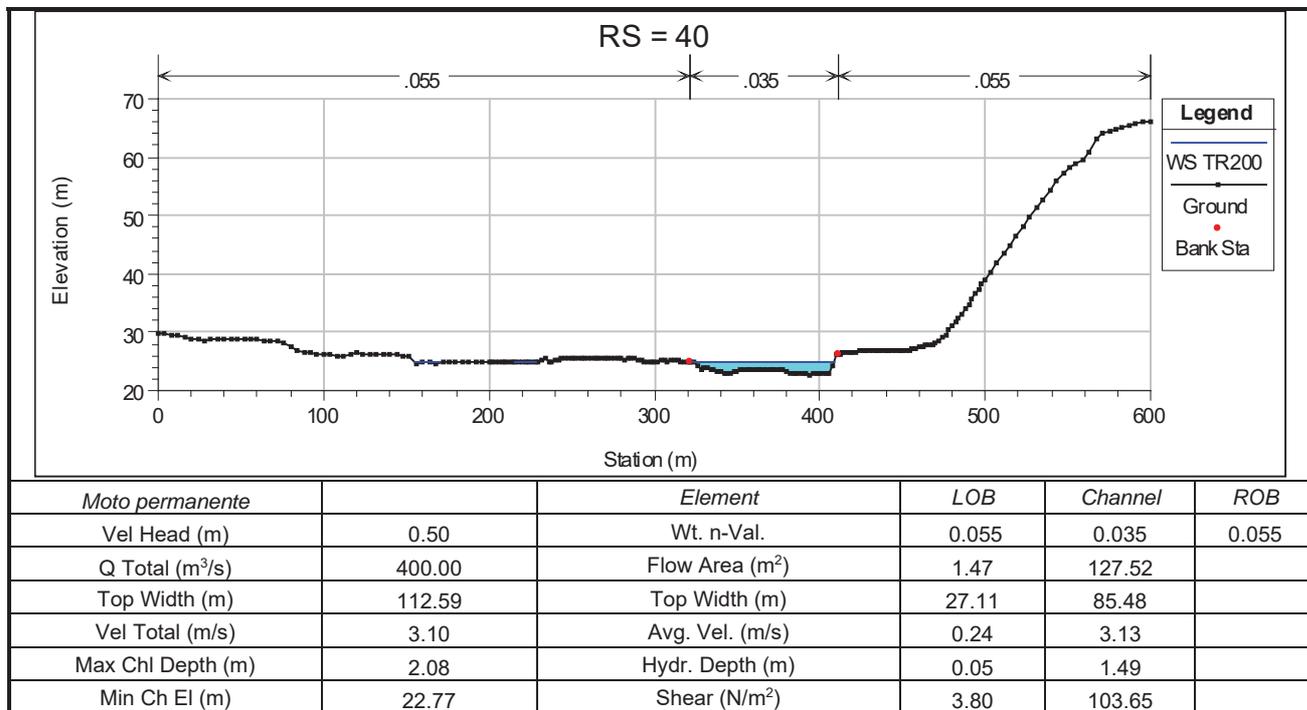
Regione Marche

SPC. LA-E-83081

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

Fg. 27 di 66

Rev.  
1





PROGETTISTA



UNITÀ  
000

COMMESSA  
023081

LOCALITÀ

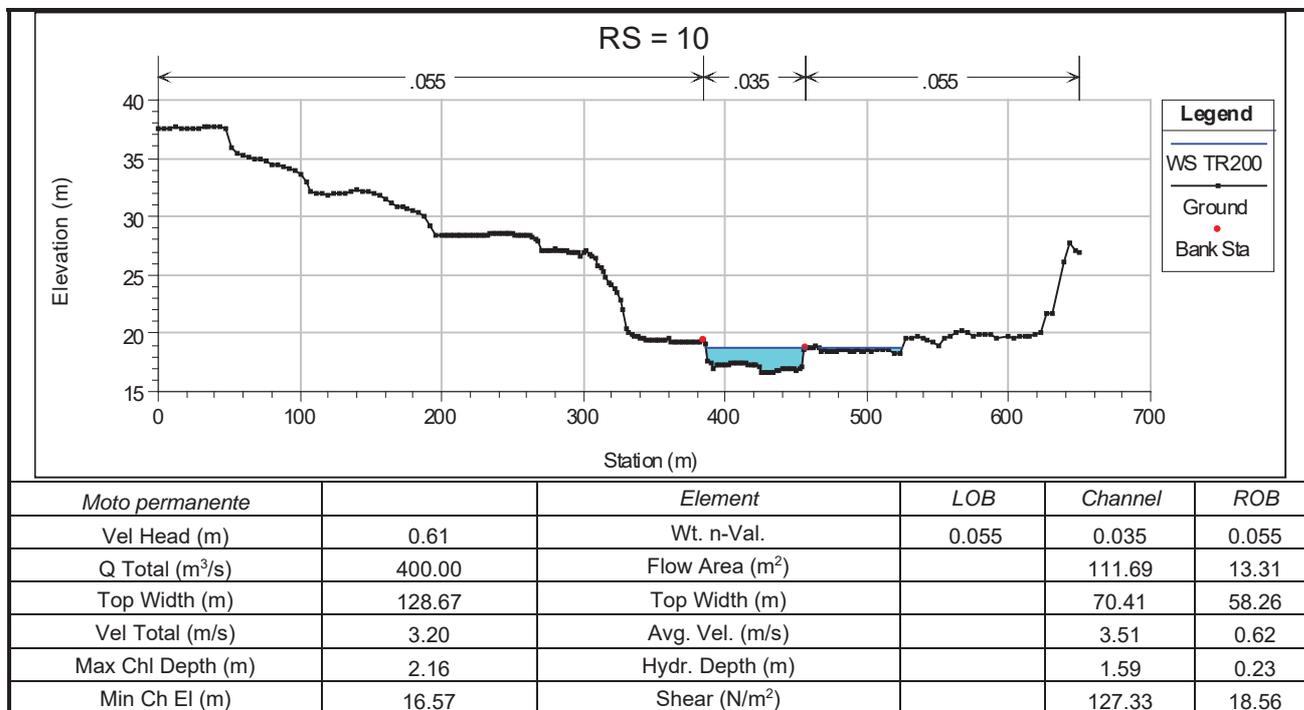
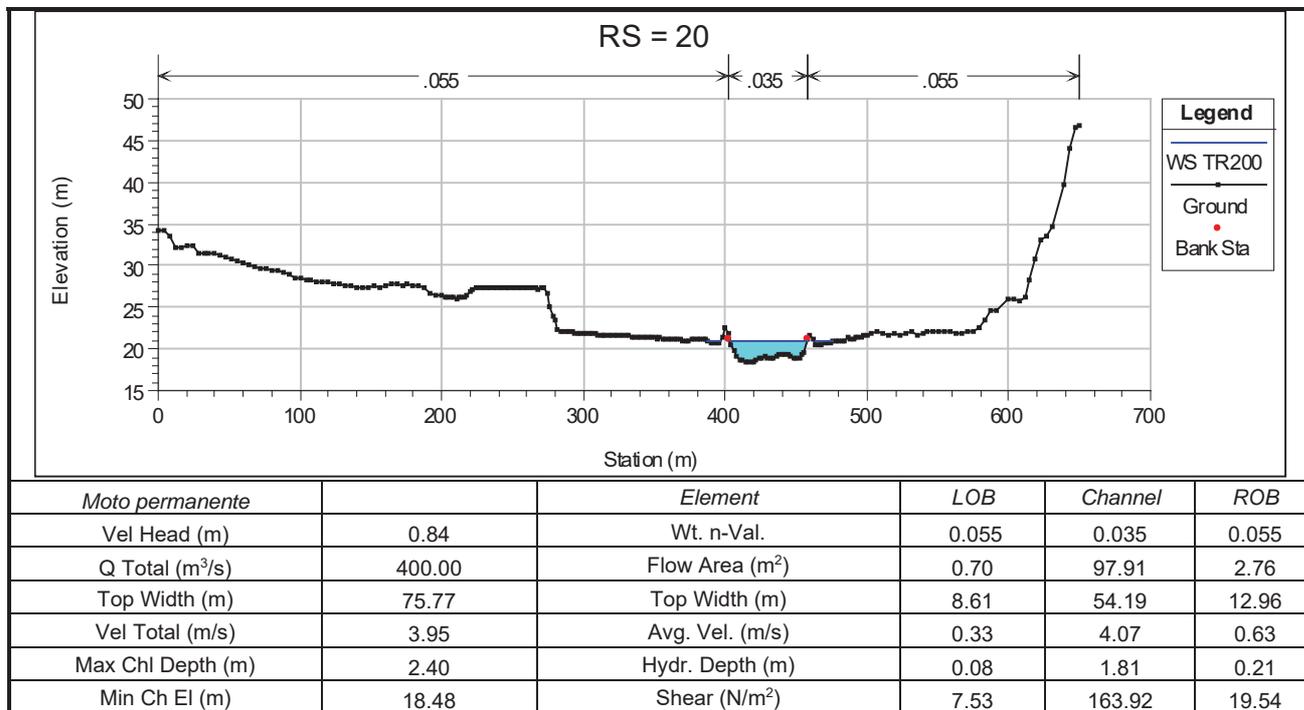
Regione Marche

SPC. LA-E-83081

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

Fg. 28 di 66

Rev.  
1



	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 29 di 66

#### 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 risulta in generale in grado di contenere pressappoco la portata di progetto (portata duecentennale), a tal proposito si guardi la Fig.5.3/A.

Locali esondazioni, peraltro con battenti ad altezza limitata, si rilevano nel tratto iniziale nel lato in sinistra idrografica e nel tratto terminale nel lato in destra idrografica.

Le velocità di deflusso della corrente risultano generalmente variabili nell'ordine dei 3÷4.5 m/s, mantenendosi comunque 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-83081	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 30 di 66	Rev. 1

## 6 VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO

### 6.1 Generalità

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

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

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

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83081	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 31 di 66	Rev. 1

## 6.2 Criteri di calcolo

### Approfondimenti localizzati

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

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

In questi casi, e quando le dimensioni granulometriche del materiale di fondo sono inferiori a 5 centimetri, i valori raggiungibili dalle suddette erosioni sono generalmente indipendenti dalla granulometria; per dimensioni dei grani maggiori di 5 centimetri, invece, all'aumentare della pezzatura diminuisce la profondità dell'erosione<sup>2</sup>. Occorre quindi poter stimare quale sia il diametro limite dei clasti trasportabili dalla piena e quindi valutare gli eventuali approfondimenti. Per i casi di posa di condotte in sub-alveo con eventuale rivestimento, da effettuare in corsi d'acqua a regime torrentizio, è inoltre necessario adeguare le analisi alle condizioni concrete di esecuzione. Fra i modelli più noti atti a determinare il valore dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota media iniziale del fondo dovuto alle piene (Schoklitsh, Eggemberger, Adami, ecc.), la formula di Schoklitsh<sup>3</sup> è quella che presenta minori difficoltà nella determinazione dei parametri caratteristici.

Per determinare un valore medio rappresentativo dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota media iniziale del fondo, si ricorre alla citata formula di Schoklitsh:

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

dove

- **S** è la profondità massima degli approfondimenti rispetto alla quota media del fondo, nella sezione d'alveo considerata;
- **H** =  $h_0 + v^2/2g$  rappresenta il carico totale relativo alla sezione immediatamente a monte della buca;
- **q** =  $Q_{Max} / L$  è la portata specifica per unità di larghezza L della corrente in alveo;
- **a** è dato dal dislivello delle quote d'alveo a monte e a valle della buca.

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

### Arature di fondo

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

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> Schoklitsh A., "Stauraum verlandung und kolkbewehr", Springer ed., Vienna, 1935.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 32 di 66

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 studiate<sup>4</sup> da Yalin (1964), Nordin (1965) ed Altri, che hanno proposto di assegnare a tali escavazioni un valore cautelativo pari ad una percentuale dell'altezza idrometrica di piena ivi determinata. In particolare, nel caso di regime di corrente lenta, venne concluso che, per granulometrie comprese nel campo delle sabbie, la profondità del fenomeno risulta comunque inferiore a 1/6 o al massimo 1/3 dell'altezza idrica. Una generalizzazione prudentiale, proposta in Italia<sup>5</sup>, sulla base di osservazioni dirette nei corsi d'acqua della pianura padana, estende il limite massimo dei fenomeni di escavazione per aratura, indipendentemente dalla natura del fondo e dal regime di corrente, ad un valore cautelativo pari al 50% dell'altezza idrometrica di piena.

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

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

#### Diametro limite dei clasti trasportabili

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

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

dove

- $\delta$  è il diametro delle particelle;
- $\tau_0$  è la tensione tangenziale in alveo;
- $\gamma_s$  è il peso specifico delle particelle (considerato 24 kN/m<sup>3</sup>);
- $\gamma_w$  è il peso specifico dell'acqua, considerata, per semplicità, limpida.

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

<sup>5</sup> 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-83081	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 33 di 66	Rev. 1

### 6.3 Stima dei massimi approfondimenti attesi

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

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

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

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

River Station	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Vel Chnl (m/s)	Top Width (m)	Hydr Depth C (m)	Portata specifica (m <sup>3</sup> /s m)	Carico totale (m)	Approfond. Localizzati (m)	Arature di fondo (m)
50	400	3.73	74.57	1.44	5.36	2.15	1.21	0.72
45.*	400	3.44	142.97	1.45	2.80	2.05	0.99	0.73
40	400	3.13	112.59	1.49	3.55	1.99	1.05	0.75
35.*	400	3.16	96.04	1.62	4.16	2.13	1.12	0.81
30	400	3.5	108.18	1.59	3.70	2.21	1.10	0.80
27.5*	400	3.54	86.99	1.67	4.60	2.31	1.19	0.84
25.*	400	3.58	80.88	1.76	4.95	2.41	1.24	0.88
22.5*	400	3.37	114	1.97	3.51	2.55	1.15	0.99
20	400	4.07	75.77	1.81	5.28	2.65	1.32	0.91
16.6666*	400	4.27	63.79	1.59	6.27	2.52	1.36	0.80
13.3333*	400	3.75	87.72	1.65	4.56	2.37	1.20	0.83
10	400	3.51	128.67	1.59	3.11	2.22	1.05	0.80

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 <sup>2</sup> )	Diametro limite clasti trasportati (m)
50	148.15	0.17
45.*	126.17	0.15
40	103.65	0.12
35.*	102.24	0.12
30	126.25	0.15
27.5*	127.51	0.15
25.*	128.18	0.15
22.5*	109.47	0.13

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 34 di 66

River Station	Shear Chan (N/m <sup>2</sup> )	Diametro limite clasti trasportati (m)
20	163.92	0.19
16.6666*	188.21	0.22
13.3333*	143.46	0.17
10	127.33	0.15

#### 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 il metanodotto in progetto, le massime erosioni attese al fondo alveo si attestano intorno al valore dell'ordine di **1.5 m**.

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83081	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 35 di 66	Rev. 1

## 7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

### 7.1 Premessa

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

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

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

### 7.2 Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto

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

Nello specifico, in considerazione delle dimensioni alquanto ridotte della condotta da posizionare (DN250) e dell'insieme delle caratteristiche morfologiche, geologiche, geometriche ed idrauliche dell'ambito d'interferenza ha condotto all'individuazione del sistema di posa in subalveo della pipeline mediante la metodologia degli "scavi a cielo aperto".

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

La metodologia esecutiva consiste sostanzialmente nelle seguenti fasi:

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

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

- lavori in continuità con quelli di linea; tale procedura riguarda l'attraversamento di corsi d'acqua "poco importanti" (in relazione all'aspetto idraulico, alla morfologia

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83081	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 36 di 66	Rev. 1

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

Preliminarmente alla fase di scavo verranno in generale realizzati dei by-pass, costituiti da tomboni e/o da argini, ture ecc., per consentire il normale deflusso delle acque. Per i corsi d’acqua ampi e/o con deflusso significativo di acqua, i lavori verranno eseguiti per tratti successivi. In questo caso anche gli interventi temporanei di deviazione del flusso verranno adattati nel corso dei lavori, con lo scopo di operare sempre nelle condizioni favorevoli.

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

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

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

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

### 7.3 Prescrizioni sulla geometria della condotta ed interventi di ripristino

Le configurazioni di attraversamento in subalveo, allo stato attuale, sono state già progettualmente definite esclusivamente per gli attraversamenti della condotta principale (DN 650) e relativamente ai corsi d’acqua principali.

Nel caso in esame si sta analizzando un attraversamento da parte di una condotta di Allacciamento (DN250) e pertanto, per quanto detto, non è stato ancora definito il profilo di subalveo della condotta.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 37 di 66

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

#### Copertura di progetto

Relativamente al profilo di posa della condotta in progetto in subalveo dell'attraversamento in esame, in considerazione dei risultati delle stime dei fenomeni erosivi precedentemente riportati e delle condizioni peculiari rilevate nel contesto d'intervento, si prescrive una copertura minima in alveo 4.5 m (riferita alla profondità della generatrice superiore del tubo nei confronti della quota minima di fondo alveo).

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

#### Interventi di ripristino

Le opere di difesa idraulica da realizzare nell'ambito fluviale in esame:

- Scogliere in massi ciclopici naturali, da realizzare lungo le sponde dell'alveo del corso d'acqua per tutta la fascia interessata dai lavori. Nel caso specifico si ritiene che le opere debbano avere uno sviluppo longitudinale non inferiore ai 35m per ciascun lato;

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83081	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 38 di 66	Rev. 1

## 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.

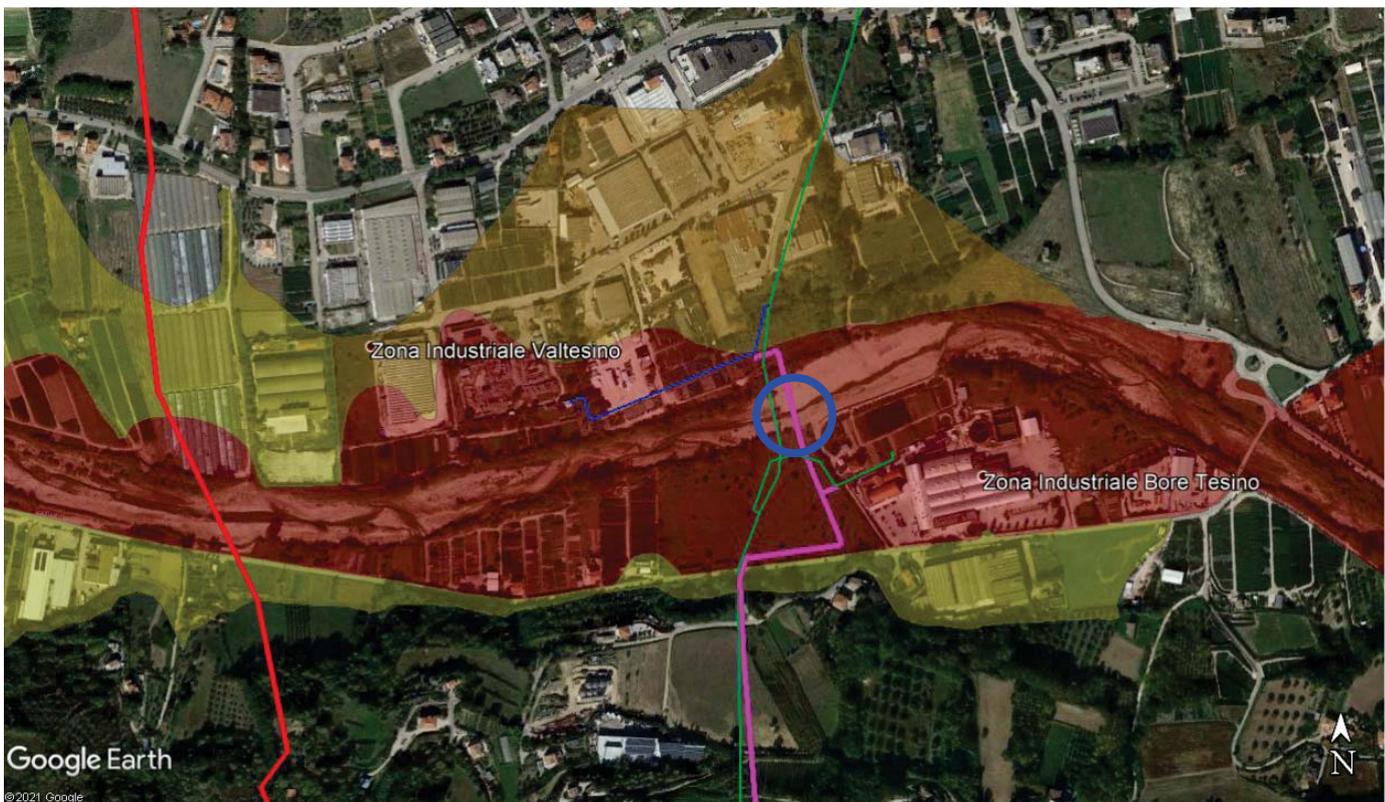
L'Art.9 disciplina gli interventi consentiti nelle aree inondabili.

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		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 39 di 66

## 8.2 Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento

Nella figura seguente è riportato uno stralcio di una foto aerea dal quale si può individuare l'ambito d'interferenza tra il metanodotto Allacciamento in progetto (riportato mediante una linea in colore magenta) 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).



## 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 perimetrare 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

Dall'analisi della figura precedente si rileva che il metanodotto Allacciamento in progetto in corrispondenza dell'ambito di attraversamento del corso d'acqua interessa

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83081	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 40 di 66	Rev. 1

per un tratto significativo un'area inondabile a Rischio idraulico molto elevato (R4); inoltre, nel margine destro della regione fluviale del corso d'acqua, il metanodotto Allacciamento in progetto interferisce con un'area inondabile a Rischio idraulico medio (R2).

### 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 punto di partenza del metanodotto (Allacciamento) è posizionato nel lato in destra idrografica del fiume, mentre il punto di consegna terminale è posizionato nel lato in sinistra idrografica.

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.

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

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

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

#### Considerazioni specifiche

Quindi, entrando più in dettaglio in merito agli aspetti connessi alla specifica interferenza idraulica in corrispondenza dell'alveo del corso d'acqua, si evidenzia quanto segue:

- L'attraversamento fluviale avviene in "subalveo" e prevede una profondità di posa della condotta di sufficiente garanzia nei confronti d'eventuali fenomeni di erosione di fondo (anche localizzati e/o temporanei) che si possono produrre anche in concomitanza di piene eccezionali, cosicché é da escludere qualsiasi interferenza tra tubazione e flusso della corrente;
- La configurazione morfologica dell'alveo, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, verrà mantenuta praticamente invariata nei confronti della situazione preesistente. Le opere complementari (previste con tecniche di ingegneria naturalistica) sono infatti unicamente finalizzate al ripristino della configurazione originaria dell'alveo, oltre che al presidio idraulico dell'infrastruttura nei confronti di potenziali fenomeni erosivi in ambito locale da parte della corrente;

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83081	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 41 di 66	Rev. 1

- La configurazione geometrica della pipeline nell'ambito di intervento (quote in subalveo e profili di risalita) è stata stabilita anche in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua e sono tali da non precludere la possibilità di effettuare interventi futuri in alveo, finalizzati ad attenuare o eliminare le condizioni di rischio idraulico (es: risagomature dell'alveo, realizzazione di eventuali opere di regimazione idraulica, ecc.).

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

1. *Modifiche indotte sul profilo involuppo di piena*  
Non generando alterazioni dell'assetto morfologico (tubazione completamente interrata, con ripristino definitivo dei terreni allo stato preesistente), non sarà determinato dalla costruzione della condotta nessun effetto di variazione dei livelli idrici e quindi del profilo d'involuppo di piena.
2. *Riduzione della capacità di laminazione e/o di invaso dell'alveo*  
La condotta in progetto, essendo completamente interrata, non crea alcun ostacolo al corretto deflusso delle acque e/o all'azione di laminazione delle piene, né contrazioni areali delle fasce d'erosione e pertanto non sottrae capacità d'invaso.
3. *Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo*  
L'opera in progetto non induce alcuna modifica all'assetto morfologico dell'alveo inciso, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo questa localizzata in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento, e garantendo con la realizzazione d'opere di ripristino le preesistenti caratteristiche idrauliche della sezione di deflusso.
4. *Interazioni in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua*  
Gli interventi previsti non costituiscono elementi d'interferenza con il regime idraulico naturale del corso d'acqua (quali restringimenti e/o modifiche dell'assetto longitudinale), in quanto le opere sono finalizzate al ripristino della configurazione originaria dell'alveo ed al presidio idraulico nei confronti di potenziali fenomeni erosivi. Le caratteristiche tipologiche delle opere previste si inseriscono perfettamente nel contesto naturale esistente.
5. *Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale*  
Essendo l'opera del tutto interrata non saranno indotti effetti particolarmente impattanti con il contesto naturale della regione fluviale che possano pregiudicare in maniera "irreversibile" l'attuale assetto paesaggistico. Condizioni d'impatto sono limitate alle sole fasi di costruzione e per questo destinate a scomparire nel tempo, con la ricostituzione delle componenti naturalistiche ed ambientali.

Inoltre, relativamente ai tratti di metanodotto ricadenti esternamente all'ambito di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua, ma comunque collocati all'interno della regione fluviale, si evidenzia quanto segue.

Queste interferenze riguardano porzioni di territorio significativamente antropizzati 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 l'intervento prevede il completo interrimento della tubazione (alla profondità di almeno 1,5 m nei confronti del piano campagna,

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 42 di 66

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

Infine si pone in evidenza che nell'ambito dell'area d'inondazione in sinistra idrografica del corso d'acqua, ed esattamente nel punto terminale dello sviluppo dell'Allacciamento (si veda la Fig.8.2/A), è prevista la realizzazione di un piccolo impianto PIDA (Punto di Intercettazione con Disgaggio Allacciamento), in sostituzione di un impianto analogo in dismissione, che dunque andrà rimosso.

Detto impianto in progetto ricade in un'area antropizzata (per la presenza di case sparse), che rappresenta un ambito di potenziale laminazione delle piene eccezionali del fiume.

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

Pertanto, in considerazione della tipologia di recinzione prevista nell'impianto, non verrà ostacolata la libera circolazione delle acque; nonché la riduzione volumetrica delle capacità d'invaso e/o di laminazione nell'ambito specifico risulta assolutamente poco significativa dal punto di vista idraulico. Peraltro, si ribadisce che detto impianto verrà realizzato in sostituzione di un altro impianto esistente delle medesime caratteristiche (il quale verrà rimosso).

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		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 43 di 66

## 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.

In aggiunta, nell'ambito del progetto generale, si prevede il rifacimento dei vari allacciamenti alle utenze, tra cui anche il metanodotto denominato "Nuovo Collegamento Centrale ENI S.p.A. Grottammare", DN250 (10").

A tal proposito, il tracciato di linea del sopracitato Allacciamento in progetto (DN250) interseca l'alveo del torrente TESINO nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua, nel territorio comunale di Grottammare.

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

Alla luce dei risultati conseguiti, per il superamento in subalveo del corso d'acqua, è stata prevista l'adozione di un sistema di attraversamento mediante "scavi a cielo aperto", con posizionamento della condotta in progetto con coperture di sicurezza adeguatamente cautelative nei confronti dei potenziali processi erosivi.

In aggiunta sono state previste delle opere di protezione idraulica dell'alveo, con lo scopo di ripristinare la configurazione d'alveo esistente prima dell'inizio dei lavori. Gli interventi di progetto assicurano dunque il ripristino della configurazione d'alveo preesistente e garantiscono inoltre le adeguate condizioni di sicurezza della condotta, per tutto il periodo di esercizio.

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

Nell'analisi delle interferenze tra la linea in progetto con le aree di pericolosità idraulica censite dal PAI, si rileva che in corrispondenza dell'ambito di attraversamento fluviale in esame, il metanodotto in progetto interferisce con un'area inondabile a Rischio idraulico molto elevato (R4); inoltre nel margine destro della regione fluviale del corso d'acqua il metanodotto interferisce con un'area inondabile a Rischio idraulico medio (R2).

In tal senso, nel presente studio di compatibilità, è stato evidenziato che l'intervento di progetto non introduce alterazioni al deflusso della corrente e/o riduzione della capacità di invaso e di laminazione del corso d'acqua e più in generale non determina alcuna modifica significativa allo stato dei luoghi della regione fluviale e non implica trasformazioni del territorio e/o cambiamenti circa l'uso del suolo.

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 44 di 66

**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 ( $m^2$ );
- $\Lambda$ , coefficiente di attrito di Chezy ( $m^{1/2}/s$ );

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83081	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 45 di 66	Rev. 1

- $g$ , accelerazione di gravità (m/s<sup>2</sup>);
- $h$ , altezza del pelo libero rispetto ad un livello di riferimento orizzontale (m);
- $Q$ , portata (m<sup>3</sup>/s);
- $R$ , raggio idraulico (m);
- $\alpha$ , coefficiente di distribuzione della quantità di moto;
- $q$ , portata laterale addotta (m<sup>2</sup>/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),
- $\alpha_2$  e  $\alpha_1$  i coefficienti di Coriolis di ragguaglio delle potenze cinetiche,
- $g$  l'accelerazione di gravità,
- $\Delta H$  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		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 46 di 66 Rev. <b>1</b>

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		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 47 di 66

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  $\Delta H$ ; 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		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 48 di 66

- $h$  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  $\beta$  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.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> <p style="text-align: center;">Regione Marche</p>		<b>SPC. LA-E-83081</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 49 di 66

**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       XXXXX

```

PROJECT DATA  
Project Title: Tesino  
Project File : Tesino.prj  
Run Date and Time: 12/08/2018 08:38:53

Project in SI units

PLAN DATA

Plan Title: Plan 01  
Plan File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\8Tesino\Tesino.p01

Geometry Title: Tesino  
Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\8Tesino\Tesino.g01

Flow Title : Tesino  
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\8Tesino\Tesino.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: Tesino  
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\8Tesino\Tesino.f01

Flow Data (m3/s)

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 50 di 66	<b>Rev.</b> 1

River                      Reach                      RS                                      TR200  
alveo                      princ                      50                                      400

Boundary Conditions

River                      Reach                      Profile                                      Upstream                                      Downstream  
alveo                      princ                      TR200                                      Normal S = 0.0085                                      Normal S = 0.0085

GEOMETRY DATA

Geometry Title: Tesino  
Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\8Tesino\Tesino.g01

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ                      RS: 50

INPUT

Description:

Station Elevation Data                      num=                      227

Sta	Elev								
0	30.92	4	30.91	8	30.62	12	28.41	16	28.4
20	28.39	24	28.46	28	28.44	32	28.39	36	28.37
40	28.39	44	28.38	48	28.36	52	28.35	56	28.33
60	28.32	64	28.27	68	28.27	72	28.31	76	28.3
80	28.25	84	28.28	88	28.29	92	28.28	96	28.48
100	28.38	104	28.23	108	28.28	112	28.16	116	28.17
120	28.19	124	28.15	128	28.13	132	28.21	136	28.19
140	28.19	144	28.1	148	27.74	152	27.36	156	27.16
160	26.93	164	26.88	168	26.92	172	26.88	176	26.83
180	26.84	184	26.79	188	26.77	192	26.76	196	26.74
200	26.7	202	26.69	204	26.7	206	26.69	208	26.7
210	26.69	212	26.66	214	26.67	216	26.7	218	26.7
220	26.68	222	26.65	224	26.65	226	26.57	228	26.58
230	26.56	232	26.57	234	26.58	236	26.59	238	26.64
240	27.03	242	27.8	244	28.26	246	27.7	248	27.65
250	28.09	252	27.66	254	27.03	256	26.98	258	26.75
260	26.76	262	26.81	264	26.77	266	26.84	268	26.92
270	26.95	272	26.97	274	26.95	276	26.95	278	26.93
280	26.95	282	26.95	284	26.95	286	26.97	288	26.94
290	26.96	292	26.94	294	26.96	296	26.99	298	27.07
300	27.12	302	27.12	304	27.11	306	27.1	308	27.12
310	27.06	311	26.98	312	26.89	314	26.59	316	25.65
318	25.19	320	25.24	322	25.25	324	25.33	326	25.32
328	25.43	330	25.43	332	25.25	334	25.24	336	25.17
338	25.21	340	25.27	342	25.32	344	25.29	346	25
348	24.91	350	24.77	352	24.76	354	24.56	356	24.6
358	24.81	360	24.68	362	24.56	364	24.67	366	24.69
368	24.63	370	24.74	372	24.89	374	24.83	376	24.68
378	24.76	380	24.88	382	24.98	384	25.3	386	25.83
388	26.34	390	26.84	392	27.33	394	27.34	396	27.41
398	27.48	400	27.63	402	27.84	404	28.33	406	28.4
408	28.35	410	28.38	412	28.46	414	28.57	416	28.49
418	28.42	420	28.43	422	28.47	424	28.44	426	28.48
428	28.48	430	28.47	432	28.52	434	28.52	436	28.52
438	28.55	440	28.58	442	28.6	444	28.61	446	28.66
448	28.7	450	28.74	452	28.75	454	28.71	456	28.67
458	28.72	460	28.72	462	28.71	464	28.71	466	28.71
468	28.74	470	28.78	472	28.69	474	28.65	476	28.64
478	28.65	480	28.59	482	28.66	484	28.67	486	28.61
488	28.69	490	28.71	492	28.7	494	28.71	496	28.68
498	28.71	500	28.73	503	28.74	507	28.68	511	28.66
515	29.81	519	30.69	523	32.96	527	34.19	531	35.62
535	37.25	539	38.92	543	40.49	547	42.91	551	44.35

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081	
	<b>LOCALITÀ</b>		Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	<b>PROGETTO</b>		Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 51 di 66	<b>Rev.</b> 1

555	44.63	559	47.6	563	48.21	567	50.86	571	53.72
575	54.2	579	56.84	583	59.63	587	61.45	591	61.52
595	64.56	600	67.99						

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	311	.035	392	.055

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
	311	392		96.495	96.495	.1	.3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	27.23	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.71	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	26.52	Reach Len. (m)	96.50	96.50	96.50
Crit W.S. (m)	26.51	Flow Area (m2)		107.32	
E.G. Slope (m/m)	0.010571	Area (m2)		107.32	
Q Total (m3/s)	400.00	Flow (m3/s)		400.00	
Top Width (m)	74.57	Top Width (m)		74.57	
Vel Total (m/s)	3.73	Avg. Vel. (m/s)		3.73	
Max Chl Dpth (m)	1.96	Hydr. Depth (m)		1.44	
Conv. Total (m3/s)	3890.6	Conv. (m3/s)		3890.6	
Length Wtd. (m)	96.50	Wetted Per. (m)		75.09	
Min Ch El (m)	24.56	Shear (N/m2)		148.15	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	28726.72	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.94	Cum Volume (1000 m3)	1.72	104.29	1.33
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	18.94	64.37	7.75

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 45.\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 449

Sta	Elev								
0	30.425	3.938	30.34	4.064	30.337	7.875	30.124	8.129	30.112
11.813	29.063	12.193	28.947	15.751	28.826	16.257	28.806	19.688	28.676
20.322	28.658	23.626	28.598	24.386	28.594	27.564	28.542	28.45	28.549
31.502	28.561	32.514	28.556	35.439	28.553	36.579	28.553	39.377	28.567
40.643	28.572	43.315	28.572	44.707	28.572	47.252	28.569	48.772	28.553
51.19	28.532	52.836	28.532	55.128	28.529	56.9	28.514	59.065	28.497
60.965	28.478	63.003	28.447	65.029	28.404	66.941	28.375	69.093	28.375
70.879	28.384	73.158	28.337	74.816	28.293	77.222	28.009	78.754	27.821
81.286	27.609	82.692	27.505	85.35	27.468	86.629	27.447	89.415	27.404
90.567	27.384	93.479	27.302	94.505	27.3	97.543	27.352	98.442	27.334
101.608	27.251	102.38	27.226	105.672	27.069	106.318	27.054	109.736	27.144
110.255	27.147	113.801	27.104	114.193	27.105	117.865	27.264	118.131	27.276
121.929	27.275	122.069	27.274	125.994	27.25	126.006	27.25	129.944	27.185
130.058	27.186	133.882	27.243	134.122	27.242	137.819	27.191	138.186	27.184
141.757	27.125	142.251	27.12	145.695	27.047	146.315	27.031	149.632	26.838
150.379	26.694	153.57	26.071	154.444	26.043	157.508	26.015	158.508	25.989
161.445	25.902	162.572	25.854	165.383	25.798	166.637	25.838	169.321	25.953
170.701	25.942	173.259	25.897	174.765	25.882	177.196	25.855	178.83	25.845
181.134	25.548	182.894	25.552	185.072	25.542	186.958	25.525	189.009	25.515
191.023	25.513	192.947	25.513	195.087	25.521	196.885	25.526	198.854	25.501
199.151	25.506	200.822	25.532	202.791	25.532	203.215	25.526	204.76	25.506
205.248	25.515	206.729	25.549	207.28	25.556	208.698	25.567	209.312	25.546
210.667	25.508	211.344	25.491	212.636	25.452	213.376	25.442	214.604	25.421
215.408	25.425	216.573	25.443	217.441	25.449	218.542	25.463	219.473	25.463
220.511	25.455	221.505	25.458	222.48	25.455	223.537	25.458	224.449	25.458
225.569	25.456	226.417	25.46	227.601	25.592	228.386	25.665	229.633	25.672
230.355	25.692	231.666	25.579	232.324	25.517	233.698	25.468	234.293	25.451
235.73	25.594	236.262	25.646	237.762	25.623	238.231	25.616	239.794	25.731
240.199	25.765	241.826	25.76	242.168	25.788	243.859	25.967	244.137	26.023
245.891	26.351	246.106	26.374	247.923	26.58	248.075	26.559	249.955	26.329
250.044	26.329	251.987	26.295	252.012	26.298	253.981	26.506	254.019	26.51

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b>		Regione Marche	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 52 di 66	<b>Rev.</b> 1

255.95	26.301	256.051	26.292	257.919	26.036	258.084	26.01	259.888	25.993
260.116	25.989	261.857	25.881	262.148	25.874	263.826	25.929	264.18	25.925
265.794	25.925	266.212	25.917	267.763	25.855	268.244	25.861	269.732	25.921
270.277	25.915	271.701	25.903	272.309	25.907	273.67	25.9	274.341	25.907
275.639	25.916	276.373	25.899	277.607	25.859	278.405	25.883	279.576	25.925
280.437	25.903	281.545	25.87	282.469	25.881	283.514	25.905	284.502	25.87
285.483	25.83	286.534	25.771	287.452	25.72	288.566	25.672	289.421	25.639
290.598	25.63	291.389	25.614	292.63	25.605	293.358	25.609	294.662	25.635
295.327	25.642	296.695	25.666	297.296	25.683	298.727	25.708	299.265	25.719
300.759	25.741	301.234	26.054	302.791	26.061	303.203	26.06	304.823	26.113
305.171	26.12	306.855	26.133	307.14	26.134	308.887	26.121	309.109	26.119
310.92	26.078	311.078	26.076	312.952	26.061	313.047	26.059	314.984	26.005
315.016	26.004	316	26.01	316.795	25.943	317.349	25.888	318.384	25.762
319.973	25.424	320.047	25.407	321.562	24.886	322.744	24.699	323.151	24.67
324.74	24.565	325.442	24.487	326.329	24.473	327.918	24.373	328.14	24.367
329.507	24.318	330.837	24.307	331.096	24.309	332.685	24.157	333.535	24.151
334.274	24.134	335.863	24.166	336.233	24.187	337.452	24.285	338.93	24.385
339.041	24.39	340.63	24.455	341.628	24.461	342.219	24.445	343.808	24.387
344.326	24.368	345.397	24.363	346.986	24.36	347.023	24.36	348.575	24.355
349.721	24.354	350.164	24.363	351.753	24.34	352.419	24.362	353.342	24.395
354.932	24.418	355.116	24.421	356.521	24.443	357.814	24.439	358.11	24.433
359.699	24.48	360.512	24.429	361.288	24.343	362.877	24.163	363.209	24.116
364.466	23.984	365.907	23.86	366.055	23.846	367.644	23.915	368.605	23.911
369.233	23.924	370.822	23.906	371.302	23.891	372.411	23.819	374	23.665
375	23.685	376	23.79	377	23.725	378	23.665	379.567	23.723
380.765	23.733	381.133	23.735	382.7	23.705	383.529	23.734	384.267	23.771
385.833	23.868	386.294	23.866	387.4	23.833	388.967	23.741	389.059	23.742
390.533	23.801	391.824	23.869	392.1	23.884	393.667	23.957	394.588	24.064
395.233	24.289	396.8	24.939	397.353	25.165	398.367	25.689	399.933	26.495
400.118	26.589	401.5	26.795	402.947	26.804	403.118	26.809	404.394	26.864
405.841	26.925	406.355	26.962	407.289	27.033	408.736	27.174	409.591	27.34
410.183	27.442	411.63	27.481	412.827	27.464	413.077	27.458	414.524	27.462
415.972	27.491	416.064	27.493	417.419	27.535	418.866	27.483	419.3	27.469
420.313	27.517	421.76	27.625	422.536	27.691	423.207	27.692	424.654	27.659
425.773	27.66	426.102	27.666	427.549	27.668	428.996	27.665	429.009	27.665
430.443	27.681	431.89	27.672	432.245	27.67	433.337	27.668	434.785	27.681
435.482	27.687	436.232	27.686	437.679	27.678	438.718	27.669	439.126	27.672
440.573	27.704	441.955	27.729	442.02	27.73	443.467	27.752	444.915	27.76
445.191	27.756	446.362	27.753	447.809	27.748	448.427	27.766	449.256	27.798
450.703	27.829	451.664	27.847	452.15	27.84	453.598	27.827	454.9	27.815
455.045	27.813	456.492	27.805	457.939	27.803	458.136	27.794	459.386	27.751
460.833	27.727	461.373	27.723	462.28	27.716	463.728	27.714	464.609	27.692
465.175	27.693	466.622	27.762	467.845	27.794	468.069	27.796	469.516	27.775
470.963	27.824	471.082	27.826	472.411	27.862	473.858	27.886	474.318	27.897
475.305	27.926	476.752	27.949	477.555	27.978	478.199	28.008	479.646	28.069
480.791	28.113	481.817	28.126	484.027	28.127	484.711	28.134	487.264	28.176
487.606	28.178	490.5	28.78	492.134	28.95	493.769	29.234	495.403	29.554
495.653	29.616	497.037	30.145	498.672	30.83	500.306	31.52	500.806	31.739
501.94	32.12	503.575	32.675	505.209	33.241	505.959	33.502	506.843	33.828
508.478	34.464	510.112	35.101	511.112	35.485	511.746	35.74	513.381	36.444
515.015	37.122	516.265	37.611	516.649	37.762	518.284	38.467	520.735	39.514
521.418	39.791	524.004	40.814	526.571	41.798	527.272	42.125	530.541	43.632
531.724	44.183	533.81	44.956	536.876	46.122	537.078	46.175	540.347	47.119
542.029	47.577	543.616	48.422	546.884	50.134	547.182	50.292	550.153	51.191
552.335	51.797	553.422	52.314	556.69	53.775	557.488	54.107	559.959	55.186
562.641	56.283	563.228	56.387	566.496	56.825	567.794	57.157	569.765	58.075
572.947	60.029	573.034	60.083	576.302	61.408	578.1	61.95	579.571	62.255
582.84	63.062	583.253	63.156	586.108	63.319	588.406	63.465	589.377	63.806
592.646	64.956	593.559	65.238	595.914	65.897	600	66.995		

Manning's n Values num= 3  
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
 0 .055 316 .035 401.5 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
 316 401.5 96.495 96.495 96.495 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
 REACH: princ RS: 40

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83081
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 53 di 66

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num=		228					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	29.93	4	29.77	8	29.61	12	29.51	16	29.25
20	28.96	24	28.75	28	28.64	32	28.72	36	28.73
40	28.75	44	28.76	48	28.77	52	28.71	56	28.72
60	28.67	64	28.6	68	28.48	72	28.48	76	28.28
80	27.36	84	26.75	88	26.61	92	26.48	96	26.27
100	26.21	104	26.1	108	25.87	112	26.03	116	26.05
120	26.38	124	26.36	128	26.35	132	26.24	136	26.28
140	26.19	144	26.06	148	25.98	152	25.87	156	24.7
160	24.82	164	24.81	168	24.7	172	25	176	24.9
180	24.86	184	24.86	188	24.87	192	24.85	196	24.86
200	24.9	202	24.86	204	24.94	206	24.96	208	24.92
210	25	212	25.04	214	24.92	216	24.81	218	24.77
220	24.82	222	24.84	224	24.81	226	24.82	228	24.85
230	24.87	232	25.31	234	25.41	236	25.06	238	24.94
240	25.32	242	25.25	244	25.53	246	25.47	248	25.51
250	25.5	252	25.5	254	25.56	256	25.54	258	25.53
260	25.52	262	25.59	264	25.6	266	25.58	268	25.7
270	25.65	272	25.53	274	25.62	276	25.51	278	25.46
280	25.47	282	25.36	284	25.5	286	25.4	288	25.47
290	25.31	292	25.09	294	24.92	296	24.87	298	24.87
300	24.93	302	25.02	304	25.07	306	25.1	308	25.04
310	25.12	312	25.15	314	25.13	316	25.05	318	25
320	24.95	321	25.04	322	24.96	324	24.75	326	24.25
328	23.71	330	23.76	332	23.82	334	23.74	336	23.51
338	23.39	340	23.36	342	23.01	344	22.94	346	23.01
348	23.2	350	23.35	352	23.48	354	23.5	356	23.49
358	23.48	360	23.48	362	23.51	364	23.55	366	23.48
368	23.56	370	23.57	372	23.59	374	23.55	376	23.66
378	23.48	380	23.29	382	23.01	384	22.79	386	23.01
388	23.08	390	23.05	392	22.96	394	22.77	396	22.78
398	22.78	400	22.86	402	22.8	404	22.88	406	22.96
408	24.32	410	26.28	411	26.26	412	26.27	414	26.39
416	26.55	418	26.57	420	26.52	422	26.47	424	26.93
426	26.85	428	26.86	430	26.82	432	26.81	434	26.73
436	26.76	438	26.77	440	26.84	442	26.98	444	26.92
446	26.82	448	26.8	450	26.77	452	26.92	454	26.96
456	27.09	458	27.26	460	27.49	462	27.56	464	27.69
466	27.75	468	27.81	470	28.1	472	28.46	474	28.99
476	29.64	478	30.3	480	31.01	482	31.73	484	32.47
486	33.22	488	34.04	490	34.86	492	35.66	494	36.55
496	37.39	498	38.15	500	39.03	503	40.33	507	41.92
511	43.43	515	44.91	519	46.42	523	47.99	527	49.7
531	51.3	535	52.84	539	54.43	543	55.86	547	57.1
551	58.14	555	59	559	59.57	563	60.94	567	63.28
571	64.16	575	64.36	579	64.82	583	65.15	587	65.52
591	65.89	595	65.98	600	66				

Manning's n Values		num=		3	
Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	321	.035	411	.055

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
	321	411		93.865	93.865	.1	.3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	25.35	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.50	Wt. n-Val.	0.055	0.035	
W.S. Elev (m)	24.85	Reach Len. (m)	93.86	93.86	93.86
Crit W.S. (m)	24.65	Flow Area (m2)	1.47	127.52	
E.G. Slope (m/m)	0.007162	Area (m2)	1.47	127.52	
Q Total (m3/s)	400.00	Flow (m3/s)	0.35	399.65	
Top Width (m)	112.59	Top Width (m)	27.11	85.48	
Vel Total (m/s)	3.10	Avg. Vel. (m/s)	0.24	3.13	
Max Chl Dpth (m)	2.08	Hydr. Depth (m)	0.05	1.49	
Conv. Total (m3/s)	4726.5	Conv. (m3/s)	4.1	4722.4	

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 54 di 66

Length Wtd. (m)	93.86	Wetted Per. (m)	27.14	86.41
Min Ch El (m)	22.77	Shear (N/m2)	3.80	103.65
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)	28726.72	0.00
Frctn Loss (m)	0.64	Cum Volume (1000 m3)	0.85	81.86
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	11.50	48.98
				7.75

CROSS SECTION

RIVER: alveo

REACH: princ RS: 35.\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 447							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	28.445	3.994	28.35	4.006	28.35	7.988	28.27	8.012	28.27
11.981	28.23	12.019	28.229	15.975	28.08	16.025	28.078	19.969	27.901
20.031	27.898	23.963	27.8	24.038	27.799	27.956	27.765	28.044	27.766
31.95	27.82	32.05	27.82	35.944	27.815	36.056	27.815	39.938	27.563
40.062	27.555	43.931	27.15	44.069	27.135	47.925	27.188	48.075	27.189
51.919	27.17	52.081	27.17	55.913	27.142	56.088	27.139	59.907	27.115
60.094	27.113	63.9	27.061	64.1	27.057	67.894	26.957	68.106	26.955
71.888	26.964	72.113	26.959	75.882	26.851	76.119	26.823	79.875	26.371
80.125	26.351	83.869	26.06	84.131	26.055	87.863	25.985	88.137	25.981
91.857	25.943	92.144	25.937	95.85	25.78	96.15	25.773	99.844	25.759
100.156	25.756	103.838	25.7	104.162	25.691	107.832	25.585	108.169	25.592
111.826	25.665	112.175	25.666	115.819	25.689	116.181	25.705	119.813	25.837
120.188	25.834	123.807	25.694	124.194	25.68	127.801	25.761	128.2	25.764
131.794	25.702	132.206	25.702	135.788	25.47	136.212	25.435	139.782	25.301
140.219	25.283	143.776	25.247	144.225	25.245	147.769	25.179	148.231	25.169
151.763	25.133	152.238	25.066	155.757	24.528	156.244	24.532	159.751	24.589
160.25	24.589	163.745	24.616	164.256	24.613	167.738	24.617	168.262	24.645
171.732	24.784	172.269	24.778	175.726	24.774	176.275	24.777	179.72	24.777
180.281	24.78	183.713	24.711	184.288	24.701	187.707	24.684	188.294	24.679
191.701	24.674	192.3	24.676	195.695	24.629	196.306	24.623	199.688	24.67
200.312	24.669	201.685	24.614	202.316	24.608	203.682	24.638	204.319	24.643
205.679	24.643	206.322	24.634	207.676	24.637	208.325	24.658	209.673	24.688
210.328	24.697	211.67	24.67	212.331	24.63	213.667	24.627	214.334	24.627
215.664	24.646	216.337	24.668	217.66	24.668	218.341	24.684	219.657	24.7
220.344	24.703	221.654	24.671	222.347	24.645	223.651	24.655	224.35	24.667
225.648	24.537	226.353	24.47	227.645	24.454	228.356	24.444	229.642	24.456
230.359	24.539	231.639	24.741	232.363	24.793	233.636	24.825	234.366	24.761
235.632	24.549	236.369	24.468	237.629	24.433	238.372	24.506	239.626	24.641
240.375	24.637	241.623	24.568	242.378	24.593	243.62	24.686	244.381	24.679
245.617	24.737	246.384	24.793	247.614	24.848	248.387	24.873	249.611	24.894
250.391	24.91	251.607	24.931	252.394	24.957	253.604	24.936	254.397	24.906
255.601	24.771	256.4	24.683	257.598	24.647	258.403	24.623	259.595	24.614
260.406	24.624	261.592	24.642	262.409	24.642	263.589	24.616	264.413	24.591
265.586	24.579	266.416	24.6	267.583	24.606	268.419	24.575	269.579	24.551
270.422	24.52	271.576	24.476	272.425	24.489	273.573	24.495	274.428	24.456
275.57	24.431	276.431	24.424	277.567	24.41	278.434	24.412	279.564	24.409
280.438	24.381	281.561	24.342	282.441	24.366	283.558	24.411	284.444	24.393
285.555	24.357	286.447	24.366	287.551	24.382	288.45	24.344	289.548	24.3
290.453	24.25	291.545	24.195	292.456	24.161	293.542	24.12	294.459	24.114
295.539	24.111	296.462	24.12	297.536	24.133	298.466	24.159	299.533	24.148
300.469	24.146	301.53	24.162	302.472	24.167	303.526	24.188	304.475	24.202
305.523	24.181	306.478	24.141	307.52	24.125	308.481	24.144	309.517	24.219
310.484	24.277	311.514	24.303	312.487	24.315	313.511	24.295	314.491	24.26
315.508	24.237	316.494	24.223	317.505	24.371	318.497	24.518	319.502	24.585
320.5	24.71	321.452	24.51	322.606	24.251	323.356	24.128	324.712	23.802
325.26	23.666	326.818	23.264	327.164	23.177	328.924	23.008	329.068	22.994
330.973	22.811	331.03	22.804	332.877	22.603	333.136	22.564	334.781	22.477
335.242	22.465	336.685	22.441	337.348	22.445	338.589	22.441	339.455	22.365
340.493	22.253	341.561	22.215	342.397	22.206	343.667	22.238	344.301	22.259
345.773	22.353	346.205	22.39	347.879	22.516	348.11	22.529	349.985	22.624
350.014	22.625	351.918	22.649	352.091	22.65	353.822	22.653	354.197	22.654
355.726	22.621	356.303	22.61	357.63	22.547	358.409	22.516	359.534	22.522
360.515	22.53	361.438	22.52	362.621	22.473	363.342	22.484	364.727	22.559
365.247	22.591	366.833	22.659	367.151	22.665	368.939	22.704	369.055	22.704

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 55 di 66

370.959	22.666	371.045	22.667	372.863	22.737	373.152	22.726	374.767	22.669
375.258	22.651	376.671	22.583	377.364	22.534	378.575	22.439	379.47	22.383
380.479	22.327	381.576	22.393	382.384	22.421	383.682	22.414	384.288	22.403
385.788	22.338	386.192	22.323	387.894	22.23	388.096	22.208	390	21.955
391.529	21.968	392.889	21.975	393.059	21.989	394.588	22.153	395.778	22.227
396.118	22.291	397.647	22.651	398.667	22.892	399.176	22.947	400.706	23.754
401.556	24.369	402.235	24.81	403	24.805	403.909	24.83	404.111	24.842
405.727	24.953	406.333	25.002	407.545	25.06	408.556	25.071	409.364	25.08
410.778	25.071	411.182	25.069	413	25.06	414.818	25.31	415.222	25.306
416.636	25.269	417.444	25.267	418.455	25.27	419.667	25.257	420.273	25.243
421.889	25.221	422.091	25.221	423.909	25.194	424.111	25.197	425.727	25.181
426.333	25.172	427.545	25.205	428.556	25.249	429.364	25.267	430.778	25.324
431.182	25.341	433	25.315	434.818	25.277	435.222	25.278	436.636	25.283
437.444	25.283	438.455	25.264	439.667	25.3	440.273	25.325	441.889	25.343
442.091	25.381	443.909	25.769	444.111	25.814	445.727	26.119	446.333	26.243
447.545	26.336	448.556	26.369	449.364	26.389	450.778	26.446	451.182	26.455
453	26.46	454.837	26.505	455.194	26.595	456.675	27.048	457.388	27.144
458.513	27.312	459.582	27.484	460.35	27.638	461.776	27.946	462.188	28.046
463.97	28.485	464.025	28.498	465.862	28.915	466.164	29.012	467.7	29.524
468.358	29.763	469.538	30.194	470.552	30.562	471.375	30.864	472.746	31.371
473.212	31.545	474.94	32.409	475.05	32.465	476.888	33.104	477.134	33.162
478.725	33.537	479.328	33.752	480.562	34.185	481.522	34.663	482.4	35.118
483.716	35.933	484.237	36.25	485.91	37.307	486.075	37.409	487.913	38.462
488.104	38.573	489.75	39.575	490.299	39.934	491.587	40.775	493.425	41.683
493.59	41.76	495.263	42.518	497.1	43.326	497.978	43.705	498.938	44.11
500.775	44.856	502.366	45.468	502.612	45.562	504.45	46.222	506.288	46.751
506.754	46.883	508.125	47.276	510.881	48.475	511.142	48.643	514.556	50.871
515.53	51.579	518.231	53.586	519.918	54.626	521.906	55.827	524.306	56.278
525.581	56.509	528.694	57.034	529.256	57.132	532.931	57.818	533.082	57.846
536.606	58.439	537.47	58.587	540.281	59.007	541.858	59.239	543.956	59.499
546.246	60.256	547.631	60.686	550.634	62.316	551.306	62.659	554.981	63.667
555.022	63.674	558.656	64.632	559.41	64.922	562.331	66.369	563.798	66.862
566.006	67.236	568.187	68.013	569.681	68.429	572.575	69.03	573.356	69.216
576.963	70.627	577.031	70.653	580.706	70.856	581.351	70.874	584.381	70.973
585.739	71.041	588.056	71.158	590.127	71.301	591.731	71.361	594.515	71.784
595.406	71.912	600	72.64						

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 320.5 .035 403 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
320.5 403 93.865 93.865 93.865 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 30

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	227							
Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev
0 26.96	4 26.93	8 26.93	12 26.95	16 26.91					
20 26.84	24 26.85	28 26.89	32 26.92	36 26.9					
40 26.36	44 25.51	48 25.61	52 25.63	56 25.56					
60 25.56	64 25.52	68 25.43	72 25.45	76 25.42					
80 25.38	84 25.37	88 25.36	92 25.41	96 25.28					
100 25.31	104 25.3	108 25.3	112 25.3	116 25.33					
120 25.29	124 25	128 25.19	132 25.16	136 24.6					
140 24.39	144 24.44	148 24.37	152 24.4	156 24.35					
160 24.36	164 24.43	168 24.55	172 24.57	176 24.66					
180 24.7	184 24.54	188 24.49	192 24.5	196 24.38					
200 24.45	202 24.33	204 24.34	206 24.32	208 24.37					
210 24.38	212 24.26	214 24.37	216 24.54	218 24.58					
220 24.58	222 24.46	224 24.52	226 24.11	228 24.03					
230 24.05	232 24.24	234 24.24	236 23.92	238 23.93					
240 23.98	242 23.83	244 23.85	246 24.1	248 24.24					
250 24.32	252 24.39	254 24.26	256 23.83	258 23.72					
260 23.7	262 23.69	264 23.59	266 23.57	268 23.47					

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83081
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 56 di 66

270	23.44	272	23.41	274	23.34	276	23.36	278	23.36
280	23.34	282	23.31	284	23.33	286	23.3	288	23.29
290	23.29	292	23.31	294	23.33	296	23.37	298	23.42
300	23.32	302	23.29	304	23.32	306	23.21	308	23.21
310	23.42	312	23.49	314	23.43	316	23.42	318	24.06
320	24.38	322	23.67	324	23.21	326	22.72	328	22.26
330	21.79	332	21.42	334	21.45	336	21.51	338	21.53
340	21.46	342	21.49	344	21.55	346	21.7	348	21.77
350	21.8	352	21.82	354	21.74	356	21.54	358	21.53
360	21.44	362	21.58	364	21.75	366	21.82	368	21.78
370	21.82	372	21.87	374	21.88	376	21.86	378	21.87
380	21.77	382	21.62	384	21.49	386	21.14	388	21.17
390	21.64	392	22.85	394	23.33	395	23.35	396	23.4
398	23.56	400	23.58	402	23.61	404	23.65	406	23.7
408	23.68	410	23.68	412	23.63	414	23.66	416	23.58
418	23.69	420	23.7	422	23.71	424	23.74	426	23.78
428	23.73	430	23.73	432	24.52	434	25.15	436	25.21
438	25.23	440	25.17	442	25.21	444	26.09	446	26.34
448	26.63	450	26.98	452	27.34	454	27.62	456	28.25
458	28.99	460	29.72	462	30.46	464	31.67	466	32.26
468	32.44	470	33.06	472	34.22	474	35.75	476	37.37
478	38.84	480	40.34	482	42.01	484	43.1	486	44.1
488	45.05	490	45.97	492	46.83	494	47.61	496	48.31
498	48.75	500	49.17	503	50.62	507	54.1	511	58.13
515	61.23	519	61.27	523	61.22	527	61.26	531	61.3
535	61.36	539	61.4	543	62.96	547	66.23	551	67.77
555	68.56	559	70.24	563	70.75	567	72.63	571	73.99
575	76.48	579	76.61	583	76.54	587	76.6	591	76.8
595	77.84	600	79.28						

Manning's n Values num= 3  
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
 0 .055 320 .035 395 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
 320 395 76.105 76.105 76.105 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	24.01	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.62	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	23.39	Reach Len. (m)	76.10	76.10	76.10
Crit W.S. (m)	23.26	Flow Area (m2)	2.70	114.17	0.02
E.G. Slope (m/m)	0.008181	Area (m2)	2.70	114.17	0.02
Q Total (m3/s)	400.00	Flow (m3/s)	0.83	399.17	0.00
Top Width (m)	108.18	Top Width (m)	35.55	71.79	0.84
Vel Total (m/s)	3.42	Avg. Vel. (m/s)	0.31	3.50	0.12
Max Chl Dpth (m)	2.25	Hydr. Depth (m)	0.08	1.59	0.02
Conv. Total (m3/s)	4422.5	Conv. (m3/s)	9.1	4413.3	0.0
Length Wtd. (m)	76.10	Wetted Per. (m)	35.57	72.54	0.84
Min Ch El (m)	21.14	Shear (N/m2)	6.09	126.25	1.68
Alpha	1.04	Stream Power (N/m s)	28726.72	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.61	Cum Volume (1000 m3)	0.57	58.62	1.33
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	6.91	34.24	7.71

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
 REACH: princ RS: 27.5\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 455

Sta	Elev								
0	28.787	3.382	28.745	4.259	28.694	6.764	28.562	8.519	28.395
10.146	28.246	12.778	28.251	13.529	28.245	16.911	28.261	17.038	28.26
20.293	28.23	21.297	28.16	23.675	28.029	25.556	28.026	27.057	28.031
29.816	28.046	30.439	28.048	33.821	28.034	34.075	28.031	37.203	27.971
38.334	27.951	40.586	27.703	42.594	27.472	43.968	27.239	46.853	26.773

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>SPC. LA-E-83081</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	<b>Fg. 57 di 66</b>	<b>Rev. 1</b>

47.35	26.776	50.732	26.768	51.112	26.772	54.114	26.763	55.372	26.741
57.496	26.671	59.631	26.62	60.878	26.605	63.891	26.56	64.261	26.552
67.643	26.524	68.15	26.515	71.025	26.442	72.409	26.409	74.407	26.4
76.669	26.367	77.789	26.342	80.928	26.197	81.171	26.186	84.553	26.164
85.188	26.153	87.935	26.118	89.447	26.104	91.318	26.087	93.706	26.06
94.7	26.059	97.966	26.071	98.082	26.067	101.464	25.987	102.225	25.96
104.846	25.939	106.484	25.946	108.228	25.942	110.744	25.891	111.61	25.875
114.993	25.845	115.003	25.845	118.375	25.802	119.262	25.811	121.757	25.848
123.522	25.86	125.139	25.851	127.781	25.846	128.521	25.812	131.903	25.622
132.041	25.616	135.285	25.736	136.3	25.784	138.667	25.805	140.559	25.799
142.05	25.656	144.819	25.364	145.432	25.337	148.814	25.227	149.078	25.215
152.196	25.21	153.337	25.213	155.578	25.172	157.597	25.145	158.96	25.15
161.856	24.972	162.342	24.936	165.725	24.886	166.116	24.878	169.107	24.85
170.375	24.843	170.798	24.845	172.489	24.856	174.18	24.857	174.634	24.861
175.871	24.884	177.562	24.907	178.894	24.945	179.253	24.949	180.944	24.97
182.635	25.001	183.153	25.019	184.326	25.074	186.017	25.178	187.413	25.26
187.708	25.275	189.4	25.324	191.091	25.346	191.672	25.353	192.782	25.326
194.473	25.276	195.931	25.259	196.164	25.26	197.855	25.253	199.546	25.236
200.191	25.231	201.237	25.234	202.928	25.222	204.45	25.229	204.619	25.226
206.31	25.193	208.001	25.145	208.709	25.128	209.692	25.137	211.383	25.175
212.969	25.195	213.074	25.191	214.766	25.114	215.098	25.097	216.457	25.09
217.228	25.09	218.148	25.081	219.358	25.073	219.839	25.081	221.488	25.103
221.53	25.103	223.221	25.096	223.617	25.097	224.912	25.043	225.747	25.004
226.603	25.033	227.877	25.115	228.294	25.15	229.985	25.261	230.006	25.26
231.676	25.116	232.136	25.01	233.367	24.708	234.266	24.557	235.058	24.392
236.395	24.252	236.749	24.237	238.44	23.943	238.525	23.943	240.132	23.671
240.655	23.593	241.823	23.555	242.784	23.536	243.514	23.548	244.914	23.555
245.205	23.574	246.896	23.675	247.044	23.684	248.587	23.673	249.173	23.671
250.278	23.543	251.303	23.414	251.969	23.407	253.433	23.417	253.66	23.422
255.351	23.439	255.562	23.445	257.042	23.384	257.692	23.35	258.733	23.357
259.822	23.344	260.424	23.386	261.952	23.509	262.115	23.516	263.806	23.601
264.081	23.614	265.498	23.65	266.211	23.667	267.189	23.687	268.341	23.715
268.88	23.69	270.47	23.608	270.571	23.592	272.262	23.339	272.6	23.286
273.953	23.23	274.73	23.195	275.644	23.184	276.859	23.17	277.335	23.166
278.989	23.15	279.026	23.149	280.717	23.092	281.119	23.073	282.408	23.051
283.248	23.046	284.099	23.018	285.378	22.969	285.79	22.963	287.481	22.933
287.508	22.932	289.172	22.907	289.638	22.903	290.864	22.875	291.767	22.855
292.555	22.863	293.897	22.857	294.246	22.853	295.937	22.853	296.027	22.852
297.628	22.826	298.156	22.826	299.319	22.82	300.286	22.8	301.01	22.798
302.416	22.803	302.701	22.799	304.392	22.767	304.545	22.765	306.083	22.755
306.675	22.753	307.774	22.753	308.805	22.743	309.465	22.742	310.934	22.75
311.156	22.752	312.847	22.758	313.064	22.759	314.538	22.771	315.194	22.78
316.23	22.798	317.323	22.839	317.921	22.829	319.453	22.768	319.612	22.766
321.303	22.753	321.583	22.751	322.994	22.77	323.712	22.772	324.685	22.727
325.842	22.681	326.376	22.68	327.972	22.626	328.067	22.63	329.758	22.745
330.102	22.768	331.449	22.793	332.231	22.811	333.14	22.791	334.361	22.761
334.831	22.758	336.491	22.89	336.522	22.9	338.213	23.581	338.62	23.627
339.904	23.63	340.75	23.572	342	23.055	342.625	22.834	344.5	22.357
346.375	21.872	347	21.717	348.25	21.431	349.5	21.14	350.125	21.012
352	20.702	353.556	20.724	355.111	20.767	356.667	20.781	358.222	20.727
359.778	20.748	361.333	20.792	362.889	20.903	364.444	20.954	366	20.975
367.556	20.991	369.111	20.931	370.667	20.782	372.222	20.775	373.778	20.708
375.333	20.813	376.889	20.941	378.444	20.994	380	20.965	381.556	20.994
383.111	21.03	384.667	21.037	386.222	21.021	387.778	21.027	389.333	20.951
390.889	20.837	392.444	20.739	394	20.475	394.838	20.49	395.675	20.53
396.513	20.598	397.35	20.623	397.722	20.627	398.188	20.674	399.025	20.746
399.862	20.82	400.7	20.91	401.444	21.011	401.537	21.038	402.375	21.269
403.213	21.484	404.05	21.693	404.888	21.889	405.167	21.942	405.725	21.964
406.562	22	407.4	22.086	408.237	22.172	408.889	22.324	409.075	22.352
409.912	22.423	410.75	22.805	411.6	22.937	412.449	22.845	412.573	22.825
413.299	22.716	414.148	22.724	414.998	22.77	415.848	22.84	416.218	22.851
416.697	22.852	417.547	22.86	418.397	22.899	419.246	22.905	419.863	22.92
420.096	22.926	420.945	22.949	421.795	22.957	422.645	23.03	423.494	23.002
423.508	23.003	424.344	23.024	425.194	23.064	426.043	23.098	426.893	23.108
427.153	23.117	427.742	23.139	428.592	23.15	429.867	23.253	430.798	23.276
431.566	23.284	433.265	23.202	434.444	23.168	434.964	23.155	436.664	23.198
438.089	23.195	438.363	23.192	440.062	23.177	441.734	23.221	441.761	23.223
443.461	23.141	445.16	23.204	445.379	23.212	446.859	23.238	448.558	23.225
449.024	23.212	450.258	23.225	451.957	23.286	452.669	23.295	453.656	23.287
455.355	23.266	456.315	23.266	457.055	23.267	458.754	23.29	459.96	23.307
460.453	23.316	462.152	23.411	463.605	23.627	463.852	23.665	465.551	23.974

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b>		Regione Marche	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 58 di 66	<b>Rev.</b> 1

467.25	23.985	468.92	23.975	470.589	24.002	472.259	24.622	473.928	25.122
475.598	25.194	477.267	25.237	478.937	25.219	480.606	25.276	482.276	25.964
483.945	26.178	485.615	26.423	486.945	26.654	487.284	26.708	488.954	26.978
490.624	27.188	492.293	27.661	493.963	28.217	495.632	28.765	496.792	29.151
497.302	29.318	498.971	30.221	500.641	30.658	502.31	30.788	503.98	31.248
505.649	32.113	506.64	32.791	507.319	33.266	508.989	34.504	510.658	35.628
512.328	36.775	513.997	38.05	515.667	38.889	516.487	39.269	517.336	39.694
519.006	40.492	520.675	41.268	522.345	41.999	524.014	42.67	525.684	43.281
526.335	43.444	527.353	43.708	529.023	44.127	531.527	45.37	534.866	48.188
536.182	49.461	538.205	51.415	541.545	53.942	544.884	54.173	546.03	54.23
548.223	54.221	551.562	54.276	554.901	54.33	555.877	54.351	558.24	54.455
561.579	54.588	564.918	55.86	565.725	56.477	568.257	58.503	571.596	59.877
574.935	60.688	578.274	62.167	581.614	62.768	584.953	64.397	585.419	64.57
588.292	65.759	591.631	67.988	594.97	68.448	595.267	68.475	598.309	68.624
601.648	68.884	604.987	69.249	605.114	69.287	608.326	70.052	612.5	71.15

Manning's n Values num= 3  
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
 0 .055 340.75 .035 410.75 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
 340.75 410.75 76.105 76.105 76.105 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
 REACH: princ RS: 25.\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 455									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	30.615	3.588	30.553	4.519	30.458	7.176	30.195	9.038	29.86		
10.764	29.554	13.556	29.552	14.352	29.546	17.94	29.611	18.075	29.611		
21.529	29.603	22.594	29.481	25.117	29.213	27.112	29.201	28.705	29.197		
31.631	29.202	32.293	29.202	35.881	29.149	36.15	29.142	39.469	29.038		
40.669	29.002	43.057	28.792	45.188	28.585	46.645	28.393	49.706	28.037		
50.233	28.031	53.821	27.936	54.225	27.935	57.409	27.902	58.744	27.853		
60.998	27.748	63.263	27.68	64.586	27.65	67.781	27.561	68.174	27.548		
71.762	27.522	72.3	27.51	75.35	27.425	76.819	27.387	78.938	27.36		
81.338	27.285	82.526	27.241	85.856	26.975	86.114	26.954	89.702	26.943		
90.375	26.926	93.29	26.862	94.894	26.838	96.878	26.808	99.412	26.759		
100.467	26.746	103.931	26.731	104.055	26.728	107.643	26.672	108.45	26.64		
111.231	26.579	112.969	26.583	114.819	26.578	117.488	26.482	118.407	26.45		
121.995	26.39	122.006	26.39	125.583	26.305	126.525	26.322	129.171	26.379		
131.044	26.39	132.759	26.387	135.562	26.402	136.347	26.385	139.935	26.235		
140.081	26.231	143.524	26.327	144.6	26.378	147.112	26.437	149.119	26.438		
150.7	26.347	153.637	26.128	154.288	26.105	157.876	26.052	158.156	26.04		
161.464	25.993	162.675	25.986	165.052	25.942	167.194	25.919	168.64	25.92		
171.712	25.545	172.228	25.477	175.816	25.417	176.231	25.406	179.404	25.344		
180.75	25.326	181.199	25.323	182.993	25.317	184.787	25.291	185.269	25.292		
186.581	25.302	188.375	25.301	189.788	25.34	190.169	25.346	191.963	25.38		
193.757	25.434	194.306	25.467	195.551	25.552	197.345	25.725	198.825	25.86		
199.139	25.886	200.933	25.969	202.727	25.997	203.344	26.005	204.521	25.994		
206.315	25.957	207.863	25.977	208.109	25.984	209.903	25.989	211.697	25.974		
212.381	25.972	213.491	25.976	215.285	25.948	216.9	25.959	217.079	25.958		
218.873	25.939	220.667	25.89	221.419	25.876	222.462	25.878	224.256	25.927		
225.938	25.94	226.05	25.937	227.844	25.879	228.197	25.864	229.638	25.843		
230.456	25.84	231.432	25.831	232.716	25.825	233.226	25.831	234.975	25.835		
235.02	25.835	236.814	25.814	237.234	25.815	238.608	25.779	239.494	25.748		
240.402	25.762	241.753	25.859	242.196	25.897	243.99	25.984	244.012	25.981		
245.784	25.661	246.272	25.439	247.578	24.835	248.531	24.535	249.372	24.248		
250.791	24.044	251.166	24.005	252.96	23.369	253.05	23.366	254.754	23.13		
255.309	23.075	256.548	23.043	257.569	23.042	258.342	23.058	259.828	23.061		
260.136	23.073	261.931	23.123	262.087	23.128	263.725	23.105	264.347	23.102		
265.519	23.012	266.606	22.908	267.313	22.892	268.866	22.904	269.107	22.908		
270.901	22.903	271.125	22.91	272.695	22.893	273.384	22.87	274.489	22.875		
275.644	22.838	276.283	22.85	277.903	22.917	278.077	22.92	279.871	22.981		
280.163	22.988	281.665	23.007	282.422	23.014	283.459	23.021	284.681	23.04		
285.253	23.024	286.941	22.956	287.047	22.945	288.841	22.779	289.2	22.743		

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>Regione Marche</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	<b>Fg. 59 di 66</b>	<b>Rev.</b> <b>1</b>

290.635	22.7	291.459	22.671	292.429	22.656	293.719	22.639	294.223	22.634
295.978	22.61	296.017	22.609	297.811	22.574	298.237	22.557	299.605	22.524
300.497	22.522	301.4	22.505	302.756	22.467	303.194	22.462	304.988	22.425
305.016	22.425	306.782	22.398	307.275	22.396	308.576	22.38	309.534	22.37
310.37	22.379	311.794	22.353	312.164	22.345	313.958	22.345	314.053	22.343
315.752	22.307	316.312	22.311	317.546	22.317	318.572	22.29	319.34	22.278
320.831	22.277	321.134	22.273	322.928	22.231	323.091	22.229	324.722	22.216
325.35	22.215	326.516	22.215	327.609	22.197	328.31	22.188	329.869	22.191
330.104	22.191	331.898	22.189	332.128	22.187	333.692	22.184	334.388	22.19
335.486	22.202	336.647	22.257	337.28	22.266	338.906	22.216	339.074	22.214
340.868	22.212	341.166	22.212	342.663	22.23	343.425	22.224	344.457	22.185
345.684	22.152	346.251	22.15	347.944	22.041	348.045	22.04	349.839	22.103
350.203	22.116	351.633	22.122	352.462	22.133	353.427	22.117	354.722	22.093
355.221	22.089	356.981	22.36	357.015	22.37	358.809	23.224	359.241	23.195
360.603	23.006	361.5	22.765	362.667	22.203	363.25	21.998	365	21.505
366.75	21.024	367.333	20.868	368.5	20.603	369.667	20.333	370.25	20.234
372	19.985	373.111	19.997	374.222	20.024	375.333	20.032	376.444	19.994
377.556	20.006	378.667	20.033	379.778	20.106	380.889	20.138	382	20.15
383.111	20.161	384.222	20.122	385.333	20.023	386.444	20.019	387.556	19.976
388.667	20.047	389.778	20.133	390.889	20.169	392	20.15	393.111	20.168
394.222	20.191	395.333	20.193	396.444	20.181	397.556	20.184	398.667	20.132
399.778	20.054	400.889	19.987	402	19.81	403.225	19.833	404.45	19.907
405.675	20.035	406.9	20.078	407.444	20.084	408.125	20.119	409.35	20.157
410.575	20.2	411.8	20.273	412.889	20.382	413.025	20.405	414.25	20.596
415.475	20.752	416.7	20.898	417.925	21.02	418.333	21.033	419.15	21.006
420.375	20.97	421.6	21.034	422.825	21.098	423.778	21.319	424.05	21.371
425.275	21.506	426.5	22.26	427.733	22.502	428.966	22.293	429.145	22.25
430.199	22.001	431.432	21.98	432.665	22.033	433.898	22.137	434.435	22.143
435.132	22.141	436.365	22.154	437.598	22.226	438.831	22.233	439.726	22.26
440.064	22.271	441.297	22.309	442.53	22.318	443.763	22.456	444.996	22.395
445.016	22.395	446.229	22.43	447.462	22.499	448.695	22.559	449.929	22.569
450.306	22.584	451.162	22.619	452.395	22.63	454.244	22.819	455.597	22.852
456.711	22.873	459.177	22.718	460.887	22.656	461.643	22.63	464.109	22.715
466.177	22.711	466.575	22.708	469.041	22.701	471.468	22.813	471.508	22.815
473.974	22.637	476.44	22.749	476.758	22.765	478.906	22.849	481.372	22.86
482.048	22.844	483.838	22.834	486.305	22.904	487.339	22.9	488.771	22.881
491.237	22.834	492.629	22.832	493.703	22.831	496.169	22.873	497.919	22.903
498.635	22.917	501.102	23.094	503.21	23.515	503.568	23.586	506.034	24.186
508.5	24.19	509.839	24.22	511.178	24.274	512.517	24.724	513.856	25.094
515.195	25.178	516.534	25.243	517.874	25.268	519.213	25.342	520.552	25.837
521.891	26.017	523.23	26.216	524.297	26.399	524.569	26.435	525.908	26.616
527.247	26.757	528.586	27.073	529.925	27.444	531.264	27.809	532.195	28.067
532.603	28.177	533.943	28.772	535.282	29.057	536.621	29.136	537.96	29.436
539.299	30.006	540.093	30.454	540.638	30.783	541.977	31.637	543.316	32.416
544.655	33.21	545.994	34.089	547.333	34.678	547.992	34.946	548.672	35.287
550.011	35.935	551.351	36.567	552.69	37.169	554.029	37.731	555.368	38.253
555.89	38.406	556.707	38.667	558.046	39.084	560.055	40.121	562.733	42.276
563.788	43.234	565.411	44.699	568.089	46.653	570.767	47.077	571.686	47.206
573.445	47.222	576.124	47.291	578.802	47.361	579.585	47.384	581.48	47.55
584.158	47.775	586.836	48.76	587.483	49.205	589.514	50.777	592.193	51.984
594.871	52.817	597.549	54.094	600.227	54.786	602.905	56.164	603.28	56.32
605.583	57.528	608.261	59.497	610.94	60.286	611.178	60.347	613.618	60.707
616.296	61.168	618.974	61.699	619.076	61.735	621.652	62.263	625	63.02

Manning's n Values num= 3  
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
 0 .055 361.5 .035 426.5 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
 361.5 426.5 76.105 76.105 76.105 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
 REACH: princ RS: 22.5\*

INPUT

Description:  
 Station Elevation Data num= 455  
 Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 60 di 66

0	32.443	3.794	32.362	4.778	32.222	7.588	31.827	9.556	31.326
11.382	30.862	14.334	30.853	15.176	30.848	18.97	30.96	19.112	30.961
22.764	30.977	23.891	30.801	26.558	30.396	28.669	30.377	30.352	30.364
33.447	30.358	34.146	30.356	37.94	30.265	38.225	30.253	41.734	30.104
43.003	30.052	45.529	29.881	47.781	29.697	49.323	29.546	52.559	29.3
53.117	29.285	56.911	29.103	57.338	29.097	60.705	29.041	62.116	28.964
64.499	28.824	66.894	28.739	68.293	28.695	71.672	28.561	72.087	28.544
75.881	28.521	76.45	28.505	79.675	28.407	81.228	28.366	83.469	28.32
86.006	28.202	87.263	28.141	90.784	27.752	91.057	27.722	94.851	27.721
95.562	27.699	98.645	27.606	100.341	27.571	102.439	27.529	105.119	27.459
106.233	27.433	109.897	27.392	110.027	27.389	113.821	27.356	114.675	27.32
117.615	27.22	119.453	27.219	121.409	27.214	124.231	27.073	125.203	27.025
128.998	26.935	129.009	26.935	132.792	26.807	133.788	26.833	136.586	26.909
138.566	26.92	140.38	26.924	143.344	26.959	144.174	26.957	147.968	26.847
148.122	26.847	151.762	26.919	152.9	26.973	155.556	27.068	157.678	27.078
159.35	27.039	162.456	26.892	163.144	26.872	166.938	26.876	167.234	26.864
170.732	26.777	172.012	26.76	174.526	26.711	176.791	26.694	178.32	26.69
181.569	26.117	182.114	26.019	185.908	25.949	186.347	25.934	189.702	25.837
191.125	25.809	191.599	25.802	193.496	25.779	195.393	25.726	195.903	25.723
197.29	25.721	199.187	25.696	200.681	25.735	201.084	25.743	202.981	25.79
204.878	25.867	205.459	25.916	206.775	26.031	208.672	26.273	210.237	26.459
210.569	26.498	212.467	26.615	214.364	26.649	215.016	26.658	216.261	26.662
218.158	26.639	219.794	26.696	220.055	26.707	221.952	26.724	223.849	26.712
224.572	26.713	225.746	26.718	227.643	26.674	229.35	26.688	229.54	26.689
231.437	26.684	233.334	26.635	234.128	26.624	235.231	26.619	237.128	26.678
238.906	26.685	239.025	26.684	240.922	26.645	241.295	26.631	242.819	26.597
243.684	26.591	244.716	26.58	246.073	26.577	246.613	26.58	248.463	26.568
248.51	26.568	250.407	26.532	250.852	26.532	252.304	26.514	253.241	26.491
254.201	26.491	255.63	26.604	256.098	26.643	257.995	26.707	258.019	26.701
259.892	26.205	260.408	25.869	261.789	24.962	262.797	24.512	263.686	24.104
265.186	23.836	265.583	23.772	267.48	22.794	267.575	22.789	269.377	22.59
269.964	22.558	271.274	22.532	272.353	22.548	273.171	22.569	274.742	22.566
275.068	22.571	276.965	22.572	277.131	22.572	278.862	22.538	279.52	22.532
280.759	22.481	281.909	22.402	282.656	22.376	284.298	22.39	284.553	22.394
286.45	22.366	286.688	22.375	288.347	22.401	289.077	22.39	290.244	22.392
291.466	22.332	292.141	22.315	293.855	22.326	294.038	22.325	295.935	22.36
296.244	22.363	297.833	22.363	298.633	22.361	299.73	22.356	301.022	22.365
301.627	22.357	303.411	22.304	303.524	22.297	305.421	22.22	305.8	22.2
307.318	22.17	308.189	22.146	309.215	22.128	310.578	22.109	311.112	22.102
312.967	22.071	313.009	22.07	314.906	22.057	315.356	22.04	316.803	21.997
317.745	21.999	318.7	21.993	320.134	21.966	320.597	21.961	322.494	21.918
322.523	21.917	324.391	21.889	324.912	21.89	326.288	21.885	327.302	21.886
328.185	21.894	329.691	21.85	330.082	21.837	331.979	21.837	332.08	21.835
333.876	21.789	334.469	21.797	335.773	21.813	336.858	21.78	337.67	21.759
339.247	21.75	339.567	21.746	341.464	21.696	341.636	21.694	343.361	21.678
344.025	21.677	345.258	21.677	346.414	21.65	347.155	21.634	348.803	21.631
349.052	21.631	350.949	21.619	351.192	21.616	352.846	21.597	353.581	21.6
354.743	21.606	355.97	21.676	356.64	21.703	358.359	21.665	358.537	21.662
360.434	21.671	360.748	21.672	362.331	21.69	363.138	21.677	364.228	21.642
365.527	21.622	366.125	21.62	367.916	21.457	368.022	21.45	369.919	21.462
370.305	21.464	371.816	21.451	372.694	21.454	373.713	21.444	375.083	21.424
375.61	21.419	377.472	21.83	377.507	21.84	379.404	22.867	379.861	22.762
381.301	22.383	382.25	21.958	383.333	21.352	383.875	21.161	385.5	20.653
387.125	20.176	387.667	20.019	388.75	19.774	389.833	19.527	390.375	19.456
392	19.267	392.667	19.271	393.333	19.282	394	19.282	394.667	19.261
395.333	19.264	396	19.275	396.667	19.308	397.333	19.322	398	19.325
398.667	19.332	399.333	19.313	400	19.265	400.667	19.264	401.333	19.243
402	19.28	402.667	19.324	403.333	19.343	404	19.335	404.667	19.342
405.333	19.351	406	19.35	406.667	19.342	407.333	19.341	408	19.312
408.667	19.272	409.333	19.236	410	19.145	411.612	19.177	413.225	19.283
414.837	19.473	416.45	19.534	417.167	19.542	418.062	19.565	419.675	19.569
421.288	19.58	422.9	19.636	424.333	19.753	424.512	19.773	426.125	19.923
427.737	20.021	429.35	20.104	430.962	20.15	431.5	20.125	432.575	20.048
434.188	19.94	435.8	19.982	437.413	20.024	438.667	20.313	439.025	20.391
440.637	20.588	442.25	21.715	443.867	22.066	445.483	21.742	445.718	21.675
447.1	21.285	448.716	21.235	450.333	21.297	451.949	21.433	452.653	21.434
453.566	21.431	455.182	21.447	456.799	21.553	458.415	21.562	459.589	21.601
460.032	21.615	461.648	21.67	463.265	21.679	464.882	21.883	466.498	21.787
466.524	21.788	468.115	21.835	469.731	21.935	471.348	22.019	472.964	22.029
473.46	22.051	474.581	22.1	476.197	22.11	478.622	22.384	480.395	22.429
481.855	22.461	485.088	22.234	487.331	22.144	488.321	22.105	491.555	22.233

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 61 di 66

494.266	22.226	494.788	22.224	498.021	22.226	501.202	22.404	501.254	22.408
504.487	22.134	507.72	22.295	508.137	22.317	510.953	22.459	514.186	22.495
515.073	22.476	517.419	22.442	520.652	22.522	522.008	22.505	523.885	22.476
527.118	22.402	528.944	22.398	530.352	22.396	533.585	22.457	535.879	22.5
536.818	22.519	540.051	22.777	542.815	23.402	543.284	23.508	546.517	24.398
549.75	24.395	550.759	24.465	551.767	24.547	552.776	24.826	553.784	25.066
554.793	25.163	555.802	25.25	556.81	25.317	557.819	25.409	558.828	25.711
559.836	25.855	560.845	26.01	561.648	26.145	561.853	26.163	562.862	26.254
563.871	26.325	564.879	26.484	565.888	26.67	566.897	26.854	567.597	26.984
567.905	27.035	568.914	27.323	569.922	27.455	570.931	27.485	571.94	27.624
572.948	27.899	573.547	28.117	573.957	28.299	574.966	28.771	575.974	29.204
576.983	29.645	577.991	30.129	579	30.467	579.496	30.623	580.009	30.881
581.017	31.377	582.026	31.865	583.034	32.338	584.043	32.791	585.052	33.224
585.445	33.368	586.06	33.625	587.069	34.042	588.582	34.871	590.599	36.364
591.394	37.007	592.616	37.984	594.634	39.365	596.651	39.98	597.343	40.183
598.668	40.223	600.685	40.307	602.703	40.391	603.292	40.417	604.72	40.645
606.737	40.963	608.754	41.661	609.242	41.932	610.772	43.05	612.789	44.091
614.806	44.945	616.823	46.021	618.841	46.805	620.858	47.931	621.14	48.07
622.875	49.297	624.892	51.005	626.909	52.123	627.089	52.218	628.927	52.791
630.944	53.452	632.961	54.148	633.038	54.182	634.978	54.475	637.5	54.89

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 382.25 .035 442.25 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
382.25 442.25 76.105 76.105 76.105 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 20

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	238							
Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev
0 34.27	4 34.17	8 33.46	12 32.17	16 32.15	20 32.31	24 32.35	28 31.58	32 31.53	36 31.51
40 31.38	44 31.17	48 30.97	52 30.7	56 30.54	60 30.27	64 30.18	68 29.9	72 29.74	76 29.54
80 29.52	84 29.39	88 29.28	92 29.04	96 28.49	100 28.5	104 28.35	108 28.25	112 28.12	116 28.05
120 28.04	124 27.86	128 27.85	132 27.6	136 27.48	140 27.31	144 27.44	148 27.46	152 27.53	156 27.46
160 27.51	164 27.7	168 27.73	172 27.64	176 27.7	180 27.56	184 27.48	188 27.46	192 26.56	196 26.48
200 26.33	202 26.28	204 26.24	206 26.16	208 26.14	210 26.09	212 26.14	214 26.2	216 26.3	218 26.51
220 26.82	222 27.11	224 27.26	226 27.3	228 27.33	230 27.32	232 27.43	234 27.46	236 27.45	238 27.46
240 27.4	242 27.42	244 27.43	246 27.38	248 27.36	250 27.43	252 27.43	254 27.41	256 27.35	258 27.33
260 27.33	262 27.3	264 27.25	266 27.25	268 27.22	270 27.39	272 27.43	274 26.75	276 25.09	278 23.96
280 23.54	282 22.22	284 22.05	286 22.02	288 22.08	290 22.07	292 22.02	294 21.97	296 21.95	298 21.86
300 21.88	302 21.83	304 21.91	306 21.91	308 21.78	310 21.73	312 21.74	314 21.72	316 21.69	318 21.69
320 21.65	322 21.66	324 21.64	326 21.6	328 21.57	330 21.53	332 21.54	334 21.47	336 21.48	338 21.46
340 21.41	342 21.38	344 21.39	346 21.41	348 21.33	350 21.33	352 21.27	354 21.31	356 21.24	358 21.22
360 21.16	362 21.14	364 21.14	366 21.08	368 21.07	370 21.05	372 21.01	374 21.01	376 21.14	378 21.11
380 21.13	382 21.15	384 21.1	386 21.09	388 20.86	390 20.82	392 20.78	394 20.77	396 20.75	398 21.31
400 22.51	402 21.76	403 21.15	404 20.5	406 19.8	408 19.17	410 18.72	412 18.55	414 18.5	416 18.52
418 18.48	420 18.52	422 18.66	424 18.91	426 18.99					

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b>		Regione Marche	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 62 di 66

428	19.01	430	18.98	432	18.96	434	19	436	19.14
438	19.25	440	19.29	442	19.31	444	19.28	446	19.09
448	18.91	450	18.93	452	18.95	454	19.41	456	19.67
458	21.17	460	21.63	462	21.19	464	20.57	466	20.49
468	20.56	470	20.73	472	20.72	474	20.74	476	20.88
478	20.89	480	20.96	482	21.03	484	21.04	486	21.31
488	21.18	490	21.24	492	21.37	494	21.48	496	21.49
498	21.58	500	21.59	503	21.95	507	22.05	511	21.75
515	21.58	519	21.75	523	21.74	527	21.75	531	22
535	21.63	539	21.84	543	22.07	547	22.13	551	22.05
555	22.14	559	22.07	563	21.97	567	21.96	571	22.04
575	22.12	579	22.46	583	23.43	587	24.61	591	24.6
599	25.89	603	25.9	607	25.78	611	26.3	615	28.33
619	30.78	623	33.16	627	33.45	631	34.66	639	39.82
643	44.09	647	46.63	650	46.76				

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 403 .035 458 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
403 458 80.443 80.443 80.443 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	21.72	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.84	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	20.88	Reach Len. (m)	80.44	80.44	80.44
Crit W.S. (m)	20.88	Flow Area (m2)	0.70	97.91	2.76
E.G. Slope (m/m)	0.009407	Area (m2)	0.70	97.91	2.76
Q Total (m3/s)	400.00	Flow (m3/s)	0.23	398.04	1.73
Top Width (m)	75.77	Top Width (m)	8.61	54.19	12.96
Vel Total (m/s)	3.95	Avg. Vel. (m/s)	0.33	4.07	0.63
Max Chl Dpth (m)	2.40	Hydr. Depth (m)	0.08	1.81	0.21
Conv. Total (m3/s)	4124.2	Conv. (m3/s)	2.4	4104.0	17.8
Length Wtd. (m)	80.44	Wetted Per. (m)	8.63	55.10	13.03
Min Ch El (m)	18.48	Shear (N/m2)	7.53	163.92	19.54
Alpha	1.06	Stream Power (N/m s)	31120.62	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.77	Cum Volume (1000 m3)	0.03	24.53	0.84
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.35	14.92	5.14

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 16.6666\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 467

Sta	Elev								
0	35.36	3.721	35.317	4.156	35.311	7.442	34.946	8.311	34.85
11.163	34.27	12.467	33.996	14.885	33.982	16.623	33.975	18.606	34.024
20.779	34.076	22.327	34.083	24.934	34.074	26.048	33.926	29.09	33.594
29.769	33.598	33.246	33.614	33.49	33.616	37.211	33.594	37.401	33.594
40.932	33.523	41.557	33.499	44.654	33.339	45.713	33.153	48.375	32.691
49.869	32.559	52.096	32.337	54.024	32.224	55.817	32.151	58.18	32.067
59.538	31.995	62.336	31.826	63.259	31.797	66.491	31.744	66.98	31.721
70.647	31.498	70.702	31.495	74.423	31.343	74.803	31.332	78.144	31.209
78.959	31.167	81.865	31.097	83.114	31.084	85.586	31.015	87.27	30.938
89.307	30.851	91.426	30.76	93.028	30.658	95.582	30.432	96.749	30.27
99.737	29.785	100.471	29.731	103.893	29.694	104.192	29.683	107.913	29.543
108.049	29.54	111.634	29.479	112.204	29.473	115.355	29.421	116.36	29.397
119.076	29.359	120.516	29.35	122.797	29.356	124.672	29.394	126.519	29.38
128.827	29.348	130.24	29.368	132.983	29.309	133.961	29.251	137.139	29.109
137.682	29.096	141.294	28.998	141.403	28.994	145.124	28.829	145.45	28.81
148.845	28.781	149.606	28.777	152.566	28.709	153.762	28.682	156.288	28.645
157.917	28.643	160.009	28.593	162.073	28.54	163.73	28.53	166.229	28.516
167.451	28.537	170.384	28.582	171.172	28.574	174.54	28.484	174.893	28.468
178.614	28.158	178.696	28.151	182.336	27.942	182.852	27.943	186.057	27.845

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>SPC. LA-E-83081</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 63 di 66	<b>Rev. 1</b>

187.007	27.818	187.917	27.802	189.778	27.794	191.163	27.772	191.638	27.768
193.499	27.769	195.319	27.763	195.359	27.757	197.22	27.499	199.081	27.21
199.474	27.157	200.941	27.151	202.802	27.114	203.63	27.102	204.662	27.075
206.523	27.077	207.786	27.042	208.383	27.03	209.864	27.004	210.244	26.998
211.942	26.974	212.105	26.969	213.965	26.918	214.019	26.917	215.826	26.915
216.097	26.915	217.686	26.898	218.175	26.893	219.547	26.922	220.253	26.936
221.407	26.962	222.331	26.985	223.268	27.02	224.409	27.063	225.129	27.115
226.487	27.207	226.989	27.257	228.564	27.408	228.85	27.433	230.642	27.587
230.71	27.59	232.571	27.669	232.72	27.676	234.431	27.685	234.798	27.685
236.292	27.681	236.876	27.684	238.153	27.673	238.954	27.676	240.013	27.721
241.032	27.749	241.874	27.751	243.109	27.761	243.734	27.758	245.187	27.706
245.595	27.695	247.265	27.661	247.455	27.653	249.316	27.554	249.343	27.55
251.176	27.335	251.421	27.336	253.037	27.339	253.499	27.34	254.898	27.318
255.577	27.302	256.758	27.286	257.655	27.282	258.619	27.305	259.732	27.346
260.479	27.357	261.81	27.342	262.34	27.333	263.888	27.293	264.2	27.281
265.966	27.275	266.061	27.276	267.922	27.251	268.044	27.247	269.782	27.203
270.122	27.202	271.643	27.182	272.2	27.177	273.503	27.156	274.277	27.135
275.364	27.123	276.355	27.09	277.224	27.052	278.433	27.096	279.085	27.162
280.511	27.286	280.946	27.306	282.589	27.206	282.806	27.143	284.667	26.71
285.744	26.303	286.821	25.742	287.897	25.365	288.167	25.243	288.974	24.959
290.051	24.588	291.128	24.209	291.667	24.048	292.205	23.96	293.282	23.804
294.359	23.608	295.167	23.363	295.436	23.236	296.513	22.695	297.59	21.874
298.667	21.503	300.286	21.357	301.906	21.304	302.436	21.306	303.526	21.331
305.146	21.322	306.205	21.298	306.766	21.28	308.386	21.226	309.974	21.194
310.006	21.193	311.625	21.122	313.245	21.124	313.744	21.11	314.865	21.078
316.485	21.118	317.513	21.11	318.105	21.107	319.725	21.014	321.282	20.975
321.344	20.973	322.964	20.98	324.584	20.967	325.051	20.961	326.204	20.94
327.824	20.93	328.821	20.907	329.444	20.895	331.063	20.897	332.59	20.881
332.683	20.88	334.303	20.859	335.923	20.845	336.359	20.839	337.543	20.824
339.163	20.837	340.128	20.812	340.782	20.79	342.402	20.788	343.897	20.768
344.022	20.768	345.642	20.749	347.262	20.743	347.667	20.748	348.882	20.772
350.501	20.809	351.436	20.793	352.121	20.749	353.741	20.699	355.205	20.617
355.361	20.613	356.981	20.635	358.601	20.584	358.974	20.58	360.22	20.559
361.84	20.505	362.744	20.489	363.46	20.486	365.08	20.492	366.513	20.461
366.7	20.456	368.32	20.447	369.939	20.431	370.282	20.424	371.559	20.411
373.179	20.421	374.051	20.473	374.799	20.518	376.419	20.508	377.821	20.528
378.039	20.53	379.658	20.54	381.278	20.504	381.59	20.502	382.898	20.492
384.518	20.333	385.359	20.316	386.138	20.3	387.758	20.266	389.128	20.254
389.377	20.252	390.997	20.233	392.617	20.601	392.897	20.738	394.237	21.432
395.857	20.971	396.667	20.583	397.63	20.085	398.833	19.712	399.556	19.382
401	18.758	401.481	18.642	403.167	18.341	403.407	18.286	405.333	18.037
406.235	18.097	407.137	18.092	408.039	18.106	408.941	18.096	409.843	18.087
410.444	18.121	410.745	18.141	411.647	18.16	412.549	18.165	413.451	18.155
414.353	18.144	415.255	18.139	415.556	18.127	416.157	18.097	417.059	18.079
417.961	18.087	418.863	18.083	419.765	18.035	420.667	17.843	422.517	17.883
423.054	17.914	424.367	17.975	425.441	18.067	426.217	18.14	427.828	18.193
428.067	18.202	429.917	18.228	430.215	18.227	431.767	18.234	432.602	18.241
433.617	18.24	434.989	18.27	435.467	18.28	437.317	18.386	437.376	18.389
439.167	18.478	439.763	18.492	441.017	18.503	442.151	18.505	442.867	18.509
444.538	18.489	444.717	18.486	446.567	18.357	446.925	18.333	448.417	18.222
449.312	18.22	450.267	18.239	451.699	18.267	452.117	18.283	453.967	18.649
454.086	18.665	455.817	19.163	456.473	19.645	457.667	20.373	458.486	20.502
459.915	20.691	460.124	20.663	461.763	20.455	462.163	20.41	463.402	20.202
464.41	19.98	465.04	19.942	466.658	19.831	466.679	19.83	468.317	19.891
468.906	19.885	469.956	19.906	471.154	19.969	471.594	19.969	473.233	19.947
473.402	19.947	474.871	19.959	475.65	19.981	476.51	20.036	477.898	20.11
478.149	20.114	479.787	20.122	480.146	20.12	481.426	20.133	482.394	20.132
483.064	20.131	484.642	20.176	484.703	20.177	486.341	20.205	486.89	20.216
487.98	20.321	489.138	20.385	489.618	20.355	491.257	20.292	491.386	20.288
492.896	20.327	493.634	20.337	495.353	20.396	495.882	20.418	498.129	20.496
498.631	20.498	500.377	20.512	501.908	20.561	502.625	20.578	504.873	20.578
505.185	20.599	508.245	20.751	508.462	20.75	511.739	20.795	512.741	20.944
515.016	21.145	517.237	21.038	518.293	21.007	521.57	20.994	521.733	20.985
524.847	20.965	526.229	20.993	528.125	20.981	530.725	20.942	531.402	20.934
534.679	20.816	535.22	20.85	537.956	21.118	539.716	21.207	541.233	21.143
544.212	21.083	544.51	21.103	547.787	21.298	548.708	21.3	551.064	21.314
553.204	21.341	554.341	21.327	557.618	21.396	557.7	21.396	560.896	21.349
562.196	21.324	564.173	21.336	566.691	21.301	567.45	21.272	571.187	21.252
574.004	21.225	575.683	21.197	577.281	21.191	580.179	21.213	580.558	21.221
583.835	21.27	584.675	21.278	587.112	21.302	589.171	21.354	590.39	21.431
593.667	21.667	596.84	22.51	600.014	23.493	602.012	23.612	603.188	23.615



	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 65 di 66

350.044	20.076	351.284	20.088	352.523	20.106	352.833	20.114	353.763	20.153
355.003	20.209	355.718	20.221	356.242	20.168	357.482	20.067	358.603	19.959
358.722	19.956	359.961	19.961	361.201	19.929	361.487	19.925	362.441	19.898
363.68	19.849	364.372	19.83	364.92	19.832	366.16	19.843	367.256	19.836
367.399	19.833	368.639	19.824	369.879	19.811	370.141	19.807	371.118	19.812
372.358	19.833	373.026	19.867	373.598	19.896	374.837	19.906	375.91	19.929
376.077	19.929	377.317	19.93	378.556	19.908	378.795	19.906	379.796	19.894
381.036	19.806	381.679	19.793	382.275	19.78	383.515	19.752	384.564	19.737
384.755	19.735	385.994	19.717	387.234	19.892	387.449	19.959	388.474	20.354
389.714	20.181	390.333	20.017	391.259	19.67	392.417	19.361	393.111	18.964
394.5	18.189	394.963	18.114	396.583	17.905	396.815	17.853	398.667	17.523
400.118	17.654	401.569	17.651	403.02	17.688	404.471	17.678	405.922	17.669
406.889	17.742	407.373	17.78	408.824	17.815	410.275	17.823	411.725	17.797
413.176	17.772	414.627	17.76	415.111	17.733	416.078	17.678	417.529	17.649
418.98	17.674	420.431	17.671	421.882	17.582	423.333	17.207	425.033	17.246
425.527	17.267	426.733	17.289	427.72	17.328	428.433	17.37	429.914	17.407
430.133	17.413	431.833	17.446	432.108	17.448	433.533	17.488	434.301	17.51
435.233	17.521	436.495	17.55	436.933	17.56	438.633	17.632	438.688	17.635
440.333	17.705	440.882	17.721	442.033	17.716	443.075	17.707	443.733	17.708
445.269	17.694	445.433	17.693	447.133	17.624	447.462	17.612	448.833	17.534
449.656	17.52	450.533	17.547	451.849	17.588	452.233	17.617	453.933	17.889
454.043	17.902	455.633	18.655	456.237	19.087	457.333	19.577	458.243	19.666
459.829	19.752	460.062	19.736	461.882	19.643	462.325	19.63	463.701	19.556
464.821	19.389	465.52	19.336	467.317	19.172	467.339	19.17	469.159	19.241
469.813	19.211	470.978	19.173	472.309	19.208	472.797	19.209	474.616	19.174
474.804	19.174	476.436	19.184	477.3	19.222	478.255	19.278	479.796	19.341
480.074	19.347	481.894	19.356	482.292	19.349	483.713	19.337	484.788	19.303
485.532	19.28	487.284	19.322	487.351	19.323	489.171	19.373	489.78	19.391
490.99	19.47	492.275	19.46	492.809	19.427	494.629	19.396	494.771	19.395
496.448	19.433	497.267	19.434	499.177	19.453	499.763	19.465	502.259	19.511
502.815	19.514	504.755	19.534	506.454	19.57	507.251	19.576	509.747	19.565
510.092	19.574	513.49	19.553	513.731	19.545	517.37	19.563	518.482	19.837
521.008	20.393	523.474	20.325	524.647	20.303	528.285	20.402	528.466	20.39
531.924	20.233	533.457	20.236	535.562	20.215	538.449	20.145	539.201	20.127
542.839	19.883	543.441	19.949	546.478	20.334	548.432	20.413	550.116	20.412
553.424	20.536	553.755	20.561	557.394	20.799	558.416	20.761	561.032	20.667
563.408	20.612	564.671	20.568	568.309	20.663	568.399	20.663	571.948	20.624
573.391	20.598	575.586	20.583	578.383	20.462	579.225	20.416	583.375	20.435
586.502	20.442	588.366	20.423	590.141	20.415	593.358	20.466	593.779	20.476
597.418	20.515	598.35	20.517	601.056	20.521	603.342	20.588	604.695	20.651
608.333	20.873	610.681	21.59	613.028	22.376	614.506	22.621	615.376	22.629
620.07	23.11	620.679	23.118	622.418	23.528	624.765	24.038	627.113	24.761
629.46	25.988	631.807	27.355	633.025	28.051	634.155	28.637	636.502	29.157
638.85	29.984	639.198	30.174	643.545	31.471	645.37	32.454	645.892	32.754
648.239	33.53	650	33.52						

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val  
0 .055 390.333 .035 457.333 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
390.333 457.333 80.443 80.443 80.443 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 10

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	238							
Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev
0 37.54	4 37.59	8 37.62	12 37.65	16 37.66	20 37.62	24 37.6	28 37.49	32 37.65	36 37.79
40 37.76	44 37.77	48 37.57	52 35.99	56 35.36	60 35.19	64 35.08	68 34.89	72 34.87	76 34.69
80 34.52	84 34.47	88 34.24	92 34.16	96 33.88	100 33.6	104 33.04	108 32.21	112 32.07	116 31.92
120 31.91	124 31.96	128 31.93	132 31.98	136 32.22	140 32.39	144 32.17	148 32.12	152 32.03	156 31.84

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83081</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 66 di 66

160	31.51	164	31.22	168	30.93	172	30.79	176	30.63
180	30.48	184	30.31	188	29.96	192	29.19	196	28.44
200	28.35	202	28.32	204	28.37	206	28.35	208	28.37
210	28.37	212	28.4	214	28.34	216	28.39	218	28.35
220	28.34	222	28.48	224	28.46	226	28.45	228	28.44
230	28.43	232	28.46	234	28.49	236	28.52	238	28.54
240	28.57	242	28.6	244	28.6	246	28.58	248	28.54
250	28.51	252	28.47	254	28.4	256	28.37	258	28.41
260	28.37	262	28.36	264	28.18	266	28.05	268	27.86
270	27.17	272	27.16	274	27.16	276	27.12	278	27.13
280	27.21	282	27.15	284	27.04	286	27.13	288	27.09
290	26.95	292	26.93	294	26.93	296	26.87	298	26.68
300	26.94	302	27.12	304	26.71	306	26.63	308	26.43
310	25.77	312	25.66	314	25.22	316	24.8	318	24.36
320	24.09	322	23.88	324	23.55	326	22.83	328	22.02
330	20.37	332	20.07	334	19.84	336	19.82	338	19.68
340	19.6	342	19.51	344	19.46	346	19.46	348	19.39
350	19.36	352	19.4	354	19.44	356	19.38	358	19.48
360	19.65	362	19.3	364	19.27	366	19.17	368	19.21
370	19.19	372	19.26	374	19.33	376	19.31	378	19.27
380	19.22	382	19.18	384	19.45	386	19.01	388	17.62
390	17.47	392	17.01	394	17.21	396	17.21	398	17.27
400	17.26	402	17.25	404	17.42	406	17.47	408	17.48
410	17.44	412	17.4	414	17.38	416	17.26	418	17.22
420	17.26	422	17.26	424	17.13	426	16.57	428	16.62
430	16.59	432	16.62	434	16.67	436	16.78	438	16.83
440	16.88	442	16.95	444	16.91	446	16.9	448	16.89
450	16.82	452	16.91	454	17.14	456	18.53	457	18.78
458	18.83	460	18.81	462	18.83	464	18.91	466	18.73
468	18.51	470	18.59	472	18.44	474	18.45	476	18.4
478	18.41	480	18.52	482	18.58	484	18.59	486	18.54
488	18.43	490	18.47	492	18.54	494	18.62	496	18.5
498	18.5	500	18.54	503	18.51	507	18.53	511	18.58
515	18.55	519	18.34	523	18.33	527	19.64	531	19.6
535	19.81	539	19.5	543	19.45	547	19.32	551	18.95
555	19.55	559	19.68	563	20.02	567	20.3	571	20.02
575	19.81	579	19.93	583	19.9	587	19.83	591	19.56
599	19.66	603	19.64	607	19.73	611	19.76	615	19.74
619	19.87	623	20.08	627	21.63	631	21.73	639	26.07
643	27.74	647	27.11	650	26.9				

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 384 .035 457 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
384 457 0 0 0 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	19.35	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.61	Wt. n-Val.		0.035	0.055
W.S. Elev (m)	18.73	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	18.73	Flow Area (m2)		111.69	13.31
E.G. Slope (m/m)	0.008301	Area (m2)		111.69	13.31
Q Total (m3/s)	400.00	Flow (m3/s)		391.77	8.23
Top Width (m)	128.67	Top Width (m)		70.41	58.26
Vel Total (m/s)	3.20	Avg. Vel. (m/s)		3.51	0.62
Max Chl Dpth (m)	2.16	Hydr. Depth (m)		1.59	0.23
Conv. Total (m3/s)	4390.2	Conv. (m3/s)		4299.9	90.3
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		71.41	58.37
Min Ch El (m)	16.57	Shear (N/m2)		127.33	18.56
Alpha	1.18	Stream Power (N/m s)	31120.62	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			