

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 1 di 69

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

**Attraversamento in subalveo del fiume FINO**

**RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 2 di 69

## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITA'</b>	<b>4</b>
1.1	Premessa	4
1.2	Scopo e descrizione dell'elaborato	4
1.3	Disegno di Attraversamento	5
1.4	Definizioni	5
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME</b>	<b>9</b>
3.1	Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua	9
3.2	Descrizione dell'area d'intervento	10
<b>4</b>	<b>VALUTAZIONI IDROLOGICHE</b>	<b>12</b>
4.1	Generalità	12
4.2	Considerazioni specifiche preliminari	12
4.3	Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino	12
4.4	Studi PSDA - Modalità di elaborazione per valutazioni idrologiche	14
4.4.1	<u>Premessa</u>	14
4.4.2	<u>Il Metodo della grandezza indice, secondo le linee guida del Progetto VAPI</u>	14
4.4.3	<u>Stima delle portate al colmo</u>	16
4.4.4	<u>Curva di crescita regionale</u>	16
4.4.5	<u>Portata Indice <math>m_Q</math></u>	17
4.5	Studi PSDA - Selezione dei risultati di interesse	18
4.6	Portata di progetto	21
<b>5</b>	<b>STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE</b>	<b>22</b>
5.1	Presupposti e limiti dello studio	22
5.2	Assetto geometrico e modellazione dell'alveo	23
5.3	Risultati della simulazione idraulica	25
5.4	Analisi dei risultati conseguiti	30
<b>6</b>	<b>VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO</b>	<b>31</b>
6.1	Generalità	31
6.2	Criteri di calcolo	32
6.3	Stima dei massimi approfondimenti attesi	34
6.4	Considerazione sui risultati conseguiti	35
<b>7</b>	<b>METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI</b>	<b>36</b>
7.1	Premessa	36
7.2	Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto	36
7.3	Geometria della condotta ed interventi di ripristino	38

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 3 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

<b>8</b>	<b>VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	<b>39</b>
8.1	Premessa	39
8.2	PSDA - Analisi disposizioni per le aree di pericolosità idraulica	39
8.3	Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento	41
8.4	Analisi dei criteri di compatibilità idraulica	43
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>46</b>
	<b>APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO</b>	<b>47</b>
	<b>APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO - REPORT PROGRAMMA HEC RAS</b>	<b>52</b>
	<b>ANNESSO:</b>	
	• <b>Elaborato grafico di progetto: LC-12E-82119</b>	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 4 di 69

## 1 GENERALITA'

### 1.1 Premessa

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

La suddetta linea in progetto interseca l'alveo del fiume Fino nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 0,5 km a monte della confluenza con il Tavo), in un ambito di confine tra i territori comunali di Collecervino (PE) e Città Sant'Angelo (PE).

Il fiume Fino rappresenta un corso d'acqua di significativa importanza, ricadente nelle province di Teramo e di Pescara, per il quale l'ex "Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro", nell'ambito del "Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni" (PSDA), ha individuato e perimetrato le aree di pericolosità idraulica lungo lo sviluppo dell'asta fluviale.

Conseguentemente nell'ambito di attraversamento in esame s'individuano delle interferenze tra il tracciato del metanodotto in progetto con le aree censite di pericolosità idraulica nel PSDA. Le Norme di Attuazione del Piano consentono la realizzazione di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità idraulica, subordinatamente alla presentazione di uno specifico studio di compatibilità idraulica.

### 1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato

Lo scopo del presente elaborato è dunque analizzare le condizioni di compatibilità idraulica del metanodotto in progetto nell'ambito specifico d'interferenza con le aree di pericolosità idraulica.

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

Nell'ambito della presente relazione vengono inoltre illustrati gli studi effettuati al fine di individuare le caratteristiche di progettazione 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 Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 5 di 69	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 per la regolamentazione degli interventi in ambiti censiti di pericolosità idraulica ai sensi del PSDA.

### 1.3 Disegno di Attraversamento

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

- **LC-12E-82119** *Attraversamento fiume Fino*

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

### 1.4 Definizioni

#### Metanodotto

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

#### Linea o Condotta

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

#### Tubazione

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

#### Diametro nominale (DN)

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

#### 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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 6 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

“Raise borer”, trivellazioni orizzontali controllate – T.O.C., ecc.).

Profondità d'interramento o Copertura della tubazione

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

Copertura minima

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

Pista di lavoro

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

Alveo

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

Opere di ripristino

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

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 7 di 69

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'interferenza tra il metanodotto in progetto con il fiume Fino ricade nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 0,5 km a monte della confluenza con il Tavo), in un ambito di confine tra i territori comunali di Collecervino e Città Sant'Angelo.

Al fine di consentire un inquadramento territoriale dell'ambito di attraversamento, qui di seguito si riporta una corografia in scala 1:25.000 (estratta dalle tavolette IGM), dove il tracciato del metanodotto in progetto è riportato mediante una linea in rosso, il metanodotto in fase di dismissione è indicato tramite una linea in verde e l'area di attraversamento in esame è indicata mediante un cerchio in colore blu.

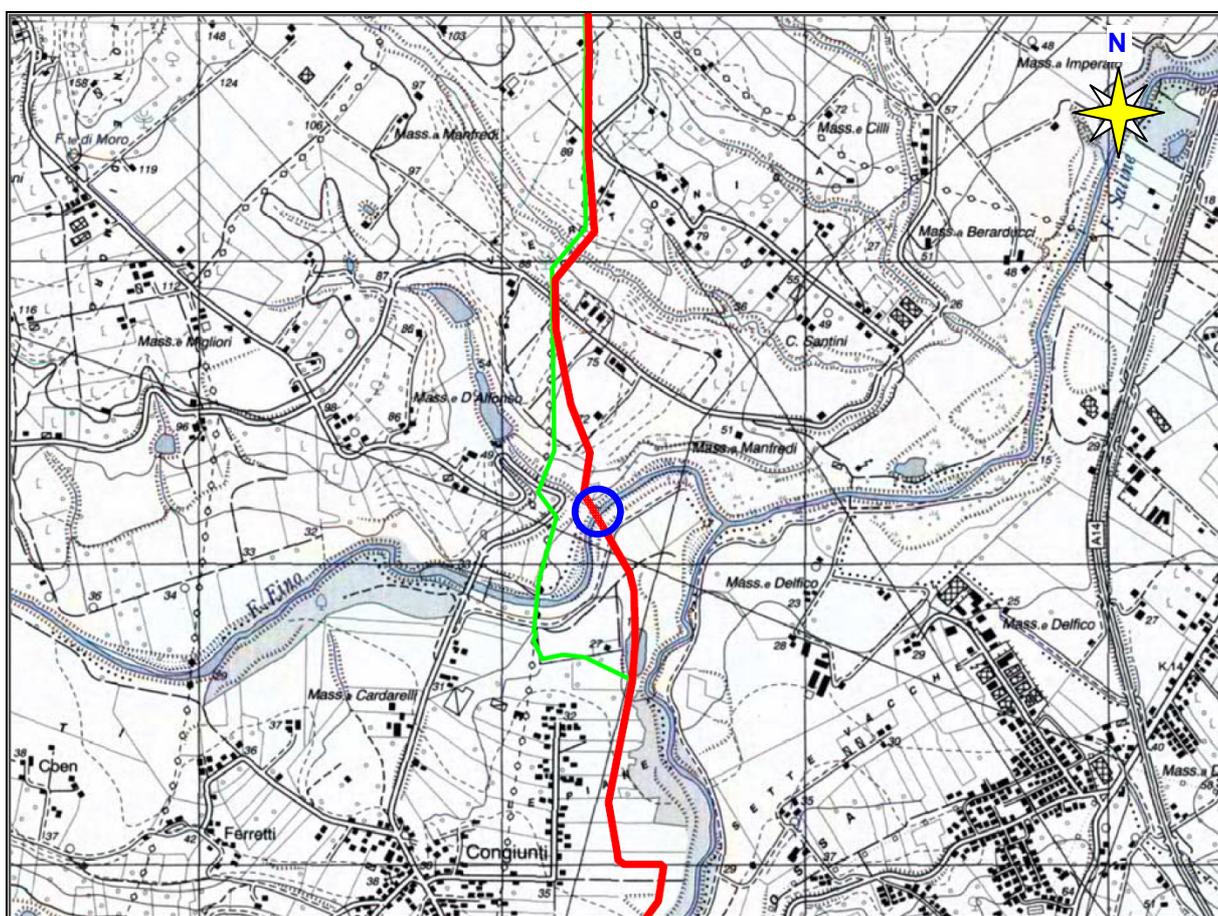


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

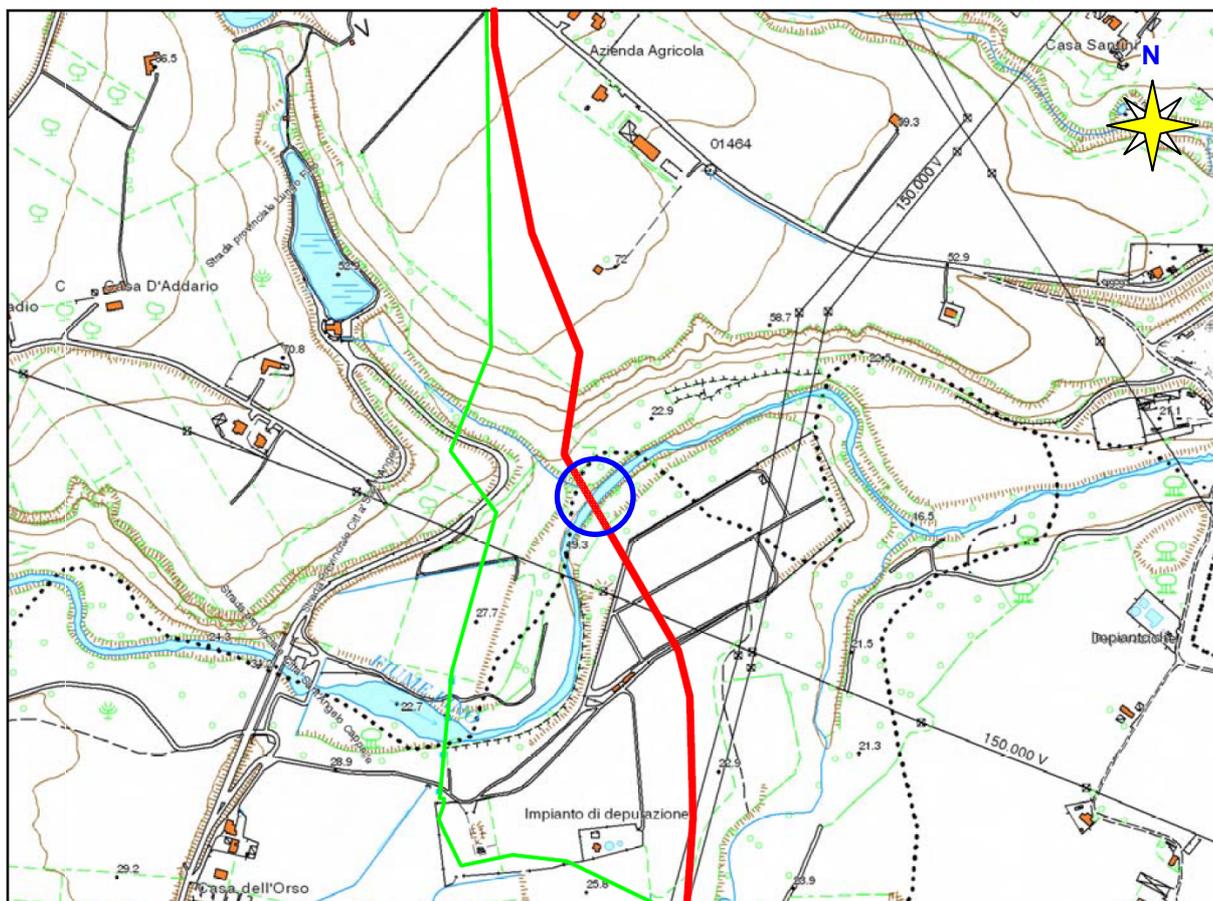
Le coordinate piane dell'ambito di attraversamento del corso d'acqua sono riportate nella tabella seguente:

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	425240 m E	4703977 m N

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 8 di 69	<b>Rev.</b> 1

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico di maggior dettaglio (CTR in scala 1:10.000), dal quale si può individuare il tracciato del metanodotto in progetto (linea in rosso), il metanodotto in esercizio da dismettere (linea in verde) e l'ambito di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua in esame (cerchio in blu).



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

Dall'esame della figura precedente si rileva che l'attraversamento in progetto ricade a circa 0,5 km a valle dell'attraversamento aereo da parte dell'esistente metanodotto "Ravenna - Chieti" in fase di dismissione.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 9 di 69	<b>Rev.</b> 1

### 3 CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME

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

Il fiume Fino è un corso d'acqua di significativa importanza caratterizzato da un bacino della superficie di circa 280 kmq, ricadente nelle province di Teramo e di Pescara. Il fiume si unisce con il fiume Tavo, nei pressi della località Congiunti (frazione di Collecervino), formando il fiume Saline. Il Saline, a sua volta, dopo un percorso di soli 7 km sfocia nel Mar Adriatico tra Montesilvano e Città S. Angelo.

Nella figura seguente è riportato il bacino complessivo del corso d'acqua (la cui delimitazione è riportata in magenta), con indicazione del reticolo idrografico principale e dell'ambito di attraversamento in esame (figura estrapolata dagli elaborati del Piano di Tutela delle acque della Regione Abruzzo).

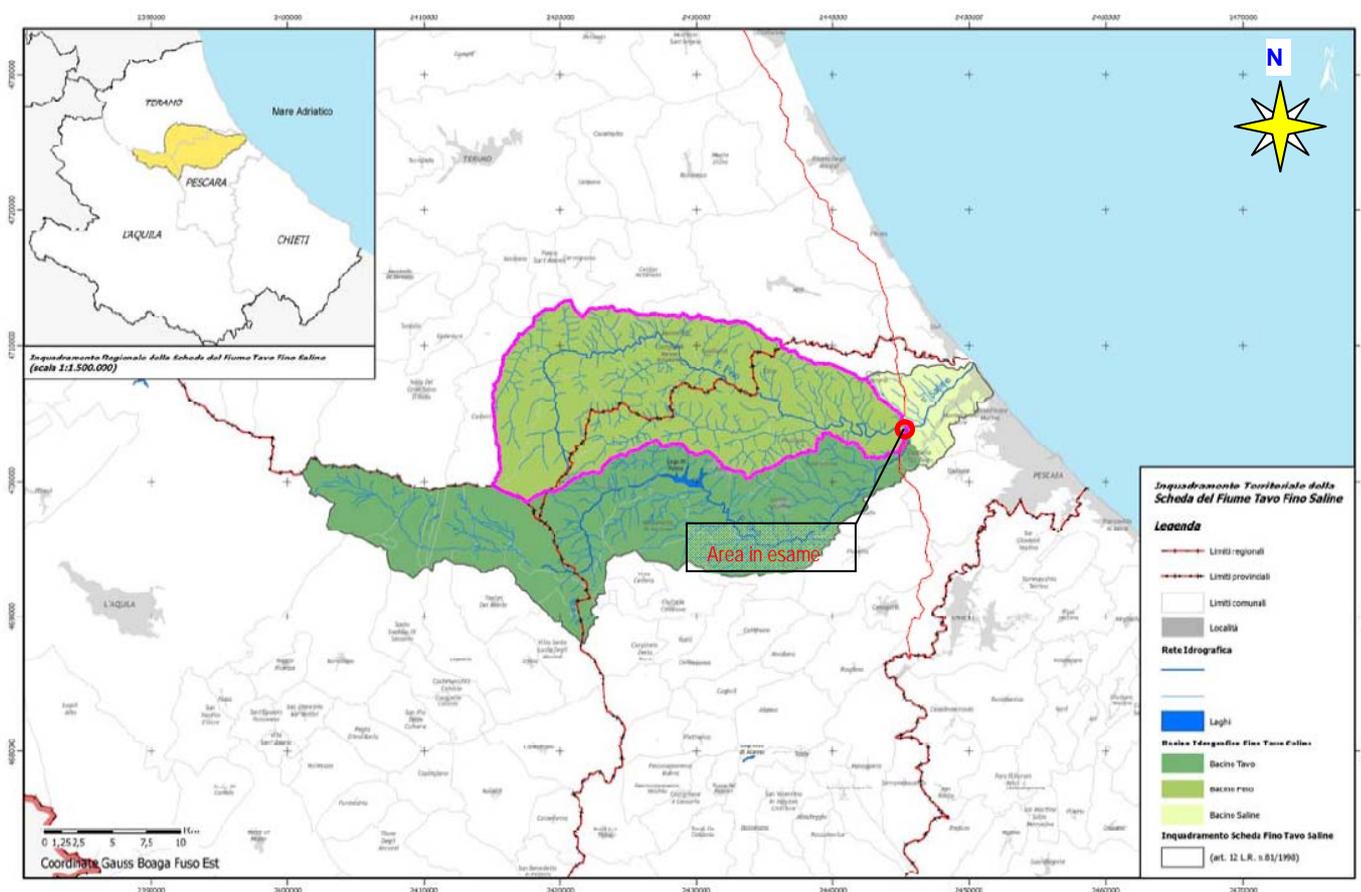


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua

Il fiume Fino nasce dal versante orientale del monte Camicia, a sud la catena del Gran Sasso. Il corso d'acqua ha tanti affluenti, soprattutto sul lato sinistro, ma tutti di scarsa entità; da sinistra confluiscono il Rio, il Cerchiole, il Colle Marino, i fossi di Santa Margherita, di Montefino, il fosso Gardito, della Fonte, il fosso Trufolone, il fosso Mantini, il fosso Odio, i fossi Cipresso e di Sant'Egidio. Da destra vi confluiscono i torrenti del Fossetto di Pretonico e di Valle Cupa, e il Baricello che è il più importante. Dopo un percorso di circa 50 km, compreso tra le province di Teramo e Pescara, il Fino si unisce al fiume Tavo, in località Congiunti, dando luogo al fiume Saline.

La pendenza del Fino varia inizialmente dal 3% al 9%, nella parte alta dove scorre tra i

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 10 di 69

monti, poi procedendo verso il basso la pendenza longitudinale tende a diminuire intorno a valori dell'ordine del 1÷3%.

A livello conoscitivo circa l'andamento idrologico del corso d'acqua, qui di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei valori delle portate medie mensili (esprese in mc/s) valutati in funzione delle misurazioni idrometriche nelle stazioni presenti lungo l'asta principale del fiume (*Fonte: Piano Tutela delle Acque - Regione Abruzzo*).

Sezione	Nome Idrometro	Portata mensile (m³/s)	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Portata annuale (m³/s)
Fiume Fino	Fino a Bisenti	$Q_{media\ mensile}$	1,451	1,473	1,645	1,544	0,731	0,525	0,282	0,211	0,587	0,599	1,001	1,551	$Q_{media\ annua}$ 0,967
	Fino a Castiglione Messer Raimondo	$Q_{media\ mensile}$	1,791	3,088	2,425	1,946	1,613	1,082	0,264	0,262	0,392	0,389	1,336	1,410	$Q_{media\ annua}$ 1,333

### 3.2 Descrizione dell'area d'intervento

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

Nell'intorno dell'attraversamento l'alveo presenta un andamento sinuoso, con pendenza longitudinale media valutabile nell'ordine del 0.5%.

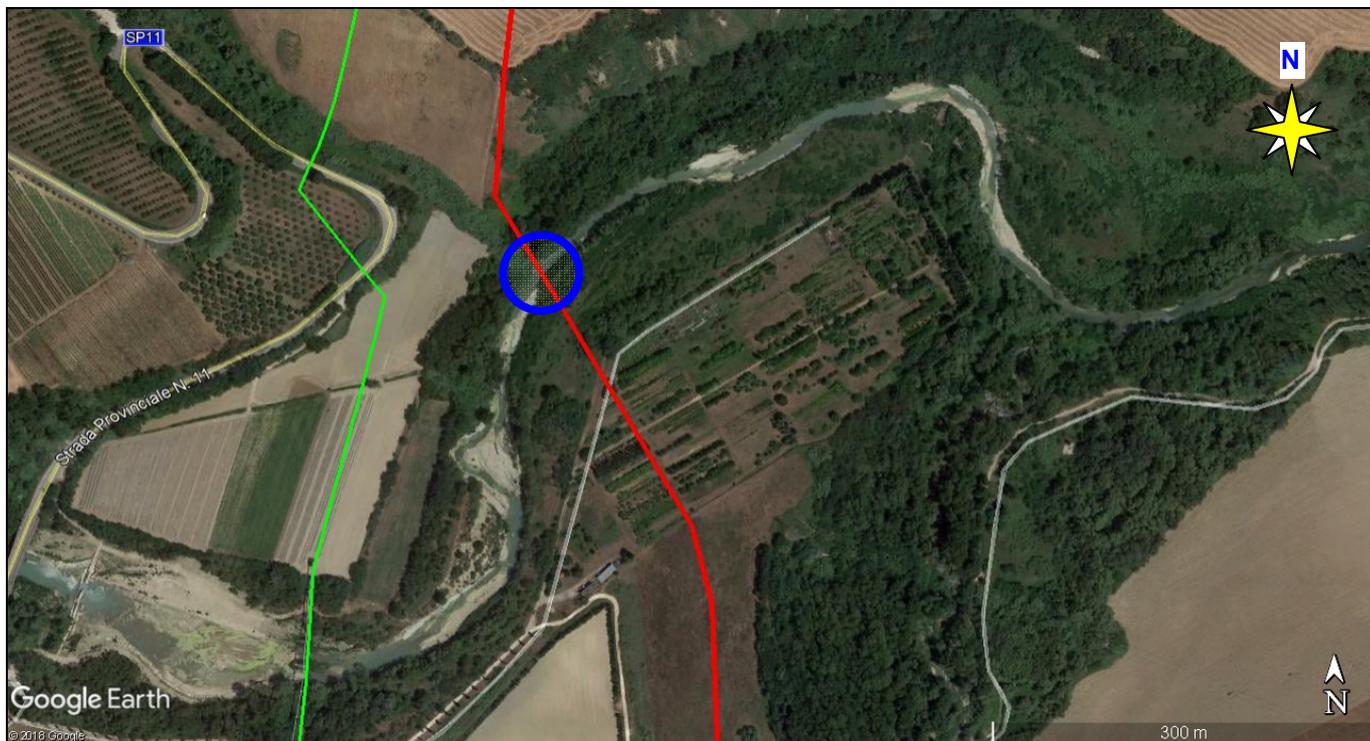
L'alveo presenta una configurazione molto incisa, con fondo alveo della larghezza di circa 20m e con sponde che si elevano dal fondo per circa 5m in sinistra e 4m in destra e sono caratterizzati da pendenze significative.

La fascia ripariale risulta di ampiezza significativa nel lato in sinistra idrografica, nella quale si rileva la presenza di una rigogliosa vegetazione di tipo arbustivo ed arboreo.

Il sottosuolo è costituito da depositi alluvionali terrazzati costituiti da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa. I sedimenti in alveo sono rappresentati da ciottolame e blocchi calcarei.

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 in progetto (linea in rosso) ed il corso d'acqua.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 11 di 69	<b>Rev.</b> 1



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

Nella figura seguente è infine riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento in esame del corso d'acqua (foto scattata dal lato in sinistra). La linea indicata in rosso rappresenta la posizione del tracciato del metanodotto in progetto.



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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 12 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## 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

Il fiume in esame, ricadente nel territorio di competenza "dell'ex Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro", rappresenta uno dei corsi d'acqua di rilievo regionale per il quale l'Autorità di Bacino, nell'ambito del *Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni* (PSDA), ha proceduto ad effettuare specifiche valutazioni idrologiche ed idrauliche con lo scopo di individuare e censire le aree di pericolosità idraulica lungo lo sviluppo dell'asta fluviale.

Pertanto, in ragione di quanto evidenziato, per le valutazioni idrologiche nella sezione in esame, ci si riferisce esplicitamente agli "studi ufficiali" prodotti dall'Autorità di Bacino, per i quali qui di seguito si riporta una descrizione delle metodologie di elaborazione e la selezione dei risultati di interesse.

### 4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

Si assume come sezione di studio quella di attraversamento da parte della linea in progetto, la quale ricade nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 0,5 km dalla confluenza con il Tavo).

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 del reticolo idrografico principale del sistema Fino-Tavo-Saline. Nella stessa figura il tracciato di progetto è indicato mediante una linea in colore rosso.



PROGETTISTA



UNITÀ  
000

COMMESSA  
023081

LOCALITÀ

Regioni: Marche e Abruzzo

LA-E- 83137

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

Fg. 13 di 69

Rev.  
1

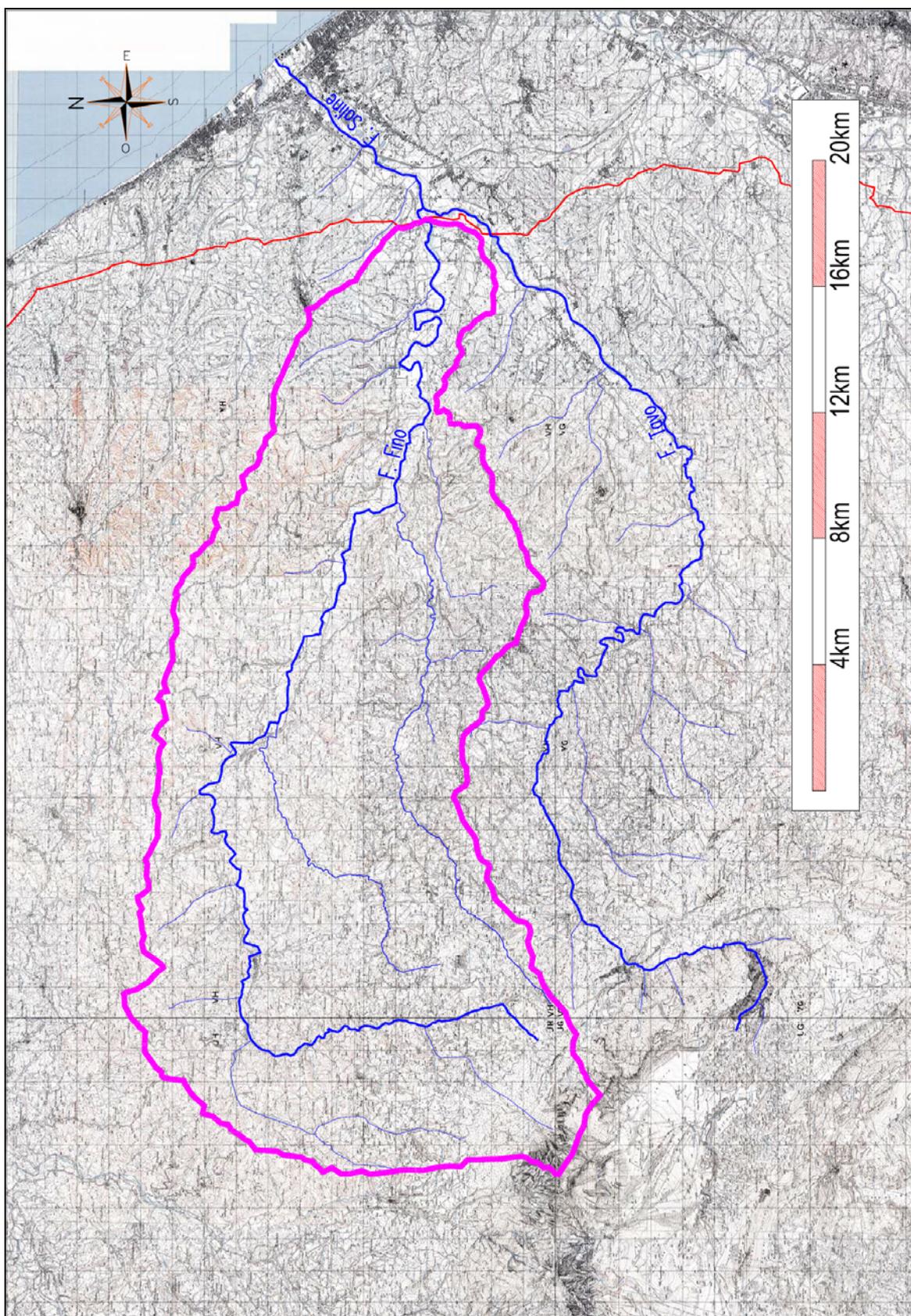


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 14 di 69

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 media Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
Fiume Fino - Sez. Attraversamento	276.7	50	372	19

#### 4.4 Studi PSDA - Modalità di elaborazione per valutazioni idrologiche

Nel presente paragrafo vengono descritte le modalità utilizzate per le valutazioni idrologiche nell'ambito degli studi per la redazione del PSDA.

##### 4.4.1 Premessa

Le moderne tecniche di analisi statistica delle grandezze idrologiche consentono di elaborare e di correlare tra loro diversi campioni di dati, provenienti da strumenti di monitoraggio ubicati in zone diverse del territorio, in modo da ottimizzare la densità di informazione disponibile, ridurre le incertezze dovute alla frammentazione delle osservazioni, al fine di una rappresentazione continua ed omogenea del fenomeno indagato all'interno di una regione di territorio.

Uno studio orientato al raggiungimento di questo obiettivo è stato realizzato, con riferimento al territorio regionale abruzzese (Regione Abruzzo, 2003), nell'ambito della redazione del Piano Stralcio per la Difesa dalle Alluvioni (PSDA), successivamente approvato dallo stesso Ente (Regione Abruzzo, 2008).

Lo studio ha inteso fornire uno strumento utilizzabile in ambito professionale per la stima dell'intensità con cui si manifestano i fenomeni idrologici, sia in termine di portate di massima piena che di precipitazioni intense, garantendo, nel contempo, una certa uniformità nella stime idrologiche. Lo studio è stato impostato nel rispetto delle procedure di regionalizzazione raccomandate nel Progetto VAPI, sulla base dei dati pubblicati dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) di Pescara.

##### 4.4.2 Il Metodo della grandezza indice, secondo le linee guida del Progetto VAPI

L'obiettivo del Progetto VAPI è quello di consentire la stima del valore di una prefissata grandezza idrologica (precipitazione massima annua  $h_{d,T}$  di durata  $d=1÷24$  ore o portata massima annua al colmo  $Q_T$ ) per un assegnato tempo di ritorno  $T$ , in punti del territorio o in sezioni idrografiche, ove si possono verificare due diverse situazioni:

- nei siti di interesse è disponibile una serie storica sperimentale sufficientemente lunga da permettere la valutazione di alcuni parametri statistici, ma insufficiente a permettere una stima affidabile della grandezza idrologica corrispondente a tempi di ritorno elevati quali quelli considerati in questo studio;
- nei siti di interesse non è disponibile un'informazione sperimentale sufficiente per qualunque elaborazione statistica affidabile o l'informazione sperimentale è totalmente assente.

Come ampiamente riportato nella letteratura scientifica a partire da Wallis (1982), il modo migliore per conseguire una stima accurata delle grandezze idrologiche di

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 15 di 69

interesse in entrambe le situazioni precedenti è rappresentata dalla "regionalizzazione" dell'informazione idrologica disponibile su un territorio più ampio, così da integrare la limitata o assente informazione temporale con la più ampia informazione spaziale (Chow, Maidment e Mays, 1988; Maidment, 1993).

Tra le possibili tecniche di analisi regionale, il Progetto VAPI promosso dal gruppo GNDCI-CNR suggerisce di fare riferimento al *metodo della grandezza indice*. L'idea di base di questa metodologia consiste nell'individuare una regione idrologicamente omogenea nei riguardi della variabile idrologica di interesse, cioè una regione costituita da un insieme di siti caratterizzati da una distribuzione di probabilità degli eventi idrologici intensi che si può ritenere unica a meno di un fattore di scala (Cunnane, 1989) ed elaborare unitamente l'insieme dei dati sperimentali rilevati.

Se si indica con  $X$  la variabile rappresentativa dei massimi annui della grandezza idrologica considerata, avente probabilità di non superamento  $F(x)$ , ovvero assegnato tempo di ritorno  $T = 1 / [1-F(x)]$ , l'analisi regionale consiste nel definire, in riferimento alla regione omogenea, la funzione di probabilità di non superamento  $F(x')$  della variabile casuale  $X' = X / \mu$ , ottenuta adimensionalizzando la variabile originaria  $X$  rispetto ad una grandezza indice  $\mu$ . La funzione  $F(x')$ , la sua inversa  $x'(F)$  e l'equivalente legge  $x'(T)$  vengono generalmente indicate, nel campo idrologico, con il termine di curva di crescita.

Definita pertanto la curva di crescita  $x'(T)$  ed una relazione che permetta il calcolo della grandezza indice  $\mu$ , la stima della variabile di assegnato tempo di ritorno risulta esprimibile mediante il semplice prodotto:

$$x_T = \mu \cdot x'(T) \quad (\text{eq. 1})$$

Il concetto di regionalizzazione consente, in definitiva, di estendere la validità dell'equazione (eq.1), valutata sull'insieme delle stazioni di misura considerate, a tutti i siti di interesse che appartengono all'area omogenea esaminata.

Posto che la regione considerata sia effettivamente omogenea nel senso prima detto, il metodo dell'analisi regionale della portata indice consente stime agevoli ed affidabili grazie alla maggiore informazione sugli eventi estremi utilizzata (Maidment, 1993). E' stato peraltro dimostrato che l'analisi regionale permette di ottenere stime più robuste e corrette rispetto ai risultati offerti da un'analisi di tipo puntuale, sia in presenza di parziale eterogeneità della regione (Lettenmaier et al., 1987) sia in presenza di correlazione spaziale tra le stazioni, la quale, di fatto, riduce l'effettiva numerosità campionaria disponibile (Hosking e Wallis, 1988). Per queste ragioni l'analisi regionale viene considerata il mezzo più idoneo per ottenere valutazioni attendibili di  $x_T$  in corrispondenza di tempi di ritorno elevati, sia per sezioni non provviste di dati sperimentali sia per siti di misura con ridotta numerosità campionaria. La ricerca scientifica mostra infatti chiaramente che è sconsigliabile estendere l'estrapolazione statistica a livello puntuale oltre 2÷3 volte la dimensione campionaria (Benson, 1962; Jakob et al., 1999; De Michele e Rosso, 2000).

In sintesi, nell'analisi regionale basata sul metodo della grandezza indice si possono distinguere due fasi fondamentali:

- l'individuazione, all'interno della regione di studio, di zone idrologicamente omogenee nei confronti della variabile di interesse, ognuna delle quali è caratterizzata da una propria curva di crescita i cui parametri sono opportunamente stimati;
- la definizione di relazioni che permettono di valutare la grandezza indice, solitamente espressa come funzione delle grandezze geomorfoclimatiche.

L'individuazione di zone idrologicamente omogenee può essere condotta mediante criteri puramente geografici (NERC, 1975) o facendo ricorso a criteri di

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 16 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

raggruppamento fondati sull'affinità delle caratteristiche idro-geomorfoclimatiche che intervengono nei processi idrologici (Wiltshire, 1986a,b; Acreman e Sinclair, 1986; Nathan e McMahon, 1990; Burn, 1997) o infine utilizzando la similarità dei parametri statistici che caratterizzano le serie sperimentali (Fiorillo e Rolla, 1989; Burn, 1990; Reitano e Rossi, 1992).

Rimandando alla letteratura citata per un esame approfondito dei vantaggi-svantaggi offerti dai diversi approcci è comunque importante sottolineare che, qualunque sia il criterio di accorpamento utilizzato, è necessario verificarne la correttezza, valutando mediante opportuni test di omogeneità la capacità del modello di riprodurre le distribuzioni di frequenza delle variabili statistiche di controllo (Hosking e Wallis, 1993).

Secondo quanto emerso dall'analisi svolta nell'ambito del PSDA, il territorio della Regione Abruzzo può essere suddiviso in 2 sotto zone omogenee (SZO) e precisamente una Zona Costiera ed una Zona Appenninica, per la cui esatta delimitazione si rimanda alla Tavola n. 6.2 del PSDA e la cui omogeneità in senso statistico è stata confermata dalle verifiche condotte e riportate nella Relazione n. 6.1 dello stesso PSDA.

#### 4.4.3 Stima delle portate al colmo

Nella redazione del PSDA, la stima della curva di crescita per la valutazione delle portate al colmo di assegnato tempo di ritorno è stata condotta secondo le linee guida del Progetto VAPI, a partire da una base di dati sperimentali aggiornata rispetto a quella utilizzata nei precedenti lavori, condotti in modo simile, da Calenda et al. (1994, 1999).

Le zone idrologicamente omogenee, rispetto alla capacità di generare portate di piena intense, all'interno dell'ambito territoriale interessato, è stata effettuata secondo la metodologia suggerita nell'ambito di altri rapporti regionali VAPI (Versace et al., 1989; Cannarozzo e Ferro, 1991; Cannarozzo et al., 1993; Copertino e Fiorentino, 1994; Rossi, 1994). In pratica, le zone idrologicamente omogenee identificate nell'ambito dello studio delle precipitazioni massime annue vengono ritenute valide anche per i deflussi di piena in quanto dedotte a partire da una base dati molto più ampia. Sulla base di questa ipotesi, nel territorio esaminato è possibile identificare, anche per le portate al colmo, due zone con un diverso comportamento idrologico, di fatto coincidenti rispettivamente con la Zona Costiera e la Zona Appenninica (vedi PSDA, Tavola n. 6.2).

La base di dati disponibile, circa le portate massime annue registrate dalle stazioni di misura idrometrica, è risultata alquanto eterogenea, con una concentrazione sulla Zona Appenninica, per la quale sono stati reperiti dati sufficienti al fine dell'analisi statistica. Di conseguenza, è stato possibile pervenire alla determinazione di una sola curva di crescita la cui validità è da ritenersi limitata alla sola Zona Appenninica. E' inoltre ipotizzabile che la curva di crescita valida per la Zona Appenninica non sia utilizzabile per la caratterizzazione delle portate di piena nella Zona Costiera in quanto tendenzialmente sotto-stimante.

Nell'intento di pervenire alla definizione dell'idrogramma di piena in una qualunque sezione idrografica all'interno del territorio regionale, le indagini condotte nell'ambito del PSDA sono state articolate secondo una serie di fasi per le quali si rimanda alla già citata relazione.

#### 4.4.4 Curva di crescita regionale

Per la stima della curva di crescita regionale rappresentativa del comportamento statistico delle portate al colmo massime annue nei bacini regionali abruzzesi,

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 17 di 69	Rev. 1

l'acquisizione dei dati utili alle elaborazioni statistiche ha evidenziato due situazioni alquanto differenti circa la loro utilità al fine dell'applicazione della metodologia VAPI.

Per quanto riguarda la Zona Appenninica, lo studio ha fatto riferimento alle portate al colmo massime annue rilevate alle stazioni provviste di almeno 20 valori di portata massima annuale ed il cui bacino contribuyente sia almeno per il 70% della sua superficie complessiva all'interno di tale Zona. Sulla base di tale criterio, l'esame dei dati di portata massima annuale disponibili ha consentito di individuare 18 stazioni idrografiche tra le quali:

• Sangro a Opi;	• Zittola a Montenero;	• Aventino a Vicenne;
• Sangro a Villetta Barrea;	• Sangro a Ateleta;	

Applicando le direttive metodologiche VAPI gli autori sono pervenuti alla rappresentazione della curva di crescita regionale utilizzabile per la valutazione delle portate al colmo massime annue che caratterizzano i bacini idrografici ubicati nell'ambito della Zona Appenninica. La Tabella seguente presenta il valore dei parametri  $\lambda^*$ ,  $\Theta^*$ ,  $\lambda_1$  e  $\eta$  necessari alla costruzione della curva di crescita TCEV e un'espressione esplicita approssimante tale curva, valida per  $T > 5$  anni e che fornisce un errore comunque inferiore al 1% nell'intervallo  $10 < T < 500$ .

Tab.4.3/A: Parametri ed espressione approssimata dei fattori di crescita delle portate al colmo, per la Zona Appenninica

$\hat{\lambda}^*$	$\hat{\Theta}^*$	$\hat{\lambda}_1$	$\eta$	$x'(T)$ per $T > 5$ anni	Note
0.413	3.302	6.56	3.5651	$-0.2781 + 0.9230 \cdot \ln T$	Valida per la sola Zona Appenninica

Le curve di crescita così ottenute sono utilizzabili per tutti i bacini appenninici, con superficie superiore ai 10 km<sup>2</sup>.

#### 4.4.5 Portata Indice $m_Q$

La stima della portata indice  $m_Q$ , ossia il valore atteso di portata al colmo massima annuale che particolarizza la (eq.1) per il sito fluviale di interesse, costituisce uno dei problemi aperti di maggiore complessità nell'idrologia; le innumerevoli applicazioni pratiche del metodo della portata indice hanno infatti evidenziato la difficoltà di ottenere stime attendibili di  $m_Q$  indipendentemente dal metodo di stima utilizzato. Come già evidenziato da Hebson e Cunnane (1987) e dal FEH (1999), e confermato da Brath et al. (1999) e da De Michele e Rosso (2000), se si dispone di un campione sperimentale anche di dimensioni non elevate (12÷15 anni) la stima diretta di  $m_Q$  è preferibile a qualunque altro approccio.

Nel caso di sezioni fluviali rappresentative di situazioni idrologiche particolari, ad esempio bacini dove un'elevata permeabilità o la presenza di fenomeni di carsismo genera meccanismi di risposta alle sollecitazioni meteoriche non generalizzabili, Brath et al. hanno mostrato che 5÷10 anni di misure dirette sono in genere sufficienti per fornire risultati migliori di quelli ottenibili con approcci indiretti.

Nell'insieme del territorio costituito dai bacini idrografici scolanti nel versante adriatico, sulla base dei dati forniti dal S.I.M.N., sono state individuate 23 sezioni idrometrografiche, per le quali si dispone di più di 12 valori di portata al colmo massima annua. In aggiunta, si sono resi disponibili i valori di portata indice calcolati in altre 5 sezioni sulla base di un campione sperimentale di almeno 5 anni, che possono essere quindi utilizzate ai fini operativi. In definitiva l'informazione sperimentale disponibile per

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 18 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

la valutazione della portata indice, rappresentata dal valore  $m_Q$  in 28 sezioni di misura, è apparsa di discreta consistenza in termini di numerosità e di distribuzione sul territorio.

Per poter comunque permettere la valutazione della portata indice  $m_Q$  in una qualunque sezione di interesse lo studio del PSDA ha portato alla definizione di alcune relazioni, valide a livello regionale, tramite le quali pervenire ad una stima indiretta di  $m_Q$ . In particolare è stato seguito il suggerimento di Franchini e Galeati (1996) ed Brath et al. (1999) che, esaminando in maniera specifica il problema della stima della piena indice per le sezioni idrografiche dei bacini appenninici compresi tra l'Emilia e le Marche (dal bacino del Trebbia al Tronto) e comparando vari modelli di stima ed utilizzando tecniche di verifica jack-knife, sono pervenuti alla conclusione che l'impiego di relazioni multiregressive appare l'approccio in grado di fornire le migliori stime dei valori indice. Muovendosi lungo questa linea di indagine e utilizzando le portate indice calcolate alle sezioni idrografiche strumentate, provviste di almeno 10 anni di dati, sono state esaminate numerose possibili relazioni multiregressive utilizzando diverse combinazioni di grandezze geomorfologiche. La relazione risultata come ottimale è:

$$\hat{m}_Q = 0.00858 \cdot A_{imp}^{0.6506} \cdot m_g^{1.4387} \quad (\text{eq. 2})$$

dove  $A_{imp}$  è l'area sottesa classificata come impermeabile secondo le indicazioni del S.I.M.N. (km<sup>2</sup>) e  $m_g$  è la pioggia indice di durata 1 giorno valutata nel baricentro del bacino (mm). La pioggia indice  $m_g$  è stata in particolare calcolata come media pesata delle precipitazioni indice puntuali alle stazioni di misura afferenti ciascun bacino considerato, con pesi ottenuti mediante costruzione dei poligoni di Thiessen. Ai fini operativi la pioggia indice può comunque essere valutata nel baricentro del bacino di interesse in maniera speditiva e senza particolare perdita di accuratezza in base alle isolinee riportate nella Tavola N. 6.5 del PSDA.

#### 4.5 Studi PSDA - Selezione dei risultati di interesse

##### Premessa

Il fiume Fino (unitamente al fiume Tavo) rappresenta un sottobacino del fiume Saline. Nell'ambito degli elaborati di studio del PSDA relativamente al bacino del Saline si è provveduto alla costruzione degli idrogrammi di piena con tempo di ritorno  $T = 20, 50, 100, 200$  e  $500$  anni in sei sezioni, indicate nella Tavola C0611 come Sez.TA1, Sez.TA1-TA2, Sez.FI1, Sez.FI2, Sez.FI1-FI2 e Sez.SL1. La Sez.TA1 racchiude in particolare un bacino idrografico di  $215.0 \text{ km}^2$  che rappresenta la porzione appenninica del fiume Tavo; le sezioni FI1 e FI2, entrambe ubicate sul corso del fiume Fino, sottendono bacini imbriferi rispettivamente di  $72.0$  e  $276.7 \text{ km}^2$  mentre la sezione Sez.SL1 identifica una sezione fluviale sul fiume Saline posta poco a valle della confluenza Tavo-Fino, con una superficie drenata di  $578.0 \text{ km}^2$ . Le due sezioni Sez.TA1-TA2 e Sez.FI1-FI2 rappresentano infine la prima l'interbacino sul fiume Tavo compreso tra la Sez.TA1 e la confluenza Tavo-Fino (area drenata di  $87.0 \text{ km}^2$ ) e la seconda l'interbacino sul fiume Fino compreso tra la Sez.FI1 e la Sez.FI2 (area drenata di  $204.7 \text{ km}^2$ ). Nell'ambito del bacino idrografico del fiume Saline sono inoltre ubicate tre stazioni di misura S.I.M.N. provviste di misure sperimentali continuative di portata con buona numerosità campionaria, il Tavo a S.Pellegrino, coincidente in pratica con la sezione Sez.TA1, il Fino a Bisenti, la cui posizione è assimilabile alla Sez.FI1, ed il Fino a Castiglione Messer Raimondo, posta leggermente più a valle della precedente e con un'area sottesa di  $107 \text{ km}^2$ .

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 19 di 69

In tal senso nella tabella seguente si riportano i valori dei parametri geomorfologici relativamente ai bacini idrografici sottesi dalle sezioni considerate lungo le aste fluviali.

Tab.4.5/A: Grandezze geomorfologiche che caratterizzano i bacini idrografici sottesi dalle sezioni considerate.

Sezione	A (km <sup>2</sup> )	A perm. (%)	A imp. (km <sup>2</sup> )	L (km)	ΔH (m)	Z (m s.l.m.)
Sez.TA1	215.0	60	86.0	23.0	1021.0	1200.0
Sez.TA1-TA2	87.0	20	69.6	8.0	42.0	192.0
Sez.FI1	72.0	17	59.8	15.0	382.0	631.0
<b>Sez.FI2</b>	<b>276.7</b>	<b>20</b>	<b>221.3</b>	<b>50.0</b>	<b>348.0</b>	<b>372.0</b>
Sez.FI1-FI2	204.7	20	164.8	21.3	129.0	274.0
Sez.SL1	578.0	35	375.7	51.0	418.0	435.0

In particolare, per le specifiche valutazione idrologiche relative al presente elaborato risulta principalmente significativa la sezione FI2 "Fino a Città S.Angelo" (i cui valori dei parametri sono evidenziati in giallo nella tabella precedente), in quanto risulta localizzata in prossimità dell'area di attraversamento in esame.

#### Sintesi dei Risultati per la sezione FI2

Nella figura seguente è riportato uno stralcio con la rappresentazione grafica dei risultati delle elaborazioni idrologiche effettuate nell'ambito del PSDA (Tavola C0611), dal quale si possono rilevare i valori delle portate al colmo per la sezione FI2. In figura è anche riportato il bacino imbrifero sotteso dalla sezione FI2 (con superficie di 276.7 km<sup>2</sup>), il quale sostanzialmente coincide anche con quella relativa alla sezione di studio nel presente elaborato.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo	<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fig. 20 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>



Fig.4.5/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione FI2 e dalla Sez. Studio

Pertanto si assumono come portate di riferimento per la sezione in esame quelle relative alla Sez. FI2, le quali sono riportate anche nella tabella seguente.

Tab.4.5/B: Risultati delle elaborazioni PSDA

TR (anni)	SEZ. ID=FI2	
	Sup. Bacino (kmq)	Portata (mc)
20	276.7	361
50	276.7	468
100	276.7	548
200	276.7	628
500	276.7	733

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 21 di 69

#### 4.6 Portata di progetto

Si adotta come portata di progetto, per le verifiche idrauliche di cui al capitolo seguente, quella associata ad un tempo di ritorno pari a 200 anni (si veda la tabella qui di seguito riportata).

*Tab.4.6/A: Portata di progetto - tabella riepilogativa*

		Sup. Bacino	Qprogetto	qmax
Sezione Idrologica		(kmq)	(mc/s)	(mc/s×kmq)
F.Fino	Sez. di studio	276.7	628	2.27

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 22 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## 5 STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE

### 5.1 Presupposti e limiti dello studio

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

Lo studio è finalizzato alle seguenti determinazioni:

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

Come esposto nel capitolo precedente, lo studio idraulico è effettuato sulla base della portata al colmo corrispondente al tempo di ritorno  $T_r = 200$  anni (al quale si associa la probabilità di non superamento del 99.5%). Tale valore è utilizzato per la stima degli eventuali fenomeni erosivi, che devono dimostrarsi limitati entro condizioni compatibili con le opere di ripristino previste, al fine di assicurare la sussistenza di condizioni di stabilità per la condotta e l'assenza di eventuali interferenze tra questa ed i fenomeni associati al deflusso di piena.

Lo schema utilizzato per la determinazione dei profili idrici è quello di moto permanente monodimensionale (deflusso costante e geometria variabile), con corrente gradualmente variata (fatta eccezione per le sezioni in cui si risente della presenza di strutture), variazioni di forma dell'alveo e di pendenza longitudinale del fondo compatibili con il modello. La validità delle analisi eseguite in condizioni di moto permanente è avvalorata dalle seguenti considerazioni:

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

I criteri ed i modelli di calcolo utilizzati per le verifiche idrauliche in moto permanente derivano dall'applicazione del software HEC-RAS<sup>1</sup>, nella versione 4.1.0, e descritti nei documenti "RAS Hydraulic reference manual", "RAS user's manual", "RAS applications guide".

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

<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.).

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 23 di 69	<b>Rev.</b> 1

## 5.2 Assetto geometrico e modellazione dell'alveo

Al fine di eseguire la modellazione idraulica nell'ambito di riferimento è stato considerato un tronco d'alveo idraulicamente significativo a cavallo della sezione di attraversamento del metanodotto, per uno sviluppo complessivo di oltre 500m.

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 planimetrico (ricavato dalle Carte Tecniche Regionali), nel quale l'asta del corso d'acqua è indicata in colore blu, le sezioni trasversali utilizzate per il calcolo idraulico sono indicate in magenta ed infine il tracciato del metanodotto in progetto è riportato tramite una linea in colore in rosso.

La sezione Sez.1 (RS60) coincide con la sezione di monte del tronco idraulico; la sezione Sez.6 (RS10) rappresenta la sezione idraulica di valle.

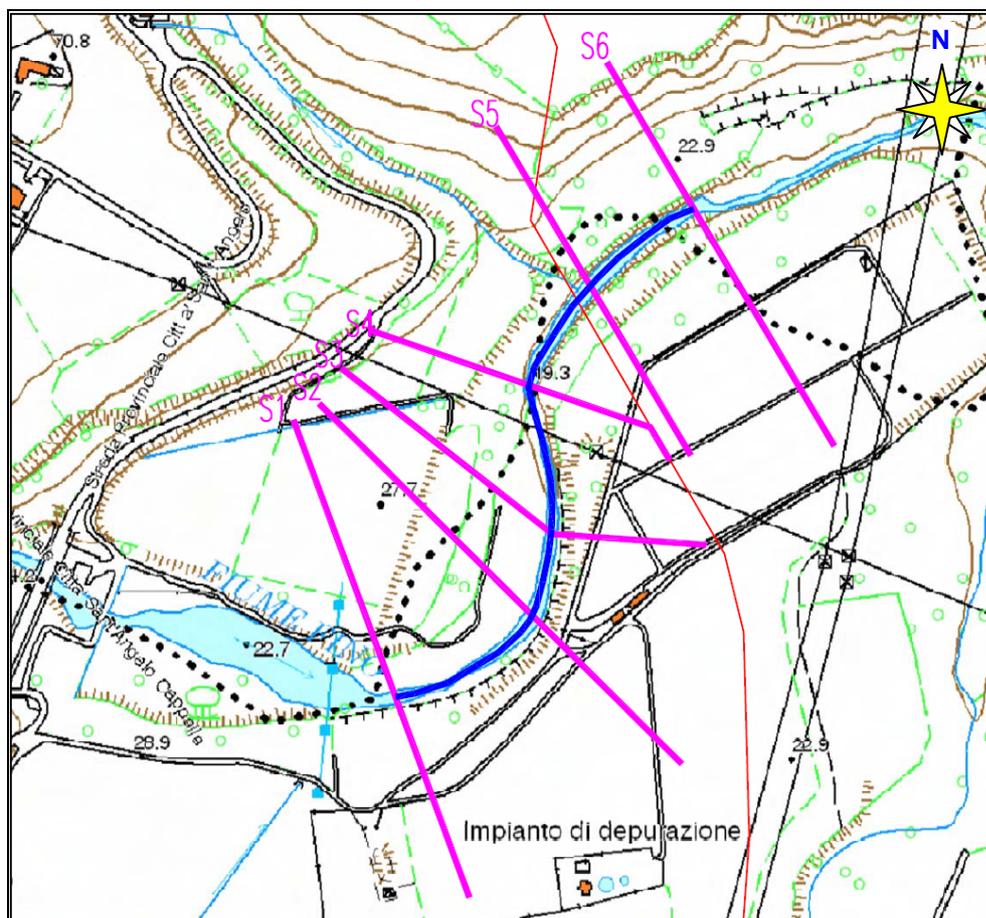


Fig.5.2/A: Foto aerea del tronco d'alveo analizzato e sezioni iniziali di input

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 24 di 69
				Rev. <b>1</b>

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

Tab.5.2/A: quadro geometrico generale della modellazione

SEZIONE IDRAULICA (River Station)	SEZIONE DEL RILIEVO	PROGRESSIVA (m)	DISTANZA dalla Sez. succ. (m)	DESCRIZIONE
RS60	Sez.1	0.00	127.98	Sezione di monte
RS50	Sez.2	127.98	66.69	
RS40	Sez.3	194.67	118.24	
RS30	Sez.4	312.91	92.42	
RS20	Sez.5	405.33	101.70	
RS10	Sez.6	507.03	0.00	Sezione di valle

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

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

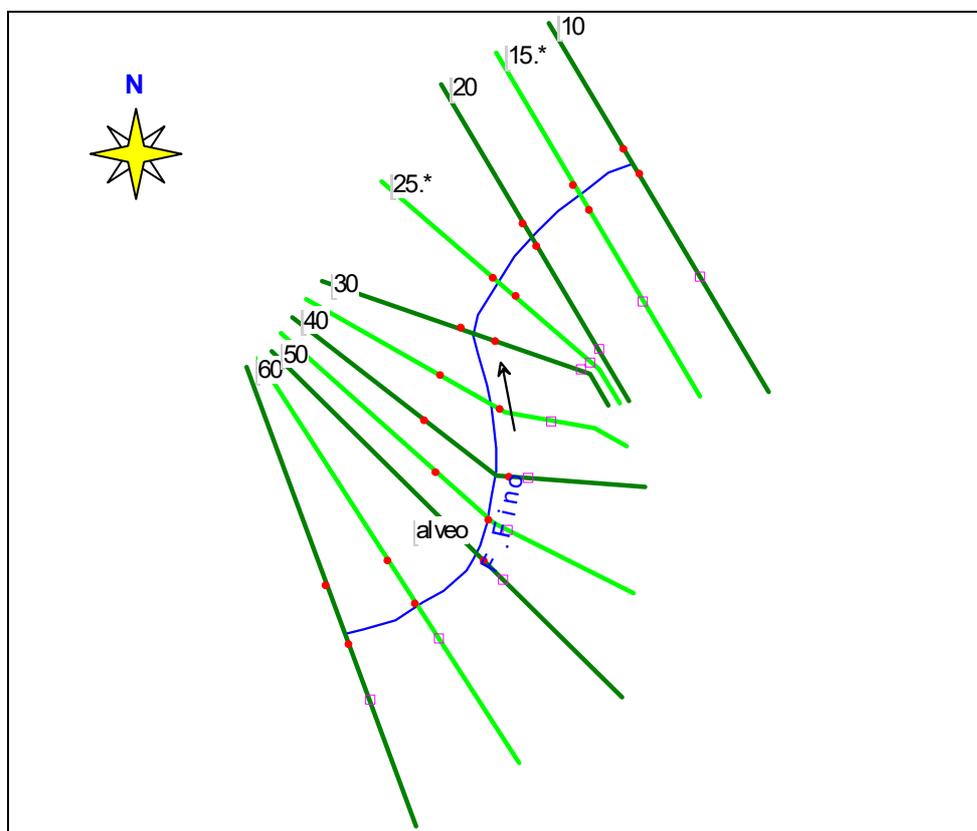


Fig.5.2/B: Modellazione geometrica in HEC-RAS (RS60 a monte e RS10 a valle)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 25 di 69

#### 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:

- $Q_{200} = 628 \text{ mc/s}$

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

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

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

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

### 5.3 Risultati della simulazione idraulica

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

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

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 26 di 69

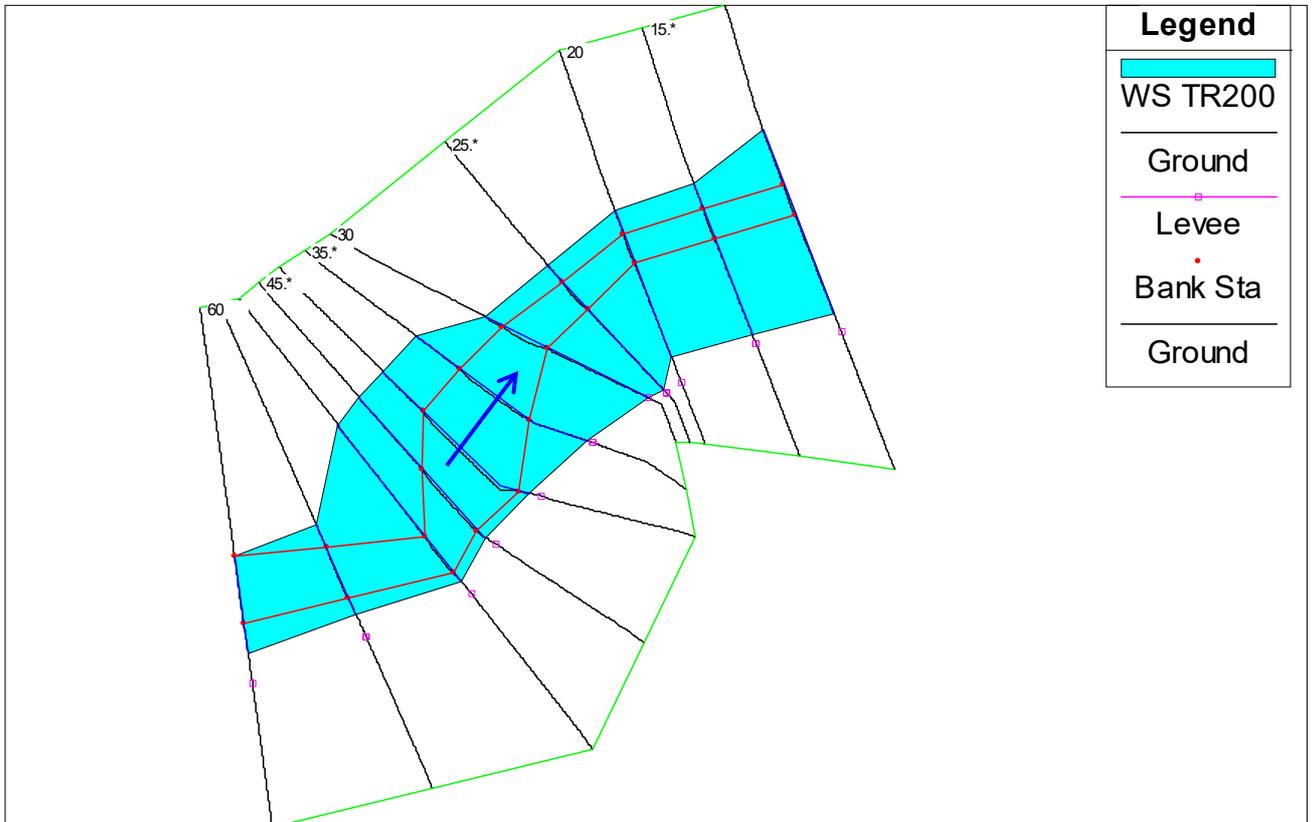


Fig.5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS60: monte / RS10: valle)

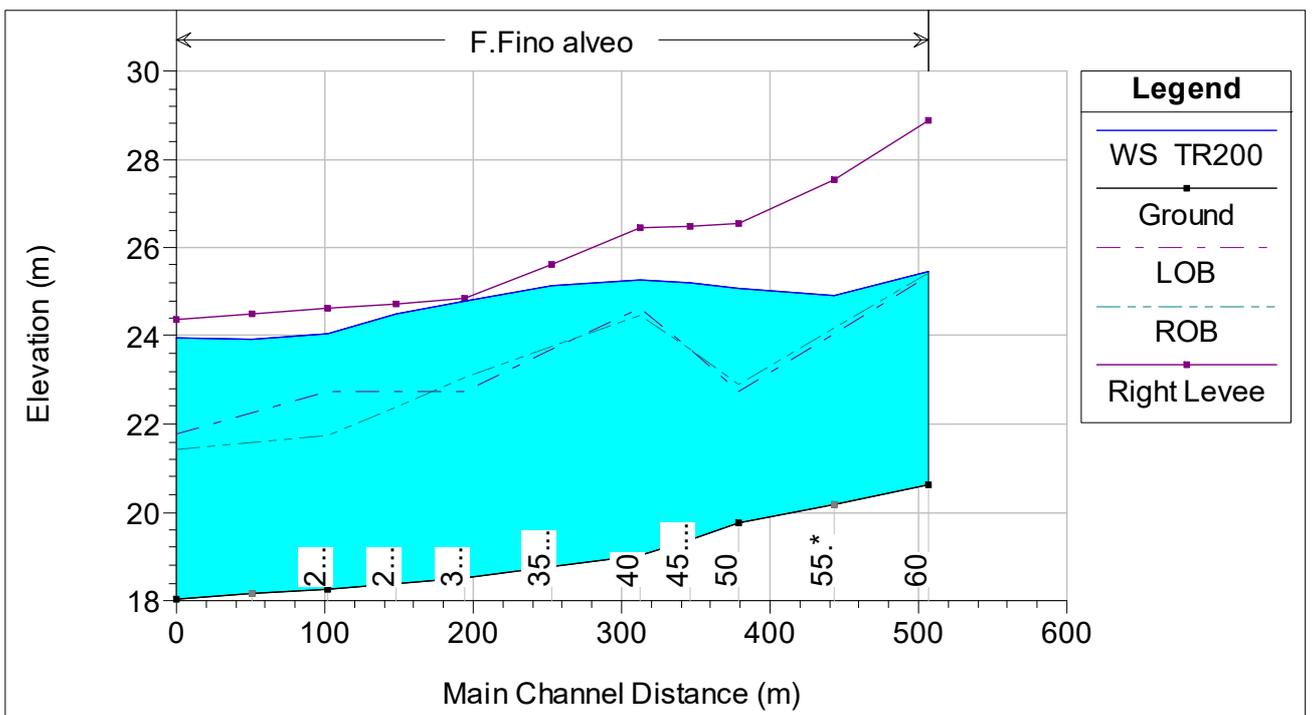


Fig.5.3/B: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale (RS60: monte / RS10: valle)

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 27 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

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

*Tab.5.3/A: Tabella Riepilogativa generale di Output*

River Station	Q Total (m3/s)	Min Ch Elev (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Hydr Depth C (m)	Shear Chnl (N/m2)	Froude Chl
60	628	20.61	25.47	24.73	26.13	0.003582	3.65	186.93	74.2	3.26	109.61	0.65
55.*	628	20.18	24.91	24.4	25.84	0.004665	4.32	158.62	74.88	3.4	150.47	0.75
50	628	19.75	25.08	24.27	25.5	0.001923	3.27	295.92	139.77	4.42	79.5	0.5
45.*	628	19.39	25.2	22.66	25.4	0.000679	2.06	379.15	133.77	4.71	30.55	0.3
40	628	19.03	25.26	21.5	25.36	0.000261	1.37	500.74	128.37	5.29	13.07	0.19
35.*	628	18.77	25.13	21.99	25.32	0.000561	2	367.55	131.64	5.24	27.85	0.28
30	628	18.51	24.77	23.72	25.24	0.001783	3.33	273.25	113.67	4.94	80.33	0.48
25.*	628	18.39	24.5	23.94	25.13	0.002707	3.94	249.49	123.31	4.64	114.68	0.58
20	628	18.27	24.06	24.06	24.94	0.004729	4.83	213.18	116.26	4.2	178.56	0.75
15.*	628	18.16	23.92	23.77	24.66	0.003692	4.42	233.97	120.96	4.39	147.33	0.67
10	628	18.04	23.95	23.46	24.44	0.002302	3.68	295.51	146.49	4.78	99.12	0.54

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

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

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



PROGETTISTA



UNITÀ  
000

COMMESSA  
023081

LOCALITÀ

Regioni: Marche e Abruzzo

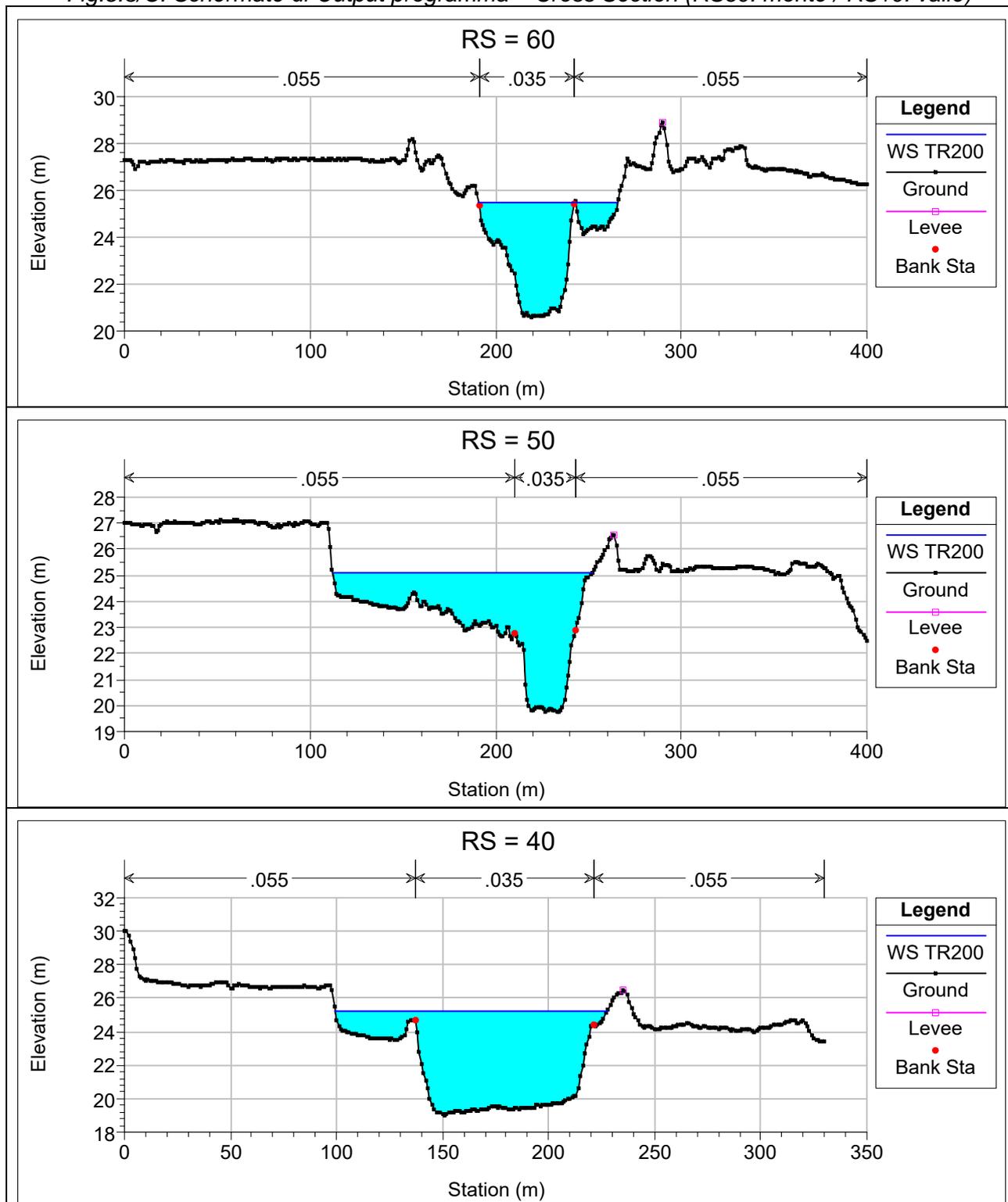
LA-E- 83137

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

Fg. 28 di 69

Rev.  
1

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





PROGETTISTA



UNITÀ  
000

COMMESSA  
023081

LOCALITÀ

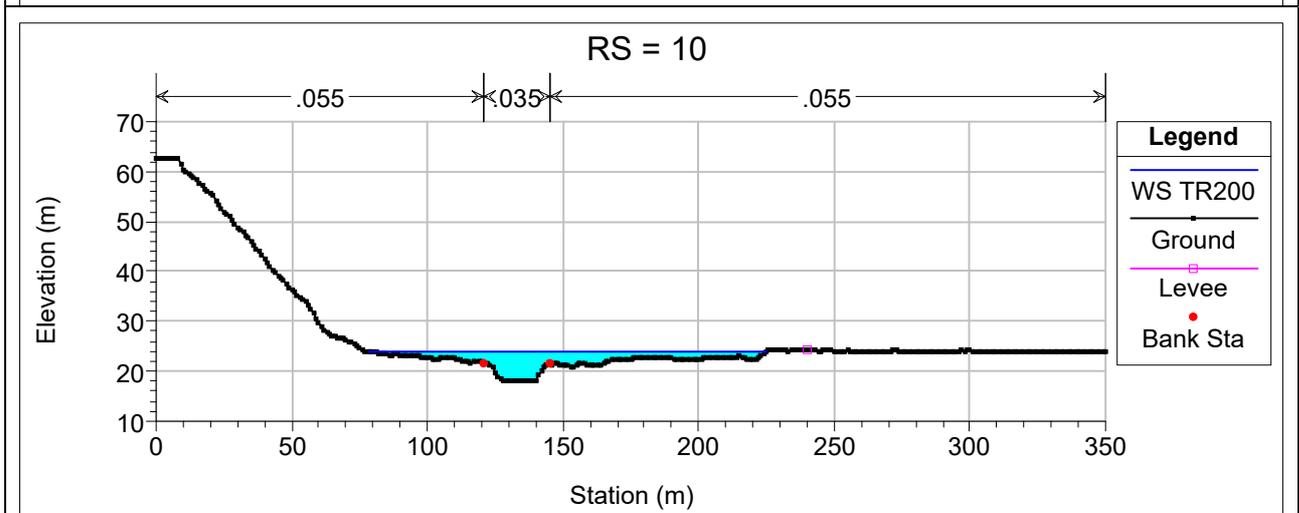
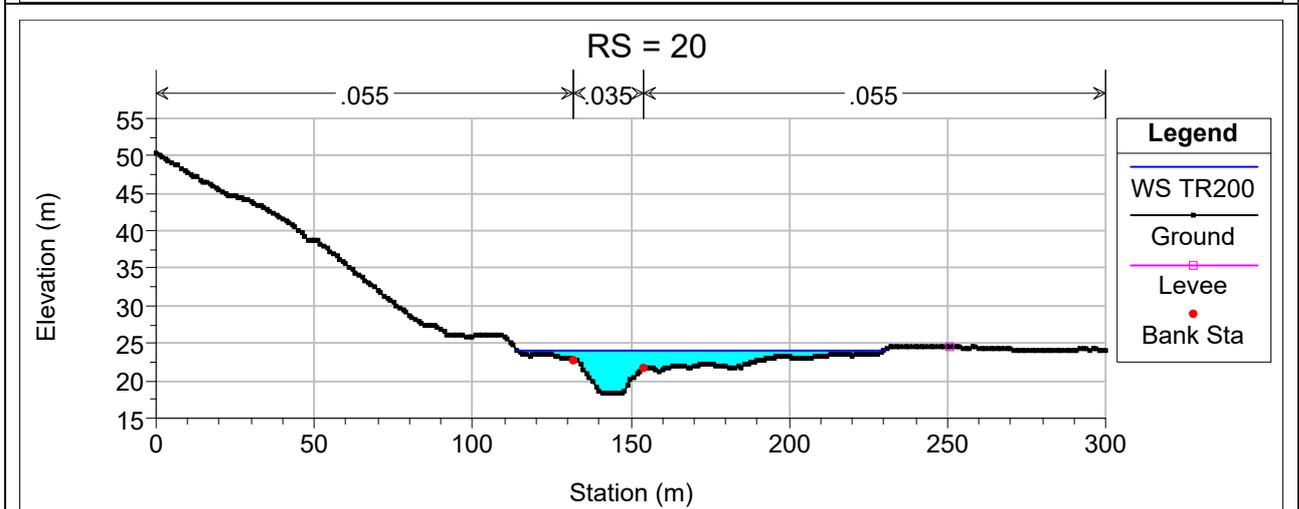
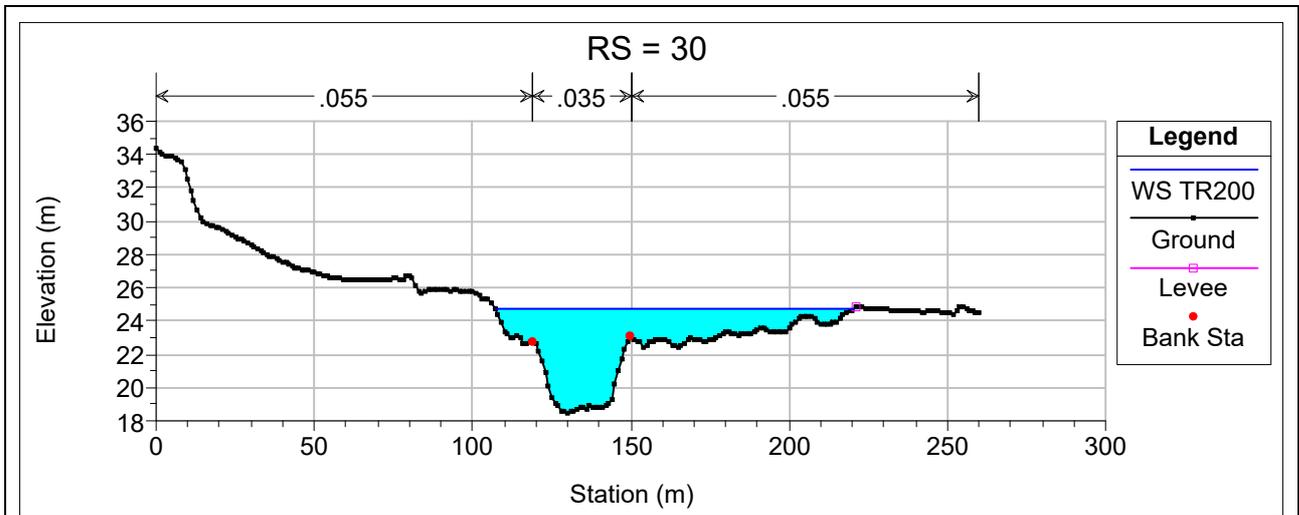
Regioni: Marche e Abruzzo

LA-E- 83137

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

Fg. 29 di 69

Rev.  
1



	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 30 di 69

#### 5.4 Analisi dei risultati conseguiti

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

Dall'esame dei risultati della simulazione idraulica, si rileva che nel tronco idraulico considerato la sezione d'alveo non risulta in grado di contenere la portata di progetto (portata duecentennale). Esondazioni si individuano sia in destra, che in sinistra idrografica lungo tutto il tronco idraulico esaminato. Tuttavia, le aree di esondazione risultano contenute nella fascia di ampiezza dell'ordine dei 50÷100m nell'intorno dell'alveo del corso d'acqua.

Le velocità di deflusso della corrente risultano molto variabili, con valori massimi molto elevati (prossimi ai 5 m/s), mantenendosi comunque nelle condizioni 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.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 31 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## 6 VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO

### 6.1 Generalità

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

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

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

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 32 di 69	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.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 33 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

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 prudenziale, 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 Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 34 di 69	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	Q	Vel	Top	Hydr	Portata	Carico	Approfond.	Arature
Station	Total	Chnl	Width	Depth C	specifica	totale	Localizzati	di fondo
	(m <sup>3</sup> /s)	(m/s)	(m)	(m)	(m <sup>3</sup> /s m)	(m)	(m)	(m)
60	628	3.65	74.2	3.26	8.46	3.94	1.80	1.63
55.*	628	4.32	74.88	3.4	8.39	4.35	1.87	1.70
50	628	3.27	139.77	4.42	4.49	4.97	1.64	2.21
45.*	628	2.06	133.77	4.71	4.69	4.93	1.66	2.36
40	628	1.37	128.37	5.29	4.89	5.39	1.74	2.65
35.*	628	2	131.64	5.24	4.77	5.44	1.74	2.62
30	628	3.33	113.67	4.94	5.52	5.51	1.83	2.47
25.*	628	3.94	123.31	4.64	5.09	5.43	1.77	2.32
20	628	4.83	116.26	4.2	5.40	5.39	1.80	2.10
15.*	628	4.42	120.96	4.39	5.19	5.39	1.78	2.20
10	628	3.68	146.49	4.78	4.29	5.47	1.69	2.39

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 35 di 69

Tab.6.3/B: *Diametro limite dei clasti trasportati*

River Station	Shear Chan (N/m2)	Diametro limite clasti trasportati (m)
60	109.61	0.13
55.*	150.47	0.18
50	79.5	0.09
45.*	30.55	0.04
40	13.07	0.02
35.*	27.85	0.03
30	80.33	0.09
25.*	114.68	0.13
20	178.56	0.21
15.*	147.33	0.17
10	99.12	0.12

#### 6.4 Considerazione sui risultati conseguiti

Sulla base delle valutazioni di cui al paragrafo precedente si evince che, relativamente al tronco d'alveo analizzato (nel quale ricade l'attraversamento da parte del metanodotto in progetto), le massime erosioni attese al fondo si attestano intorno a valori dell'ordine dei **2.5 m**.

La corrente, nell'ambito del tratto in esame ed in concomitanza dell'evento di piena di progetto, inoltre risulta potenzialmente in grado di movimentare clasti del diametro dell'ordine dei 0.20 m.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 36 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## 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, l'insieme delle caratteristiche morfologiche, geologiche, geometriche ed idrauliche dell'ambito d'interferenza ha condotto all'individuazione del sistema di posa in subalveo della pipeline mediante la metodologia degli "scavi a cielo aperto".

Infatti, in attraversamenti, come quello in esame, che non necessitano dell'applicazione di differenti metodologie (per presenza di infrastrutture prossime alle sponde quali argini considerevoli, 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 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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 37 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

della condotta vengono effettuati in continuità con quelli lungo la linea; in genere si tratta di torrenti, o canali, caratterizzati da modesti valori di portata, che pertanto non necessitano di una specifica struttura atta a consentirne il minimo deflusso, che può essere garantito mediante dispositivi ordinari;

- lavori per “fasi chiuse”; tale procedura prevede che si completi ogni fase prima dell’inizio della successiva; eseguendo in progressione scavo, posa della condotta e rinterri; questa sequenza viene adottata ogni qualvolta è necessario garantire lo smaltimento di un’eventuale portata non trascurabile, che dovesse manifestarsi durante la costruzione.

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

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

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

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

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

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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 38 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

### 7.3 Geometria della condotta ed interventi di ripristino

#### 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, è stato previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di 5.0 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 previste nell'ambito sono:

- Scogliere in massi ciclopici naturali, da realizzare lungo le sponde dell'alveo del corso d'acqua per tutta la fascia interessata dai lavori;

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

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

I lavori di ripristino si completano con la ripresa, stendimento e riprofilatura dello strato superficiale di terreno accantonato, per il ripristino morfologico e vegetazionale dell'intera area. Gli interventi vegetazionali consistono in generale nell'inerbimento dell'area e l'eventuale messa a dimora di vegetazione arbustiva ed arborea costituite da essenze autoctone.

Si precisa inoltre che, per un esame di dettaglio della configurazione tipologica e dimensionale delle opere in progetto e del profilo geometrico della condotta, si rimanda alla visione dello specifico disegno di attraversamento.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 39 di 69	Rev. 1

## 8 VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA

### 8.1 Premessa

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

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

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

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

### 8.2 PSDA - Analisi disposizioni per le aree di pericolosità idraulica

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

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

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

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

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

#### Norme Generali

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 40 di 69	Rev. 1

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

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

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

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

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

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

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

Inoltre gli interventi consentiti dal presente articolo:

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 41 di 69

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

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

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

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

Tali interventi:

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

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

### 8.3 Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento

Il fiume in esame, ricadente nella pertinenza dell'ex "Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro", rappresenta uno dei corsi d'acqua di significativa importanza per il quale l'Autorità di Bacino, nell'ambito del *Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni (PSDA)*, ha individuato e perimetrato le aree di pericolosità idraulica lungo lo sviluppo dell'asta fluviale.

Conseguentemente in corrispondenza dell'ambito di attraversamento si individuano delle interferenze tra il metanodotto in progetto con le aree di pericolosità idraulica individuate nel PSDA.

In tal senso nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico dell'ambito in esame (in scala 1:10.000), dal quale si possono individuare le effettive interferenze tra il metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in colore rosso) con le aree censite di pericolosità idraulica per esondazioni delle piene del corso d'acqua.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 42 di 69

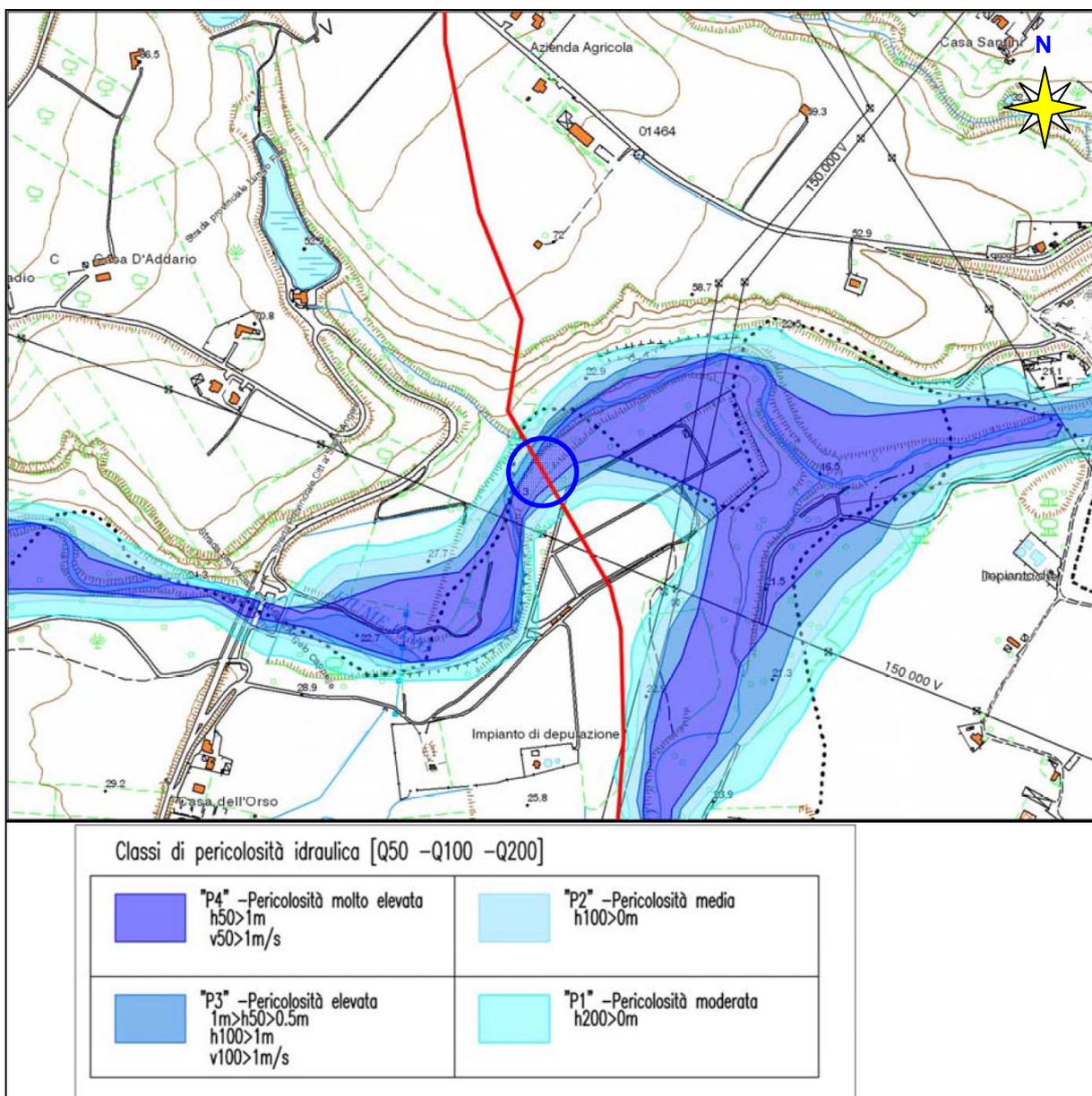


Fig.8.3/A: Interferenze tra metanodotto in progetto con le aree di "Pericolosità Idraulica"

Nella tabella seguente sono riportati gli sviluppi dei singoli tratti di interferenza del metanodotto con i vari livelli di Pericolosità idraulica del corso d'acqua. L'individuazione dei tratti è stata effettuata procedendo in senso gas del metanodotto, ossia (nello specifico) partendo da sinistra verso destra idrografica.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 43 di 69	Rev. 1

PERICOLOSITA' IDRAULICA	Tratto in sx - Lunghezza (m)	Tratto in dx - Lunghezza (m)	Lunghezza Tot. (m)
P1 - Pericolosità Moderata	16	21	37
P2 - Pericolosità Media	21	13	34
P3 - Pericolosità Elevata	13	15	28
P4 - Pericolosità Molto Elevata	46		46
<b>Sviluppo complessivo delle Interferenze (m)</b>			<b>145</b>

Dall'analisi della tabella precedente si rileva che il metanodotto in progetto interferisce con aree di pericolosità idraulica individuate nel PSDA per uno sviluppo totale di circa 145 m, di cui circa 46m riguardanti ambiti P4 (a pericolosità idraulica molto elevata), 62m circa riguardanti ambiti P3 e P2 (a pericolosità idraulica elevata e media) e circa 37 m circa riguardanti P1 (a pericolosità idraulica moderata).

#### 8.4 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.19, comma 1 lettera c), risulta tra le tipologie di opere per le quali è consentito l'interferenza con aree classificate di pericolosità idraulica molto elevata (o inferiore).

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

L'interferenza specifica con le aree di pericolosità idraulica del corso d'acqua è stata determinata da considerazioni a più ampia scala che riguardano l'intera direttrice di tracciato dell'opera, per la quale sono state attentamente valutate varie alternative di progetto. In particolare si sottolinea che in ogni caso non è risultato possibile evitare l'interessamento di aree di pericolosità idraulica di pertinenza del corso d'acqua in esame, in quanto il tracciato del metanodotto ha un andamento prevalente Nord-Sud, mentre il corso d'acqua ha un andamento Ovest-Est.

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

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

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

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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 44 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

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

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

1. *Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena*  
 Non generando alterazioni dell'assetto morfologico (tubazione completamente interrata, con ripristino definitivo dei terreni allo stato preesistente), non sarà determinato dalla costruzione della condotta nessun effetto di variazione dei livelli idrici e quindi del profilo d'inviluppo di piena.
2. *Riduzione della capacità di laminazione e/o di invaso dell'alveo*  
 La condotta in progetto, essendo completamente interrata, non crea alcun ostacolo al corretto deflusso delle acque e/o all'azione di laminazione delle piene, né contrazioni areali delle fasce d'esonazione 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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 45 di 69

impattanti con il contesto naturale della regione fluviale che possano pregiudicare in maniera “irreversibile” l’attuale assetto paesaggistico. Condizioni d’impatto sono limitate alle sole fasi di costruzione e per questo destinate a scomparire nel tempo, con la ricostituzione delle componenti naturalistiche ed ambientali.

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

Queste interferenze riguardano porzioni di territorio che rappresentano delle aree di laminazione e/o di invaso del corso d’acqua in occasione di piene eccezionali ed in quanto tali, risultano degli ambiti di assoluta sicurezza per la condotta nei confronti dei processi di dinamica fluviale.

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

In detti ambiti non sono previste modifiche circa lo stato dei luoghi, trasformazioni del territorio e/o cambiamenti di destinazione d’uso dei fondi. Le uniche strutture visibili risulteranno essere le paline ed i cartelli indicatori e pertanto non si introdurranno interferenze idrauliche significative per la laminazione delle piene del corso d’acqua e/o riduzione della capacità di invaso, né tantomeno alterazioni all’eventuale deflusso in occasione delle piene eccezionali.

Pertanto, alla luce di quanto sopra affermato, si ritiene che le specificità dell’opera (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.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 46 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## 9 CONCLUSIONI

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

La suddetta linea in progetto interseca l'alveo del fiume Fino nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 0,5 km a monte della confluenza con il Tavo), in un ambito di confine tra i territori comunali di Collecervino (PE) e Città Sant'Angelo (PE).

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 e di garantire, inoltre, le adeguate condizioni di sicurezza della condotta per tutto il periodo di esercizio.

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

Nell'analisi delle interferenze tra il metanodotto in progetto con le aree di pericolosità idraulica censite dal PSDA (redatto dall'ex "Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro"), è stato evidenziato che 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 dichiara:

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

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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 47 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO

### Codice di calcolo

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

Il calcolo del profilo in moto permanente è stato eseguito per mezzo della versione 4.1.

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

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

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

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

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

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

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

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

dove:

- $A$ , area della sezione bagnata ( $m^2$ );
- $\Lambda$ , coefficiente di attrito di Chezy ( $m^{1/2}/s$ );
- $g$ , accelerazione di gravità ( $m/s^2$ );
- $h$ , altezza del pelo libero rispetto ad un livello di riferimento orizzontale (m);
- $Q$ , portata ( $m^3/s$ );

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 48 di 69

- $R$ , raggio idraulico (m);
- $\alpha$ , coefficiente di distribuzione della quantità di moto;
- $q$ , portata laterale addotta ( $m^2/s$ ).

### Condizioni di moto

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

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

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

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

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

in cui

- $Y_2$  e  $Y_1$  sono le profondità d'acqua,
- $Z_2$  e  $Z_1$  le quote dei punti più depressi delle sezioni trasversali rispetto a un piano di riferimento (superficie livello medio del mare),
- $V_2$  e  $V_1$  le velocità medie (rapporto tra portata e area bagnata della sezione),
- $\alpha_2$  e  $\alpha_1$  i coefficienti di Coriolis di ragguglio 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.

In tal modo, si tiene conto sia delle perdite di carico continue o distribuite, rappresentate dal primo addendo del membro di destra, sia delle perdite di carico localizzate o concentrate, rappresentate dal secondo addendo del membro di destra e dovute alle variazioni di

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 49 di 69

sezione trasversale e/o alla presenza di ostacoli strutturali.

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

$$Q = KJ^{0.5}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

### Assetto geometrico

HEC-RAS richiede la schematizzazione del corso d'acqua con tratti successivi di lunghezza variabile individuati alle estremità da sezioni di geometria nota. La posizione delle sezioni trasversali va scelta in modo da descrivere in maniera adeguata il tratto considerato, prevedendo in linea di massima, sezioni più fitte nei tratti dove la geometria trasversale dell'alveo risulta molto variabile e più rade nei tratti in cui la geometria si mantiene piuttosto uniforme.

Le sezioni trasversali sono suddivise in tre parti, caratterizzate da differenti valori della scabrezza, in cui la velocità si possa ritenere uniformemente distribuita: la parte centrale o

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 50 di 69

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

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

Note la profondità d'acqua e l'altezza critica in una sezione, si determina se nella data

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 51 di 69

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  $1$  rispettivamente le sezioni di monte e di valle del tratto considerato, si esprime come

$$\frac{\beta_2 Q_2^2}{gA_2} + A_2 Y_{2,b} + \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot i - \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot J_m - \frac{\beta_1 Q_1^2}{gA_1} - A_1 Y_{1,b} = 0$$

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.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 52 di 69	Rev. 1

## APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO - REPORT PROGRAMMA HEC RAS

HEC-RAS Version 4.1.0 Jan 2010  
U.S. Army Corps of Engineers  
Hydrologic Engineering Center  
609 Second Street  
Davis, California

```

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

```

### PROJECT DATA

Project Title: Fino  
Project File : Fino.prj

Project in SI units

### PLAN DATA

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

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

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

### Plan Summary Information:

Number of:	Cross Sections = 11	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: Fino  
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch(Abruzzo)\Fino.f01

### Flow Data (m3/s)

River	Reach	RS	TR200
F.Fino	alveo	60	628

### Boundary Conditions

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 53 di 69	Rev. 1

River F.Fino      Reach alveo      Profile TR200      Upstream Normal S = 0.0067      Downstream Normal S = 0.0023

GEOMETRY DATA

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

CROSS SECTION

RIVER: F.Fino  
REACH: alveo      RS: 60

INPUT

Description:

Station Elevation Data      num=      401

Sta	Elev								
0	27.27	1	27.3	2	27.26	3	27.26	4	27.22
5	27.12	6	26.9	7	27.04	8	27.21	9	27.24
10	27.2	11	27.25	12	27.16	13	27.15	14	27.25
15	27.21	16	27.23	17	27.21	18	27.23	19	27.24
20	27.27	21	27.24	22	27.24	23	27.26	24	27.26
25	27.29	26	27.26	27	27.2	28	27.2	29	27.21
30	27.24	31	27.23	32	27.17	33	27.28	34	27.3
35	27.27	36	27.24	37	27.22	38	27.25	39	27.26
40	27.25	41	27.27	42	27.23	43	27.22	44	27.23
45	27.26	46	27.26	47	27.29	48	27.27	49	27.28
50	27.29	51	27.28	52	27.29	53	27.28	54	27.26
55	27.25	56	27.28	57	27.31	58	27.33	59	27.31
60	27.29	61	27.28	62	27.32	63	27.31	64	27.32
65	27.33	66	27.35	67	27.34	68	27.35	69	27.32
70	27.29	71	27.3	72	27.31	73	27.3	74	27.3
75	27.31	76	27.33	77	27.3	78	27.28	79	27.3
80	27.25	81	27.29	82	27.34	83	27.34	84	27.31
85	27.34	86	27.34	87	27.34	88	27.35	89	27.31
90	27.31	91	27.36	92	27.34	93	27.3	94	27.28
95	27.34	96	27.35	97	27.36	98	27.38	99	27.32
100	27.33	101	27.35	102	27.36	103	27.29	104	27.31
105	27.3	106	27.31	107	27.33	108	27.3	109	27.31
110	27.34	111	27.31	112	27.33	113	27.32	114	27.28
115	27.33	116	27.33	117	27.3	118	27.35	119	27.32
120	27.32	121	27.34	122	27.34	123	27.34	124	27.37
125	27.36	126	27.36	127	27.33	128	27.29	129	27.3
130	27.26	131	27.26	132	27.25	133	27.31	134	27.29
135	27.25	136	27.22	137	27.2	138	27.25	139	27.27
140	27.25	141	27.27	142	27.27	143	27.26	144	27.35
145	27.36	146	27.27	147	27.23	148	27.18	149	27.21
150	27.32	151	27.32	152	27.46	153	27.76	154	28.1
155	28.17	156	28.06	157	27.63	158	27.28	159	26.95
160	26.85	161	26.89	162	27.09	163	27.24	164	27.32
165	27.19	166	27.16	167	27.31	168	27.44	169	27.48
170	27.43	171	27.36	172	27.09	173	26.7	174	26.51
175	26.31	176	26.23	177	26.08	178	25.94	179	25.87
180	25.83	181	25.78	182	25.77	183	25.84	184	25.99
185	26.1	186	26.15	187	26.17	188	26.19	189	26.17
190	25.87	191	25.37	192	24.68	193	24.54	194	24.31
195	24.17	196	23.96	197	23.9	198	23.83	199	23.65
200	23.78	201	23.88	202	23.81	203	23.67	204	23.55
205	23.55	206	23.25	207	22.85	208	22.76	209	22.61
210	22.43	211	21.94	212	21.57	213	21.23	214	20.76
215	20.62	216	20.71	217	20.79	218	20.66	219	20.61
220	20.65	221	20.65	222	20.66	223	20.66	224	20.64
225	20.62	226	20.63	227	20.68	228	20.7	229	20.87
230	20.96	231	20.98	232	20.96	233	20.92	234	20.83
235	21	236	21.45	237	21.76	238	22.21	239	22.86
240	23.82	241	24.7	242	25.42	243	25.53	244	25.11
245	24.67	246	24.37	247	24.15	248	24.18	249	24.26
250	24.33	251	24.4	252	24.46	253	24.43	254	24.44

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 54 di 69	Rev. 1

255	24.35	256	24.39	257	24.46	258	24.42	259	24.34
260	24.42	261	24.63	262	24.78	263	24.87	264	24.96
265	25.16	266	25.6	267	26	268	26.21	269	26.59
270	27.02	271	27.36	272	27.2	273	27.11	274	27.14
275	27.08	276	27.03	277	27.04	278	27.02	279	26.99
280	26.95	281	26.92	282	26.89	283	26.89	284	27.18
285	27.49	286	28.01	287	28.27	288	28.47	289	28.75
290	28.89	291	28.65	292	27.91	293	27.25	294	27.02
295	26.88	296	26.8	297	26.82	298	26.84	299	26.84
300	26.88	301	26.91	302	27.05	303	27.22	304	27.35
305	27.34	306	27.37	307	27.34	308	27.22	309	27.24
310	27.31	311	27.4	312	27.32	313	27.24	314	27.07
315	26.99	316	27.19	317	27.38	318	27.38	319	27.37
320	27.43	321	27.36	322	27.32	323	27.37	324	27.65
325	27.75	326	27.74	327	27.73	328	27.7	329	27.78
330	27.83	331	27.83	332	27.89	333	27.85	334	27.78
335	27.3	336	27.07	337	27.02	338	26.99	339	26.98
340	27.01	341	26.99	342	26.99	343	26.9	344	26.91
345	26.85	346	26.85	347	26.92	348	26.9	349	26.93
350	26.91	351	26.91	352	26.88	353	26.89	354	26.88
355	26.89	356	26.9	357	26.86	358	26.87	359	26.87
360	26.83	361	26.8	362	26.81	363	26.76	364	26.76
365	26.77	366	26.73	367	26.71	368	26.69	369	26.61
370	26.59	371	26.66	372	26.63	373	26.66	374	26.65
375	26.63	376	26.68	377	26.63	378	26.61	379	26.59
380	26.54	381	26.51	382	26.49	383	26.47	384	26.47
385	26.44	386	26.42	387	26.43	388	26.42	389	26.39
390	26.38	391	26.38	392	26.32	393	26.31	394	26.34
395	26.29	396	26.27	397	26.29	398	26.27	399	26.23
400	26.27								

Manning's n Values num= 3  
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
 0 .055 191 .035 242 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
 191 242 63.99 63.99 63.99 .1 .3  
 Right Levee Station= 290 Elevation= 28.89

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	26.13	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.66	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	25.47	Reach Len. (m)	63.99	63.99	63.99
Crit W.S. (m)	24.73	Flow Area (m2)	0.01	166.24	20.68
E.G. Slope (m/m)	0.003582	Area (m2)	0.01	166.24	20.68
Q Total (m3/s)	628.00	Flow (m3/s)	0.00	607.02	20.98
Top Width (m)	74.20	Top Width (m)	0.20	51.00	23.00
Vel Total (m/s)	3.36	Avg. Vel. (m/s)	0.14	3.65	1.01
Max Chl Dpth (m)	4.86	Hydr. Depth (m)	0.05	3.26	0.90
Conv. Total (m3/s)	10492.3	Conv. (m3/s)	0.0	10141.9	350.5
Length Wtd. (m)	63.99	Wetted Per. (m)	0.22	53.28	23.39
Min Ch El (m)	20.61	Shear (N/m2)	1.55	109.61	31.06
Alpha	1.14	Stream Power (N/m s)	19151.15	0.00	13884.59
Frctn Loss (m)	0.26	Cum Volume (1000 m3)	19.37	95.37	29.00
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	16.38	20.86	22.10

CROSS SECTION

RIVER: F.Fino  
 REACH: alveo RS: 55.\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 392

Sta	Elev								
0	27.15	1.05	27.16	2.099	27.14	3.149	27.14	4.199	27.1
5.249	27.04	6.298	26.93	7.348	27	8.398	27.07	9.448	27.08
10.497	27.07	11.547	27.12	12.597	27.07	13.647	27.05	14.696	27.08
15.746	27	16.796	26.96	17.846	27.02	18.895	27.09	19.945	27.11

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 55 di 69

20.995	27.13	22.045	27.15	23.094	27.13	24.144	27.14	25.194	27.15
26.243	27.16	27.293	27.14	28.343	27.11	29.393	27.11	30.442	27.12
31.492	27.14	32.462	27.14	33.417	27.09	34.371	27.13	35.326	27.16
36.281	27.13	37.236	27.11	38.19	27.09	39.145	27.1	40.1	27.14
41.055	27.15	42.01	27.15	43.039	27.18	44.089	27.15	45.139	27.13
46.188	27.13	47.238	27.16	48.288	27.15	49.338	27.18	50.387	27.17
51.437	27.17	52.487	27.18	53.467	27.18	54.421	27.17	55.376	27.19
56.331	27.19	57.286	27.17	58.24	27.18	59.195	27.18	60.15	27.2
61.105	27.18	62.06	27.19	63.014	27.18	64.034	27.17	65.084	27.19
66.134	27.18	67.183	27.18	68.233	27.17	69.283	27.17	70.332	27.17
71.382	27.17	72.432	27.16	73.482	27.14	74.471	27.11	75.426	27.09
76.381	27.07	77.336	27.07	78.29	27.09	79.245	27.13	80.2	27.09
81.155	27.1	82.11	27.13	83.064	27.13	84.019	27.1	85.029	27.14
86.079	27.13	87.128	27.14	88.178	27.15	89.228	27.14	90.277	27.16
91.327	27.17	92.377	27.19	93.427	27.2	94.476	27.19	95.476	27.19
96.431	27.14	97.386	27.13	98.34	27.11	99.295	27.11	100.25	27.16
101.205	27.18	102.16	27.2	103.114	27.2	104.069	27.16	105.024	27.06
106.024	26.69	107.073	26.26	108.123	25.95	109.173	25.79	110.223	25.76
111.272	25.75	112.322	25.75	113.372	25.72	114.421	25.73	115.471	25.75
116.481	25.74	117.436	25.7	118.39	25.7	119.345	25.69	120.3	25.68
121.255	25.68	122.21	25.65	123.164	25.67	124.119	25.68	125.074	25.67
126.029	25.64	127.018	25.63	128.068	25.62	129.118	25.61	130.168	25.61
131.217	25.59	132.267	25.59	133.317	25.58	134.366	25.56	135.416	25.54
136.466	25.51	137.486	25.52	138.44	25.5	139.395	25.52	140.35	25.51
141.305	25.5	142.26	25.48	143.214	25.47	144.169	25.49	145.124	25.55
146.079	25.61	147.033	25.68	148.013	25.78	149.063	25.79	150.113	25.74
151.162	25.66	152.212	25.59	153.262	25.58	154.312	25.62	155.361	25.55
156.411	25.48	157.461	25.55	158.49	25.56	159.445	25.6	160.4	25.75
161.355	25.92	162.31	25.92	163.264	25.82	164.219	25.69	165.174	25.55
166.129	25.45	167.083	25.29	168.038	25.24	169.008	25.21	170.058	25.22
171.107	25.23	172.157	25.26	173.207	25.16	174.257	25.07	175.306	25.11
176.356	25.19	177.406	25.21	178.456	25.22	179.495	25.26	180.555	25.15
181.605	24.91	182.654	24.8	183.704	24.72	184.754	24.7	185.804	24.62
186.853	24.58	187.903	24.51	188.953	24.43	189.998	24.41	191.052	24.4
192.102	24.33	193.152	24.34	194.202	24.37	195.251	24.42	196.301	24.54
197.351	24.59	198.401	24.45	199.45	24.21	200.5	24.06	201.609	23.66
202.717	23.42	203.826	23.26	204.935	23.19	205.964	23.03	206.875	22.48
207.786	22.07	208.696	21.96	209.607	21.91	210.518	21.82	211.587	21.74
212.696	21.71	213.804	21.64	214.913	21.42	215.982	21.34	216.893	21.26
217.804	21.15	218.714	20.88	219.625	20.68	220.536	20.53	221.565	20.3
222.674	20.26	223.783	20.29	224.891	20.25	226	20.18	227.196	20.22
228.278	20.25	229.283	20.27	230.056	20.27	231.37	20.39	232.065	20.49
233.457	20.77	234.152	20.9	235.389	21.06	236.239	21.16	237.167	21.27
238.326	21.76	239.022	22.03	240.413	22.73	241.109	23.27	242.5	24.17
243.854	24.11	244.531	23.94	245.885	23.74	246.562	23.82	247.917	24.1
248.594	24.23	249.948	24.43	250.625	24.5	251.979	24.58	252.656	24.64
253.971	24.62	254.688	24.67	255.882	24.85	256.719	24.93	257.794	25.05
258.75	25.32	259.706	25.58	260.781	25.86	261.618	26.15	262.812	26.24
263.529	26.23	264.844	26.26	265.521	26.26	266.875	26.28	267.552	26.28
268.906	26.28	269.583	26.29	270.938	26.49	271.615	26.67	272.969	27.12
273.646	27.24	275	27.5	276.136	27.52	277.273	27.21	278.409	26.9
279.464	26.6	280.357	26.23	281.25	26.04	282.143	26.02	283.036	26.02
284.091	26.02	285.227	26	286.364	26.02	287.5	26.04	288.636	26.12
289.773	26.2	290.909	26.27	291.964	26.31	292.857	26.42	293.75	26.5
294.643	26.51	295.536	26.49	296.591	26.45	297.727	26.41	298.864	26.35
300	26.25	301.136	26.29	302.273	26.24	303.409	26.19	304.464	26.28
305.357	26.33	306.25	26.28	307.143	26.26	308.036	26.27	309.091	26.31
310.227	26.27	311.364	26.25	312.5	26.29	313.636	26.42	314.773	26.5
315.909	26.49	316.964	26.51	317.857	26.52	318.75	26.53	319.643	26.57
320.536	26.59	321.591	26.58	322.727	26.61	323.864	26.6	325	26.55
326.136	26.3	327.273	26.17	328.409	26.15	329.464	26.15	330.357	26.13
331.25	26.14	332.143	26.15	333.036	26.13	334.091	26.14	335.227	26.09
336.364	26.1	337.5	26.08	338.636	26.1	339.773	26.14	340.909	26.12
341.964	26.13	342.857	26.12	343.75	26.13	344.643	26.13	345.536	26.09
346.591	26.09	347.727	26.07	348.864	26.09	350	26.08	351.136	26.04
352.273	26.05	353.409	26.02	354.464	25.98	355.357	25.97	356.25	25.92
357.143	25.93	358.036	25.91	359.091	25.9	360.227	25.9	361.364	25.9
362.5	25.92	363.636	25.97	364.773	26.03	365.909	26.04	366.964	26.07
367.857	26.03	368.75	26.04	369.643	26.06	370.536	26.03	371.591	25.99
372.727	26	373.864	25.97	375	25.98	376.136	26	377.273	25.97
378.409	25.92	379.464	25.9	380.357	25.87	381.25	25.82	382.143	25.78

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 56 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

383.036 25.74 384.091 25.66 385.227 25.69 386.364 25.69 387.5 25.61  
388.636 25.42 389.773 25.29 390.909 25.14 391.964 25.06 392.857 25.04  
393.75 24.97 394.643 24.8 395.536 24.64 396.591 24.58 397.727 24.51  
398.864 24.43 400 24.38

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val  
0 .055 200.5 .035 242.5 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
200.5 242.5 63.99 63.99 63.99 .1 .3  
Right Levee Station= 276.5 Elevation= 27.52

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	25.84	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.93	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	24.91	Reach Len. (m)	63.99	63.99	63.99
Crit W.S. (m)	24.40	Flow Area (m2)	7.82	142.62	8.18
E.G. Slope (m/m)	0.004665	Area (m2)	7.82	142.62	8.18
Q Total (m3/s)	628.00	Flow (m3/s)	5.38	615.56	7.05
Top Width (m)	74.88	Top Width (m)	18.88	42.00	14.00
Vel Total (m/s)	3.96	Avg. Vel. (m/s)	0.69	4.32	0.86
Max Chl Dpth (m)	4.73	Hydr. Depth (m)	0.41	3.40	0.58
Conv. Total (m3/s)	9194.7	Conv. (m3/s)	78.8	9012.6	103.3
Length Wtd. (m)	63.99	Wetted Per. (m)	18.96	43.36	14.12
Min Ch El (m)	20.18	Shear (N/m2)	18.88	150.47	26.49
Alpha	1.17	Stream Power (N/m s)	19151.15	0.00	13238.23
Frctn Loss (m)	0.18	Cum Volume (1000 m3)	19.12	85.48	28.08
C & E Loss (m)	0.15	Cum SA (1000 m2)	15.77	17.89	20.92

CROSS SECTION

RIVER: F.Fino  
REACH: alveo RS: 50

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 401

Sta	Elev								
0	27.02	1	27.02	2	27.01	3	27.03	4	26.98
5	26.98	6	26.95	7	26.97	8	26.96	9	26.91
10	26.91	11	26.94	12	26.98	13	26.97	14	26.97
15	26.92	16	26.88	17	26.68	18	26.71	19	26.89
20	26.97	21	26.99	22	26.99	23	27.06	24	27.01
25	27.03	26	27.02	27	27.05	28	27.02	29	27.01
30	27.01	31	27.02	32	27.03	33	27.04	34	27.04
35	27	36	27.01	37	27.03	38	26.97	39	26.96
40	26.95	41	26.98	42	27.03	43	27.04	44	27.05
45	27.09	46	27.08	47	27.03	48	27.03	49	27.05
50	27.06	51	27.03	52	27.1	53	27.05	54	27.06
55	27.07	56	27.08	57	27.06	58	27.09	59	27.11
60	27.08	61	27.1	62	27.06	63	27.09	64	27.04
65	27.07	66	27.06	67	27.06	68	27.05	69	27.05
70	27.05	71	27.03	72	26.98	73	27.01	74	26.99
75	26.99	76	26.99	77	26.98	78	26.91	79	26.88
80	26.84	81	26.84	82	26.87	83	26.93	84	26.86
85	26.91	86	26.97	87	26.96	88	26.94	89	26.99
90	26.93	91	26.92	92	26.99	93	26.96	94	26.93
95	27.02	96	26.99	97	27.05	98	27.09	99	27.07
100	27.02	101	26.93	102	26.94	103	26.93	104	26.9
105	26.97	106	27.01	107	27.03	108	27.03	109	26.99
110	26.78	111	26.06	112	25.24	113	24.7	114	24.29
115	24.21	116	24.21	117	24.16	118	24.17	119	24.14
120	24.14	121	24.15	122	24.16	123	24.08	124	24.08
125	24.08	126	24.05	127	24.02	128	23.99	129	24.02
130	24.02	131	24.01	132	23.95	133	23.93	134	23.9
135	23.89	136	23.86	137	23.83	138	23.8	139	23.82
140	23.84	141	23.82	142	23.78	143	23.76	144	23.77

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 57 di 69	Rev. 1

145	23.74	146	23.74	147	23.72	148	23.73	149	23.73
150	23.72	151	23.76	152	23.84	153	23.96	154	24.1
155	24.29	156	24.32	157	24.27	158	24.05	159	23.83
160	23.8	161	23.98	162	24.02	163	23.89	164	23.73
165	23.79	166	23.79	167	23.76	168	23.79	169	23.83
170	23.69	171	23.52	172	23.5	173	23.6	174	23.7
175	23.65	176	23.62	177	23.53	178	23.37	179	23.22
180	23.22	181	23.17	182	23.05	183	22.9	184	22.9
185	22.96	186	22.93	187	23.01	188	23.15	189	23.22
190	23.14	191	23.08	192	23.1	193	23.17	194	23.16
195	23.16	196	23.25	197	23.12	198	23.01	199	23.03
200	23.04	201	22.84	202	22.72	203	22.65	204	22.63
205	22.76	206	23	207	22.98	208	22.67	209	22.54
210	22.75	211	22.66	212	22.4	213	22.3	214	22.39
215	22.14	216	20.8	217	20.24	218	19.98	219	19.82
220	19.83	221	19.86	222	19.91	223	19.92	224	19.92
225	19.91	226	19.85	227	19.77	228	19.83	229	19.86
230	19.87	231	19.83	232	19.82	233	19.75	234	19.75
235	19.84	236	19.91	237	20.24	238	20.7	239	21.15
240	21.65	241	22.29	242	22.67	243	22.91	244	23.19
245	23.38	246	23.96	247	24.48	248	24.79	249	24.9
250	24.95	251	25.02	252	25.07	253	25.19	254	25.34
255	25.48	256	25.55	257	25.66	258	25.81	259	25.97
260	26.11	261	26.37	262	26.46	263	26.55	264	26.55
265	26.17	266	25.54	267	25.23	268	25.23	269	25.22
270	25.21	271	25.17	272	25.15	273	25.15	274	25.16
275	25.19	276	25.19	277	25.17	278	25.2	279	25.27
280	25.47	281	25.64	282	25.72	283	25.75	284	25.67
285	25.59	286	25.42	287	25.24	288	25.18	289	25.29
290	25.44	291	25.38	292	25.38	293	25.39	294	25.33
295	25.17	296	25.14	297	25.16	298	25.2	299	25.17
300	25.18	301	25.18	302	25.2	303	25.17	304	25.23
305	25.25	306	25.24	307	25.28	308	25.33	309	25.32
310	25.34	311	25.34	312	25.33	313	25.32	314	25.34
315	25.34	316	25.31	317	25.29	318	25.29	319	25.26
320	25.28	321	25.3	322	25.27	323	25.28	324	25.3
325	25.26	326	25.3	327	25.27	328	25.28	329	25.28
330	25.31	331	25.35	332	25.35	333	25.35	334	25.33
335	25.34	336	25.32	337	25.35	338	25.35	339	25.3
340	25.29	341	25.27	342	25.26	343	25.29	344	25.25
345	25.21	346	25.23	347	25.21	348	25.16	349	25.13
350	25.13	351	25.04	352	25.07	353	25.06	354	25.04
355	25.03	356	25.04	357	25.08	358	25.13	359	25.19
360	25.43	361	25.48	362	25.48	363	25.48	364	25.43
365	25.43	366	25.46	367	25.42	368	25.35	369	25.32
370	25.31	371	25.32	372	25.34	373	25.4	374	25.43
375	25.36	376	25.31	377	25.3	378	25.27	379	25.17
380	25.09	381	25.05	382	24.89	383	24.92	384	24.98
385	24.96	386	24.82	387	24.52	388	24.32	389	24.11
390	23.93	391	23.81	392	23.74	393	23.62	394	23.31
395	23.01	396	22.87	397	22.81	398	22.69	399	22.6
400	22.49								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 210 .035 243 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
210 243 33.345 33.345 33.345 .1 .3  
Right Levee Station= 264 Elevation= 26.55

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	25.50	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.43	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	25.08	Reach Len. (m)	33.35	33.35	33.35
Crit W.S. (m)	24.27	Flow Area (m2)	142.97	145.91	7.05
E.G. Slope (m/m)	0.001923	Area (m2)	142.97	145.91	7.05
Q Total (m3/s)	628.00	Flow (m3/s)	146.34	477.05	4.62
Top Width (m)	139.77	Top Width (m)	97.70	33.00	9.07
Vel Total (m/s)	2.12	Avg. Vel. (m/s)	1.02	3.27	0.65

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		Regioni: Marche e Abruzzo	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 58 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Max Chl Dpth (m)	5.33	Hydr. Depth (m)	1.46	4.42	0.78
Conv. Total (m3/s)	14320.3	Conv. (m3/s)	3336.9	10878.1	105.2
Length Wtd. (m)	33.35	Wetted Per. (m)	98.30	34.61	9.47
Min Ch El (m)	19.75	Shear (N/m2)	27.43	79.50	14.04
Alpha	1.86	Stream Power (N/m s)	19151.15	0.00	12639.76
Frctn Loss (m)	0.04	Cum Volume (1000 m3)	14.29	76.25	27.59
C & E Loss (m)	0.07	Cum SA (1000 m2)	12.04	15.49	20.18

CROSS SECTION

RIVER: F.Fino

REACH: alveo

RS: 45.\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data

num= 355

Sta	Elev								
0	28.53	1.087	28.5	2.174	28.37	3.261	28.18	4.348	27.94
5.435	27.67	6.481	27.4	7.407	27.17	8.333	27.07	9.259	27.03
10.185	27.02	11.111	27.02	12.037	27.02	13.043	26.99	14.13	26.96
15.217	26.89	16.304	26.84	17.391	26.89	18.478	26.95	19.444	26.97
20.37	26.97	21.296	27.01	22.222	26.97	23.148	26.97	24.074	26.96
25.926	26.95	26.852	26.94	27.778	26.92	28.704	26.91	29.63	26.91
30.556	26.9	31.522	26.88	32.609	26.86	33.696	26.87	34.783	26.88
35.87	26.86	36.957	26.84	37.963	26.86	38.889	26.86	39.815	26.87
40.741	26.89	41.667	26.92	42.593	26.92	43.519	26.91	44.565	26.94
45.652	26.96	46.739	26.98	47.826	26.99	48.913	26.99	50	27
51.087	26.99	52.174	26.99	53.261	26.9	54.348	26.83	55.435	26.82
56.481	26.91	57.407	26.91	58.333	26.95	59.259	26.92	60.185	26.91
61.111	26.9	62.037	26.9	63.043	26.89	64.13	26.87	65.217	26.85
66.304	26.83	67.391	26.82	68.478	26.81	69.444	26.81	70.37	26.81
71.296	26.83	72.222	26.79	73.148	26.75	74.074	26.71	75.926	26.75
76.852	26.78	77.778	26.76	78.704	26.8	79.63	26.83	80.556	26.82
81.522	26.82	82.609	26.81	83.696	26.81	84.783	26.83	85.87	26.83
86.957	26.82	87.963	26.87	88.889	26.82	89.815	26.85	90.741	26.88
91.667	26.88	92.593	26.87	93.519	26.82	94.565	26.82	95.652	26.81
96.739	26.79	97.826	26.81	98.913	26.81	100	26.82	102	26.73
104	26.02	106	25.38	108	24.44	109.694	24.22	110.792	24.16
111.774	24.13	112.583	24.11	113.855	24.06	114.548	24.05	115.935	24.01
116.629	23.99	117.958	23.98	118.71	23.97	119.75	23.93	120.79	23.89
121.542	23.88	122.871	23.85	123.565	23.83	124.952	23.83	125.645	23.82
126.917	23.79	127.726	23.79	128.708	23.76	129.806	23.74	131.194	23.73
132.292	23.72	133.274	23.76	134.083	23.83	135.355	23.96	136.048	23.97
137.435	23.83	138.129	23.72	139.458	23.8	140.21	23.82	141.25	23.7
142.29	23.69	143.042	23.69	144.371	23.7	145.065	23.72	146.452	23.56
147.145	23.55	148.417	23.65	149.226	23.63	150.208	23.59	151.306	23.47
152.694	23.39	153.792	23.33	154.774	23.22	155.583	23.22	156.855	23.22
157.548	23.26	158.935	23.36	159.629	23.34	160.958	23.37	161.71	23.41
162.75	23.42	163.79	23.49	164.542	23.44	165.871	23.52	166.565	23.6
167.952	23.62	168.645	23.63	169.917	23.72	170.726	23.85	171.708	23.78
172.806	23.6	173.5	23.7	174.304	23.46	175.109	23.07	176.143	22.57
177.464	22.09	178.326	21.25	179.13	20.83	180.107	20.53	181.429	20.2
182.348	20.02	183.152	19.89	184.071	19.76	185.393	19.64	186.37	19.55
187.174	19.49	188.036	19.51	189.357	19.5	190.391	19.45	191.196	19.43
192.5	19.39	193.629	19.46	194.757	19.47	195.886	19.54	196.889	19.53
197.579	19.52	198.707	19.58	199.836	19.61	200.964	19.58	201.529	19.61
202.657	19.69	203.786	19.73	204.914	19.85	205.667	19.88	206.607	19.91
207.736	19.97	208.864	20	209.993	20.05	210.557	20.07	211.686	20.16
212.814	20.21	213.943	20.27	214.507	20.31	215.636	20.38	216.764	20.51
217.893	20.55	218.833	20.63	219.586	20.69	220.714	20.79	221.843	20.88
222.971	20.98	223.536	21.04	224.664	21.15	225.793	21.26	226.921	21.4
227.611	21.49	228.614	22.04	229.743	22.72	230.871	23.27	232	23.68
233.231	23.79	234.462	24.17	235.368	24.48	236.211	24.67	237.053	24.76
238.154	24.89	239.385	25.08	240.421	25.25	241.263	25.41	242.105	25.56
243.077	25.69	244.308	25.9	245.474	26.08	246.316	26.18	247.158	26.33
248.848	26.48	249.696	26.5	250.543	26.29	251.656	25.81	252.875	25.52
253.935	25.34	254.783	25.22	255.63	25.1	256.531	25	257.75	24.91
258.969	24.8	259.87	24.75	260.717	24.72	261.565	24.74	262.625	24.81
263.844	24.96	264.957	25.02	265.804	25	266.652	24.94	268.348	24.79
269.196	24.7	270.043	24.67	271.156	24.76	272.375	24.81	273.435	24.8

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 59 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

274.283	24.81	275.13	24.78	276.031	24.69	277.25	24.7	278.469	24.74
279.37	24.75	280.217	24.77	281.065	24.79	282.125	24.79	283.344	24.81
284.457	24.83	285.304	24.86	286.152	24.89	287.848	24.87	288.696	24.85
289.543	24.83	290.656	24.82	291.875	24.81	292.935	24.8	293.783	24.79
294.63	24.78	295.531	24.78	296.75	24.79	297.969	24.77	298.87	24.76
299.717	24.76	300.565	24.76	301.625	24.75	302.844	24.76	303.957	24.72
304.804	24.73	305.652	24.76	307.348	24.8	308.196	24.79	309.043	24.77
310.156	24.72	311.375	24.71	312.435	24.72	313.283	24.7	314.13	24.69
315.031	24.67	316.25	24.67	317.469	24.68	318.37	24.66	319.217	24.67
320.065	24.67	321.125	24.64	322.344	24.63	323.457	24.55	324.304	24.55
325.152	24.54	326.848	24.58	327.696	24.61	328.543	24.65	329.656	24.67
330.875	24.79	331.935	24.84	332.783	24.85	333.63	24.88	334.531	24.9
335.75	24.92	336.969	24.91	337.87	24.88	338.717	24.87	339.565	24.88
340.625	24.88	341.844	24.93	342.957	24.99	343.804	24.97	344.652	24.96
346.348	24.98	347.196	24.93	348.043	24.87	349.156	24.74	350.375	24.72
351.435	24.78	352.283	24.79	353.13	24.72	354.031	24.52	355.25	24.27
356.469	24	357.37	23.82	358.217	23.71	359.065	23.59	360.125	23.35
361.344	23.19	362.457	23.13	363.304	23.07	364.152	23.02	365	22.97

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 173.5 .035 232 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
173.5 232 33.345 33.345 33.345 .1 .3  
Right Levee Station= 249 Elevation= 26.475

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	25.40	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.20	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	25.20	Reach Len. (m)	33.35	33.35	33.35
Crit W.S. (m)	22.66	Flow Area (m2)	97.85	275.51	5.79
E.G. Slope (m/m)	0.000679	Area (m2)	97.85	275.51	5.79
Q Total (m3/s)	628.00	Flow (m3/s)	59.40	566.44	2.15
Top Width (m)	133.77	Top Width (m)	67.13	58.50	8.14
Vel Total (m/s)	1.66	Avg. Vel. (m/s)	0.61	2.06	0.37
Max Chl Dpth (m)	5.81	Hydr. Depth (m)	1.46	4.71	0.71
Conv. Total (m3/s)	24104.6	Conv. (m3/s)	2280.1	21741.8	82.7
Length Wtd. (m)	33.35	Wetted Per. (m)	67.44	60.02	8.31
Min Ch El (m)	19.39	Shear (N/m2)	9.66	30.55	4.63
Alpha	1.40	Stream Power (N/m s)	17475.43	0.00	11921.59
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	10.28	69.23	27.38
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	9.29	13.96	19.89

CROSS SECTION

RIVER: F.Fino  
REACH: alveo RS: 40

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 331

Sta	Elev								
0	30.03	1	29.98	2	29.73	3	29.35	4	28.9
5	28.39	6	27.8	7	27.28	8	27.19	9	27.11
10	27.06	11	27.08	12	27.01	13	27.01	14	26.99
15	26.99	16	26.93	17	26.93	18	26.95	19	26.95
20	26.95	21	26.92	22	26.9	23	26.88	24	26.87
25	26.86	26	26.82	27	26.79	28	26.77	29	26.72
30	26.71	31	26.72	32	26.76	33	26.76	34	26.72
35	26.73	36	26.68	37	26.72	38	26.75	39	26.76
40	26.79	41	26.85	42	26.87	43	26.91	44	26.91
45	26.93	46	26.94	47	26.9	48	26.91	49	26.73
50	26.55	51	26.56	52	26.72	53	26.77	54	26.82
55	26.77	56	26.74	57	26.73	58	26.72	59	26.68
60	26.65	61	26.65	62	26.64	63	26.63	64	26.62
65	26.64	66	26.69	67	26.63	68	26.58	69	26.59
70	26.63	71	26.64	72	26.69	73	26.69	74	26.68
75	26.7	76	26.65	77	26.69	78	26.69	79	26.69

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 60 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

80	26.7	81	26.71	82	26.64	83	26.67	84	26.68
85	26.72	86	26.7	87	26.71	88	26.69	89	26.65
90	26.63	91	26.6	92	26.61	93	26.63	94	26.67
95	26.77	96	26.8	97	26.8	98	26.46	99	25.47
100	24.67	101	24.33	102	24.17	103	24.07	104	24.03
105	24	106	23.93	107	23.91	108	23.87	109	23.86
110	23.82	111	23.82	112	23.78	113	23.74	114	23.7
115	23.67	116	23.61	117	23.6	118	23.64	119	23.59
120	23.59	121	23.62	122	23.6	123	23.61	124	23.59
125	23.55	126	23.56	127	23.52	128	23.5	129	23.51
130	23.64	131	23.68	132	23.77	133	24.1	134	24.56
135	24.71	136	24.7	137	24.64	138	24	139	22.82
140	22.02	141	21.54	142	21.11	143	20.58	144	20
145	19.6	146	19.36	147	19.21	148	19.19	149	19.13
150	19.06	151	19.03	152	19.11	153	19.14	154	19.15
155	19.15	156	19.25	157	19.25	158	19.24	159	19.21
160	19.18	161	19.26	162	19.29	163	19.3	164	19.33
165	19.32	166	19.25	167	19.3	168	19.35	169	19.36
170	19.39	171	19.37	172	19.46	173	19.52	174	19.52
175	19.54	176	19.48	177	19.52	178	19.49	179	19.46
180	19.42	181	19.39	182	19.4	183	19.39	184	19.48
185	19.46	186	19.38	187	19.43	188	19.43	189	19.44
190	19.46	191	19.46	192	19.48	193	19.45	194	19.6
195	19.6	196	19.55	197	19.6	198	19.61	199	19.62
200	19.63	201	19.66	202	19.68	203	19.68	204	19.69
205	19.7	206	19.76	207	19.83	208	19.89	209	19.96
210	20.01	211	20.1	212	20.18	213	20.2	214	20.66
215	21.36	216	22	217	22.66	218	23.25	219	23.69
220	24.3	221	24.45	222	24.31	223	24.42	224	24.51
225	24.59	226	24.8	227	25.1	228	25.36	229	25.6
230	25.82	231	26.04	232	26.19	233	26.28	234	26.34
235	26.45	236	26.43	237	26.18	238	25.8	239	25.41
240	25.08	241	24.85	242	24.67	243	24.42	244	24.28
245	24.27	246	24.29	247	24.33	248	24.31	249	24.21
250	24.18	251	24.16	252	24.16	253	24.19	254	24.22
255	24.23	256	24.24	257	24.22	258	24.24	259	24.29
260	24.33	261	24.39	262	24.39	263	24.4	264	24.42
265	24.52	266	24.47	267	24.39	268	24.31	269	24.31
270	24.29	271	24.25	272	24.27	273	24.28	274	24.31
275	24.24	276	24.25	277	24.23	278	24.22	279	24.24
280	24.16	281	24.19	282	24.26	283	24.24	284	24.21
285	24.11	286	24.08	287	24.1	288	24.09	289	24.06
290	24.07	291	24.11	292	24.1	293	24.13	294	24.13
295	24.12	296	24.05	297	24	298	24.08	299	24.16
300	24.23	301	24.19	302	24.2	303	24.19	304	24.25
305	24.36	306	24.4	307	24.39	308	24.41	309	24.44
310	24.44	311	24.47	312	24.56	313	24.59	314	24.64
315	24.71	316	24.66	317	24.48	318	24.52	319	24.59
320	24.65	321	24.54	322	24.32	323	24.05	324	23.75
325	23.57	326	23.47	327	23.47	328	23.45	329	23.44
330	23.44								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 137 .035 221 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
137 221 59.12 59.12 59.12 .1 .3  
Right Levee Station= 235 Elevation= 26.45

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	25.36	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.09	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	25.26	Reach Len. (m)	59.12	59.12	59.12
Crit W.S. (m)	21.50	Flow Area (m2)	52.35	444.17	4.22
E.G. Slope (m/m)	0.000261	Area (m2)	52.35	444.17	4.22
Q Total (m3/s)	628.00	Flow (m3/s)	18.95	608.14	0.91
Top Width (m)	128.37	Top Width (m)	37.74	84.00	6.63
Vel Total (m/s)	1.25	Avg. Vel. (m/s)	0.36	1.37	0.22
Max Chl Dpth (m)	6.23	Hydr. Depth (m)	1.39	5.29	0.64

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>Regioni: Marche e Abruzzo</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 61 di 69

Conv. Total (m3/s)	38904.2	Conv. (m3/s)	1173.8	37674.2	56.3
Length Wtd. (m)	59.12	Wetted Per. (m)	38.22	86.84	6.74
Min Ch El (m)	19.03	Shear (N/m2)	3.50	13.07	1.60
Alpha	1.16	Stream Power (N/m s)	15799.70	0.00	11251.29
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	7.77	57.23	27.21
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	7.54	11.59	19.65

CROSS SECTION

RIVER: F.Fino

REACH: alveo

RS: 35.\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 289							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	32.23	1.105	32.03	2.21	31.77	3.315	31.5	4.42	31.19
5.48	30.87	6.393	30.57	7.306	30.48	8.219	30.38	9.133	30.25
10.046	30.07	11.049	29.74	12.154	29.4	13.259	29.13	14.364	28.77
15.469	28.57	16.439	28.48	17.352	28.41	18.265	28.36	19.179	28.32
20.092	28.29	21.005	28.25	22.099	28.23	23.204	28.19	24.309	28.08
25.414	28.04	26.485	27.95	27.398	27.9	28.311	27.86	29.224	27.84
30.138	27.8	31.051	27.73	32.043	27.7	33.148	27.61	34.253	27.61
35.358	27.55	36.463	27.5	37.444	27.49	38.357	27.46	39.27	27.44
40.184	27.4	41.097	27.39	42.01	27.35	43.093	27.29	44.198	27.21
45.302	27.07	46.407	26.99	47.49	27.03	48.403	27.01	49.316	27
50.23	26.95	51.143	26.92	52.056	26.9	53.037	26.87	54.142	26.81
55.247	26.79	56.352	26.74	57.457	26.72	58.449	26.69	59.362	26.68
60.276	26.67	61.189	26.63	62.102	26.6	63.015	26.59	64.086	26.6
65.191	26.58	66.296	26.59	67.401	26.6	68.495	26.61	69.408	26.58
70.321	26.59	71.235	26.57	72.148	26.57	73.061	26.58	74.031	26.59
75.136	26.57	76.241	26.56	77.346	26.59	78.451	26.59	79.454	26.58
80.367	26.57	81.281	26.57	82.194	26.58	83.107	26.57	84.02	26.57
85.08	26.55	86.185	26.62	87.29	26.76	88.395	26.78	89.5	26.54
90.513	25.77	91.526	25.22	92.539	25.01	93.553	24.99	94.566	24.99
95.579	24.97	96.592	24.95	97.605	24.92	98.618	24.88	99.632	24.9
100.645	24.88	101.658	24.81	102.671	24.84	103.684	24.82	104.697	24.76
105.711	24.74	106.724	24.71	107.737	24.67	108.75	24.7	109.763	24.65
110.776	24.55	111.789	24.46	112.803	24.47	113.816	24.45	114.829	24.36
115.842	24.17	116.855	23.99	117.868	23.73	118.882	23.42	119.895	23.36
120.908	23.3	121.921	23.31	122.934	23.42	123.947	23.5	124.961	23.61
125.974	23.7	126.987	23.74	128	23.7	129.136	23.14	130.273	22.28
131.409	21.6	132.464	21.02	133.357	20.44	134.25	19.87	135.143	19.44
136.036	19.18	137.091	19.05	138.227	18.88	139.364	18.81	140.5	18.77
141.786	18.83	142.75	18.84	143.714	18.91	145	18.93	146.286	18.92
147.25	18.98	148.214	19.01	149.5	19.04	150.786	19.03	151.75	19.06
152.714	19.07	154	19.1	155.286	19.17	156.25	19.2	157.214	19.19
158.5	19.15	159.786	19.11	160.75	19.11	161.714	19.16	163	19.13
164.286	19.14	165.25	19.15	166.214	19.18	167.5	19.21	168.786	19.29
169.75	19.29	170.714	19.38	172	19.48	173.286	19.75	174.25	19.94
175.214	20.13	176.5	20.44	177.786	20.69	178.75	20.89	179.714	21.08
181	21.5	182.286	22.29	183.25	22.86	184.214	23.29	185.5	23.76
186.655	23.57	187.81	23.39	188.965	23.52	189.542	23.57	190.697	23.62
191.852	23.63	192.955	23.48	193.585	23.47	194.739	23.5	195.894	23.66
196.682	23.72	197.627	23.7	198.782	23.67	199.937	23.74	200.514	23.75
201.669	23.91	202.824	24.02	203.979	24.03	204.556	24.02	205.711	24.05
206.866	24.1	207.864	24.18	208.599	24.3	209.754	24.39	210.908	24.33
211.591	24.33	212.641	24.4	213.796	24.42	214.951	24.67	215.528	24.77
216.683	24.98	217.838	25.02	218.993	24.97	219.57	24.9	220.725	24.88
221.88	24.92	222.773	24.99	223.613	25.13	224.768	25.33	225.923	25.4
227.199	25.55	228.256	25.6	229.296	25.62	230.013	25.49	231.393	25.08
232.092	24.9	233.49	24.68	234.189	24.57	235.282	24.52	236.286	24.52
237.038	24.53	238.383	24.47	239.082	24.46	240.48	24.42	241.179	24.44
242.308	24.47	243.276	24.47	244.064	24.45	245.372	24.48	246.071	24.49
247.469	24.51	248.168	24.51	249.333	24.54	250.265	24.54	251.09	24.49
252.362	24.48	253.061	24.48	254.459	24.45	255.158	24.45	256.359	24.43
257.255	24.42	258.115	24.41	259.352	24.43	260.051	24.4	261.449	24.43
262.148	24.41	263.385	24.33	264.245	24.31	265.141	24.32	266.342	24.32
267.041	24.33	268.439	24.36	269.138	24.38	270.41	24.39	271.235	24.35
272.167	24.34	273.332	24.38	274.031	24.39	275.429	24.33	276.128	24.32

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 62 di 69

277.436	24.41	278.224	24.43	279.192	24.43	280.321	24.44	281.02	24.44
282.418	24.58	283.117	24.64	284.462	24.79	285.214	24.76	286.218	24.66
287.311	24.66	288.01	24.66	289.408	24.46	290.107	24.32	291.487	24.08
292.204	24.02	293.244	23.99	294.301	23.99	295	24		

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	128	.035	185.5	.055

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff	Contr.	Expan.
	128	185.5		59.12	59.12		.1	.3
Right Levee		Station=	228	Elevation=	25.625			

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	25.32	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.19	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	25.13	Reach Len. (m)	59.12	59.12	59.12
Crit W.S. (m)	21.99	Flow Area (m2)	27.84	301.48	38.23
E.G. Slope (m/m)	0.000561	Area (m2)	27.84	301.48	38.23
Q Total (m3/s)	628.00	Flow (m3/s)	10.06	601.49	16.45
Top Width (m)	131.64	Top Width (m)	36.04	57.50	38.11
Vel Total (m/s)	1.71	Avg. Vel. (m/s)	0.36	2.00	0.43
Max Chl Dpth (m)	6.36	Hydr. Depth (m)	0.77	5.24	1.00
Conv. Total (m3/s)	26512.5	Conv. (m3/s)	424.8	25393.2	694.4
Length Wtd. (m)	59.12	Wetted Per. (m)	36.21	59.56	38.29
Min Ch El (m)	18.77	Shear (N/m2)	4.23	27.85	5.49
Alpha	1.31	Stream Power (N/m s)	14123.98	0.00	10916.15
Frctn Loss (m)	0.05	Cum Volume (1000 m3)	5.40	35.19	25.95
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	5.36	7.40	18.33

CROSS SECTION

RIVER: F.Fino  
REACH: alveo RS: 30

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 261

Sta	Elev								
0	34.42	1	34.13	2	33.97	3	33.93	4	33.91
5	33.93	6	33.85	7	33.73	8	33.55	9	33.11
10	32.46	11	31.79	12	31.26	13	30.6	14	30.2
15	29.99	16	29.81	17	29.72	18	29.69	19	29.61
20	29.6	21	29.53	22	29.35	23	29.3	24	29.18
25	29.07	26	28.96	27	28.88	28	28.75	29	28.67
30	28.53	31	28.48	32	28.35	33	28.22	34	28.11
35	28.03	36	27.92	37	27.86	38	27.76	39	27.68
40	27.58	41	27.51	42	27.43	43	27.33	44	27.22
45	27.17	46	27.1	47	27.07	48	27.02	49	26.94
50	26.92	51	26.84	52	26.8	53	26.76	54	26.69
55	26.63	56	26.62	57	26.6	58	26.56	59	26.5
60	26.49	61	26.51	62	26.51	63	26.52	64	26.46
65	26.44	66	26.46	67	26.48	68	26.5	69	26.45
70	26.48	71	26.48	72	26.44	73	26.45	74	26.52
75	26.55	76	26.54	77	26.46	78	26.53	79	26.73
80	26.76	81	26.62	82	26.1	83	25.79	84	25.71
85	25.81	86	25.92	87	25.91	88	25.91	89	25.91
90	25.86	91	25.94	92	25.91	93	25.79	94	25.88
95	25.88	96	25.8	97	25.8	98	25.77	99	25.74
100	25.77	101	25.69	102	25.5	103	25.31	104	25.33
105	25.29	106	25.13	107	24.77	108	24.42	109	23.92
110	23.33	111	23.22	112	22.99	113	22.95	114	23.08
115	22.94	116	22.69	117	22.7	118	22.78	119	22.75
120	22.61	121	22.18	122	21.57	123	20.87	124	20.06
125	19.4	126	19.01	127	18.89	128	18.59	129	18.53
130	18.51	131	18.53	132	18.61	133	18.68	134	18.76
135	18.76	136	18.74	137	18.88	138	18.84	139	18.82
140	18.87	141	18.85	142	18.97	143	19	144	19.33
145	20.19	146	21.04	147	21.72	148	22.34	149	22.77

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 63 di 69	Rev. 1

150	23.06	151	22.82	152	22.74	153	22.72	154	22.42
155	22.5	156	22.72	157	22.81	158	22.83	159	22.88
160	22.92	161	22.87	162	22.73	163	22.53	164	22.51
165	22.39	166	22.54	167	22.67	168	22.83	169	22.95
170	22.87	171	22.86	172	22.82	173	22.78	174	22.81
175	22.89	176	22.91	177	23	178	23.15	179	23.27
180	23.32	181	23.34	182	23.27	183	23.2	184	23.14
185	23.18	186	23.22	187	23.17	188	23.21	189	23.29
190	23.45	191	23.53	192	23.54	193	23.49	194	23.35
195	23.3	196	23.29	197	23.38	198	23.33	199	23.34
200	23.54	201	23.77	202	23.93	203	24.19	204	24.27
205	24.28	206	24.29	207	24.26	208	24.13	209	23.95
210	23.85	211	23.84	212	23.84	213	23.85	214	23.91
215	23.96	216	24.18	217	24.34	218	24.54	219	24.61
220	24.64	221	24.84	222	24.8	223	24.81	224	24.73
225	24.69	226	24.77	227	24.73	228	24.74	229	24.68
230	24.71	231	24.68	232	24.66	233	24.63	234	24.6
235	24.6	236	24.67	237	24.63	238	24.6	239	24.59
240	24.64	241	24.6	242	24.52	243	24.55	244	24.58
245	24.63	246	24.66	247	24.65	248	24.56	249	24.45
250	24.47	251	24.46	252	24.44	253	24.63	254	24.88
255	24.82	256	24.68	257	24.58	258	24.59	259	24.52
260	24.55								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 119 .035 150 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
119 150 46.21 46.21 46.21 .1 .3  
Right Levee Station= 221 Elevation= 24.84

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	25.24	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.47	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	24.77	Reach Len. (m)	46.21	46.21	46.21
Crit W.S. (m)	23.72	Flow Area (m2)	18.49	153.12	101.64
E.G. Slope (m/m)	0.001783	Area (m2)	18.49	153.12	101.64
Q Total (m3/s)	628.00	Flow (m3/s)	18.49	510.50	99.01
Top Width (m)	113.67	Top Width (m)	12.01	31.00	70.66
Vel Total (m/s)	2.30	Avg. Vel. (m/s)	1.00	3.33	0.97
Max Chl Dpth (m)	6.26	Hydr. Depth (m)	1.54	4.94	1.44
Conv. Total (m3/s)	14871.8	Conv. (m3/s)	437.9	12089.2	2344.6
Length Wtd. (m)	46.21	Wetted Per. (m)	12.43	33.33	71.13
Min Ch El (m)	18.51	Shear (N/m2)	26.01	80.33	24.99
Alpha	1.74	Stream Power (N/m s)	12448.24	0.00	10581.02
Frctn Loss (m)	0.10	Cum Volume (1000 m3)	4.03	21.75	21.82
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	3.94	4.79	15.11

CROSS SECTION

RIVER: F.Fino  
REACH: alveo RS: 25.\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 455									
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev									
0 42.34 1.055 42.09 2.109 41.89 3.164 41.74 4.218 41.62									
5.273 41.48 6.328 41.3 7.382 41.1 8.437 40.85 9.492 40.48									
10.458 40.05 11.409 39.63 12.36 39.28 13.311 38.86 14.261 38.5									
15.212 38.24 16.163 38.03 17.114 37.84 18.064 37.68 19.015 37.56									
20.038 37.4 21.092 37.25 22.147 37.13 23.202 37 24.256 36.93									
25.311 36.8 26.366 36.68 27.42 36.55 28.475 36.41 29.473 36.25									
30.424 36.1 31.375 35.91 32.326 35.78 33.277 35.59 34.227 35.43									
35.178 35.28 36.129 35.14 37.08 34.98 38.03 34.79 39.021 34.6									
40.076 34.39 41.13 34.2 42.185 33.98 43.239 33.75 44.294 33.47									
45.349 33.15 46.403 33.01 47.458 33.01 48.489 32.86 49.439 32.7									
50.39 32.5 51.341 32.28 52.292 32.08 53.242 31.89 54.193 31.71									

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>LA-E- 83137</b>	
	Regioni: Marche e Abruzzo  <b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 64 di 69	<b>Rev. 1</b>

55.144	31.47	56.095	31.29	57.045	31.11	58.947	30.73	59.898	30.53
60.848	30.34	61.799	30.15	62.75	29.97	63.701	29.77	64.652	29.64
65.602	29.48	66.553	29.32	68.455	28.91	69.405	28.76	70.356	28.59
71.307	28.45	72.258	28.27	73.208	28.11	74.159	27.94	75.11	27.79
76.061	27.57	77.011	27.43	78.042	27.33	79.097	27.23	80.151	27.09
81.206	26.92	82.261	26.92	83.315	27.01	84.37	26.97	85.424	26.75
86.479	26.32	87.47	26.01	88.42	25.89	89.371	25.93	90.322	25.95
91.273	25.96	92.223	25.95	93.174	25.92	94.125	25.92	95.076	25.91
96.027	25.98	97.025	26	98.08	25.96	99.134	25.99	100.189	25.98
100.78	25.96	101.244	25.94	101.731	25.93	102.298	25.94	102.682	25.94
103.353	25.91	103.633	25.9	104.408	25.83	104.583	25.82	105.462	25.7
105.534	25.69	106.485	25.43	106.517	25.42	107.436	25.16	107.571	25.09
108.386	24.72	108.626	24.65	109.337	24.53	109.681	24.51	110.288	24.45
110.735	24.41	111.239	24.34	111.79	24.27	112.189	24.18	112.845	24.1
113.14	24.07	113.899	23.95	114.091	23.91	114.954	23.72	115.042	23.7
115.992	23.43	116.008	23.43	116.943	23.35	117.063	23.34	117.894	23.24
118.118	23.21	118.845	23.18	119.172	23.16	119.795	23.17	120.227	23.18
120.746	23.12	121.282	23.05	121.697	22.97	122.336	22.85	122.648	22.83
123.391	22.81	123.598	22.81	124.445	22.84	124.549	22.83	125.5	22.75
126.423	22.67	126.591	22.62	127.346	22.29	127.682	22.09	128.269	21.7
128.773	21.4	129.192	21.14	129.864	20.73	130.115	20.57	130.955	20.01
131.038	19.96	131.962	19.28	132.045	19.23	132.885	18.81	133.136	18.76
133.808	18.7	134.227	18.66	134.731	18.57	135.318	18.47	135.654	18.45
136.409	18.41	136.577	18.41	137.5	18.39	138.225	18.41	138.95	18.46
139.111	18.47	139.675	18.52	140.4	18.59	140.722	18.6	141.125	18.64
141.85	18.7	142.333	18.79	142.575	18.87	143.3	19.02	143.944	19.16
144.025	19.17	144.75	19.32	145.475	19.44	145.556	19.46	146.2	19.59
146.925	19.7	147.167	19.79	147.65	19.95	148.375	20.46	148.778	20.74
149.1	20.97	149.825	21.4	150.389	21.71	150.55	21.81	151.275	22.14
152	22.4	152.861	22.33	153.193	22.28	153.722	22.23	154.386	22.22
154.582	22.22	155.443	22.11	155.579	22.09	156.304	21.91	156.771	21.93
157.165	22	157.964	22.1	158.026	22.11	158.887	22.25	159.157	22.28
159.747	22.33	160.35	22.36	160.608	22.37	161.469	22.39	161.543	22.39
162.33	22.39	162.736	22.38	163.191	22.37	163.929	22.35	164.052	22.34
164.912	22.32	165.121	22.34	165.773	22.36	166.314	22.38	166.634	22.38
167.495	22.36	167.507	22.36	168.356	22.34	168.7	22.36	169.216	22.37
169.893	22.34	170.077	22.36	170.938	22.35	171.086	22.34	171.799	22.28
172.279	22.32	172.66	22.35	173.471	22.42	173.521	22.43	174.381	22.47
174.664	22.44	175.242	22.34	175.857	22.28	176.103	22.27	176.964	22.33
177.05	22.33	177.825	22.38	178.243	22.35	178.686	22.32	179.436	22.44
179.546	22.47	180.407	22.57	180.629	22.6	181.268	22.69	181.821	22.73
182.129	22.74	182.99	22.77	183.014	22.77	183.851	22.86	184.207	22.9
184.711	22.97	185.4	23.05	185.572	23.07	186.433	23.12	186.593	23.13
187.294	23.17	187.786	23.21	188.155	23.23	188.979	23.25	189.015	23.25
189.876	23.28	190.171	23.27	190.737	23.25	191.364	23.21	191.598	23.2
192.459	23.12	192.557	23.11	193.32	23.04	193.75	23.05	194.18	23.06
194.943	23.08	195.041	23.08	195.902	23.09	196.136	23.09	196.763	23.12
197.329	23.13	197.624	23.14	198.485	23.21	198.521	23.22	199.345	23.34
199.714	23.37	200.206	23.38	200.907	23.41	201.067	23.41	201.928	23.43
202.1	23.44	202.789	23.46	203.293	23.49	203.649	23.5	204.486	23.47
204.51	23.47	205.371	23.44	205.679	23.44	206.232	23.44	206.871	23.42
207.093	23.42	207.954	23.42	208.064	23.42	208.814	23.36	209.257	23.37
209.675	23.39	210.45	23.41	210.536	23.42	211.397	23.47	211.643	23.5
212.258	23.56	212.836	23.61	213.119	23.63	213.979	23.66	214.029	23.66
214.84	23.79	215.221	23.85	215.701	23.88	216.414	23.95	216.562	23.96
217.423	24.12	217.607	24.15	218.284	24.28	218.8	24.34	219.144	24.38
219.993	24.37	220.005	24.36	220.866	24.33	221.186	24.32	221.727	24.29
222.379	24.26	222.588	24.25	223.448	24.21	223.571	24.2	224.309	24.18
224.764	24.18	225.17	24.17	225.957	24.19	226.031	24.2	226.892	24.21
227.15	24.2	227.753	24.21	228.343	24.22	228.613	24.23	229.474	24.25
229.536	24.25	230.335	24.3	230.729	24.33	231.196	24.35	231.921	24.4
232.057	24.41	232.918	24.48	233.114	24.5	233.778	24.55	234.307	24.58
234.639	24.59	235.5	24.64	236.408	24.68	236.613	24.68	237.316	24.62
237.725	24.61	238.224	24.61	238.837	24.61	239.133	24.6	239.95	24.54
240.041	24.54	240.949	24.52	241.062	24.53	241.857	24.59	242.175	24.61
242.765	24.61	243.288	24.56	243.673	24.54	244.4	24.5	244.582	24.49
245.49	24.45	245.512	24.45	246.398	24.46	246.625	24.46	247.306	24.45
247.738	24.45	248.214	24.44	248.85	24.45	249.122	24.45	249.962	24.44
250.031	24.43	250.939	24.42	251.075	24.42	251.847	24.4	252.188	24.39
252.755	24.4	253.3	24.41	253.663	24.4	254.413	24.38	254.571	24.38
255.48	24.36	255.525	24.36	256.388	24.35	256.638	24.35	257.296	24.35

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 65 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

257.75	24.36	258.204	24.36	258.862	24.33	259.112	24.32	259.975	24.29
260.02	24.29	260.929	24.29	261.087	24.3	261.837	24.32	262.2	24.31
262.745	24.31	263.312	24.32	263.653	24.33	264.425	24.34	264.561	24.34
265.469	24.36	265.538	24.36	266.378	24.32	266.65	24.31	267.286	24.27
267.763	24.24	268.194	24.24	268.875	24.24	269.102	24.24	269.987	24.24
270.01	24.24	270.918	24.28	271.1	24.28	271.827	24.36	272.212	24.4
272.735	24.47	273.325	24.55	273.643	24.54	274.438	24.51	274.551	24.5
275.459	24.41	275.55	24.41	276.367	24.39	276.663	24.38	277.276	24.39
277.775	24.37	278.184	24.33	278.888	24.26	279.092	24.25	280	24.3

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 125.5 .035 152 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
125.5 152 46.21 46.21 46.21 .1 .3  
Right Levee Station= 236 Elevation= 24.715

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	25.13	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.63	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	24.50	Reach Len. (m)	46.21	46.21	46.21
Crit W.S. (m)	23.94	Flow Area (m2)	16.39	122.87	110.22
E.G. Slope (m/m)	0.002707	Area (m2)	16.39	122.87	110.22
Q Total (m3/s)	628.00	Flow (m3/s)	15.86	484.51	127.63
Top Width (m)	123.31	Top Width (m)	15.71	26.50	81.10
Vel Total (m/s)	2.52	Avg. Vel. (m/s)	0.97	3.94	1.16
Max Chl Dpth (m)	6.11	Hydr. Depth (m)	1.04	4.64	1.36
Conv. Total (m3/s)	12070.5	Conv. (m3/s)	304.8	9312.5	2453.2
Length Wtd. (m)	46.21	Wetted Per. (m)	15.86	28.44	81.38
Min Ch El (m)	18.39	Shear (N/m2)	27.45	114.68	35.95
Alpha	1.94	Stream Power (N/m s)	13405.80	0.00	11299.17
Frctn Loss (m)	0.16	Cum Volume (1000 m3)	3.23	15.37	16.92
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	3.30	3.46	11.60

CROSS SECTION

RIVER: F.Fino  
REACH: alveo RS: 20

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 301

Sta	Elev								
0	50.26	1	50.07	2	49.87	3	49.6	4	49.43
5	49.18	6	48.89	7	48.68	8	48.4	9	48.12
10	47.85	11	47.58	12	47.35	13	47.15	14	46.87
15	46.61	16	46.37	17	46.12	18	45.89	19	45.64
20	45.44	21	45.2	22	44.94	23	44.75	24	44.69
25	44.6	26	44.51	27	44.37	28	44.27	29	44.11
30	43.93	31	43.74	32	43.51	33	43.26	34	43.07
35	42.78	36	42.57	37	42.37	38	42.18	39	41.95
40	41.67	41	41.36	42	41.07	43	40.79	44	40.5
45	40.16	46	39.79	47	39.32	48	38.83	49	38.8
50	38.85	51	38.62	52	38.32	53	37.97	54	37.6
55	37.23	56	36.89	57	36.59	58	36.15	59	35.83
60	35.54	61	35.21	62	34.83	63	34.46	64	34.1
65	33.77	66	33.44	67	33.04	68	32.76	69	32.44
70	32.12	71	31.75	72	31.37	73	31.06	74	30.71
75	30.4	76	30.06	77	29.76	78	29.39	79	29.11
80	28.69	81	28.4	82	28.15	83	27.95	84	27.73
85	27.46	86	27.28	87	27.32	88	27.26	89	27.14
90	26.83	91	26.53	92	26.21	93	26.06	94	26.07
95	26.02	96	26.01	97	25.98	98	25.93	99	25.94
100	25.95	101	26.02	102	26.09	103	26.14	104	26.11
105	26.07	106	26.08	107	26.06	108	26.09	109	26.04
110	25.9	111	25.61	112	25.17	113	24.79	114	24.08
115	23.74	116	23.59	117	23.47	118	23.37	119	23.46
120	23.48	121	23.52	122	23.53	123	23.46	124	23.45

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 66 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

125	23.4	126	23.32	127	23.22	128	23.1	129	22.97
130	22.91	131	22.89	132	22.75	133	22.71	134	22.27
135	21.55	136	20.97	137	20.45	138	19.9	139	19.11
140	18.52	141	18.46	142	18.38	143	18.32	144	18.29
145	18.27	146	18.31	147	18.44	148	18.74	149	19.5
150	20.05	151	20.46	152	20.81	153	21.22	154	21.73
155	21.77	156	21.67	157	21.7	158	21.49	159	21.29
160	21.55	161	21.7	162	21.82	163	21.9	164	21.92
165	21.95	166	21.91	167	21.84	168	21.76	169	21.77
170	21.92	171	22.09	172	22.19	173	22.16	174	22.28
175	22.3	176	22.18	177	21.95	178	21.98	179	22.02
180	22.01	181	21.77	182	21.67	183	21.79	184	21.93
185	21.83	186	22.15	187	22.33	188	22.53	189	22.58
190	22.62	191	22.75	192	22.87	193	22.98	194	22.98
195	23.03	196	23.14	197	23.17	198	23.28	199	23.26
200	23.21	201	23.1	202	22.91	203	22.92	204	22.94
205	23	206	23.05	207	23.05	208	23.14	209	23.28
210	23.28	211	23.28	212	23.32	213	23.4	214	23.56
215	23.6	216	23.57	217	23.59	218	23.54	219	23.47
220	23.38	221	23.45	222	23.49	223	23.45	224	23.46
225	23.45	226	23.39	227	23.47	228	23.54	229	23.65
230	23.96	231	24.27	232	24.47	233	24.47	234	24.5
235	24.54	236	24.57	237	24.56	238	24.52	239	24.5
240	24.55	241	24.57	242	24.53	243	24.53	244	24.55
245	24.5	246	24.46	247	24.46	248	24.45	249	24.52
250	24.56	251	24.63	252	24.56	253	24.42	254	24.42
255	24.41	256	24.35	257	24.35	258	24.43	259	24.47
260	24.34	261	24.24	262	24.22	263	24.22	264	24.21
265	24.21	266	24.24	267	24.24	268	24.24	269	24.19
270	24.17	271	24.14	272	24.13	273	24.12	274	24.11
275	24.08	276	24.09	277	24.05	278	24.05	279	24.04
280	24.06	281	24.01	282	24.01	283	24.02	284	24.07
285	24.06	286	24.05	287	24.02	288	24.01	289	24.01
290	24.11	291	24.16	292	24.2	293	24.22	294	24.19
295	24.13	296	24.17	297	24.2	298	24.1	299	23.97
300	24.05								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 132 .035 154 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
132 154 50.85 50.85 50.85 .1 .3  
Right Levee Station= 251 Elevation= 24.63

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	24.94	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.88	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	24.06	Reach Len. (m)	50.85	50.85	50.85
Crit W.S. (m)	24.06	Flow Area (m2)	12.79	92.36	108.03
E.G. Slope (m/m)	0.004729	Area (m2)	12.79	92.36	108.03
Q Total (m3/s)	628.00	Flow (m3/s)	12.71	445.77	169.53
Top Width (m)	116.26	Top Width (m)	17.94	22.00	76.32
Vel Total (m/s)	2.95	Avg. Vel. (m/s)	0.99	4.83	1.57
Max Chl Dpth (m)	5.79	Hydr. Depth (m)	0.71	4.20	1.42
Conv. Total (m3/s)	9132.1	Conv. (m3/s)	184.8	6482.1	2465.2
Length Wtd. (m)	50.85	Wetted Per. (m)	18.06	23.99	76.83
Min Ch El (m)	18.27	Shear (N/m2)	32.84	178.56	65.21
Alpha	1.98	Stream Power (N/m s)	14363.36	0.00	12017.35
Frctn Loss (m)	0.21	Cum Volume (1000 m3)	2.55	10.40	11.88
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)	2.53	2.34	7.97

CROSS SECTION

RIVER: F.Fino  
REACH: alveo RS: 15.\*

INPUT  
Description:

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti			Fg. 67 di 69

Sta	Elev								
0	56.52	1.045	56.42	2.091	56.29	3.136	56.16	4.182	56.04
5.227	55.91	6.273	55.78	7.318	55.63	8.364	55.34	9.409	54.73
10.455	54.03	11.5	53.65	12.545	53.35	13.591	53.05	14.636	52.72
15.682	52.32	16.727	51.86	17.773	51.48	18.818	51.08	19.864	50.63
20.909	50.29	21.955	49.99	23	49.49	24.045	49	25.091	48.59
26.136	48.14	27.182	47.89	28.227	47.55	29.273	47.11	30.318	46.59
31.364	46.07	32.409	45.67	33.455	45.31	34.5	44.91	35.545	44.5
36.591	44.02	37.636	43.49	38.682	43.05	39.727	42.55	40.773	42.09
41.818	41.61	42.864	41.06	43.909	40.45	44.955	39.86	46	39.29
47.045	39	48.091	38.77	49.136	38.37	50.182	37.88	51.227	37.32
52.273	36.86	53.318	36.43	54.364	35.97	55.409	35.51	56.455	35.16
57.5	34.74	58.545	34.18	59.591	33.58	60.636	32.93	61.682	32.24
62.727	31.65	63.773	31.05	64.818	30.58	65.864	30.13	66.909	29.75
67.955	29.41	69	29.13	70.045	28.89	71.091	28.63	72.136	28.4
73.182	28.13	74.227	27.82	75.273	27.49	76.318	27.12	77.364	26.76
78.409	26.43	79.455	26.14	80.5	25.91	81.545	25.71	82.591	25.6
83.636	25.59	84.682	25.51	85.727	25.33	86.773	25.07	87.818	24.85
88.864	24.76	89.909	24.67	90.955	24.65	92	24.74	93.045	24.7
94.091	24.62	95.136	24.57	96.182	24.56	97.227	24.61	98.273	24.64
99.318	24.62	100.364	24.56	101.409	24.54	102.455	24.51	103.5	24.49
104.545	24.38	105.591	24.25	106.636	24.03	107.682	23.79	108.727	23.52
109.773	23.25	110.818	23.15	111.864	23.1	112.909	23.06	113.955	23.12
115	23.09	116.045	23.02	117.091	22.91	118.136	22.8	119.182	22.74
120.227	22.64	121.273	22.53	122.318	22.48	123.364	22.43	124.409	22.41
125.455	22.38	126.5	22.27	127.615	22.14	128.731	21.67	129.846	20.79
130.962	20.01	131.938	19.54	132.844	19.14	133.75	18.81	134.656	18.54
135.562	18.36	136.538	18.31	137.654	18.29	138.769	18.26	139.885	18.21
141	18.16	142.062	18.21	143.125	18.35	144.188	18.67	145.25	19.47
146.312	20.26	147.375	20.79	148.438	21.21	149.5	21.58	151.5	21.55
153.5	21.42	155.5	21.46	157.5	21.37	159.5	21.63	161.5	21.82
163.5	21.49	165.5	21.48	167.5	21.64	169.5	21.93	171.5	22.16
173.5	22.23	175.5	22.3	177.5	22.03	179.5	22.23	181.5	22.47
183.5	22.65	185.5	22.72	187.5	22.82	189.5	22.85	191.5	22.94
193.5	23.04	195.5	22.85	197.5	22.66	199.5	22.62	201.5	22.72
203.5	22.8	205.5	22.91	207.5	23.04	209.5	23.08	211.5	23.14
213.5	23.17	215.5	22.99	217.5	23.12	219.5	23.22	221.5	23.02
223.5	23.02	225.5	23.2	227.5	23.8	229.5	24.24	231.5	24.4
233.5	24.38	235.5	24.39	237.5	24.32	239.5	24.4	241.5	24.36
243.5	24.38	244.968	24.44	245.703	24.37	246.635	24.35	247.905	24.36
248.64	24.37	249.769	24.39	250.842	24.31	251.577	24.26	252.904	24.26
253.779	24.24	254.514	24.24	255.982	24.21	256.716	24.17	257.606	24.19
258.919	24.23	259.653	24.24	260.74	24.27	261.856	24.21	262.59	24.17
263.875	24.13	264.793	24.14	265.527	24.13	266.995	24.16	267.73	24.19
268.577	24.17	269.932	24.1	270.667	24.08	271.712	24.09	272.869	24.12
273.604	24.13	274.846	24.11	275.806	24.11	276.541	24.08	277.981	24.08
278.743	24.07	279.548	24.06	280.946	24.08	281.68	24.09	282.683	24.1
283.883	24.1	284.617	24.1	285.817	24.11	286.82	24.1	287.554	24.11
288.952	24.08	289.757	24.06	290.519	24.03	291.959	24.02	292.694	24.01
293.654	23.98	294.896	23.92	295.631	23.94	296.788	23.96	297.833	23.96
298.568	23.95	299.923	23.97	300.77	23.95	301.505	23.95	302.973	23.96
303.707	23.95	304.625	23.94	305.91	23.9	306.644	23.92	307.76	23.93
308.847	23.95	309.581	23.95	310.894	23.97	311.784	23.99	312.518	24.01
313.986	24.05	314.721	24.03	315.596	24.05	316.923	24.01	317.658	24.01
318.731	24.03	319.86	24.06	320.595	24.06	321.865	24.01	322.797	24.01
323.532	23.97	325	24						

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	126.5	.035	149.5	.055

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff	Contr.	Expan.
	126.5	149.5		50.85	50.85		.1	.3
Right Levee		Station=	235.5	Elevation=	24.5			

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	24.66	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.74	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	23.92	Reach Len. (m)	50.85	50.85	50.85

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83137</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 68 di 69	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Crit W.S. (m)	23.77	Flow Area (m2)	19.87	101.00	113.11
E.G. Slope (m/m)	0.003692	Area (m2)	19.87	101.00	113.11
Q Total (m3/s)	628.00	Flow (m3/s)	22.20	446.91	158.89
Top Width (m)	120.96	Top Width (m)	19.40	23.00	78.56
Vel Total (m/s)	2.68	Avg. Vel. (m/s)	1.12	4.42	1.40
Max Chl Dpth (m)	5.76	Hydr. Depth (m)	1.02	4.39	1.44
Conv. Total (m3/s)	10335.5	Conv. (m3/s)	365.3	7355.2	2615.0
Length Wtd. (m)	50.85	Wetted Per. (m)	19.53	24.82	78.89
Min Ch El (m)	18.16	Shear (N/m2)	36.83	147.33	51.91
Alpha	2.01	Stream Power (N/m s)	15560.31	0.00	11275.24
Frctn Loss (m)	0.15	Cum Volume (1000 m3)	1.72	5.48	6.26
C & E Loss (m)	0.08	Cum SA (1000 m2)	1.58	1.19	4.03

CROSS SECTION

RIVER: F.Fino

REACH: alveo

RS: 10

INPUT

Description:

Station Elevation Data

num= 351

Sta	Elev								
0	62.77	1	62.78	2	62.76	3	62.76	4	62.74
5	62.77	6	62.79	7	62.76	8	62.49	9	61.55
10	60.46	11	59.94	12	59.57	13	59.27	14	58.9
15	58.35	16	57.71	17	57.2	18	56.64	19	55.99
20	55.6	21	55.22	22	54.28	23	53.4	24	52.69
25	51.93	26	51.56	27	51.08	28	50.4	29	49.58
30	48.82	31	48.23	32	47.81	33	47.25	34	46.64
35	45.9	36	45.11	37	44.55	38	43.88	39	43.26
40	42.62	41	41.87	42	41.04	43	40.35	44	39.74
45	39.19	46	38.74	47	38.2	48	37.56	49	36.83
50	36.33	51	35.85	52	35.26	53	34.78	54	34.46
55	33.94	56	33.19	57	32.4	58	31.5	59	30.49
60	29.68	61	28.87	62	28.3	63	27.73	64	27.33
65	27.03	66	26.88	67	26.76	68	26.61	69	26.5
70	26.3	71	26.05	72	25.75	73	25.39	74	25.03
75	24.67	76	24.31	77	24.09	78	23.98	79	23.92
80	23.87	81	23.8	82	23.66	83	23.48	84	23.38
85	23.42	86	23.27	87	23.27	88	23.47	89	23.42
90	23.3	91	23.19	92	23.15	93	23.16	94	23.16
95	23.11	96	23.03	97	23	98	22.95	99	22.89
100	22.74	101	22.66	102	22.56	103	22.54	104	22.57
105	22.61	106	22.65	107	22.69	108	22.73	109	22.78
110	22.7	111	22.52	112	22.31	113	22.15	114	22.05
115	21.92	116	21.79	117	21.82	118	21.86	119	21.89
120	21.87	121	21.78	122	21.64	123	21.36	124	20.72
125	19.72	126	18.99	127	18.57	128	18.21	129	18.12
130	18.16	131	18.21	132	18.15	133	18.2	134	18.22
135	18.19	136	18.11	137	18.04	138	18.09	139	18.19
140	18.31	141	19.16	142	20.21	143	20.85	144	21.26
145	21.43	146	21.39	147	21.42	148	21.48	149	21.34
150	21.36	151	21.36	152	21.06	153	20.92	154	20.97
155	21.33	156	21.64	157	21.73	158	21.52	159	21.22
160	21.1	161	21.04	162	21.07	163	21.08	164	21.19
165	21.58	166	21.84	167	22.13	168	22.42	169	22.47
170	22.46	171	22.58	172	22.56	173	22.38	174	22.41
175	22.53	176	22.74	177	22.78	178	22.73	179	22.76
180	22.81	181	22.81	182	22.8	183	22.77	184	22.74
185	22.71	186	22.74	187	22.74	188	22.82	189	22.79
190	22.62	191	22.48	192	22.42	193	22.4	194	22.36
195	22.3	196	22.38	197	22.39	198	22.43	199	22.45
200	22.43	201	22.54	202	22.71	203	22.76	204	22.7
205	22.6	206	22.59	207	22.71	208	22.83	209	22.8
210	22.64	211	22.59	212	22.74	213	22.75	214	22.91
215	22.98	216	22.85	217	22.64	218	22.52	219	22.5
220	22.43	221	22.44	222	22.6	223	23.13	224	23.68
225	23.98	226	24.2	227	24.22	228	24.25	229	24.23
230	24.2	231	24.23	232	24.15	233	24.11	234	24.2
235	24.25	236	24.26	237	24.26	238	24.26	239	24.3

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83137
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 69 di 69

240	24.37	241	24.36	242	24.2	243	24.15	244	24.12
245	24.1	246	24.13	247	24.19	248	24.23	249	24.16
250	24.1	251	24.09	252	24.1	253	24.07	254	24.07
255	24.13	256	24.06	257	23.99	258	24.03	259	24.05
260	24.05	261	24.03	262	24.05	263	24.09	264	24.05
265	24.01	266	24.02	267	24.03	268	24.05	269	24.03
270	24.04	271	24.09	272	24.16	273	24.14	274	24.05
275	23.99	276	23.94	277	23.93	278	23.96	279	24
280	24.02	281	24.02	282	23.97	283	24	284	23.98
285	24.02	286	23.99	287	23.99	288	23.97	289	23.98
290	24.03	291	24.06	292	24.07	293	24.08	294	24.09
295	24.1	296	24.12	297	24.14	298	24.11	299	24.13
300	24.14	301	24.11	302	24.07	303	24.01	304	23.97
305	23.99	306	23.98	307	23.92	308	23.84	309	23.82
310	23.87	311	23.9	312	23.92	313	23.91	314	23.88
315	23.86	316	23.87	317	23.83	318	23.84	319	23.85
320	23.86	321	23.87	322	23.87	323	23.81	324	23.78
325	23.83	326	23.85	327	23.83	328	23.82	329	23.79
330	23.82	331	23.78	332	23.8	333	23.81	334	23.84
335	23.87	336	23.85	337	23.9	338	23.9	339	23.88
340	23.88	341	23.88	342	23.88	343	23.93	344	23.93
345	23.93	346	23.92	347	23.99	348	23.97	349	23.99
350	23.94								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 121 .035 145 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
121 145 0 0 0 .1 .3  
Right Levee Station= 240 Elevation= 24.37

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	24.44	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.48	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	23.95	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	23.46	Flow Area (m2)	47.86	114.62	133.03
E.G. Slope (m/m)	0.002302	Area (m2)	47.86	114.62	133.03
Q Total (m3/s)	628.00	Flow (m3/s)	45.00	421.32	161.68
Top Width (m)	146.49	Top Width (m)	42.57	24.00	79.91
Vel Total (m/s)	2.13	Avg. Vel. (m/s)	0.94	3.68	1.22
Max Chl Dpth (m)	5.91	Hydr. Depth (m)	1.12	4.78	1.66
Conv. Total (m3/s)	13087.9	Conv. (m3/s)	937.8	8780.6	3369.5
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	42.77	26.11	80.91
Min Ch El (m)	18.04	Shear (N/m2)	25.26	99.12	37.12
Alpha	2.11	Stream Power (N/m s)	16757.26	0.00	11490.70
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			