

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 1 di 77 |

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

Attraversamento in subalveo del FIUME CHIEN TI

RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

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

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

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 2 di 77 |

INDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUZIONE | 4 |
| 1.1 | Oggetto della relazione | 4 |
| 1.2 | Scopo e descrizione dell'elaborato | 4 |
| 1.3 | Elaborato grafico di progetto | 5 |
| 1.4 | Definizioni | 5 |
| 2 | INQUADRAMENTO TERRITORIALE | 7 |
| 3 | CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME | 9 |
| 3.1 | Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua | 9 |
| 3.2 | Descrizione dell'area d'intervento | 11 |
| 4 | VALUTAZIONI IDROLOGICHE | 13 |
| 4.1 | Generalità | 13 |
| 4.2 | Considerazioni specifiche preliminari | 13 |
| 4.3 | Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino | 13 |
| 4.4 | Regionalizzazione delle portate | 15 |
| 4.4.1 | <u>Premessa</u> | 15 |
| 4.4.2 | <u>Metodologia di Elaborazione - Sintesi</u> | 15 |
| 4.4.3 | <u>Risultati delle elaborazioni</u> | 15 |
| 4.4.4 | <u>Risultati riferiti al caso specifico</u> | 16 |
| 4.5 | Portata di progetto | 17 |
| 4.6 | Validazione dei risultati | 17 |
| 5 | STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE | 21 |
| 5.1 | Presupposti e limiti dello studio | 21 |
| 5.2 | Assetto geometrico e modellazione dell'alveo | 22 |
| 5.3 | Risultati della simulazione idraulica | 24 |
| 5.4 | Analisi dei risultati conseguiti | 29 |
| 6 | VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO | 30 |
| 6.1 | Generalità | 30 |
| 6.2 | Criteri di calcolo | 31 |
| 6.3 | Stima dei massimi approfondimenti attesi | 33 |
| 6.4 | Considerazione sui risultati conseguiti | 34 |
| 7 | METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI | 35 |
| 7.1 | Metodologia costruttiva: Microtunnelling | 35 |
| 7.2 | Configurazione geometrica di progetto | 35 |
| 8 | DESCRIZIONE DELLA TECNICA COSTRUTTIVA DEL MICROTUNNEL | 37 |
| 8.1 | Generalità | 37 |

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 3 di 77 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 8.2 | Requisiti generali del sistema costruttivo | 37 |
| 8.3 | Fasi Operative | 39 |
| 8.4 | Considerazioni sulla stabilità per filtrazione in sub-alveo | 42 |
| 9 | VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA | 44 |
| 9.1 | Premessa | 44 |
| 9.2 | Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento | 45 |
| 9.3 | Analisi dei criteri di compatibilità idraulica | 46 |
| 10 | CONCLUSIONI | 48 |
| | APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO | 49 |
| | APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO - REPORT PROGRAMMA HEC RAS | 54 |
| | ANNESSO: | |
| • | Elaborato grafico di progetto: LB-3C-83401 | |

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 4 di 77 |

1 INTRODUZIONE

1.1 Oggetto della relazione

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

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

In corrispondenza del sopracitato attraversamento fluviale, il tracciato del metanodotto in progetto interferisce con delle aree censite di pericolosità idraulica (aree inondabili) ai sensi del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dall'ex Autorità di Bacino Regionale delle Marche.

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

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

1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato

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

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

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

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

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

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 5 di 77 |

attraversamento, con particolare riferimento alla valutazione dei fenomeni erosivi di fondo alveo;

- Descrizione delle scelte progettuali inerenti la metodologia costruttiva, la geometria della condotta in subalveo e le eventuali opere di presidio idraulico;
- Valutazioni inerenti la compatibilità idraulica del sistema d'attraversamento, in riferimento ai criteri stabiliti nelle Norme di Attuazione del Piano per la regolamentazione degli interventi in ambiti censiti di pericolosità idraulica ai sensi del PAI.

1.3 Elaborato grafico di progetto

Il progetto dell'attraversamento, 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:

- **LB-3C-83401**
Microtunnel S.S. n.77 - Fiume Chienti

Pertanto, per gli approfondimenti di alcune tematiche affrontate nel presente documento, si rimanda alla visione dell'elaborato grafico di progetto 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 "Raise borer", trivellazioni orizzontali controllate – T.O.C., ecc.).

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 6 di 77 |

Profondità d'interramento o Copertura della tubazione

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

Copertura minima

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

Pista di lavoro

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

Alveo

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

Opere di ripristino

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

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 8 di 77 |

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), gli altri metanodotti in esercizio (linee in blu) e l'ambito di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua in esame (cerchio in blu).

Nella stessa figura è inoltre indicato schematicamente (mediante campitura retinata in rosso) il tratto di condotta con posa prevista in trivellazione, ciò in quanto (come meglio specificato in seguito) l'attraversamento dell'alveo del corso d'acqua in esame verrà eseguito in trenchless.

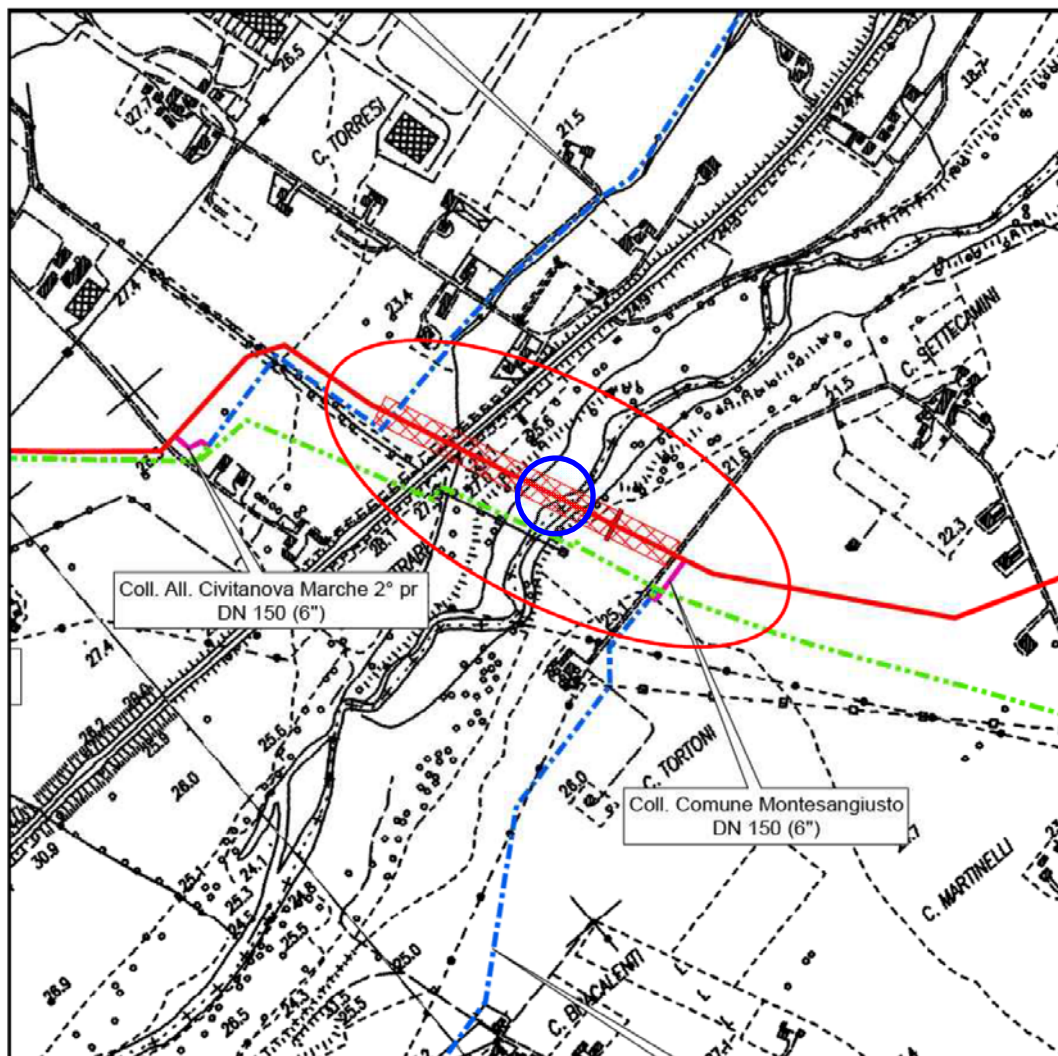


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 9 di 77 |

3 CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME

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

Il Fiume Chienti rappresenta uno dei corsi d'acqua principali della Regione Marche, caratterizzato da un bacino interregionale della superficie di circa 1300 kmq, ricadente per la maggior parte nella provincia di Macerata.

Si forma a Pieve Torina dall'unione dei seguenti torrenti e fossi: fosso di Capriglia, che nasce dal monte Fema (m 1575) e torrente Vallicella, che nasce dal monte Cavallo (m 1485). Dopo uno sviluppo dell'asta fluviale principale di circa 98.5km fino a sfociare nel Mare Adriatico a sud di Civitanova Marche.

Lungo il suo tragitto incontra molti piccoli affluenti tra cui i maggiori sono il Fiastra, il Fiastrone, il Cremona e l'Ete Morto, tutti di destra.

L'intero bacino del Chienti è sfruttato intensivamente per la produzione di energia elettrica tant'è che solo lungo il corso dello stesso fiume vi sono ben quattro laghi artificiali: il Lago di Polverina, il Lago Borgiano (o Caccamo), il Lago S. Maria e Lago Le Grazie; un'altro bacino artificiale interessa anche il suo affluente Fiastrone.

Pertanto l'idrografia originaria del bacino del F. Chienti è stata modificata dalla realizzazione dei grandi invasi

Il Chienti è un corso d'acqua dal regime tipicamente appenninico con forti piene nella stagione autunnale (anche di 1.500 mc/sec) e magre fortissime in estate. Da sottolineare la forte influenza esercitata dai bacini artificiali sul regime del fiume che mostra a volte anomale variazioni di portata e un certa copiosità "artificiale" delle portate estive in alcuni tratti.

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



PROGETTISTA



UNITÀ
000

COMMESSA
023081

LOCALITÀ

Regione Marche

SPC. LA-E-83072

PROGETTO

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

Fg. 10 di 77

Rev.
0

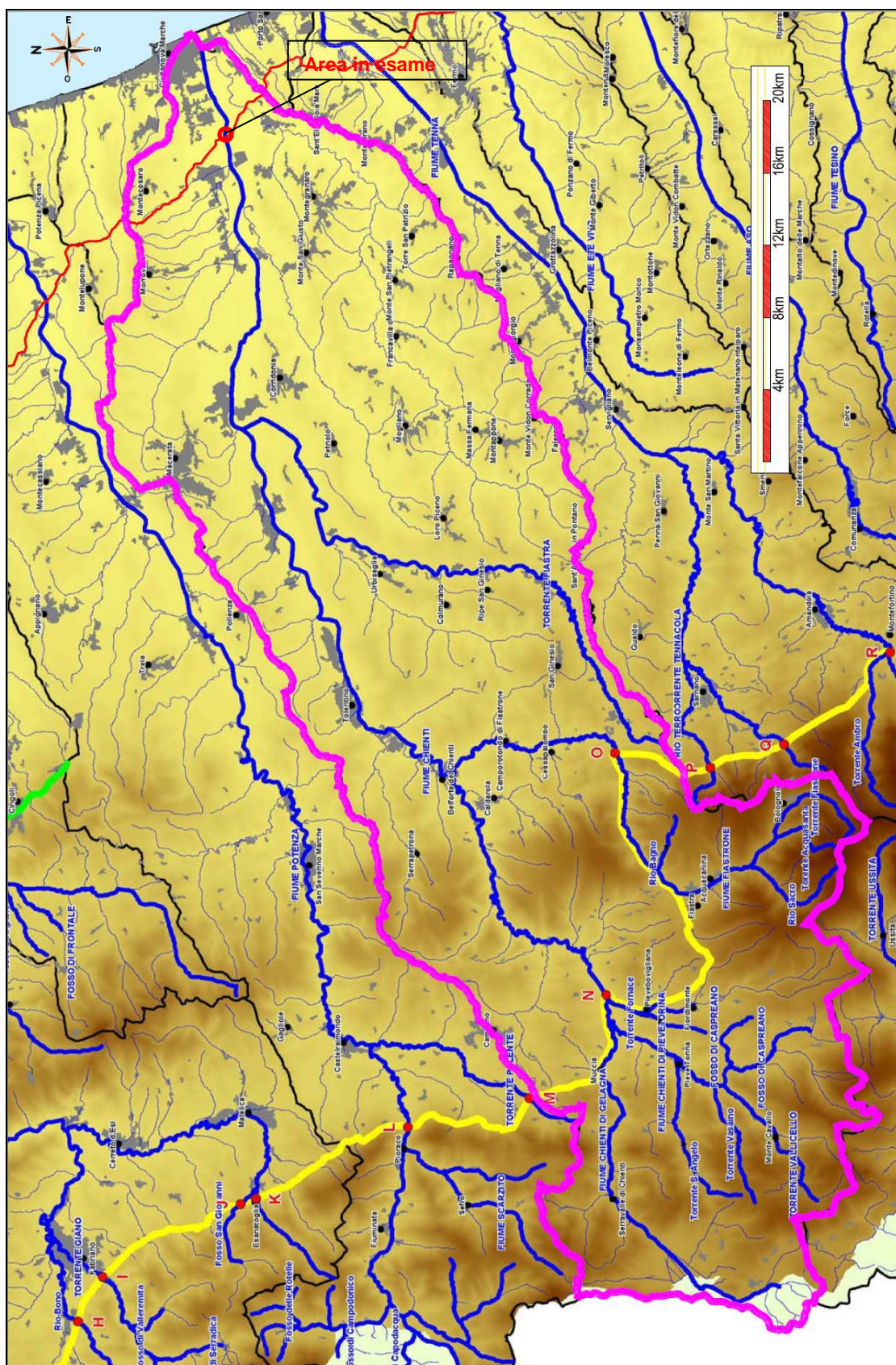


Fig.3. 1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua ed indicazione dell'ambito di studio

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 11 di 77 |

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 il corso d'acqua assume un andamento planimetrico moderatamente sinuoso.

L'alveo si presenta ampio circa 60 m, con sponde mediamente acclivi che si elevano per circa 4+5 m e risultano interessate da una vegetazione ripariale di tipo arbustivo ed arboreo.

I sedimenti presenti in alveo sono rappresentati da ghiaie e da ciottoli arrotondati di dimensioni significative, in matrice sabbiosa. In prossimità dell'area d'attraversamento, soprattutto a valle, si rileva la presenza di alcune erosioni spondali localizzate, anche se nel complesso la configurazione d'alveo appare sostanzialmente stabile. L'analisi del basamento di fondazione delle strutture di sostegno dell'attraversamento aereo della condotta presente in prossimità dell'area in esame, lascia presupporre una certa tendenza evolutiva ad un approfondimento generalizzato del fondo alveo.

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.

L'attraversamento in esame, come meglio specifico nel seguito, verrà eseguito in trenchless il cui sviluppo di trivellazione è indicato schematicamente mediante una campitura in giallo a cavallo della condotta da posare.



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

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 12 di 77 |

Nella figura seguente è inoltre riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento in esame del corso d'acqua (foto scattata dalla sponda destra del corso d'acqua). La linea indicata in rosso rappresenta la posizione del tracciato del metanodotto in progetto. La stessa linea è stata riportata tratteggiata per indicare che l'attraversamento verrà eseguito mediante l'impiego di tecniche in trenchless e pertanto senza interferire in alcun modo con la configurazione d'alveo esistente.



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

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 13 di 77 |

4 VALUTAZIONI IDROLOGICHE

4.1 Generalità

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

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

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

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

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

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

4.2 Considerazioni specifiche preliminari

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

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

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

4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

Si assume come sezione di studio quella di attraversamento da parte della linea in progetto, la quale ricade nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 6.5 km dalla foce nel Mar Adriatico).

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico, ricavato dalle tavolette IGM, con la delimitazione del bacino sotteso dalla sezione di studio e con indicazione dell'asta principale del corso d'acqua. Nella stessa figura il tracciato di progetto è indicato mediante una linea di colore rosso.



PROGETTISTA



UNITÀ
000

COMMESSA
023081

LOCALITÀ

Regione Marche

SPC. LA-E-83072

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

Fg. 14 di 77

Rev.
0

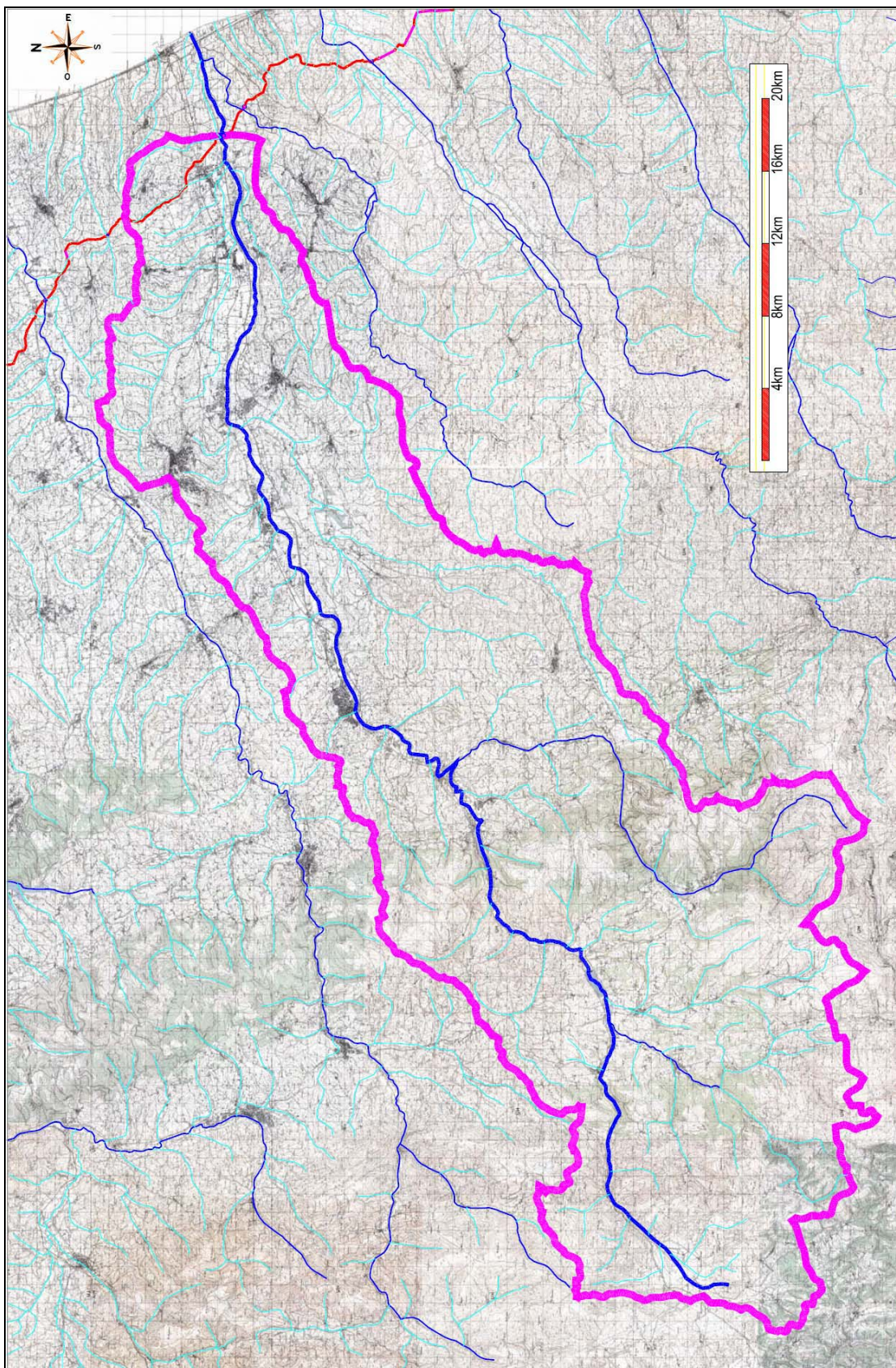


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

| | | | | |
|---|---|--|-----------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 15 di 77 | Rev. 0 |

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

Tab.4.3/A: Parametri morfometrici

| Corso d'acqua / Sezione Studio | Superficie Bacino (kmq) | Lungh. asta principale (km) | Altitudine max Bacino (m) | Altitudine Sezione chiusura (m) |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| Fiume Chienti / Sez. di studio | 1061 | 92 | 1571 | 18 |

4.4 Regionalizzazione delle portate

4.4.1 Premessa

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

4.4.2 Metodologia di Elaborazione - Sintesi

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

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

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

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

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

4.4.3 Risultati delle elaborazioni

I risultati delle elaborazioni sono stati sintetizzati mediante delle mappe di quantili,

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 16 di 77 |

visualizzabili con qualunque software GIS.

In sintesi sono stati forniti i seguenti allegati:

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

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

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

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

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

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

4.4.4 Risultati riferiti al caso specifico

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

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

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

| Corso d'acqua / Sezione Studio | Coord. Geografiche WGS84-EPGS4326 Latitudine / Longitudine | Superficie Bacino (kmq) | Portata al colmo di piena (mc/s) (T=50anni) | Portata al colmo di piena (mc/s) (T=100anni) | Portata al colmo di piena (mc/s) (T=200anni) | Portata al colmo di piena (mc/s) (T=500anni) |
|--------------------------------|---|-------------------------|---|--|--|--|
| Fiume Chienti / Sez. di studio | 43.278 ° / 13.673 | 1061 | 944 | 1074 | 1366 | 1534 |

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 17 di 77 |

4.5 Portata di progetto

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

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

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

| | | Sup. Bacino | Qprogetto | qmax |
|--------------------|----------------|----------------|-------------|------------|
| Sezione Idrologica | | (kmq) | (mc/s) | (mc/s×kmq) |
| F.Chienti | Sez. di studio | 1061 | 1366 | 1.29 |

4.6 Validazione dei risultati

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

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

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

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

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

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 18 di 77 |

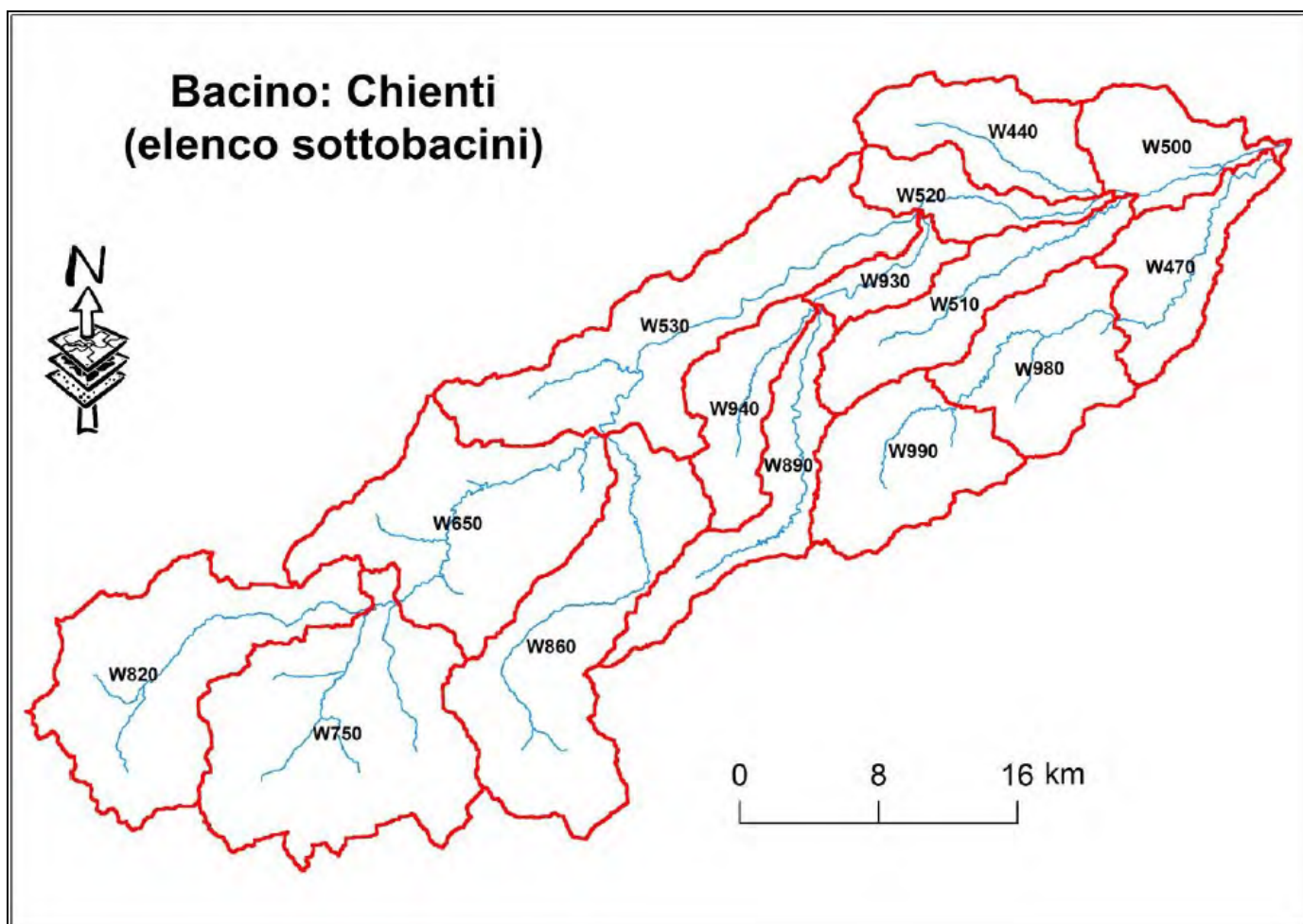


Fig.4.6/A: Studio Università di Camerino - Indicazione dei sottobacini

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

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

L'ambito in esame ricade immediatamente a valle della junction J282.

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 19 di 77 |

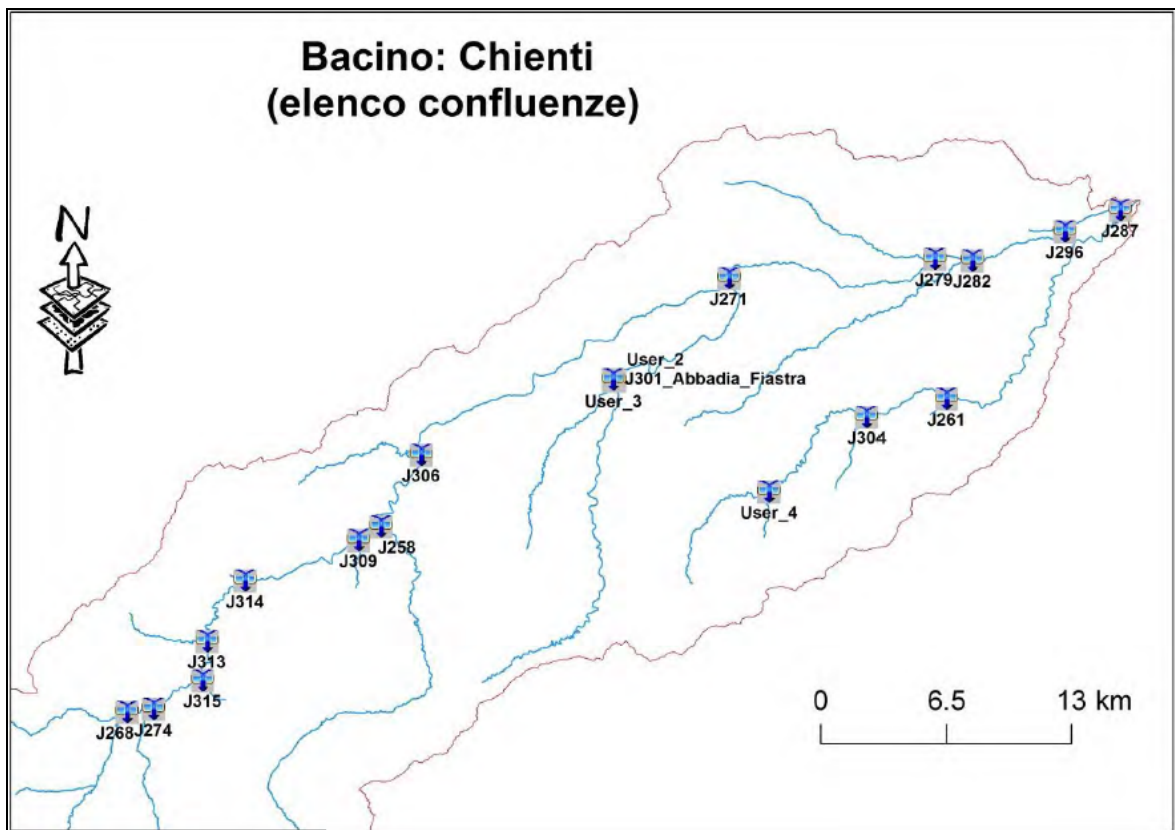


Fig.4.6/B: Indicazioni delle confluenze di studio nel corso d'acqua

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

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 20 di 77 |

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

| Subbasin | $Q_{\max 50}$ Giandotti (Rational method) (m^3/s) | $Q_{\max 50}$ HEC_HMS (calib) (m^3/s) | Junction | $Q_{\max 50}$ (HEC-HMS) (calib) (m^3/s) |
|----------|--|--|--------------|--|
| W440 | 43.95 | 58.7 | J258 | 418.9 |
| W470 | 51.26 | 90.9 | J261 | 142.1 |
| W500 | 48.07 | 62.5 | J268 | 80.6 |
| W510 | 50.67 | 55.7 | J271 | 485.7 |
| W520 | 28.17 | 37.0 | J274 | 186.1 |
| W530 | 91.71 | 76.8 | J279 | 488.8 |
| W650 | 93.22 | 55.6 | J282 | 491.9 |
| W750 | 131.50 | 99.7 | J287 | 495.6 |
| W820 | 103.82 | 59.3 | J296 | 491.3 |
| W860 | 163.68 | 114.8 | J301 | 73.8 |
| W890 | 58.31 | 40.0 | J304 | 69.8 |
| W930 | 20.28 | 23.6 | J306 | 418.5 |
| W940 | 50.77 | 41.2 | J309 | 185.5 |
| W980 | 57.43 | 97.1 | J311 | 185.7 |
| W990 | 78.96 | 79.7 | J313 | 185.8 |
| | | | J315 | 186.1 |
| | | | foce Chienti | 496.9 |

Esaminando la tabella precedente, si evince che in corrispondenza della J282 è stata valutata una portata riferita ad un tempo di ritorno di 50 anni pari 494.9 mc/s.

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

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

| | | | | |
|---|----------------------------|--|-----------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | Fg. 21 di 77 | Rev. 0 |

5 STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE

5.1 Presupposti e limiti dello studio

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

Lo studio è finalizzato alle seguenti determinazioni:

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

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

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

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

I criteri ed i modelli di calcolo utilizzati per le verifiche idrauliche in moto permanente derivano dall'applicazione del software HEC-RAS¹, nella versione 4.1.0, e descritti nei documenti "RAS Hydraulic reference manual", "RAS user's manual", "RAS applications guide".

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

¹ River Analysis System, versione 4.1.0, Gennaio 2010, sviluppato da U.S. Army Corp of Engineers - Hydrologic Engineering Center - 609 Second Street, Davis, CA (U.S.A.).

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 22 di 77 |

5.2 Assetto geometrico e modellazione dell'alveo

Al fine di eseguire la modellazione idraulica nell'ambito di riferimento è stato considerato un tronco d'alveo idraulicamente significativo a cavallo della sezione di attraversamento del metanodotto, per uno sviluppo complessivo di circa 1,35 km.

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

La configurazione d'alveo così individuata risulta pertinente sia alla attuale configurazione idraulica del corso d'acqua, che a quella di fine lavori. Ciò in quanto, con i lavori di costruzione del metanodotto, non verranno apportate al corso d'acqua alterazioni apprezzabili tali da modificarne il deflusso della corrente.

Entrando nello specifico, nella figura seguente è riportato uno stralcio di una foto aerea (estratta da Google Earth), nel quale le sezioni trasversali utilizzate per il calcolo idraulico sono indicate in magenta, mentre il tracciato di linea in progetto è indicato colore in rosso. La sezione Sez.1 (RS50) coincide con la sezione di monte del tronco idraulico; la sezione Sez.5 (RS10) rappresenta la sezione idraulica di valle.



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

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 23 di 77 |

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

Tab.5.2/A: quadro geometrico generale della modellazione

| SEZIONE IDRAULICA (River Station) | SEZIONE DEL RILIEVO | PROGRESSIVA (m) | DISTANZA dalla Sez. succ. (m) | DESCRIZIONE |
|-----------------------------------|---------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|
| RS50 | Sez.1 | 0.00 | 306.07 | Sezione di monte |
| RS40 | Sez.2 | 306.07 | 311.99 | |
| RS30 | Sez.3 | 618.06 | 379.81 | |
| RS20 | Sez.4 | 997.87 | 331.87 | |
| RS10 | Sez.5 | 1329.74 | 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.

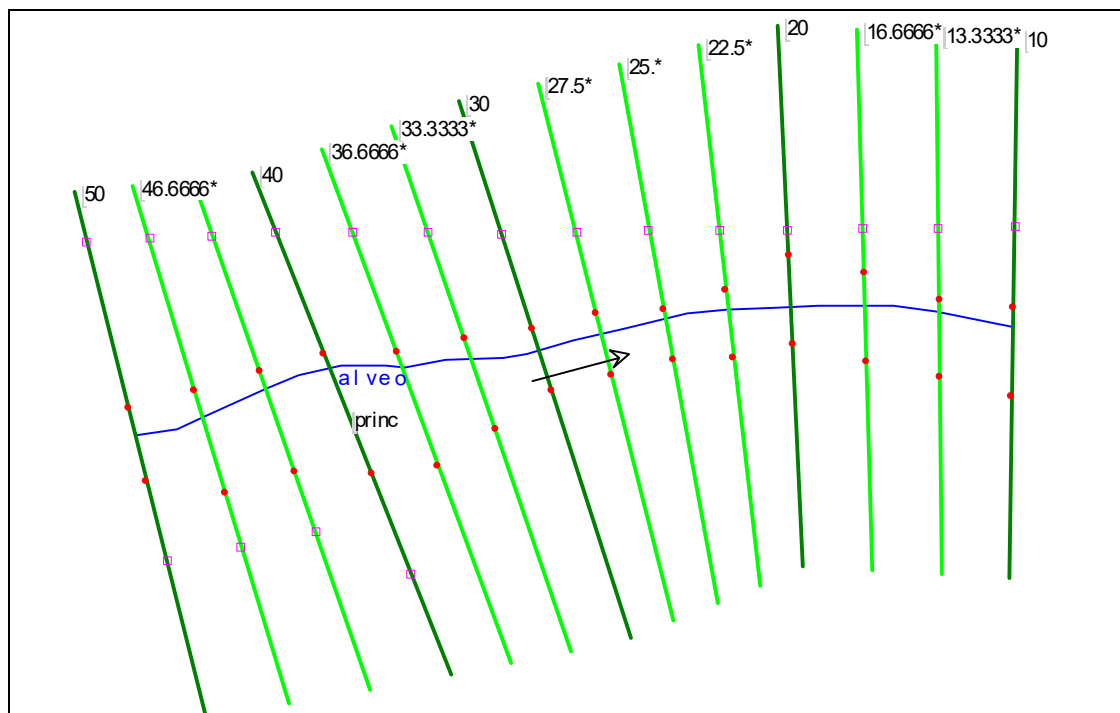


Fig.5.2/B: Modellazione geometrica in HEC-RAS (RS50 a monte e RS10 a valle)

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 24 di 77 |

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:

- $Q_{200}=1366$ mc/s

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

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

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

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

5.3 Risultati della simulazione idraulica

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

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

| | | | |
|---|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 25 di 77 |

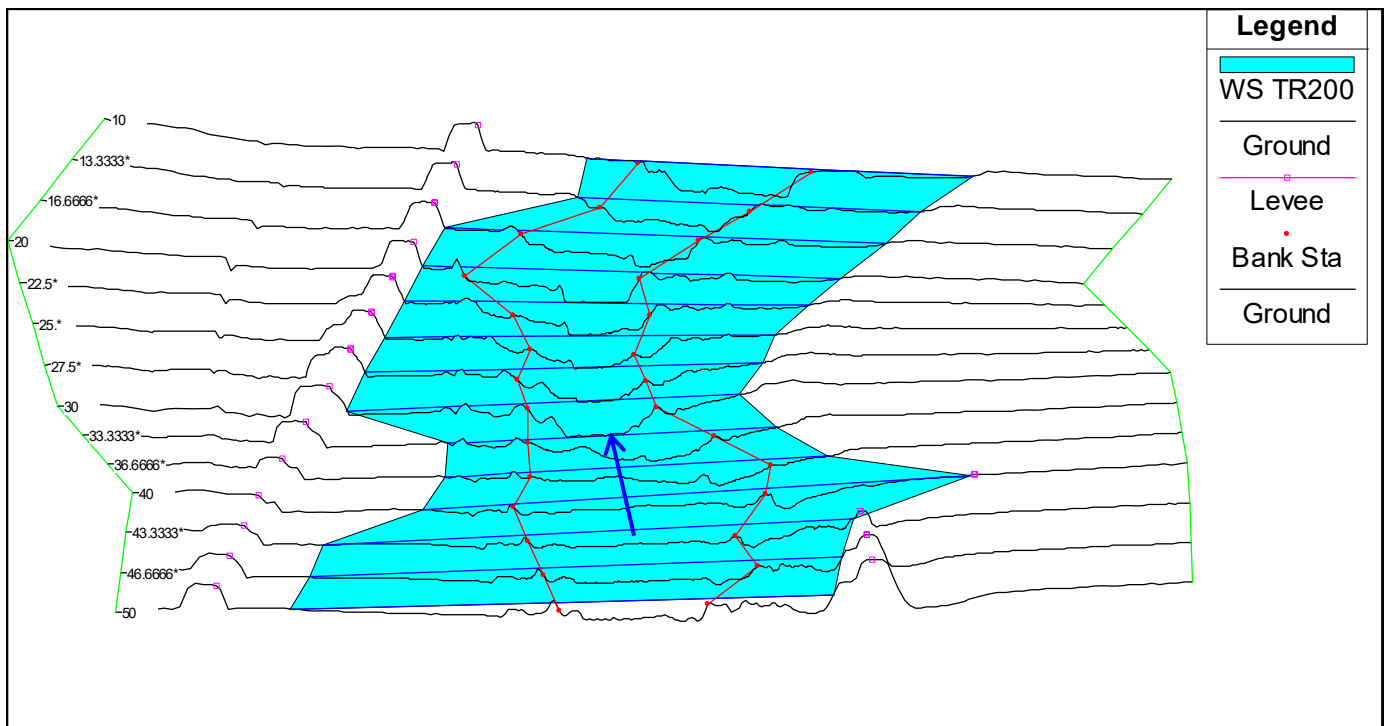


Fig. 5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS50: monte /RS10: valle)

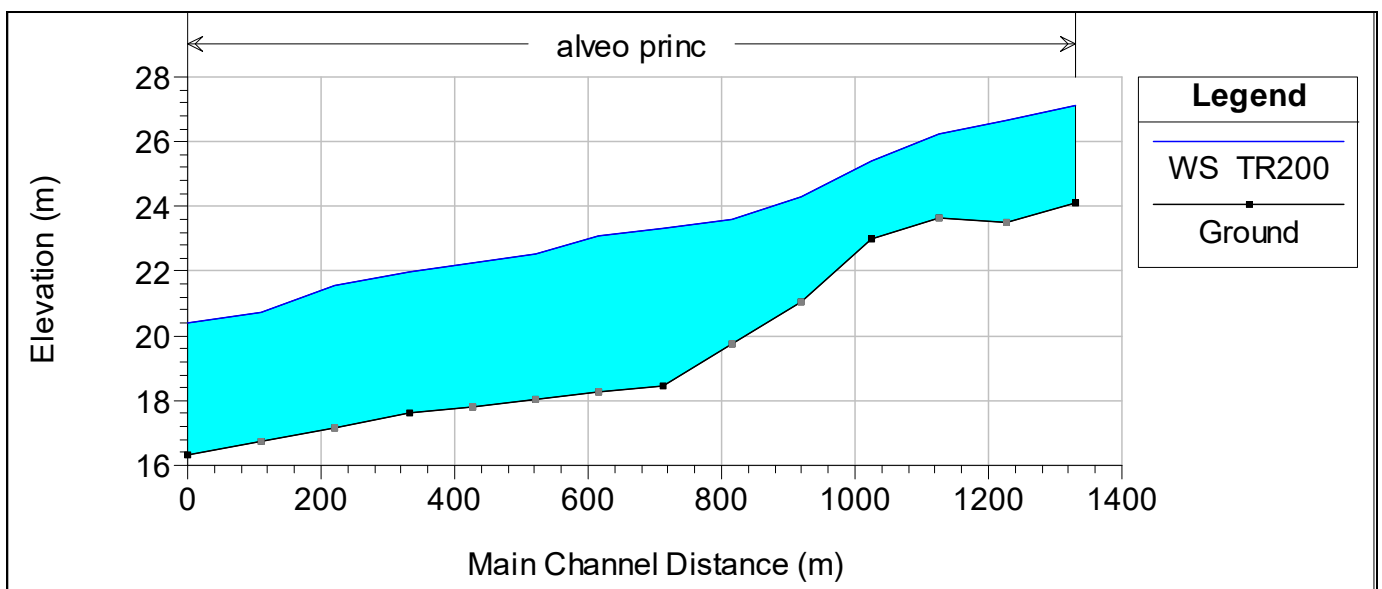


Fig. 5.3/B: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale (RS50: monte /RS10: valle)

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

| | | | | |
|---|--------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 26 di 77 |

Tab.5.3/A: Tabella Riepilogativa generale di Output

| River Station | Q Total (m3/s) | Min Ch Elev (m) | W.S. Elev (m) | Crit W.S. (m) | E.G. Elev (m) | E.G. Slope (m/m) | Vel Chnl (m/s) | Flow Area (m2) | Top Width (m) | Hydr Depth C (m) | Shear Chan (N/m2) | Froude Chl |
|---------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|------------------|----------------|----------------|---------------|------------------|-------------------|------------|
| 50 | 1366 | 24.1 | 27.13 | 26.98 | 27.63 | 0.005504 | 3.67 | 559.51 | 399.55 | 2.3 | 123.2 | 0.77 |
| 46.6666* | 1366 | 23.52 | 26.65 | 26.38 | 27.1 | 0.004578 | 3.24 | 557.53 | 398.33 | 2.17 | 97.33 | 0.7 |
| 43.3333* | 1366 | 23.65 | 26.22 | 25.83 | 26.62 | 0.004593 | 3.12 | 577.18 | 398.79 | 2.05 | 92.22 | 0.7 |
| 40 | 1366 | 23 | 25.4 | 25.24 | 25.97 | 0.008832 | 3.66 | 478.85 | 415.36 | 1.59 | 137.67 | 0.93 |
| 36.6666* | 1366 | 21.07 | 24.28 | 24.28 | 25.05 | 0.008445 | 3.95 | 380.31 | 279.8 | 1.85 | 152.69 | 0.93 |
| 33.3333* | 1366 | 19.77 | 23.6 | 23.32 | 24.31 | 0.005353 | 3.8 | 401.15 | 232.67 | 2.46 | 128.62 | 0.77 |
| 30 | 1366 | 18.47 | 23.32 | 22.47 | 23.88 | 0.002669 | 3.48 | 511.71 | 286.98 | 3.67 | 94.88 | 0.58 |
| 27.5* | 1366 | 18.26 | 23.07 | 22.14 | 23.63 | 0.002641 | 3.48 | 515.89 | 293.73 | 3.67 | 94.35 | 0.58 |
| 25.* | 1366 | 18.04 | 22.51 | 21.94 | 23.3 | 0.00394 | 4.22 | 433.92 | 282.48 | 3.63 | 139.23 | 0.71 |
| 22.5* | 1366 | 17.83 | 22.26 | 21.56 | 22.91 | 0.003411 | 3.71 | 449.52 | 285.4 | 3.34 | 110.91 | 0.65 |
| 20 | 1366 | 17.61 | 21.99 | 21.31 | 22.56 | 0.003428 | 3.41 | 466.19 | 291.03 | 2.95 | 97.98 | 0.63 |
| 16.6666* | 1366 | 17.18 | 21.57 | 21.05 | 22.17 | 0.003723 | 3.48 | 461.93 | 318.95 | 2.84 | 102.95 | 0.66 |
| 13.3333* | 1366 | 16.74 | 20.74 | 20.49 | 21.63 | 0.005656 | 4.25 | 358.84 | 241.59 | 2.8 | 154.28 | 0.81 |
| 10 | 1366 | 16.31 | 20.38 | 19.69 | 21.04 | 0.004002 | 3.61 | 414.98 | 274.86 | 2.85 | 110.87 | 0.68 |

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

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

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

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

elementi della geometria d'alveo

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

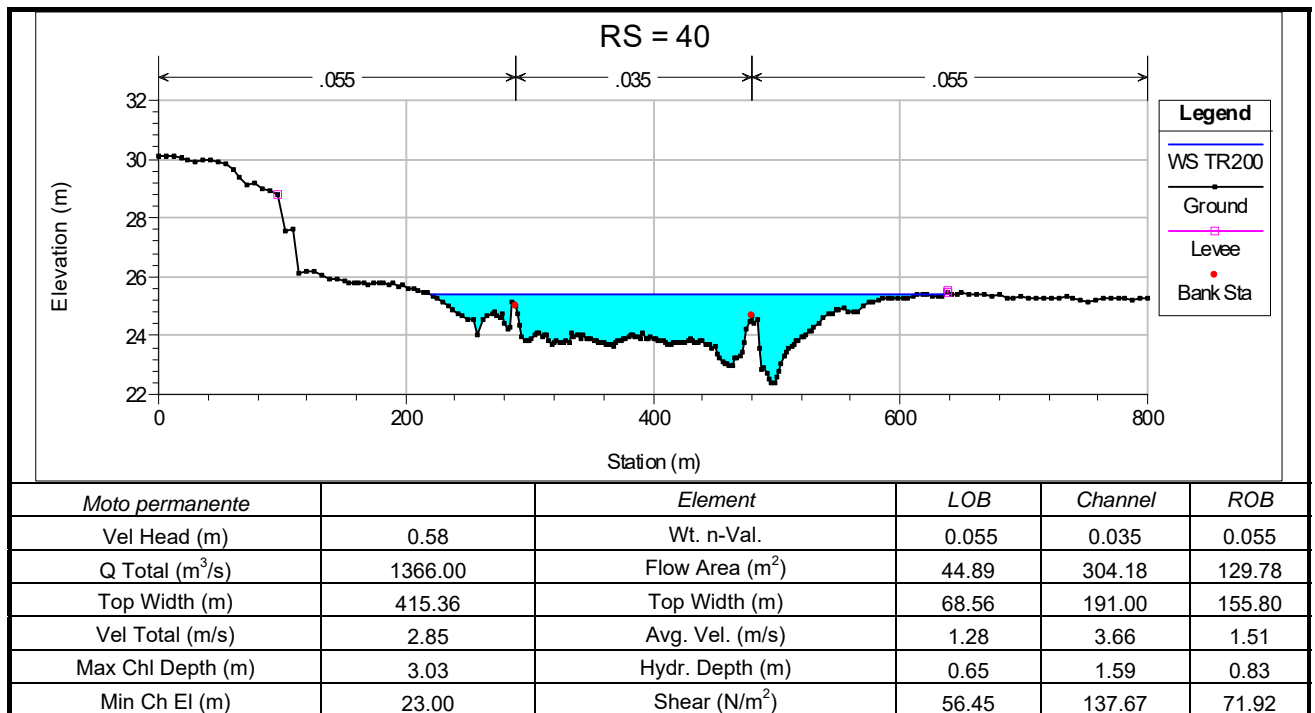
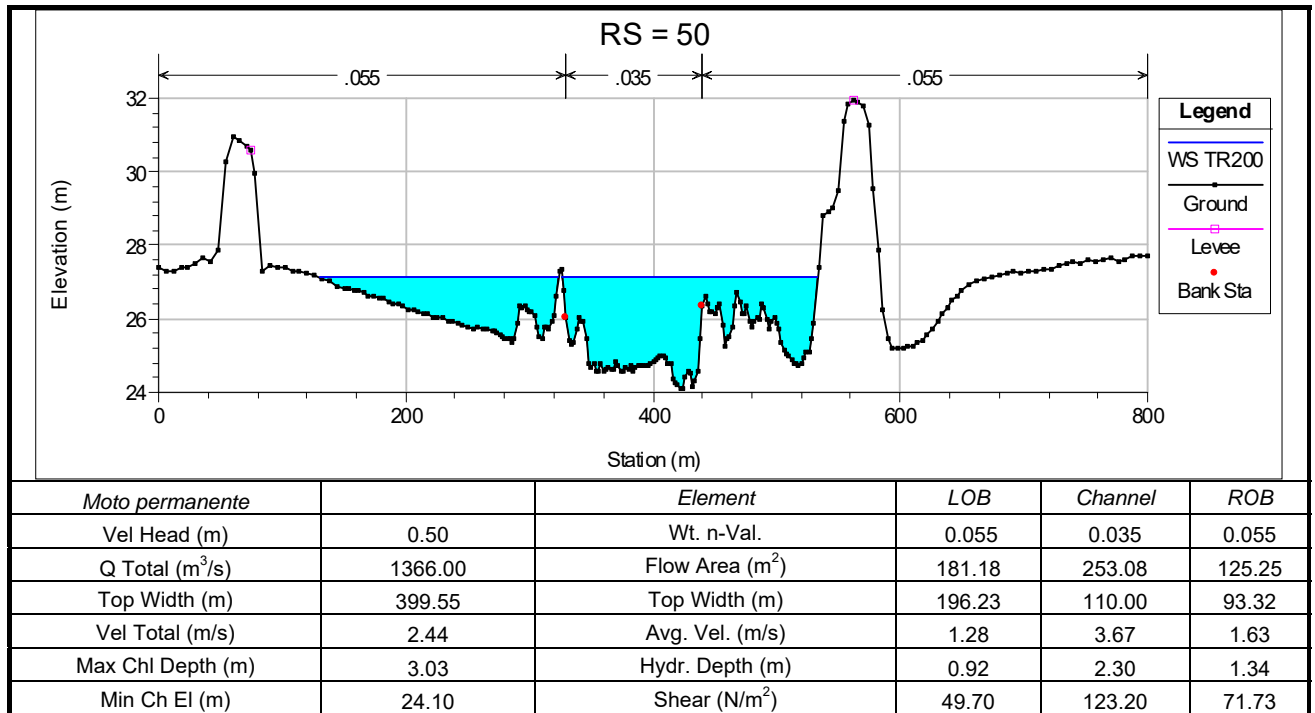
parametri globali di deflusso

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

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

| | | | | |
|---|--|--|------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 27 di 77 | Rev. 0 |

- Avg. Vel, velocità media nelle aree di deflusso parziale;
- Hydr Depth, altezza liquida equivalente (Flow Area/ Top Width);
- Shear, tensione tangenziale di attrito al perimetro;





PROGETTISTA



UNITÀ
000

COMMESSA
023081

LOCALITÀ

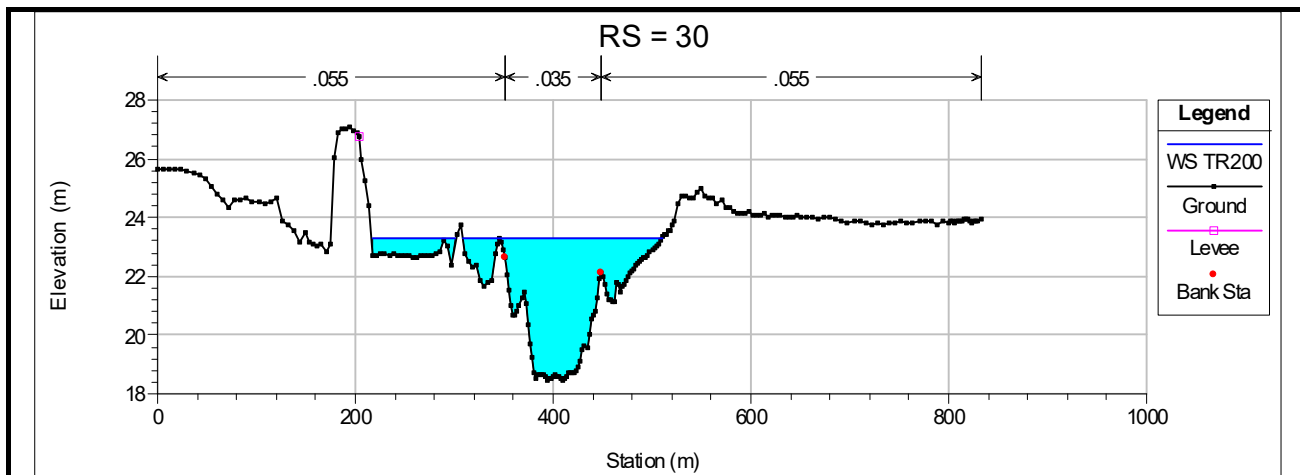
Regione Marche

SPC. LA-E-83072

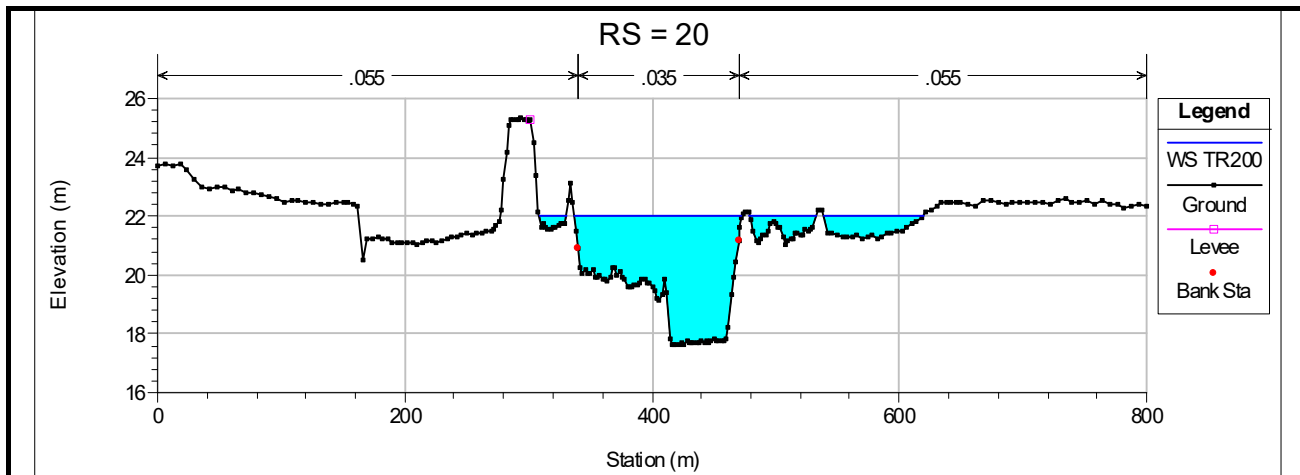
PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti
Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto

Fg. 28 di 77

Rev.
0

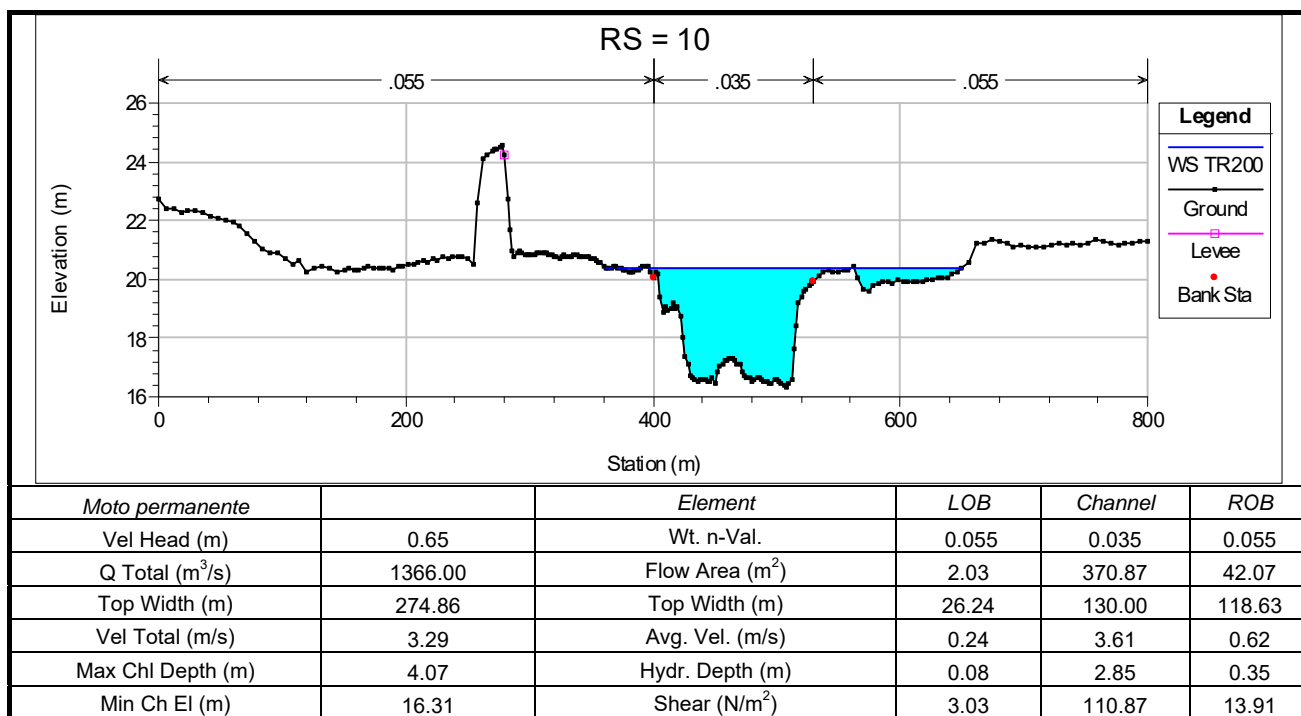


| <i>Moto permanente</i> | | <i>Element</i> | <i>LOB</i> | <i>Channel</i> | <i>ROB</i> |
|-----------------------------|---------|-----------------------------|------------|----------------|------------|
| Vel Head (m) | 0.56 | Wt. n-Val. | 0.055 | 0.035 | 0.055 |
| Q Total (m ³ /s) | 1366.00 | Flow Area (m ²) | 88.25 | 351.89 | 71.56 |
| Top Width (m) | 286.98 | Top Width (m) | 129.18 | 96.00 | 61.80 |
| Vel Total (m/s) | 2.67 | Avg. Vel. (m/s) | 0.75 | 3.48 | 1.03 |
| Max Chl Depth (m) | 4.85 | Hydr. Depth (m) | 0.68 | 3.67 | 1.16 |
| Min Ch El (m) | 18.47 | Shear (N/m ²) | 17.80 | 94.88 | 30.20 |



| <i>Moto permanente</i> | | <i>Element</i> | <i>LOB</i> | <i>Channel</i> | <i>ROB</i> |
|-----------------------------|---------|-----------------------------|------------|----------------|------------|
| Vel Head (m) | 0.57 | Wt. n-Val. | 0.055 | 0.035 | 0.055 |
| Q Total (m ³ /s) | 1366.00 | Flow Area (m ²) | 8.88 | 383.43 | 73.88 |
| Top Width (m) | 291.03 | Top Width (m) | 25.04 | 130.00 | 135.99 |
| Vel Total (m/s) | 2.93 | Avg. Vel. (m/s) | 0.55 | 3.41 | 0.71 |
| Max Chl Depth (m) | 4.38 | Hydr. Depth (m) | 0.35 | 2.95 | 0.54 |
| Min Ch El (m) | 17.61 | Shear (N/m ²) | 11.77 | 97.98 | 18.20 |

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 29 di 77 |



5.4 Analisi dei risultati conseguiti

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

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

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

Detti risultati peraltro appaiono tutto sommato in linea con le perimetrazioni delle aree di inondazione individuate nell'ambito del PAI e rappresentate per l'ambito in esame nella Fig.9.2/A (si veda il capitolo 9).

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

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

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 30 di 77 |

6 VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO

6.1 Generalità

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

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

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

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

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

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

| | | | | |
|---|----------------------------|--|-----------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | Fg. 31 di 77 | Rev. 0 |

6.2 Criteri di calcolo

Approfondimenti localizzati

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

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

In questi casi, e quando le dimensioni granulometriche del materiale di fondo sono inferiori a 5 centimetri, i valori raggiungibili dalle suddette erosioni sono generalmente indipendenti dalla granulometria; per dimensioni dei grani maggiori di 5 centimetri, invece, all'aumentare della pezzatura diminuisce la profondità dell'erosione². Occorre quindi poter stimare quale sia il diametro limite dei clasti trasportabili dalla piena e quindi valutare gli eventuali approfondimenti. Per i casi di posa di condotte in sub-alveo con eventuale rivestimento, da effettuare in corsi d'acqua a regime torrentizio, è inoltre necessario adeguare le analisi alle condizioni concrete di esecuzione. Fra i modelli più noti atti a determinare il valore dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota media iniziale del fondo dovuto alle piene (Schoklitsh, Eggemberger, Adami, ecc.), la formula di Schoklitsh³ è quella che presenta minori difficoltà nella determinazione dei parametri caratteristici.

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

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

dove

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

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

Arature di fondo

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

² Adami A., Fenomeni localizzati ed erosioni negli alvei, Atti "Moderne vedute sulla meccanica dei fenomeni fluviali"; C.N.R., P.F. Conservazione del suolo; 1979.

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

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 32 di 77 |

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

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

Allo stato attuale non potendosi fare che semplici ipotesi sul fenomeno, non è possibile proporre algoritmi per calcolare la profondità degli scavi. Le proprietà geometriche del fondo alveo, in relazione all'entità delle tensioni tangenziali indotte dalla corrente, sono state studiate⁴ da Yalin (1964), Nordin (1965) ed Altri, che hanno proposto di assegnare a tali escavazioni un valore cautelativo pari ad una percentuale dell'altezza idrometrica di piena ivi determinata. In particolare, nel caso di regime di corrente lenta, venne concluso che, per granulometrie comprese nel campo delle sabbie, la profondità del fenomeno risulta comunque inferiore a 1/6 o al massimo 1/3 dell'altezza idrica. Una generalizzazione prudenziale, proposta in Italia⁵, sulla base di osservazioni dirette nei corsi d'acqua della pianura padana, estende il limite massimo dei fenomeni di escavazione per aratura, indipendentemente dalla natura del fondo e dal regime di corrente, ad un valore cautelativo pari al 50% dell'altezza idrometrica di piena.

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

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

Diametro limite dei clasti trasportabili

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

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

dove

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

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

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

| | | | | |
|---|---|--|-----------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 33 di 77 | Rev. 0 |

6.3 Stima dei massimi approfondimenti attesi

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

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

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

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

| River Station | Q Total (m ³ /s) | Vel Chnl (m/s) | Top Width (m) | Hydr Depth C (m) | Portata specifica (m ³ /s m) | Carico totale (m) | Approfond. Localizzati (m) | Arature di fondo (m) |
|---------------|-----------------------------|----------------|---------------|------------------|---|-------------------|----------------------------|----------------------|
| 50 | 1366 | 3.67 | 399.55 | 2.3 | 3.42 | 2.99 | 1.22 | 1.15 |
| 46.6666* | 1366 | 3.24 | 398.33 | 2.17 | 3.43 | 2.71 | 1.17 | 1.09 |
| 43.3333* | 1366 | 3.12 | 398.79 | 2.05 | 3.43 | 2.55 | 1.14 | 1.03 |
| 40 | 1366 | 3.66 | 415.36 | 1.59 | 3.29 | 2.27 | 1.08 | 0.80 |
| 36.6666* | 1366 | 3.95 | 279.8 | 1.85 | 4.88 | 2.65 | 1.29 | 0.93 |
| 33.3333* | 1366 | 3.8 | 232.67 | 2.46 | 5.87 | 3.20 | 1.47 | 1.23 |
| 30 | 1366 | 3.48 | 286.98 | 3.67 | 4.76 | 4.29 | 1.57 | 1.84 |
| 27.5* | 1366 | 3.48 | 293.73 | 3.67 | 4.65 | 4.29 | 1.56 | 1.84 |
| 25.* | 1366 | 4.22 | 282.48 | 3.63 | 4.84 | 4.54 | 1.61 | 1.82 |
| 22.5* | 1366 | 3.71 | 285.4 | 3.34 | 4.79 | 4.04 | 1.53 | 1.67 |
| 20 | 1366 | 3.41 | 291.03 | 2.95 | 4.69 | 3.54 | 1.44 | 1.48 |
| 16.6666* | 1366 | 3.48 | 318.95 | 2.84 | 4.28 | 3.46 | 1.38 | 1.42 |
| 13.3333* | 1366 | 4.25 | 241.59 | 2.8 | 5.65 | 3.72 | 1.55 | 1.40 |
| 10 | 1366 | 3.61 | 274.86 | 2.85 | 4.97 | 3.51 | 1.46 | 1.43 |

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

Tab.6.3/B: Diametro limite dei clasti trasportati

| River Station | Shear Chan (N/m ²) | Diametro limite clasti trasportati (m) |
|---------------|--------------------------------|--|
| 50 | 123.2 | 0.14 |
| 46.6666* | 97.33 | 0.11 |
| 43.3333* | 92.22 | 0.11 |
| 40 | 137.67 | 0.16 |
| 36.6666* | 152.69 | 0.18 |

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 34 di 77 |

| River Station | Shear Chan (N/m2) | Diametro limite clasti trasportati (m) |
|------------------|-------------------------|---|
| 33.3333* | 128.62 | 0.15 |
| 30 | 94.88 | 0.11 |
| 27.5* | 94.35 | 0.11 |
| 25.* | 139.23 | 0.16 |
| 22.5* | 110.91 | 0.13 |
| 20 | 97.98 | 0.12 |
| 16.6666* | 102.95 | 0.12 |
| 13.3333* | 154.28 | 0.18 |
| 10 | 110.87 | 0.13 |

6.4 Considerazione sui risultati conseguiti

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

La corrente, nel tratto in esame, inoltre risulta potenzialmente in grado di movimentare clasti del diametro dell'ordine di 0,20 m.

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 35 di 77 |

7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

7.1 Metodologia costruttiva: Microtunnelling

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

In tal senso l'insieme delle caratteristiche morfologiche, geologiche, ambientali, geometriche ed idrauliche dell'ambito d'attraversamento ha condotto alla individuazione del sistema di attraversamento mediante trivellazione con la tecnica del "microtunnelling", prevedendo l'utilizzo di una fresa a scudo chiuso, con bilanciamento di pressione in testa.

Tale sistema operativo è stato individuato nel caso specifico in considerazione delle caratteristiche idrologiche del corso d'acqua e dell'assetto litostratigrafico dell'ambito in esame. Peraltro nello specifico mediante la stessa trivellazione verrà attraversata unitamente anche la strada statale S.S. n.7, che si sviluppa nel lato in sinistra idrografica del corso d'acqua.

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

7.2 Configurazione geometrica di progetto

La definizione geometrica del tunnel (e quindi delle condotte), viene effettuata in modo da soddisfare ai vincoli attinenti sia l'aspetto idraulico del corso d'acqua che quello costruttivo del minitunnel e della condotta.

E' necessario infatti, assicurare adeguate profondità del cavo al di sotto dell'alveo rispettando allo stesso tempo i raggi di curvatura minimi consentiti dalla tubazione di linea, sia in termini di sollecitazioni indotte nel terreno che nei riguardi delle operazioni di varo della condotta.

Qui di seguito vengono descritte le caratteristiche geometriche del profilo di trivellazione del tunnel. Per l'analisi di dettaglio della configurazione geometrica d'attraversamento in subalveo, si rimanda alla visione dell'elaborato grafico di progetto precedentemente richiamato.

Geometria d'attraversamento

Il profilo di trivellazione presenta una configurazione costituita da due brevi rettilinei alle estremità e da un arco di circonferenza intermedio.

Le principali caratteristiche geometriche del tunnel sono:

- lunghezza dello sviluppo complessivo del microtunnel: di 447 metri (di cui complessivamente circa 79m relativamente ai due tratti rettilinei e circa 368m per il tratto curvilineo);
- diametro interno minimo del microtunnel: 2000mm;
- raggio di curvatura per il tratto curvilineo pari a 1200 m;
- copertura minima della generatrice superiore del tunnel dalle quote di fondo dell'alveo attivo di oltre 15m;
- postazione di partenza (di spinta): in sinistra idrografica del fiume (monte senso gas), con profondità del pozzo di circa 5m dal piano campagna. Distanza dalla

| | | | | |
|---|--|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 36 di 77 | Rev. 0 |

sponda dell'alveo attivo del corso d'acqua di ben oltre i 200m (misurata lungo lo sviluppo della condotta);

- postazione di arrivo (di recupero): in destra idrografica del fiume (valle senso gas), con profondità del fondo della postazione di circa 5.5m dal piano campagna. Distanza dalla sponda del corso d'acqua di oltre i 120m (misurata lungo lo sviluppo della condotta);

Tale configurazione di progetto consente di realizzare il tunnel ad adeguate profondità sia dal fondo alveo che dalle sponde del corso d'acqua; nonché di eseguire le postazioni di estremità con appropriati distacchi di sicurezza dall'alveo del corso d'acqua.

La trivellazione peraltro consentirà di sottopassare anche la strada statale S.S. n.7 presente nel lato in sinistra idrografica del corso d'acqua.

Per l'analisi di dettaglio della configurazione geometrica d'attraversamento si rimanda alla visione dell'elaborato grafico di progetto precedentemente richiamato.

| | | | | |
|---|---|--|-----------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 37 di 77 | Rev. 0 |

8 DESCRIZIONE DELLA TECNICA COSTRUTTIVA DEL MICROTUNNEL

8.1 Generalità

Questa tecnologia consiste nella realizzazione di un tunnel di piccolo diametro (tra i 300 mm e fino a 3000 mm) mediante l'avanzamento controllato di uno scudo cilindrico, cui è applicato frontalmente un sistema di scavo e che consente di realizzare trivellazioni di sviluppi anche superiori ai 1000 m.

L'azione di avanzamento è esercitata da martinetti idraulici ubicati nella postazione di spinta, che agiscono sul tubo di rivestimento del tunnel (che in questo caso è di cemento armato). L'elemento principale del microtunnelling è il microtunneller che è uno scudo telecomandato munito di una fresa rotante che disgrega il materiale durante l'avanzamento.

Le teste fresanti vengono scelte in funzione delle condizioni geologiche dei terreni interessati. Vi è la possibilità di combinare le varie soluzioni per ottenere teste "miste", utilizzabili in terreni che presentano nelle varie stratigrafie materiali diversi.

Qui di seguito si riporta la descrizione del sistema operativo di riferimento.

8.2 Requisiti generali del sistema costruttivo

I sistemi di trivellazione che utilizzano le tecniche del microtunnelling presentano una serie di opzioni tali da garantire sia la fattibilità esecutiva del tunnel che il mantenimento di adeguati livelli di sicurezza rispetto alla stabilità dei terreni che del tunnel stesso.

La definizione del sistema operativo da adottare riguarda sostanzialmente i seguenti elementi: tipo di fresa di perforazione, tubi di protezione in c.a., intasamento del terreno di perforazione.

- La testa fresante sarà a tenuta idraulica

E' necessario ricorrere all'uso di un sistema che preveda una fresa integrale con scudo chiuso con bilanciamento della pressione sul fronte di scavo tramite fanghi bentonitici. In questo modo, in corso d'opera l'equilibrio delle pressioni sul fronte di scavo inibisce in modo sostanziale l'afflusso d'acqua verso il tunnel.

- Stazione di spinta principale e stazioni di spinta intermedie

La potenza della stazione di spinta principale sarà adeguata alle previste resistenze all'avanzamento, al numero delle eventuali stazioni intermedie ed alle modalità e caratteristiche esecutive che verranno adottate in fase di avanzamento della trivellazione.

L'unità di spinta principale verrà messa a contrasto con il muro reggispinga, realizzata all'interno della postazione di partenza della trivellazione.

- Sistema di controllo dell'avanzamento della trivellazione

Sarà approntato un sistema per il controllo (durante l'avanzamento) della direzionalità del tunnel (strumentazione ottica e laser), delle potenze impiegate, della velocità di rotazione dello scudo e delle pressioni dei fanghi di perforazione.

In considerazione della precisione di esecuzione richiesta ed essendo necessario il controllo in tempo reale sulla direzionalità del tunnel, il sistema sarà dotato di adeguati strumenti computerizzati per l'elaborazione dei dati rilevati con sistemi di puntamento ottico e laser. L'operatore addetto alla verifica dovrà operare con continuità sulla consolle di comando, posizionata all'esterno della postazione di trivellazione, e tramite il sistema di puntamento laser controllerà l'andamento planimetrico ed altimetrico del tunnel realizzato.

| | | | | |
|---|--|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 38 di 77 | Rev. 0 |

- Tubi di rivestimento in c.a.

I tubi di rivestimento che saranno impiegati, sono anelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato ($R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$, con armatura FeB 44K). In considerazione degli elevati standard di qualità richiesti alle tubazioni, i manufatti in calcestruzzo armato saranno prodotti in stabilimento di prefabbricazione con materiali di qualità e caratteristiche controllate e certificate e dovranno presentare resistenze garantite per le massime sollecitazioni prevedibili. Il tubo di rivestimento sarà, inoltre, a tenuta idraulica, corredato di giunti a tenuta idraulica, capaci di resistere ad una pressione $\geq 5-7 \text{ atm}$.

I manufatti, infine, saranno forniti di valvole di iniezione (almeno 3 manchettes per tubo) necessarie per eseguire nel terreno di trivellazione iniezioni fluidificanti con miscele bentonitiche durante le fasi di avanzamento ed iniezioni a base di miscele di cemento e bentonite per l'intasamento dell'intercapedine "terreno-tubo di protezione" nelle fasi finali di costruzione del minitunnel.

- Giunti di tenuta idraulica

Le giunzioni tra i tubi di rivestimento saranno di tipologia idonea per consentire la deviazione angolare del tunnel e la tenuta idraulica: l'incastro ed il centraggio tra due tubi successivi saranno garantiti mediante opportuna sagomatura dei bordi oppure con collari in acciaio annegati nel getto, la tenuta idraulica del giunto viene assicurata da anelli in gomma.

Essendo richiesta l'ispezionabilità del tunnel durante tutte le fasi costruttive del tunnel, si porranno in opera giunti di tenuta idraulica tra i conci di caratteristiche sperimentate e certificate nelle condizioni di esercizio più gravose.

- Iniezioni di intasamento "tubo di rivestimento – terreno"

Al termine delle operazioni di scavo, è richiesta l'esecuzione di iniezioni di miscele cementizie dagli ugelli predisposti lungo le pareti dei tubi di rivestimento. Le iniezioni saranno effettuate per ogni singola valvola fino al rifiuto, con numero, modalità e pressioni d'iniezione adeguate per creare, nell'intorno del tubo, una zona di terreno completamente intasata e a bassa permeabilità.

L'intasamento idraulico delle cavità tra tubo e terreno, riduce la filtrazione che può verificarsi lungo il contatto tra tubo di rivestimento e terreno in corso di realizzazione dell'opera.

- Sistema di evacuazione del materiale di scavo (slurry)

L'evacuazione dal fronte scavo del terreno frantumato verrà effettuato in sospensione per mezzo del circuito idraulico di alimentazione e recupero del fluido di perforazione (slurry). Il sistema deve quindi essere provvisto di un'unità di dissabbiatura o di una vasca di decantazione per la separazione del terreno di scavo dal fluido di perforazione.

- Impianto di produzione dei fanghi di perforazione

Verrà predisposto in cantiere un impianto di produzione di fanghi bentonitici necessari per il sostegno del fronte di scavo, per la lubrificazione della superficie di contatto tra tubo di protezione e terreno e per il trasporto in sospensione del terreno scavato.

L'impianto di produzione sarà dotato di un'unità di miscelazione ad alta turbolenza per la preparazione della miscela, un dosatore a funzionamento automatico, silos di stoccaggio, vasca di dissabbiatura e/o decantazione, circuito idraulico dello slurry e di pompe di ricircolo di potenza adeguata.

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 39 di 77 |

- Iniezioni di fluidificazione in corso di avanzamento
Le iniezioni di fluidificazione per abbattere le resistenze all'avanzamento dovranno essere effettuate con cadenza, quantità e caratteristiche reologiche della miscela in modo da evitare plasticizzazioni anomale del terreno di trivellazione.
- Sigillatura dei giunti tra i tubi di rivestimento
La sigillatura dei giunti tra i tubi di rivestimento sarà eseguita dall'interno del tunnel successivamente alle operazioni di avanzamento, con malta di cemento ad alta resistenza in modo da ottenere una superficie interna del tunnel perfettamente liscia e priva di risalti con lo scopo di realizzare un'ulteriore garanzia di tenuta dei giunti nei confronti di possibili fenomeni di filtrazione, in aggiunta a quella strutturale del giunto.
- Intasamento interno del tunnel
Terminate le operazioni di varo ed eseguito il collegamento di linea delle condotte, dovrà essere realizzato il riempimento dell'intercapedine tra tubo di linea e tubo di rivestimento tramite idonee miscele, con lo scopo di saturare l'intercapedine stessa e impedire la formazione di flussi idrici all'interno del tubo di rivestimento ed eliminare la camera d'aria altrimenti presente tra tubo di linea e pareti del tunnel. Le miscele impiegate possono essere conglomerati cementizi additivati e/o alleggeriti oppure miscele di tipo bentonitico.

8.3 Fasi Operative

Di seguito viene fornita la descrizione delle principali fasi operative per la costruzione del microtunnel e la messa in opera, al suo interno, delle condotte in acciaio.

Fasi Operative:

- Impianto cantiere;
- Esecuzione delle postazioni di estremità;
- Esecuzione della trivellazione;
- Varo delle condotte;
- Collaudo delle condotte;
- Posa dei cavi;
- Intasamento interno del tunnel;
- Ripristini.

Impianto cantiere

Il cantiere sarà costituito da due aree di dimensioni adeguate, ubicate in corrispondenza dei pozzi di spinta e di arrivo.

Esecuzione delle postazioni di estremità

Prima dell'installazione delle apparecchiature relative alla realizzazione del tunnel, si procederà alla costruzione del pozzo di spinta. La postazione di arrivo sarà realizzata prima dell'ultimazione della trivellazione (di cui al punto seguente).

Le metodologie realizzative dipendono dalle caratteristiche geomeccaniche dei terreni e dalla presenza della falda. I pozzi (postazione di trivellazione e di recupero) saranno di dimensioni adeguate per effettuare tutte le lavorazioni occorrenti per la realizzazione del minitunnel e per essere equipaggiati con tutti gli impianti a corredo del sistema di trasporto. Saranno realizzate strutture di contenimento verticali adeguate a resistere a tutte le sollecitazioni esterne (spinta delle terre, spinta idrostatica, pressione della stazione di spinta principale e sovraccarichi al piano campagna). In particolare, nella

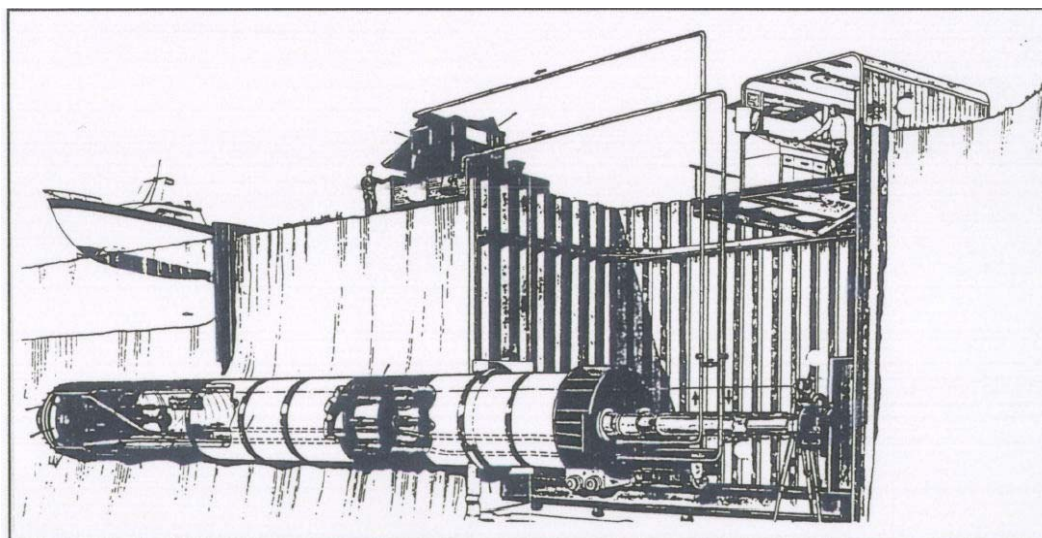
| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 40 di 77 |

realizzazione dei pozzi, dovendo essere realizzati sottofalda, saranno adottate tipologie strutturali che garantiscano la tenuta idraulica.

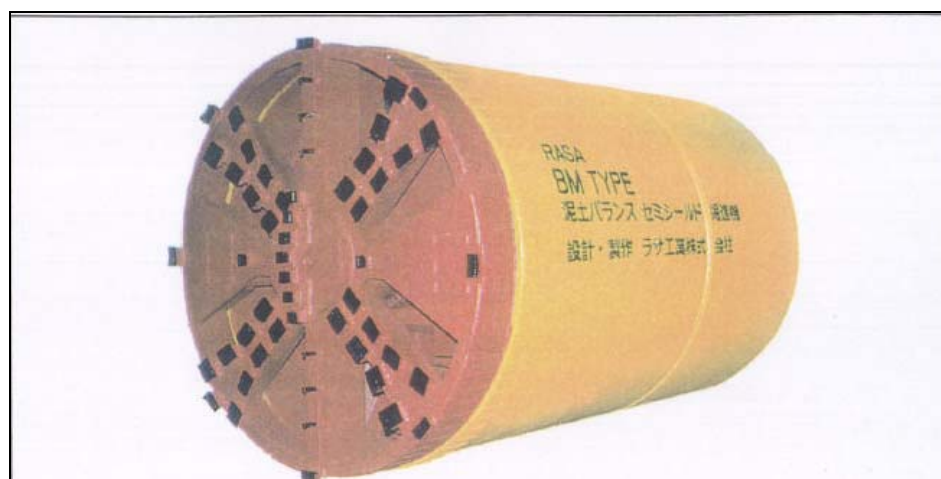
Esecuzione della trivellazione

La trivellazione sarà eseguita con una fresa a scudo chiuso con il bilanciamento della pressione sul fronte di scavo. Le caratteristiche tecniche del sistema costruttivo è stato descritto nel capitolo precedente.

Nelle figure seguenti si riportano rispettivamente uno schema di trivellazione, a partire dalla postazione di trivellazione ed uno esempio di scudo a bilanciamento di pressione.



Schema del sistema di trivellazione con microtunnel



Scudo con bilanciamento pressione meccanica del terreno (microtunneller)

Varo delle condotte

Ciascuna condotta potrà essere collocata dentro il microtunnel con due metodologie:

- 1) - Varo dell'intera colonna in unica soluzione
- 2) - Varo con inserimento progressivo delle singole barre

Al fine di evitare lo strisciamento tra la condotta ed il fondo del tunnel e diminuire l'attrito radente che si sviluppa tra le due superfici verranno applicati alla condotta

| | | | | |
|---|---|--|-----------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 41 di 77 | Rev. 0 |

opportuni collari distanziatori costituiti da materiali in grado di resistere all'usura (collari RACI in PEAD rinforzato e/o in malta poliuretanicca gettati in opera).

- *Varo dell'intera colonna in unica soluzione*

La colonna di varo potrà essere predisposta rispettando la geometria di progetto. La lunghezza della colonna di varo sarà formata da singoli tronconi che verranno assiemati man mano che le operazioni di infilaggio progrediranno. La scelta della posizione e della lunghezza della colonna sarà fatta in funzione alla disponibilità di spazio e alle scelte operative dell'appaltatore. In testa alla colonna di varo verrà saldata una testata di tiro alla quale, mediante un sistema di pulegge, verrà collegato il cavo in acciaio per il tiro. Dal lato opposto della colonna un argano, ovvero un sistema di martinetti, produrrà il tiro necessario all'infilaggio della condotta nel tunnel. Lungo la colonna sarà disposto un sufficiente numero di mezzi di sollevamento che aiuteranno la condotta sia ad assumere la geometria elastica di varo prevista in progetto che le operazioni di infilaggio.

- *Varo con l'inserimento progressivo delle singole barre*

La scelta della posizione per il varo sarà fatta in funzione alla disponibilità di spazio e alle scelte operative dell'appaltatore. Le singole barre verranno calate una alla volta nel pozzo con l'ausilio di trattori posatubi e qui assiemate mediante saldatura di testa. L'inserimento nel tunnel avverrà perciò progressivamente grazie al tiro di un argano, posizionato nel pozzo opposto a quello di varo, collegato con un cavo in acciaio alla testata di tiro saldata sulla prima barra. Le saldature del tratto di condotta in attraversamento saranno tutte radiografate ed accompagnate dal certificato di idoneità rilasciato dall'Istituto Italiano della Saldatura. La condotta sarà protetta con:

- una protezione passiva esterna costituita da un rivestimento in polietilene estruso ad alta densità applicato in fabbrica dello spessore minimo di mm 3 ed un rivestimento interno in vernice epossidica.
- i giunti di saldatura saranno rivestiti in linea con fasce termorestringenti;
- una protezione attiva (catodica) attraverso un sistema di correnti impresse con apparecchiature poste lungo la linea.

Collaudo idraulico delle condotte

Il tratto di ciascuna condotta interessato dall'attraversamento sarà sottoposto a prove di collaudo. In generale saranno prove idrauliche in opera con una pressione pari ad 1,2 volte la pressione massima di esercizio (75 bar).

La pressione di prova idraulica sarà controllata con manometro registratore. Il risultato della prova idraulica sarà verbalizzato.

Posa dei cavi

Insieme alle condotte, verranno collocati i vari cavi nell'ambito dei relativi alloggiamenti predisposti.

Ripristini

Al termine delle operazioni di intasamento interno del tunnel e del collegamento di linea (con i tratti già posati a monte e a valle dell'attraversamento), si procederà al

| | | | | |
|---|---|--|-----------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 42 di 77 | Rev. 0 |

ritombamento dei pozzi e allo sgombero delle aree di lavoro e al loro ripristino per la restituzione delle aree alle normali attività agricole.

8.4 Considerazioni sulla stabilità per filtrazione in sub-alveo

Qui di seguito viene affrontato il problema della stabilità dei terreni rispettivamente nella configurazione transitoria nel corso di esecuzione dei lavori e a lungo termine, successiva al completamento dei lavori.

Stabilità per “filtrazione” in corso di esecuzione dei lavori

L'instabilità per filtrazione lungo una traiettoria preferenziale a permeabilità elevata rispetto al terreno può avvenire ogni qualvolta si verifica una repentina dissipazione del carico idraulico. Ciò si verifica quando nel “tubo di flusso” le perdite di carico idraulico sono piuttosto elevate, come nel caso di una trivellazione a “sezione aperta” dove può aversi un flusso all'interno del tubo di protezione oppure, nel terreno di trivellazione, qualora siano presenti “scavernamenti” lungo la trivellazione stessa.

Relativamente ai lavori d'interesse la tecnica adottata elimina tali rischi, presenti per alcune metodologie di scavo sottofalda, legati a possibili fenomeni di filtrazione lungo il foro di trivellazione. Con tale tecnica infatti è possibile un bilanciamento delle pressioni litostatiche ed idrostatiche consentendo di operare con un sistema “chiuso” a tenuta idraulica. Infatti:

- la fresa presente sul fronte scavo è a sezione piena;
- l'allontanamento del terreno di perforazione avviene internamente al tubo di protezione con l'utilizzo di un apposito sistema idraulico. La quantità di terreno scavato è in rapporto costante con l'avanzamento del tunnel;
- Il tubo di rivestimento in c.a. che spinge la fresa assicura, puntualmente ed in ogni istante, il sostegno dello scavo ed il bilanciamento delle pressioni litostatiche ed idrostatiche (giunti a tenuta idraulica);
- I pozzi di spinta e di recupero, da realizzare con manufatti in c.a., saranno a tenuta idraulica. In particolare, l'anello di neoprene di tenuta idraulica presente sulla parete del pozzo di trivellazione consente il progressivo inserimento dei conci in c.a. impedendo eventuali flussi localizzati, in prossimità della parete esterna del tubo di protezione, verso il pozzo di spinta.

Come già accennato, la metodologia adottata è anche in grado di garantire un'ideale tenuta della zona di contatto terreno-tubazione nei riguardi di eventuali moti di filtrazione preferenziali.

La lubrificazione del terreno a contatto con il rivestimento mediante un circuito esterno di fanghi, che consente di ridurre in maniera sensibile le resistenze laterali all'avanzamento, e la particolare configurazione del sistema di giunzione, che garantisce assenza di sovraingombri dei giunti nei confronti del diametro esterno del tubo di protezione in c.a., fanno venire meno la necessità di procedere ad un sovracarotaggio del foro rispetto al tubo di protezione ottenendosi così il diametro del foro praticamente coincidente con quello della tubazione di rivestimento.

Stabilità per “filtrazione” a lungo termine

Le motivazioni esposte sulla stabilità alla filtrazione durante le fasi operative, sono a maggior ragione valide per la configurazione finale dell'opera.

Si è già detto che la metodologia minimizza le deformazioni plastiche nel terreno e le conseguenti alterazioni delle caratteristiche di permeabilità: la sua rottura viene ottenuta per rotazione e non per taglio avendosi così una sorta di aderenza tra il

| | | | | |
|---|--|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 43 di 77 | Rev. 0 |

rivestimento e il terreno (l'utilizzo dei fanghi bentonitici e la possibilità di bilanciare le pressioni esterne contribuiscono a minimizzare l'alterazione dello stato tensionale preesistente nel terreno).

Una garanzia rispetto ai fenomeni di filtrazione in sub-alveo è insita nella configurazione geometrica del tunnel stesso. Infatti, nel corso della sua definizione geometrica è stata privilegiata la geometria di progetto che, interessando terreni posti ad "elevate profondità", soddisfa sostanzialmente ai seguenti criteri di sicurezza:

- le elevate profondità di posa del tunnel presuppongono percorsi preferenziali di filtrazione lungo il suo profilo molto più lunghi di quelli che si avrebbero naturalmente (in assenza del tunnel).

Viene inoltre introdotto un ulteriore grado di sicurezza, a garanzia della stabilità dell'insieme, riutilizzando lo stesso impianto già adoperato per le iniezioni in fase di avanzamento. Al termine dei lavori di trivellazione, il terreno prossimo al tubo di protezione viene "intasato" iniettando a bassa pressione una miscela di acqua, bentonite e cemento.

Tali iniezioni hanno lo scopo di escludere, per ogni evenienza, l'instaurarsi di un flusso preferenziale lungo l'asse di trivellazione. Si ottiene così, nell'intorno del foro, un terreno a permeabilità sicuramente inferiore rispetto al terreno in posto.

L'esecuzione di tali iniezioni è prevista lungo tutto lo sviluppo longitudinale della trivellazione. Le due estremità del tunnel verranno sigillate con setti in c.a., in corrispondenza dei due pozzi (di spinta e di recupero). Quest'ultimi, al termine dei lavori, verranno riempiti con terreni a bassa permeabilità opportunamente costipati.

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 44 di 77 |

9 VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA

9.1 Premessa

Generalità

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

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

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

Si precisa che dal 17 febbraio 2017, con la pubblicazione nella G.U.R.I. n. 27 del 2 febbraio 2017, entra in vigore il DM 25/10/2016 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), da tale data sono sopresse su tutto il territorio nazionale, le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali e il trasferimento delle competenze alle Autorità di bacino distrettuali. Con l'entrata in vigore del DM 25/10/2016 gli aggiornamenti dei PAI vengono gestiti dalle Autorità di Bacino Distrettuale. Nello specifico l'Autorità di bacino distrettuale di riferimento risulta essere Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale.

Norme di Attuazione PAI - Sintesi dei contenuti

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

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

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

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

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

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

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 45 di 77 |





9.2 Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento

Nella figura seguente è riportato uno stralcio di una foto aerea dalla quale si può individuare l'ambito d'interferenza tra il metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in colore rosso) con l'alveo del fiume (indicato con un cerchio in blu) e più in generale con le aree inondabili del corso d'acqua stesso (riportate mediante campiture a varia colorazione).



BACINI DI RILIEVO REGIONALE (REGIONE MARCHE)

Titolo II - Piano per l'assetto Idraulico

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

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

Fig.9.2/A: Interferenze tra metanodotto in progetto con le Aree inondabili del corso d'acqua

Dall'analisi della figura precedente si rileva che il metanodotto in progetto in corrispondenza dell'ambito di attraversamento del corso d'acqua interferisce con un'area inondabile a Rischio idraulico elevato (R3).

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 46 di 77 |

Dalla stessa Fig.9.2/A si può anche rilevare che sia l'alveo del corso d'acqua che le aree di inondazione nell'intorno dell'alveo stesso verranno superati in subalveo mediante trivellazione (il cui sviluppo longitudinale è indicato mediante una campitura in giallo a cavallo della condotta).

9.3 Analisi dei criteri di compatibilità idraulica

Considerazioni di carattere generale

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

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

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

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

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

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

Considerazioni specifiche

In precedenza è stato evidenziato che l'alveo e le aree di esondazione del corso d'acqua verranno attraversati in trivellazione, ad elevate profondità di posa. Pertanto alla luce della metodologia operativa individuata e delle scelte progettuali, si evidenzia quanto segue:

- L'attraversamento fluviale avviene in "subalveo" e prevede una profondità di posa 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 d'alveo verrà mantenuta inalterata nei confronti della situazione originaria. Essendo i lavori previsti in trivellazione non si prevedono lavori in superficie nell'ambito dell'alveo del corso d'acqua;
- La tecnica costruttiva di posa della condotta (in trivellazione), unitamente alla geometria in progetto (elevate coperture in subalveo), consentono inoltre in

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 47 di 77 |

generale di escludere interferenze con il regime idraulico del corso d'acqua anche nella fase costruttiva dell'opera;

- La configurazione geometrica della linea nell'ambito di intervento (quote in subalveo e profili di risalita) è stata stabilita anche in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua e sono tali da non precludere la possibilità di effettuare interventi futuri in alveo, finalizzati ad attenuare o eliminare le condizioni di 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 posa in trivellazione), non sarà determinato dalla costruzione della condotta nessun effetto di variazione dei livelli idrici e quindi del profilo d'inviluppo di piena.

2. *Riduzione della capacità di laminazione e/o di invaso dell'alveo*

La linea in progetto, essendo completamente interrata, non crea alcun ostacolo al corretto deflusso delle acque e/o all'azione di laminazione delle piene, né contrazioni areali delle fasce d'esondazione e pertanto non sottrae capacità d'invaso.

3. *Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo*

L'opera in progetto non induce alcuna modifica all'assetto morfologico dell'alveo, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo questa localizzata in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento.

4. *Interazioni in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua*

Il sistema operativo previsto ha consentito di prevedere il posizionamento della condotta ad elevata profondità di subalveo, quindi ben oltre ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento. La configurazione in subalveo a "corda molle" (con risalite a coperture ordinarie a distanze molto elevate dall'alveo attivo) consente peraltro di essere abbondantemente in sicurezza anche nei confronti di eventuali fenomeni di divagazione laterale dell'alveo attivo del corso d'acqua.

5. *Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale*

Essendo l'opera del tutto interrata, nonché essendo prevista la metodologia costruttiva in trivellazione, non saranno introdotte alterazioni al contesto naturale della regione fluviale.

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

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

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 48 di 77 |

10 CONCLUSIONI

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

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

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 in esame, è stata prevista l'adozione di un sistema di attraversamento in trivellazione, mediante la tecnica del "microtunnelling", utilizzando una fresa a bilanciamento di pressione.

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

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

L'adozione ed il rispetto dei criteri e dei vincoli suddetti, sia quelli propri del sistema di trivellazione che quelli più strettamente dipendenti dalla configurazione geometrica della tubazione, offrono pertanto ottime garanzie della stabilità dell'insieme, a breve ed a lungo termine. Pertanto si può affermare che la tecnica operativa individuata e la geometria del tunnel garantiscono i necessari livelli di sicurezza sia per il metanodotto che per l'alveo sovrastante.

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

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

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 49 di 77 |

APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO

Codice di calcolo

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

Il calcolo del profilo in moto permanente è stato eseguito per mezzo della versione 4.1.0, gennaio 2010.

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

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

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

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

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

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

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

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

dove:

- A , area della sezione bagnata (m^2);
- Λ , coefficiente di attrito di Chezy ($m^{1/2}/s$);

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 50 di 77 |

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

Condizioni di moto

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

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

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

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

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

in cui

- Y_2 e Y_1 sono le profondità d'acqua,
- Z_2 e Z_1 le quote dei punti più depressi delle sezioni trasversali rispetto a un piano di riferimento (superficie livello medio del mare),
- V_2 e V_1 le velocità medie (rapporto tra portata e area bagnata della sezione),
- α_2 e α_1 i coefficienti di Coriolis di ragguaglio delle potenze cinetiche,
- g l'accelerazione di gravità,
- ΔH le perdite di carico nel tratto considerato.

Le perdite energetiche per unità di peso che subisce la corrente fluida fra due sezioni trasversali sono espresse come segue:

$$\Delta H = L J_m + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

in cui

- L è la lunghezza del tratto in analisi,
- J_m è un valore medio rappresentativo della cadente (perdita di carico per unità di lunghezza) nel tratto medesimo,
- C è il coefficiente di contrazione o espansione.

| | | | | |
|---|--|--|------------------------|---------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 51 di 77 | Rev. 0 |

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

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

$$Q = KJ^{0.5}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Assetto geometrico

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

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 52 di 77 |

uniforme.

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

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

Condizioni al contorno

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

Le condizioni al contorno disponibili sono:

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

Risultati dei calcoli idraulici

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

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

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

E' fornita anche la linea del carico totale ottenuta come

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

dove

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 53 di 77 |

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

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

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

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

dove:

- il primo ed il quinto termine rappresentano le spinte idrodinamiche dovute alle quantità di moto (con β coefficiente di ragguglio dei flussi di quantità di moto);
- il secondo e il sesto termine rappresentano le spinte idrostatiche dovute alle pressioni (essendo $Y_{2,b}$ e $Y_{1,b}$ gli affondamenti dei baricentri delle sezioni bagnate);
- il terzo termine rappresenta la componente del peso lungo la direzione del moto (con i pendenza longitudinale del fondo dell'alveo, calcolata in base alle quote medie in ciascuna sezione);
- il quarto termine rappresenta i fattori di resistenza al moto.

| | | | | |
|---|----------------------------|--|-----------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | Fg. 54 di 77 | Rev. 0 |

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

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

```

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

```

PROJECT DATA

Project Title: chienti
Project File : chienti.prj
Run Date and Time: 13/08/2018 11:02:49

Project in SI units

PLAN DATA

Plan Title: Plan 02
Plan File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\2Chienti\chienti.p02

Geometry Title: chienti
Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\2Chienti\chienti.g01

Flow Title : chienti
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\2Chienti\chienti.f01

Plan Summary Information:

Number of: Cross Sections = 14 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: chienti
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\2Chienti\chienti.f01

Flow Data (m3/s)

| | | | | |
|---|-----------------------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 55 di 77 |

River Reach RS TR200
alveo princ 50 1366

Boundary Conditions

River Reach Profile Upstream Downstream
alveo princ TR200 Normal S = 0.006 Normal S = 0.004

GEOMETRY DATA

Geometry Title: chienti
Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\2Chienti\chienti.g01

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 50

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 242

| Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| 0 | 27.38 | 6 | 27.32 | 12 | 27.29 | 18 | 27.38 | 24 | 27.42 |
| 30 | 27.48 | 36 | 27.68 | 42 | 27.54 | 48 | 27.86 | 54 | 30.29 |
| 60 | 30.97 | 66 | 30.85 | 72 | 30.71 | 75 | 30.6 | 78 | 29.98 |
| 84 | 27.32 | 90 | 27.43 | 96 | 27.39 | 102 | 27.39 | 108 | 27.32 |
| 114 | 27.3 | 120 | 27.24 | 126 | 27.21 | 132 | 27.1 | 138 | 27.03 |
| 144 | 26.87 | 150 | 26.84 | 154 | 26.81 | 158 | 26.79 | 162 | 26.75 |
| 166 | 26.71 | 170 | 26.63 | 174 | 26.59 | 178 | 26.55 | 182 | 26.56 |
| 186 | 26.47 | 190 | 26.43 | 194 | 26.39 | 198 | 26.34 | 202 | 26.27 |
| 206 | 26.23 | 210 | 26.21 | 214 | 26.16 | 218 | 26.13 | 222 | 26.06 |
| 226 | 26.05 | 230 | 26.03 | 234 | 25.96 | 238 | 25.96 | 242 | 25.88 |
| 246 | 25.81 | 250 | 25.78 | 254 | 25.74 | 258 | 25.76 | 262 | 25.72 |
| 266 | 25.72 | 270 | 25.69 | 272 | 25.67 | 274 | 25.62 | 276 | 25.58 |
| 278 | 25.5 | 280 | 25.47 | 282 | 25.45 | 284 | 25.46 | 286 | 25.35 |
| 288 | 25.49 | 290 | 25.89 | 292 | 26.37 | 294 | 26.31 | 296 | 26.33 |
| 298 | 26.25 | 300 | 26.2 | 302 | 26.21 | 304 | 26.11 | 306 | 25.8 |
| 308 | 25.53 | 310 | 25.49 | 312 | 25.78 | 314 | 25.78 | 316 | 25.71 |
| 318 | 25.92 | 320 | 26.1 | 322 | 26.59 | 324 | 27.3 | 326 | 27.37 |
| 328 | 26.78 | 330 | 26.02 | 332 | 25.42 | 334 | 25.31 | 336 | 25.37 |
| 338 | 25.7 | 340 | 26.02 | 342 | 25.96 | 344 | 25.94 | 346 | 25.49 |
| 348 | 24.77 | 350 | 24.7 | 352 | 24.77 | 354 | 24.6 | 356 | 24.59 |
| 358 | 24.76 | 360 | 24.6 | 362 | 24.63 | 364 | 24.67 | 366 | 24.63 |
| 368 | 24.64 | 370 | 24.82 | 372 | 24.72 | 374 | 24.59 | 376 | 24.6 |
| 378 | 24.7 | 380 | 24.64 | 382 | 24.71 | 384 | 24.57 | 386 | 24.7 |
| 388 | 24.71 | 390 | 24.71 | 392 | 24.73 | 394 | 24.74 | 396 | 24.74 |
| 398 | 24.79 | 400 | 24.85 | 402 | 24.91 | 404 | 24.96 | 406 | 24.99 |
| 408 | 25.01 | 410 | 24.94 | 412 | 24.79 | 414 | 24.78 | 416 | 24.39 |
| 418 | 24.24 | 420 | 24.2 | 422 | 24.11 | 424 | 24.1 | 426 | 24.44 |
| 428 | 24.55 | 430 | 24.5 | 432 | 24.16 | 434 | 24.3 | 436 | 24.6 |
| 438 | 25.47 | 440 | 26.34 | 442 | 26.63 | 444 | 26.39 | 446 | 26.21 |
| 448 | 26.17 | 450 | 26.16 | 452 | 26.28 | 454 | 26.39 | 456 | 25.83 |
| 458 | 25.25 | 460 | 25.44 | 462 | 25.5 | 464 | 25.77 | 466 | 26.37 |
| 468 | 26.72 | 470 | 26.45 | 472 | 26.14 | 474 | 26.13 | 476 | 26.34 |
| 478 | 25.95 | 480 | 25.79 | 482 | 25.96 | 484 | 26.05 | 486 | 26 |
| 488 | 26.38 | 490 | 26.28 | 492 | 26.01 | 494 | 25.74 | 496 | 25.92 |
| 498 | 26.04 | 500 | 25.87 | 502 | 25.72 | 504 | 25.36 | 506 | 25.13 |
| 508 | 25.05 | 510 | 25.01 | 512 | 24.89 | 514 | 24.81 | 516 | 24.78 |
| 518 | 24.73 | 520 | 24.79 | 522 | 24.95 | 524 | 25.09 | 526 | 25.08 |
| 528 | 25.49 | 530 | 25.9 | 534 | 27.38 | 538 | 28.8 | 542 | 28.9 |
| 546 | 29 | 550 | 29.49 | 554 | 31.35 | 558 | 31.85 | 562 | 31.93 |
| 566 | 31.88 | 570 | 31.81 | 574 | 31.28 | 578 | 29.56 | 582 | 27.89 |
| 586 | 26.26 | 590 | 25.46 | 594 | 25.2 | 598 | 25.18 | 602 | 25.22 |
| 606 | 25.27 | 610 | 25.28 | 614 | 25.36 | 618 | 25.43 | 622 | 25.57 |
| 626 | 25.72 | 630 | 25.92 | 634 | 26.16 | 638 | 26.3 | 642 | 26.49 |
| 646 | 26.64 | 650 | 26.75 | 656 | 26.91 | 662 | 27.04 | 668 | 27.09 |

| | | | | |
|---|----------------------------|--|-----------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | Fg. 56 di 77 | Rev. 0 |

| | | | | | | | | | |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| 674 | 27.15 | 680 | 27.21 | 686 | 27.26 | 692 | 27.28 | 698 | 27.26 |
| 704 | 27.31 | 710 | 27.32 | 716 | 27.35 | 722 | 27.36 | 728 | 27.47 |
| 734 | 27.52 | 740 | 27.55 | 746 | 27.52 | 752 | 27.62 | 758 | 27.58 |
| 764 | 27.62 | 770 | 27.68 | 776 | 27.54 | 782 | 27.63 | 788 | 27.69 |
| 794 | 27.71 | 800 | 27.69 | | | | | | |

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 330 .035 440 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
330 440 102.023 102.023 102.023 .1 .3
Left Levee Station= 75 Elevation= 30.6
Right Levee Station= 562 Elevation= 31.93

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

| | | | | | |
|--------------------|----------|----------------------|----------|---------|----------|
| E.G. Elev (m) | 27.63 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m) | 0.50 | Wt. n-Val. | 0.055 | 0.035 | 0.055 |
| W.S. Elev (m) | 27.13 | Reach Len. (m) | 102.02 | 102.02 | 102.02 |
| Crit W.S. (m) | 26.98 | Flow Area (m2) | 181.18 | 253.08 | 125.25 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.005504 | Area (m2) | 181.18 | 253.08 | 125.25 |
| Q Total (m3/s) | 1366.00 | Flow (m3/s) | 231.82 | 929.95 | 204.23 |
| Top Width (m) | 399.55 | Top Width (m) | 196.23 | 110.00 | 93.32 |
| Vel Total (m/s) | 2.44 | Avg. Vel. (m/s) | 1.28 | 3.67 | 1.63 |
| Max Chl Dpth (m) | 3.03 | Hydr. Depth (m) | 0.92 | 2.30 | 1.34 |
| Conv. Total (m3/s) | 18412.1 | Conv. (m3/s) | 3124.7 | 12534.7 | 2752.7 |
| Length Wtd. (m) | 102.02 | Wetted Per. (m) | 196.78 | 110.88 | 94.25 |
| Min Ch El (m) | 24.10 | Shear (N/m2) | 49.70 | 123.20 | 71.73 |
| Alpha | 1.66 | Stream Power (N/m s) | 38302.30 | 3590.84 | 26907.37 |
| Frctn Loss (m) | 0.51 | Cum Volume (1000 m3) | 75.25 | 446.13 | 98.96 |
| C & E Loss (m) | 0.02 | Cum SA (1000 m2) | 112.08 | 174.02 | 129.17 |

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 46.6666*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 466

| Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 0 | 28.28 | 5.125 | 28.252 | 6.56 | 28.242 | 10.25 | 28.229 | 13.12 | 28.216 |
| 15.375 | 28.234 | 19.68 | 28.257 | 20.5 | 28.257 | 25.625 | 28.244 | 26.24 | 28.249 |
| 30.75 | 28.294 | 32.8 | 28.307 | 35.875 | 28.369 | 39.36 | 28.426 | 41 | 28.397 |
| 45.92 | 28.304 | 46.125 | 28.31 | 51.25 | 28.41 | 52.48 | 28.431 | 56.375 | 29.332 |
| 59.04 | 29.947 | 61.5 | 30.077 | 65.6 | 30.365 | 66.625 | 30.354 | 71.75 | 30.228 |
| 72.16 | 30.222 | 76.875 | 30.136 | 78.72 | 30.093 | 82 | 29.99 | 86 | 29.173 |
| 90 | 28.313 | 94 | 26.92 | 99.423 | 27.008 | 101.623 | 27.003 | 104.846 | 26.985 |
| 109.246 | 26.983 | 110.268 | 26.978 | 115.691 | 26.9 | 116.869 | 26.89 | 121.114 | 26.86 |
| 124.491 | 26.818 | 126.537 | 26.8 | 131.959 | 26.77 | 132.114 | 26.768 | 137.382 | 26.69 |
| 139.737 | 26.666 | 142.805 | 26.632 | 144.819 | 26.587 | 148.228 | 26.507 | 149.901 | 26.494 |
| 153.65 | 26.48 | 154.983 | 26.473 | 157.266 | 26.466 | 160.065 | 26.463 | 160.881 | 26.456 |
| 164.496 | 26.413 | 165.147 | 26.405 | 168.111 | 26.393 | 170.229 | 26.369 | 171.726 | 26.347 |
| 175.31 | 26.32 | 175.341 | 26.32 | 178.957 | 26.293 | 180.392 | 26.296 | 182.572 | 26.294 |
| 185.474 | 26.238 | 186.187 | 26.229 | 189.802 | 26.211 | 190.556 | 26.208 | 193.417 | 26.168 |
| 195.638 | 26.133 | 197.033 | 26.122 | 200.648 | 26.08 | 200.72 | 26.079 | 204.263 | 26.03 |
| 205.802 | 26.014 | 207.878 | 26.007 | 210.884 | 25.979 | 211.493 | 25.971 | 215.108 | 25.939 |
| 215.966 | 25.926 | 218.724 | 25.879 | 221.048 | 25.866 | 222.339 | 25.86 | 225.954 | 25.837 |
| 226.13 | 25.834 | 229.569 | 25.77 | 231.211 | 25.76 | 233.184 | 25.744 | 236.293 | 25.674 |
| 236.799 | 25.662 | 240.415 | 25.585 | 241.375 | 25.571 | 244.03 | 25.536 | 246.457 | 25.499 |
| 247.645 | 25.482 | 251.26 | 25.472 | 251.539 | 25.468 | 254.875 | 25.408 | 256.621 | 25.39 |
| 258.491 | 25.38 | 261.703 | 25.346 | 262.106 | 25.341 | 263.913 | 25.318 | 265.721 | 25.276 |
| 266.785 | 25.254 | 267.528 | 25.242 | 269.336 | 25.185 | 271.144 | 25.161 | 271.867 | 25.155 |
| 272.951 | 25.11 | 274.759 | 25.055 | 276.566 | 24.92 | 276.949 | 24.926 | 278.374 | 25.047 |
| 280.182 | 25.373 | 281.989 | 25.752 | 282.03 | 25.752 | 283.797 | 25.732 | 285.604 | 25.764 |
| 287.112 | 25.736 | 287.412 | 25.728 | 289.22 | 25.704 | 291.027 | 25.721 | 292.194 | 25.684 |
| 292.835 | 25.663 | 294.642 | 25.466 | 294.735 | 25.457 | 296.45 | 25.255 | 297.276 | 25.228 |
| 298.257 | 25.208 | 299.817 | 25.367 | 300.065 | 25.398 | 301.873 | 25.431 | 302.358 | 25.427 |

| | | | | |
|---|--------------------|--|----------------------|----------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 57 di 77 |

| | | | | | | | | | |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 303.68 | 25.334 | 304.899 | 25.374 | 305.488 | 25.405 | 307.295 | 25.48 | 307.44 | 25.503 |
| 309.103 | 25.812 | 309.981 | 26.047 | 310.911 | 26.395 | 312.522 | 26.618 | 312.718 | 26.621 |
| 314.526 | 26.209 | 315.063 | 26.053 | 316.333 | 25.673 | 316.969 | 25.496 | 318.242 | 25.184 |
| 319.135 | 24.97 | 319.514 | 24.923 | 320.786 | 24.837 | 321.936 | 24.807 | 322.058 | 24.808 |
| 323.33 | 24.84 | 324.602 | 24.875 | 324.738 | 24.882 | 325.874 | 25.019 | 327.147 | 25.133 |
| 327.539 | 25.161 | 328.419 | 25.224 | 329.691 | 25.294 | 330.34 | 25.348 | 330.963 | 25.344 |
| 332.235 | 25.323 | 333.142 | 25.26 | 333.507 | 25.238 | 334.779 | 25.202 | 335.943 | 25.215 |
| 336.052 | 25.205 | 337.324 | 25.086 | 338.596 | 24.933 | 338.745 | 24.917 | 339.868 | 24.728 |
| 341.14 | 24.513 | 341.546 | 24.444 | 342.412 | 24.432 | 343.684 | 24.408 | 344.348 | 24.445 |
| 344.957 | 24.5 | 346.229 | 24.491 | 347.149 | 24.511 | 347.501 | 24.499 | 348.773 | 24.458 |
| 349.95 | 24.373 | 350.045 | 24.37 | 351.317 | 24.403 | 352.589 | 24.367 | 352.752 | 24.365 |
| 353.862 | 24.398 | 355.134 | 24.446 | 355.553 | 24.46 | 356.406 | 24.421 | 357.678 | 24.362 |
| 358.355 | 24.331 | 358.95 | 24.331 | 360.222 | 24.33 | 361.156 | 24.334 | 361.494 | 24.337 |
| 362.767 | 24.342 | 363.957 | 24.35 | 364.039 | 24.349 | 365.311 | 24.327 | 366.583 | 24.298 |
| 366.759 | 24.303 | 367.855 | 24.346 | 369.127 | 24.376 | 369.56 | 24.376 | 370.399 | 24.409 |
| 371.671 | 24.474 | 372.362 | 24.511 | 372.944 | 24.503 | 374.216 | 24.493 | 375.163 | 24.48 |
| 375.488 | 24.473 | 376.76 | 24.441 | 377.965 | 24.388 | 378.032 | 24.387 | 379.304 | 24.387 |
| 380.577 | 24.37 | 380.766 | 24.38 | 381.849 | 24.462 | 383.121 | 24.419 | 383.567 | 24.429 |
| 384.393 | 24.415 | 385.665 | 24.423 | 386.369 | 24.399 | 386.937 | 24.396 | 388.209 | 24.417 |
| 389.17 | 24.416 | 389.481 | 24.4 | 390.754 | 24.361 | 391.972 | 24.33 | 392.026 | 24.332 |
| 393.298 | 24.351 | 394.57 | 24.37 | 394.773 | 24.377 | 395.842 | 24.379 | 397.114 | 24.392 |
| 397.574 | 24.393 | 398.386 | 24.393 | 399.659 | 24.397 | 400.376 | 24.4 | 400.931 | 24.406 |
| 402.203 | 24.409 | 403.177 | 24.411 | 403.475 | 24.411 | 404.747 | 24.444 | 405.979 | 24.453 |
| 406.019 | 24.453 | 407.291 | 24.433 | 408.564 | 24.41 | 408.78 | 24.411 | 409.836 | 24.426 |
| 411.108 | 24.461 | 411.582 | 24.465 | 412.38 | 24.475 | 413.652 | 24.466 | 414.383 | 24.477 |
| 414.924 | 24.484 | 416.196 | 24.489 | 417.184 | 24.477 | 417.469 | 24.473 | 418.741 | 24.495 |
| 419.986 | 24.428 | 420.013 | 24.427 | 421.285 | 24.399 | 422.557 | 24.365 | 422.787 | 24.361 |
| 423.829 | 24.342 | 425.101 | 24.351 | 425.589 | 24.35 | 426.374 | 24.33 | 427.646 | 24.306 |
| 428.39 | 24.344 | 428.918 | 24.361 | 430.19 | 24.319 | 431.191 | 24.299 | 431.462 | 24.303 |
| 432.734 | 24.343 | 433.993 | 24.449 | 434.006 | 24.449 | 435.279 | 24.484 | 436.551 | 24.453 |
| 436.794 | 24.439 | 437.823 | 24.44 | 439.095 | 24.315 | 439.596 | 24.314 | 440.367 | 24.333 |
| 441.639 | 23.994 | 442.397 | 23.846 | 442.911 | 23.739 | 444.184 | 23.728 | 445.199 | 23.656 |
| 445.456 | 23.643 | 446.728 | 23.573 | 448 | 23.523 | 449.077 | 23.6 | 450.154 | 23.736 |
| 451.231 | 23.876 | 451.5 | 23.914 | 452.308 | 23.994 | 453.385 | 24.096 | 454.462 | 24.172 |
| 455 | 24.202 | 455.538 | 24.215 | 456.615 | 24.238 | 457.692 | 24.241 | 458.5 | 24.258 |
| 458.769 | 24.249 | 459.846 | 24.193 | 460.923 | 24.156 | 462 | 24.093 | 463.077 | 24.152 |
| 464.154 | 24.217 | 465.231 | 24.249 | 465.5 | 24.267 | 466.308 | 24.343 | 468.462 | 24.509 |
| 469 | 24.558 | 470.615 | 24.878 | 472.5 | 25.225 | 472.769 | 25.275 | 474.923 | 25.638 |
| 476 | 25.847 | 477.34 | 26.04 | 478.679 | 25.88 | 480.019 | 25.76 | 481.359 | 25.734 |
| 482.698 | 25.727 | 484.038 | 25.807 | 485.378 | 25.88 | 486.717 | 25.507 | 488.057 | 25.121 |
| 489.397 | 25.247 | 490.737 | 25.287 | 492.076 | 25.467 | 493.416 | 25.867 | 494.756 | 26.101 |
| 496.095 | 25.921 | 497.435 | 25.714 | 498.775 | 25.708 | 500.114 | 25.848 | 501.454 | 25.588 |
| 502.794 | 25.481 | 504.133 | 25.595 | 505.473 | 25.655 | 506.813 | 25.621 | 508.152 | 25.875 |
| 509.492 | 25.808 | 510.832 | 25.628 | 512.171 | 25.448 | 513.511 | 25.568 | 514.851 | 25.649 |
| 516.19 | 25.535 | 517.53 | 25.435 | 518.87 | 25.195 | 520.21 | 25.042 | 521.549 | 24.989 |
| 522.889 | 24.962 | 524.229 | 24.882 | 525.568 | 24.829 | 526.908 | 24.809 | 528.248 | 24.776 |
| 529.587 | 24.816 | 530.927 | 24.923 | 532.267 | 25.016 | 533.606 | 25.009 | 534.946 | 25.283 |
| 536.286 | 25.556 | 538.965 | 26.543 | 541.644 | 27.49 | 544.324 | 27.557 | 547.003 | 27.623 |
| 549.683 | 27.95 | 552.362 | 29.19 | 555.041 | 29.524 | 557.721 | 29.577 | 560.4 | 29.544 |
| 563.079 | 29.497 | 565.759 | 29.144 | 568.438 | 27.998 | 571.117 | 26.885 | 573.797 | 25.798 |
| 576.476 | 25.265 | 579.156 | 25.092 | 581.835 | 25.078 | 584.514 | 25.105 | 587.194 | 25.139 |
| 589.873 | 25.145 | 592.552 | 25.199 | 595.232 | 25.246 | 597.911 | 25.339 | 600.59 | 25.439 |
| 603.27 | 25.573 | 605.949 | 25.733 | 608.629 | 25.826 | 611.308 | 25.953 | 613.987 | 26.053 |
| 616.667 | 26.127 | 619.6 | 26.189 | 622.533 | 26.192 | 624 | 26.212 | 625.467 | 26.227 |
| 628.4 | 26.262 | 631.333 | 26.357 | 634.267 | 26.427 | 637.2 | 26.433 | 638.667 | 26.448 |
| 640.133 | 26.465 | 643.067 | 26.497 | 646 | 26.52 | 648.933 | 26.533 | 651.867 | 26.545 |
| 653.333 | 26.563 | 654.8 | 26.58 | 657.733 | 26.59 | 660.667 | 26.627 | 663.6 | 26.639 |
| 666.533 | 26.641 | 668 | 26.643 | 669.467 | 26.641 | 672.4 | 26.632 | 675.333 | 26.62 |
| 678.267 | 26.637 | 681.2 | 26.683 | 682.667 | 26.682 | 684.133 | 26.675 | 687.067 | 26.684 |
| 690 | 26.693 | 694.4 | 26.682 | 697.333 | 26.699 | 698.8 | 26.705 | 703.2 | 26.702 |
| 704.667 | 26.7 | 707.6 | 26.723 | 712 | 26.773 | 716.4 | 26.763 | 719.333 | 26.774 |
| 720.8 | 26.777 | 725.2 | 26.806 | 726.667 | 26.804 | 729.6 | 26.785 | 734 | 26.777 |
| 738.4 | 26.82 | 741.333 | 26.844 | 742.8 | 26.838 | 747.2 | 26.812 | 748.667 | 26.812 |
| 751.6 | 26.834 | 756 | 26.847 | 760.4 | 26.844 | 763.333 | 26.842 | 764.8 | 26.815 |
| 769.2 | 26.772 | 770.667 | 26.761 | 773.6 | 26.801 | 778 | 26.85 | 782.4 | 26.871 |
| 785.333 | 26.882 | 786.8 | 26.883 | 791.2 | 26.861 | 792.667 | 26.873 | 795.6 | 26.888 |
| 800 | 26.887 | | | | | | | | |

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 316.333 .035 476 .055

| | | | | |
|---|--------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 58 di 77 |

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
316.333 476 102.023 102.023 102.023 .1 .3
Left Levee Station= 82 Elevation= 29.99
Right Levee Station= 557.72 Elevation= 29.58

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

| E.G. Elev (m) | 27.10 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|----------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.45 | Wt. n-Val. | 0.055 | 0.035 | 0.055 |
| W.S. Elev (m) | 26.65 | Reach Len. (m) | 102.02 | 102.02 | 102.02 |
| Crit W.S. (m) | 26.38 | Flow Area (m2) | 136.82 | 347.22 | 73.48 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.004578 | Area (m2) | 136.82 | 347.22 | 73.48 |
| Q Total (m3/s) | 1366.00 | Flow (m3/s) | 142.42 | 1124.40 | 99.18 |
| Top Width (m) | 398.33 | Top Width (m) | 175.39 | 159.67 | 63.28 |
| Vel Total (m/s) | 2.45 | Avg. Vel. (m/s) | 1.04 | 3.24 | 1.35 |
| Max Chl Dpth (m) | 3.13 | Hydr. Depth (m) | 0.78 | 2.17 | 1.16 |
| Conv. Total (m3/s) | 20190.0 | Conv. (m3/s) | 2105.0 | 16619.1 | 1465.9 |
| Length Wtd. (m) | 102.02 | Wetted Per. (m) | 175.79 | 160.14 | 63.94 |
| Min Ch El (m) | 23.52 | Shear (N/m2) | 34.94 | 97.33 | 51.59 |
| Alpha | 1.48 | Stream Power (N/m s) | 38302.30 | 3925.99 | 26702.45 |
| Frctn Loss (m) | 0.47 | Cum Volume (1000 m3) | 59.03 | 415.51 | 88.82 |
| C & E Loss (m) | 0.02 | Cum SA (1000 m2) | 93.12 | 160.26 | 121.19 |

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 43.3333*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 466

| Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 0 | 29.18 | 5.562 | 29.171 | 7.12 | 29.165 | 11.125 | 29.154 | 14.24 | 29.143 |
| 16.688 | 29.147 | 21.36 | 29.133 | 22.25 | 29.128 | 27.812 | 29.072 | 28.48 | 29.078 |
| 33.375 | 29.127 | 35.6 | 29.133 | 38.938 | 29.165 | 42.72 | 29.173 | 44.5 | 29.148 |
| 49.84 | 29.069 | 50.062 | 29.07 | 55.625 | 29.02 | 56.96 | 29.002 | 61.188 | 29.361 |
| 64.08 | 29.603 | 66.75 | 29.608 | 71.2 | 29.761 | 72.312 | 29.757 | 77.875 | 29.599 |
| 78.32 | 29.593 | 83.438 | 29.523 | 85.44 | 29.476 | 89 | 29.38 | 94 | 28.367 |
| 99 | 27.977 | 104 | 26.52 | 108.846 | 26.585 | 110.811 | 26.591 | 113.691 | 26.581 |
| 117.623 | 26.577 | 118.537 | 26.565 | 123.382 | 26.48 | 124.434 | 26.465 | 128.228 | 26.419 |
| 131.246 | 26.374 | 133.073 | 26.36 | 137.919 | 26.331 | 138.057 | 26.329 | 142.764 | 26.28 |
| 144.869 | 26.263 | 147.61 | 26.234 | 149.41 | 26.204 | 152.455 | 26.143 | 153.95 | 26.127 |
| 157.301 | 26.12 | 158.491 | 26.116 | 160.531 | 26.122 | 163.032 | 26.132 | 163.762 | 26.123 |
| 166.992 | 26.076 | 167.573 | 26.068 | 170.222 | 26.076 | 172.114 | 26.074 | 173.453 | 26.063 |
| 176.655 | 26.05 | 176.683 | 26.05 | 179.913 | 26.037 | 181.196 | 26.038 | 183.144 | 26.029 |
| 185.737 | 25.989 | 186.374 | 25.987 | 189.604 | 25.993 | 190.278 | 25.994 | 192.835 | 25.946 |
| 194.819 | 25.906 | 196.065 | 25.904 | 199.295 | 25.89 | 199.36 | 25.89 | 202.526 | 25.83 |
| 203.901 | 25.807 | 205.756 | 25.803 | 208.442 | 25.789 | 208.986 | 25.783 | 212.217 | 25.749 |
| 212.983 | 25.738 | 215.447 | 25.698 | 217.524 | 25.678 | 218.678 | 25.67 | 221.908 | 25.644 |
| 222.065 | 25.642 | 225.138 | 25.579 | 226.606 | 25.56 | 228.369 | 25.529 | 231.147 | 25.457 |
| 231.599 | 25.445 | 234.829 | 25.36 | 235.688 | 25.341 | 238.06 | 25.292 | 240.229 | 25.244 |
| 241.29 | 25.224 | 244.52 | 25.184 | 244.77 | 25.179 | 247.751 | 25.097 | 249.31 | 25.06 |
| 250.981 | 25.04 | 253.851 | 24.998 | 254.211 | 24.992 | 255.827 | 24.967 | 257.442 | 24.931 |
| 258.392 | 24.912 | 259.057 | 24.904 | 260.672 | 24.87 | 262.287 | 24.853 | 262.933 | 24.847 |
| 263.902 | 24.769 | 265.518 | 24.649 | 267.133 | 24.489 | 267.474 | 24.473 | 268.748 | 24.603 |
| 270.363 | 24.855 | 271.978 | 25.134 | 272.015 | 25.136 | 273.594 | 25.154 | 275.209 | 25.198 |
| 276.556 | 25.208 | 276.824 | 25.206 | 278.439 | 25.209 | 280.054 | 25.231 | 281.097 | 25.222 |
| 281.669 | 25.217 | 283.285 | 25.132 | 283.368 | 25.129 | 284.9 | 24.98 | 285.638 | 24.944 |
| 286.515 | 24.926 | 287.909 | 24.993 | 288.13 | 25.016 | 289.745 | 25.082 | 290.179 | 25.094 |
| 291.36 | 24.959 | 292.45 | 24.897 | 292.976 | 24.891 | 294.591 | 24.861 | 294.72 | 24.866 |
| 296.206 | 25.034 | 296.99 | 25.158 | 297.821 | 25.49 | 299.261 | 25.874 | 299.436 | 25.873 |
| 301.051 | 25.638 | 301.531 | 25.551 | 302.667 | 25.327 | 303.485 | 25.108 | 305.121 | 24.757 |
| 306.27 | 24.52 | 306.757 | 24.442 | 308.393 | 24.318 | 309.872 | 24.303 | 310.029 | 24.304 |
| 311.665 | 24.34 | 313.301 | 24.382 | 313.475 | 24.395 | 314.937 | 24.535 | 316.573 | 24.611 |
| 317.078 | 24.623 | 318.209 | 24.647 | 319.845 | 24.642 | 320.681 | 24.677 | 321.481 | 24.682 |
| 323.118 | 24.666 | 324.284 | 24.56 | 324.754 | 24.519 | 326.39 | 24.456 | 327.887 | 24.49 |
| 328.026 | 24.488 | 329.662 | 24.453 | 331.298 | 24.351 | 331.489 | 24.344 | 332.934 | 24.254 |
| 334.57 | 24.151 | 335.092 | 24.119 | 336.206 | 24.116 | 337.842 | 24.099 | 338.695 | 24.191 |
| 339.478 | 24.285 | 341.114 | 24.236 | 342.298 | 24.253 | 342.75 | 24.25 | 344.386 | 24.244 |

| | | | | |
|---|--------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | | Regione Marche | |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | Fg. 59 di 77 | Rev. 0 |

| | | | | | | | | | |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 345.901 | 24.146 | 346.023 | 24.14 | 347.659 | 24.212 | 349.295 | 24.144 | 349.504 | 24.14 |
| 350.931 | 24.139 | 352.567 | 24.158 | 353.106 | 24.16 | 354.203 | 24.13 | 355.839 | 24.086 |
| 356.709 | 24.063 | 357.475 | 24.055 | 359.111 | 24.04 | 360.312 | 24.038 | 360.747 | 24.038 |
| 362.383 | 24.031 | 363.915 | 24.03 | 364.019 | 24.03 | 365.655 | 24.004 | 367.291 | 23.964 |
| 367.518 | 23.976 | 368.928 | 24.058 | 370.564 | 24.113 | 371.121 | 24.111 | 372.2 | 24.125 |
| 373.836 | 24.172 | 374.723 | 24.201 | 375.472 | 24.206 | 377.108 | 24.231 | 378.326 | 24.24 |
| 378.744 | 24.242 | 380.38 | 24.235 | 381.929 | 24.185 | 382.016 | 24.183 | 383.652 | 24.178 |
| 385.288 | 24.14 | 385.532 | 24.16 | 386.924 | 24.286 | 388.56 | 24.155 | 389.135 | 24.158 |
| 390.196 | 24.147 | 391.833 | 24.192 | 392.738 | 24.157 | 393.469 | 24.138 | 395.105 | 24.149 |
| 396.34 | 24.121 | 396.741 | 24.105 | 398.377 | 24.09 | 399.943 | 24.089 | 400.013 | 24.091 |
| 401.649 | 24.071 | 403.285 | 24.05 | 403.546 | 24.053 | 404.921 | 24.055 | 406.557 | 24.076 |
| 407.149 | 24.077 | 408.193 | 24.077 | 409.829 | 24.083 | 410.752 | 24.091 | 411.465 | 24.098 |
| 413.101 | 24.094 | 414.355 | 24.092 | 414.738 | 24.09 | 416.374 | 24.152 | 417.957 | 24.166 |
| 418.01 | 24.167 | 419.646 | 24.127 | 421.282 | 24.08 | 421.56 | 24.081 | 422.918 | 24.093 |
| 424.554 | 24.141 | 425.163 | 24.141 | 426.19 | 24.142 | 427.826 | 24.098 | 428.766 | 24.103 |
| 429.462 | 24.107 | 431.098 | 24.09 | 432.369 | 24.045 | 432.734 | 24.032 | 434.37 | 24.053 |
| 435.972 | 23.897 | 436.006 | 23.893 | 437.643 | 23.825 | 439.279 | 23.743 | 439.574 | 23.732 |
| 440.915 | 23.686 | 442.551 | 23.696 | 443.177 | 23.689 | 444.187 | 23.67 | 445.823 | 23.653 |
| 446.78 | 23.748 | 447.459 | 23.811 | 449.095 | 23.795 | 450.383 | 23.808 | 450.731 | 23.816 |
| 452.367 | 23.901 | 453.986 | 24.118 | 454.003 | 24.119 | 455.639 | 24.367 | 457.275 | 24.481 |
| 457.589 | 24.488 | 458.911 | 24.545 | 460.548 | 24.362 | 461.191 | 24.387 | 462.184 | 24.436 |
| 463.82 | 23.777 | 464.794 | 23.491 | 465.456 | 23.294 | 467.092 | 23.314 | 468.397 | 23.202 |
| 468.728 | 23.176 | 470.364 | 23.042 | 472 | 22.947 | 473.538 | 22.995 | 475.077 | 23.163 |
| 476.615 | 23.338 | 477 | 23.388 | 478.154 | 23.522 | 479.692 | 23.693 | 481.231 | 23.811 |
| 482 | 23.853 | 482.769 | 23.887 | 484.308 | 23.949 | 485.846 | 23.971 | 487 | 24.017 |
| 487.385 | 24.025 | 488.923 | 24.016 | 490.462 | 24.048 | 492 | 24.027 | 493.538 | 24.101 |
| 495.077 | 24.189 | 496.615 | 24.21 | 497 | 24.233 | 498.154 | 24.316 | 501.231 | 24.465 |
| 502 | 24.515 | 504.308 | 24.754 | 507 | 24.98 | 507.385 | 25.012 | 510.462 | 25.204 |
| 512 | 25.353 | 512.679 | 25.45 | 513.359 | 25.37 | 514.038 | 25.31 | 514.717 | 25.297 |
| 515.397 | 25.294 | 516.076 | 25.334 | 516.756 | 25.371 | 517.435 | 25.184 | 518.114 | 24.991 |
| 518.794 | 25.055 | 519.473 | 25.075 | 520.152 | 25.165 | 520.832 | 25.365 | 521.511 | 25.482 |
| 522.19 | 25.392 | 522.87 | 25.289 | 523.549 | 25.285 | 524.229 | 25.356 | 524.908 | 25.226 |
| 525.587 | 25.173 | 526.267 | 25.229 | 526.946 | 25.259 | 527.625 | 25.243 | 528.305 | 25.37 |
| 528.984 | 25.337 | 529.664 | 25.247 | 530.343 | 25.157 | 531.022 | 25.217 | 531.702 | 25.257 |
| 532.381 | 25.2 | 533.06 | 25.151 | 533.74 | 25.031 | 534.419 | 24.954 | 535.098 | 24.928 |
| 535.778 | 24.914 | 536.457 | 24.875 | 537.137 | 24.848 | 537.816 | 24.838 | 538.495 | 24.822 |
| 539.175 | 24.842 | 539.854 | 24.895 | 540.533 | 24.942 | 541.213 | 24.939 | 541.892 | 25.076 |
| 542.571 | 25.212 | 543.93 | 25.706 | 545.289 | 26.18 | 546.648 | 26.213 | 548.006 | 26.247 |
| 549.365 | 26.41 | 550.724 | 27.031 | 552.083 | 27.197 | 553.441 | 27.224 | 554.8 | 27.208 |
| 556.159 | 27.185 | 557.517 | 27.009 | 558.876 | 26.435 | 560.235 | 25.879 | 561.594 | 25.336 |
| 562.952 | 25.07 | 564.311 | 24.983 | 565.67 | 24.977 | 567.029 | 24.99 | 568.387 | 25.007 |
| 569.746 | 25.011 | 571.105 | 25.038 | 572.464 | 25.061 | 573.822 | 25.108 | 575.181 | 25.158 |
| 576.54 | 25.225 | 577.898 | 25.306 | 579.257 | 25.353 | 580.616 | 25.416 | 581.975 | 25.466 |
| 583.333 | 25.503 | 586.8 | 25.565 | 590.267 | 25.506 | 592 | 25.513 | 593.733 | 25.519 |
| 597.2 | 25.536 | 600.667 | 25.673 | 604.133 | 25.793 | 607.6 | 25.787 | 609.333 | 25.807 |
| 611.067 | 25.827 | 614.533 | 25.869 | 618 | 25.89 | 621.467 | 25.891 | 624.933 | 25.893 |
| 626.667 | 25.917 | 628.4 | 25.94 | 631.867 | 25.94 | 635.333 | 25.993 | 638.8 | 26.009 |
| 642.267 | 26.005 | 644 | 26.007 | 645.733 | 26.005 | 649.2 | 25.996 | 652.667 | 25.98 |
| 656.133 | 25.993 | 659.6 | 26.067 | 661.333 | 26.053 | 663.067 | 26.037 | 666.533 | 26.052 |
| 670 | 26.067 | 675.2 | 26.026 | 678.667 | 26.048 | 680.4 | 26.057 | 685.6 | 26.046 |
| 687.333 | 26.04 | 690.8 | 26.041 | 696 | 26.077 | 701.2 | 26.027 | 704.667 | 26.029 |
| 706.4 | 26.029 | 711.6 | 26.068 | 713.333 | 26.059 | 716.8 | 26.033 | 722 | 26.033 |
| 727.2 | 26.06 | 730.667 | 26.069 | 732.4 | 26.064 | 737.6 | 26.036 | 739.333 | 26.044 |
| 742.8 | 26.072 | 748 | 26.073 | 753.2 | 26.032 | 756.667 | 26.004 | 758.4 | 25.977 |
| 763.6 | 25.976 | 765.333 | 25.982 | 768.8 | 26.025 | 774 | 26.07 | 779.2 | 26.075 |
| 782.667 | 26.074 | 784.4 | 26.071 | 789.6 | 26.015 | 791.333 | 26.037 | 794.8 | 26.074 |
| 800 | 26.083 | | | | | | | | |

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val
0 .055 302.667 .035 458.911 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
302.667 458.911 102.023 102.023 102.023 .1 .3
Left Levee Station= 89 Elevation= 29.38
Right Levee Station= 552.08 Elevation= 27.2

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m) 26.62 Element Left OB Channel Right OB
Vel Head (m) 0.40 Wt. n-Val. 0.055 0.035 0.055

| | | | | |
|---|--------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 60 di 77 |

| | | | | | |
|--------------------|----------|----------------------|----------|---------|----------|
| W.S. Elev (m) | 26.22 | Reach Len. (m) | 102.02 | 102.02 | 102.02 |
| Crit W.S. (m) | 25.83 | Flow Area (m2) | 106.10 | 320.38 | 150.70 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.004593 | Area (m2) | 106.10 | 320.38 | 150.70 |
| Q Total (m3/s) | 1366.00 | Flow (m3/s) | 101.67 | 1000.25 | 264.08 |
| Top Width (m) | 398.79 | Top Width (m) | 154.41 | 156.24 | 88.14 |
| Vel Total (m/s) | 2.37 | Avg. Vel. (m/s) | 0.96 | 3.12 | 1.75 |
| Max Chl Dpth (m) | 3.28 | Hydr. Depth (m) | 0.69 | 2.05 | 1.71 |
| Conv. Total (m3/s) | 20156.0 | Conv. (m3/s) | 1500.2 | 14759.2 | 3896.6 |
| Length Wtd. (m) | 102.02 | Wetted Per. (m) | 154.69 | 156.48 | 88.87 |
| Min Ch El (m) | 23.65 | Shear (N/m2) | 30.89 | 92.22 | 76.38 |
| Alpha | 1.39 | Stream Power (N/m s) | 38302.30 | 4261.13 | 26432.42 |
| Frctn Loss (m) | 0.63 | Cum Volume (1000 m3) | 46.64 | 381.45 | 77.38 |
| C & E Loss (m) | 0.02 | Cum SA (1000 m2) | 76.30 | 144.15 | 113.46 |

depths were found at this location. The critical depth with the lowest, valid, energy was used.

CROSS SECTION

RIVER: alveo

REACH: princ RS: 40

INPUT

Description:

| Station Elevation Data | | num= | | 243 | | | | | |
|------------------------|-------|------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev |
| 0 | 30.08 | 6 | 30.09 | 12 | 30.08 | 18 | 30.06 | 24 | 30 |
| 30 | 29.9 | 36 | 29.96 | 42 | 29.96 | 48 | 29.9 | 54 | 29.83 |
| 60 | 29.63 | 66 | 29.39 | 72 | 29.14 | 78 | 29.16 | 84 | 28.97 |
| 90 | 28.91 | 96 | 28.77 | 102 | 27.56 | 108 | 27.64 | 114 | 26.12 |
| 120 | 26.18 | 126 | 26.17 | 132 | 26.04 | 138 | 25.93 | 144 | 25.89 |
| 150 | 25.86 | 154 | 25.82 | 158 | 25.76 | 162 | 25.76 | 166 | 25.8 |
| 170 | 25.73 | 174 | 25.78 | 178 | 25.78 | 182 | 25.78 | 186 | 25.74 |
| 190 | 25.78 | 194 | 25.68 | 198 | 25.7 | 202 | 25.6 | 206 | 25.6 |
| 210 | 25.55 | 214 | 25.49 | 218 | 25.45 | 222 | 25.36 | 226 | 25.24 |
| 230 | 25.11 | 234 | 24.99 | 238 | 24.89 | 242 | 24.73 | 246 | 24.65 |
| 250 | 24.57 | 254 | 24.54 | 258 | 24.02 | 262 | 24.52 | 266 | 24.68 |
| 270 | 24.76 | 272 | 24.8 | 274 | 24.66 | 276 | 24.62 | 278 | 24.76 |
| 280 | 24.42 | 282 | 24.23 | 284 | 24.27 | 286 | 25.13 | 288 | 25.05 |
| 289 | 24.98 | 290 | 24.72 | 292 | 24.33 | 294 | 23.96 | 296 | 23.8 |
| 298 | 23.8 | 300 | 23.84 | 302 | 23.89 | 304 | 24.05 | 306 | 24.09 |
| 308 | 24.07 | 310 | 23.99 | 312 | 24.02 | 314 | 24.01 | 316 | 23.8 |
| 318 | 23.71 | 320 | 23.77 | 322 | 23.82 | 324 | 23.77 | 326 | 23.78 |
| 328 | 23.79 | 330 | 23.8 | 332 | 23.79 | 334 | 24.07 | 336 | 23.98 |
| 338 | 24 | 340 | 24.03 | 342 | 23.91 | 344 | 24.02 | 346 | 23.92 |
| 348 | 23.88 | 350 | 23.87 | 352 | 23.84 | 354 | 23.81 | 356 | 23.78 |
| 358 | 23.75 | 360 | 23.74 | 362 | 23.72 | 364 | 23.71 | 366 | 23.68 |
| 368 | 23.63 | 370 | 23.77 | 372 | 23.85 | 374 | 23.84 | 376 | 23.87 |
| 378 | 23.91 | 380 | 23.97 | 382 | 24.01 | 384 | 24.03 | 386 | 23.98 |
| 388 | 23.97 | 390 | 23.91 | 392 | 24.11 | 394 | 23.89 | 396 | 23.88 |
| 398 | 23.96 | 400 | 23.88 | 402 | 23.88 | 404 | 23.81 | 406 | 23.82 |
| 408 | 23.85 | 410 | 23.79 | 412 | 23.73 | 414 | 23.73 | 416 | 23.76 |
| 418 | 23.76 | 420 | 23.77 | 422 | 23.79 | 424 | 23.78 | 426 | 23.77 |
| 428 | 23.86 | 430 | 23.88 | 432 | 23.82 | 434 | 23.75 | 436 | 23.76 |
| 438 | 23.82 | 440 | 23.81 | 442 | 23.73 | 444 | 23.73 | 446 | 23.69 |
| 448 | 23.59 | 450 | 23.61 | 452 | 23.36 | 454 | 23.25 | 456 | 23.12 |
| 458 | 23.03 | 460 | 23.04 | 462 | 23.01 | 464 | 23 | 466 | 23.26 |
| 468 | 23.27 | 470 | 23.33 | 472 | 23.46 | 474 | 23.79 | 476 | 24.25 |
| 478 | 24.51 | 480 | 24.65 | 482 | 24.41 | 484 | 24.54 | 486 | 23.56 |
| 488 | 22.85 | 490 | 22.9 | 492 | 22.71 | 494 | 22.51 | 496 | 22.37 |
| 498 | 22.39 | 500 | 22.59 | 502 | 22.8 | 504 | 23.05 | 506 | 23.29 |
| 508 | 23.45 | 510 | 23.56 | 512 | 23.66 | 514 | 23.7 | 516 | 23.8 |
| 518 | 23.84 | 520 | 23.94 | 522 | 23.96 | 524 | 24.05 | 526 | 24.16 |
| 528 | 24.17 | 530 | 24.29 | 534 | 24.42 | 538 | 24.63 | 542 | 24.75 |
| 546 | 24.77 | 548 | 24.86 | 550 | 24.88 | 554 | 24.94 | 558 | 24.82 |
| 562 | 24.81 | 566 | 24.81 | 570 | 24.99 | 574 | 25.16 | 578 | 25.14 |
| 582 | 25.19 | 586 | 25.24 | 590 | 25.26 | 594 | 25.25 | 598 | 25.24 |
| 602 | 25.3 | 606 | 25.29 | 610 | 25.36 | 614 | 25.38 | 618 | 25.37 |
| 622 | 25.37 | 626 | 25.36 | 630 | 25.34 | 634 | 25.35 | 638 | 25.45 |
| 642 | 25.4 | 646 | 25.42 | 650 | 25.44 | 656 | 25.37 | 662 | 25.41 |
| 668 | 25.39 | 674 | 25.36 | 680 | 25.38 | 686 | 25.29 | 692 | 25.28 |
| 698 | 25.33 | 704 | 25.28 | 710 | 25.29 | 716 | 25.3 | 722 | 25.29 |

| | | | | |
|---|--------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 61 di 77 |

| | | | | | | | | | |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| 728 | 25.26 | 734 | 25.31 | 740 | 25.3 | 746 | 25.22 | 752 | 25.14 |
| 758 | 25.18 | 764 | 25.25 | 770 | 25.29 | 776 | 25.28 | 782 | 25.26 |
| 788 | 25.17 | 794 | 25.26 | 800 | 25.28 | | | | |

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 289 .035 480 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
289 480 103.997 103.997 103.997 .1 .3
Left Levee Station= 96 Elevation= 28.77
Right Levee Station= 638 Elevation= 25.5

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

| | | | | | |
|--------------------|----------|----------------------|----------|---------|----------|
| E.G. Elev (m) | 25.97 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m) | 0.58 | Wt. n-Val. | 0.055 | 0.035 | 0.055 |
| W.S. Elev (m) | 25.40 | Reach Len. (m) | 104.00 | 104.00 | 104.00 |
| Crit W.S. (m) | 25.24 | Flow Area (m2) | 44.89 | 304.18 | 129.78 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.008832 | Area (m2) | 44.89 | 304.18 | 129.78 |
| Q Total (m3/s) | 1366.00 | Flow (m3/s) | 57.66 | 1112.43 | 195.91 |
| Top Width (m) | 415.36 | Top Width (m) | 68.56 | 191.00 | 155.80 |
| Vel Total (m/s) | 2.85 | Avg. Vel. (m/s) | 1.28 | 3.66 | 1.51 |
| Max Chl Dpth (m) | 3.03 | Hydr. Depth (m) | 0.65 | 1.59 | 0.83 |
| Conv. Total (m3/s) | 14535.3 | Conv. (m3/s) | 613.5 | 11837.2 | 2084.7 |
| Length Wtd. (m) | 104.00 | Wetted Per. (m) | 68.87 | 191.37 | 156.30 |
| Min Ch El (m) | 23.00 | Shear (N/m2) | 56.45 | 137.67 | 71.92 |
| Alpha | 1.39 | Stream Power (N/m s) | 38302.30 | 4596.28 | 30546.09 |
| Frctn Loss (m) | 0.90 | Cum Volume (1000 m3) | 38.94 | 349.59 | 63.08 |
| C & E Loss (m) | 0.02 | Cum SA (1000 m2) | 64.92 | 126.44 | 101.02 |

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 36.6666*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 460

| Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 0 | 28.61 | 3.882 | 28.606 | 7.765 | 28.61 | 8.25 | 28.609 | 11.647 | 28.597 |
| 15.529 | 28.597 | 16.5 | 28.592 | 19.412 | 28.572 | 23.294 | 28.546 | 24.75 | 28.536 |
| 27.176 | 28.512 | 31.059 | 28.443 | 33 | 28.392 | 34.941 | 28.334 | 38.824 | 28.23 |
| 41.25 | 28.162 | 42.706 | 28.14 | 46.588 | 28.083 | 49.5 | 28.147 | 50.471 | 28.163 |
| 54.353 | 28.183 | 57.75 | 28.195 | 58.235 | 28.194 | 62.118 | 28.135 | 66 | 28.107 |
| 69.882 | 28.075 | 73.765 | 28.063 | 74.25 | 28.067 | 77.647 | 28.062 | 81.529 | 27.739 |
| 82.5 | 27.712 | 85.412 | 27.62 | 89.294 | 27.465 | 90.75 | 27.392 | 93.176 | 27.268 |
| 97.059 | 27.296 | 99 | 27.177 | 99.647 | 27.151 | 102.235 | 27.125 | 104.824 | 27.113 |
| 107.25 | 27.148 | 107.412 | 27.148 | 110 | 27.001 | 112.588 | 27.068 | 115.176 | 28.002 |
| 115.5 | 28.033 | 117.765 | 28.276 | 120.353 | 28.293 | 122.941 | 28.277 | 123.75 | 28.281 |
| 125.529 | 28.277 | 128.118 | 28.214 | 130.706 | 28.148 | 132 | 28.1 | 134.381 | 27.498 |
| 137.556 | 26.877 | 139.143 | 26.812 | 143.111 | 26.617 | 143.905 | 26.425 | 148.667 | 24.977 |
| 153.852 | 25.029 | 154.5 | 25.029 | 159.037 | 25.029 | 160.333 | 25.008 | 164.222 | 24.946 |
| 166.167 | 24.919 | 169.407 | 24.868 | 172 | 24.85 | 174.593 | 24.84 | 177.833 | 24.831 |
| 179.778 | 24.821 | 183.235 | 24.79 | 183.667 | 24.785 | 186.691 | 24.748 | 189.5 | 24.747 |
| 190.148 | 24.747 | 193.605 | 24.776 | 195.333 | 24.753 | 197.062 | 24.727 | 200.519 | 24.754 |
| 201.167 | 24.753 | 203.975 | 24.749 | 207 | 24.743 | 207.432 | 24.743 | 210.889 | 24.71 |
| 212.833 | 24.722 | 214.346 | 24.737 | 217.802 | 24.678 | 218.667 | 24.683 | 221.259 | 24.695 |
| 224.5 | 24.634 | 224.716 | 24.63 | 228.173 | 24.636 | 230.333 | 24.619 | 231.63 | 24.604 |
| 235.086 | 24.556 | 236.167 | 24.545 | 238.543 | 24.535 | 242 | 24.487 | 245.98 | 24.446 |
| 246.04 | 24.445 | 249.96 | 24.486 | 250.081 | 24.488 | 253.94 | 24.35 | 254.121 | 24.344 |
| 257.92 | 24.07 | 258.162 | 24.05 | 261.901 | 24.277 | 262.202 | 24.299 | 265.881 | 24.341 |
| 266.242 | 24.345 | 269.861 | 24.01 | 270.283 | 23.975 | 273.841 | 23.869 | 274.323 | 23.815 |
| 277.821 | 23.467 | 278.364 | 23.505 | 281.801 | 23.805 | 282.404 | 23.823 | 285.781 | 23.763 |
| 286.444 | 23.742 | 289.761 | 23.737 | 290.485 | 23.736 | 291.751 | 23.768 | 293.741 | 23.698 |
| 294.525 | 23.696 | 295.731 | 23.686 | 297.721 | 23.789 | 298.566 | 23.697 | 299.711 | 23.656 |
| 301.702 | 23.683 | 302.606 | 23.765 | 303.692 | 23.837 | 304.626 | 24.156 | 305.682 | 24.491 |
| 306.646 | 24.494 | 307.672 | 24.445 | 308.667 | 24.377 | 309.407 | 24.193 | 310.889 | 23.913 |
| 312.37 | 23.647 | 313.852 | 23.52 | 315.333 | 23.5 | 316.815 | 23.509 | 318.296 | 23.524 |

| | | | | |
|---|--------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | | Regione Marche | |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 62 di 77 |

| | | | | | | | | | |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 319.778 | 23.613 | 321.259 | 23.622 | 322 | 23.607 | 322.741 | 23.579 | 324.222 | 23.482 |
| 325.704 | 23.459 | 327.185 | 23.41 | 328.667 | 23.227 | 330.148 | 23.124 | 331.63 | 23.122 |
| 333.111 | 23.113 | 334.593 | 23.038 | 335.333 | 23.02 | 336.074 | 23.006 | 337.556 | 22.977 |
| 339.037 | 22.948 | 340.519 | 22.906 | 342 | 23.057 | 343.481 | 22.971 | 344.963 | 22.96 |
| 346.444 | 22.954 | 347.926 | 22.849 | 348.667 | 22.873 | 349.407 | 22.909 | 350.889 | 22.839 |
| 352.37 | 22.809 | 353.852 | 22.8 | 355.333 | 22.777 | 356.815 | 22.769 | 358.296 | 22.762 |
| 359.778 | 22.754 | 361.259 | 22.76 | 362 | 22.76 | 362.741 | 22.761 | 364.222 | 22.77 |
| 365.704 | 22.766 | 367.185 | 22.748 | 368.667 | 22.857 | 370.148 | 22.927 | 371.63 | 22.937 |
| 373.111 | 22.974 | 374.593 | 23.018 | 375.333 | 23.047 | 376.074 | 23.075 | 377.556 | 23.119 |
| 379.037 | 23.149 | 380.519 | 23.133 | 382 | 23.143 | 383.481 | 23.073 | 384.963 | 23.176 |
| 386.444 | 22.999 | 387.926 | 22.962 | 388.667 | 22.973 | 389.407 | 22.973 | 390.889 | 22.864 |
| 392.37 | 22.81 | 393.852 | 22.708 | 395.333 | 22.66 | 396.815 | 22.63 | 398.296 | 22.541 |
| 399.778 | 22.451 | 401.259 | 22.401 | 402 | 22.387 | 402.741 | 22.38 | 404.222 | 22.347 |
| 405.704 | 22.32 | 407.185 | 22.3 | 408.667 | 22.26 | 410.148 | 22.216 | 411.63 | 22.238 |
| 413.111 | 22.213 | 414.593 | 22.136 | 415.333 | 22.093 | 416.074 | 22.064 | 417.556 | 22.058 |
| 419.037 | 22.085 | 420.519 | 22.066 | 422 | 22 | 423.481 | 22.009 | 424.963 | 21.991 |
| 426.444 | 21.933 | 427.926 | 21.956 | 428.667 | 21.877 | 429.407 | 21.793 | 430.889 | 21.719 |
| 432.37 | 21.631 | 433.852 | 21.571 | 435.333 | 21.577 | 436.815 | 21.559 | 438.296 | 21.554 |
| 439.778 | 21.73 | 441.259 | 21.739 | 442 | 21.76 | 442.741 | 21.78 | 444.222 | 21.866 |
| 445.704 | 22.085 | 447.185 | 22.391 | 448.667 | 22.563 | 450.148 | 22.649 | 451.63 | 22.482 |
| 453.111 | 22.561 | 454.593 | 21.9 | 455.333 | 21.66 | 456.074 | 21.42 | 457.556 | 21.446 |
| 459.037 | 21.311 | 460.519 | 21.171 | 462 | 21.07 | 463.473 | 21.098 | 464.436 | 21.108 |
| 464.946 | 21.138 | 466.419 | 21.235 | 466.872 | 21.265 | 467.891 | 21.335 | 469.308 | 21.397 |
| 469.364 | 21.401 | 470.837 | 21.495 | 471.744 | 21.551 | 472.31 | 21.584 | 473.783 | 21.664 |
| 474.179 | 21.695 | 475.256 | 21.757 | 476.615 | 21.838 | 476.729 | 21.843 | 478.202 | 21.921 |
| 479.051 | 21.941 | 479.674 | 21.954 | 481.147 | 22.001 | 481.487 | 22.012 | 482.62 | 22.029 |
| 483.923 | 22.052 | 484.093 | 22.058 | 485.566 | 22.148 | 486.359 | 22.202 | 487.039 | 22.237 |
| 488.512 | 22.397 | 488.795 | 22.409 | 489.984 | 22.479 | 491.231 | 22.479 | 491.457 | 22.475 |
| 492.93 | 22.649 | 493.667 | 22.742 | 494.403 | 22.848 | 495.876 | 22.914 | 496.103 | 22.928 |
| 497.349 | 23.011 | 498.538 | 23.16 | 498.822 | 23.187 | 500.295 | 23.418 | 500.974 | 23.448 |
| 501.767 | 23.506 | 503.24 | 23.518 | 503.41 | 23.513 | 504.713 | 23.457 | 506.186 | 23.369 |
| 507.659 | 23.329 | 508.282 | 23.339 | 509.132 | 23.361 | 510.605 | 23.39 | 512.078 | 23.436 |
| 513.154 | 23.625 | 513.55 | 23.69 | 515.023 | 23.691 | 516.496 | 23.635 | 517.969 | 23.716 |
| 518.026 | 23.718 | 519.442 | 23.747 | 520.915 | 23.795 | 522.388 | 23.835 | 522.897 | 23.852 |
| 523.86 | 23.904 | 525.333 | 23.97 | 526.645 | 24.006 | 527.957 | 24.05 | 528.044 | 24.051 |
| 529.269 | 24.076 | 530.581 | 24.105 | 531.892 | 24.135 | 533.204 | 24.161 | 533.467 | 24.166 |
| 534.516 | 24.161 | 535.828 | 24.168 | 537.14 | 24.182 | 538.452 | 24.183 | 538.889 | 24.187 |
| 539.763 | 24.206 | 541.075 | 24.227 | 542.387 | 24.246 | 543.699 | 24.287 | 544.311 | 24.301 |
| 545.011 | 24.317 | 546.323 | 24.34 | 547.634 | 24.353 | 548.946 | 24.397 | 549.733 | 24.399 |
| 550.258 | 24.412 | 551.57 | 24.494 | 553.538 | 24.588 | 555.156 | 24.736 | 556.161 | 24.828 |
| 558.129 | 24.962 | 560.578 | 25.013 | 560.753 | 25.013 | 563.376 | 24.98 | 566 | 24.99 |
| 569.371 | 25.069 | 570.411 | 25.092 | 572.742 | 25.144 | 574.823 | 25.109 | 576.114 | 25.081 |
| 579.234 | 25.071 | 579.485 | 25.07 | 582.856 | 25.055 | 583.646 | 25.041 | 586.227 | 24.996 |
| 588.057 | 25.008 | 589.598 | 25.034 | 592.468 | 24.998 | 592.97 | 24.986 | 596.341 | 24.971 |
| 596.88 | 24.965 | 599.712 | 24.97 | 601.291 | 24.969 | 603.083 | 24.955 | 605.703 | 24.969 |
| 606.454 | 24.969 | 609.826 | 24.97 | 610.114 | 24.971 | 613.197 | 24.983 | 614.526 | 24.969 |
| 616.568 | 24.944 | 618.937 | 24.938 | 619.939 | 24.934 | 623.31 | 24.917 | 623.348 | 24.917 |
| 626.682 | 24.942 | 627.76 | 24.932 | 630.053 | 24.941 | 632.171 | 24.986 | 633.424 | 24.984 |
| 636.583 | 24.954 | 636.795 | 24.954 | 640.166 | 24.971 | 640.994 | 24.967 | 643.538 | 24.954 |
| 645.405 | 24.964 | 646.909 | 24.956 | 650.28 | 24.939 | 652.023 | 24.928 | 653.651 | 24.937 |
| 657.022 | 24.943 | 658.64 | 24.949 | 662.079 | 24.94 | 665.257 | 24.933 | 667.136 | 24.928 |
| 671.874 | 24.891 | 672.193 | 24.891 | 677.25 | 24.917 | 678.491 | 24.921 | 682.306 | 24.889 |
| 685.108 | 24.847 | 687.363 | 24.831 | 691.725 | 24.815 | 692.42 | 24.817 | 697.477 | 24.812 |
| 698.342 | 24.823 | 702.534 | 24.832 | 704.959 | 24.812 | 707.59 | 24.806 | 711.577 | 24.805 |
| 712.647 | 24.804 | 717.704 | 24.78 | 718.194 | 24.782 | 722.761 | 24.792 | 724.811 | 24.787 |
| 727.818 | 24.774 | 731.428 | 24.778 | 732.874 | 24.791 | 737.931 | 24.813 | 738.045 | 24.814 |
| 742.988 | 24.828 | 744.662 | 24.822 | 748.045 | 24.786 | 751.279 | 24.756 | 753.102 | 24.739 |
| 757.896 | 24.713 | 758.158 | 24.714 | 763.215 | 24.741 | 764.513 | 24.748 | 768.272 | 24.777 |
| 771.131 | 24.77 | 773.329 | 24.759 | 777.748 | 24.809 | 778.386 | 24.813 | 783.442 | 24.798 |
| 784.365 | 24.8 | 785.128 | 24.802 | 786.814 | 24.798 | 788.499 | 24.792 | 790.185 | 24.802 |
| 790.982 | 24.803 | 791.87 | 24.799 | 793.556 | 24.787 | 795.242 | 24.771 | 796.927 | 24.763 |
| 797.599 | 24.755 | 798.613 | 24.763 | 800.298 | 24.784 | 801.984 | 24.783 | 803.669 | 24.782 |
| 804.216 | 24.793 | 805.355 | 24.809 | 807.041 | 24.802 | 808.726 | 24.806 | 810.833 | 24.84 |

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 319.778 .035 500.295 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
319.778 500.295 103.997 103.997 103.997 .1 .3
Left Levee Station= 132 Elevation= 28.1

| | | | | |
|---|--------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | | Regione Marche | |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 63 di 77 |

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

| | | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|----------|---------|----------|
| E.G. Elev (m) | 25.05 | | | | |
| Vel Head (m) | 0.77 | Wt. n-Val. | 0.055 | 0.035 | 0.055 |
| W.S. Elev (m) | 24.28 | Reach Len. (m) | 104.00 | 104.00 | 104.00 |
| Crit W.S. (m) | 24.28 | Flow Area (m2) | 26.62 | 333.78 | 19.91 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.008445 | Area (m2) | 26.62 | 333.78 | 19.91 |
| Q Total (m3/s) | 1366.00 | Flow (m3/s) | 28.52 | 1317.69 | 19.79 |
| Top Width (m) | 279.80 | Top Width (m) | 55.95 | 180.52 | 43.33 |
| Vel Total (m/s) | 3.59 | Avg. Vel. (m/s) | 1.07 | 3.95 | 0.99 |
| Max Chl Dpth (m) | 3.21 | Hydr. Depth (m) | 0.48 | 1.85 | 0.46 |
| Conv. Total (m3/s) | 14864.3 | Conv. (m3/s) | 310.3 | 14338.6 | 215.4 |
| Length Wtd. (m) | 104.00 | Wetted Per. (m) | 56.18 | 181.04 | 43.38 |
| Min Ch El (m) | 21.07 | Shear (N/m2) | 39.25 | 152.69 | 38.01 |
| Alpha | 1.17 | Stream Power (N/m s) | 38820.95 | 6319.88 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | 0.69 | Cum Volume (1000 m3) | 35.22 | 316.42 | 55.29 |
| C & E Loss (m) | 0.02 | Cum SA (1000 m2) | 58.45 | 107.12 | 90.66 |

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 33.3333*

INPUT

Description:

| Station Elevation Data | | num= 460 | | | | | | | |
|------------------------|--------|----------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev |
| 0 | 27.14 | 4.941 | 27.128 | 9.882 | 27.13 | 10.5 | 27.128 | 14.824 | 27.109 |
| 19.765 | 27.114 | 21 | 27.103 | 24.706 | 27.071 | 29.647 | 27.028 | 31.5 | 27.012 |
| 34.588 | 26.981 | 39.529 | 26.871 | 42 | 26.783 | 44.471 | 26.692 | 49.412 | 26.53 |
| 52.5 | 26.424 | 54.353 | 26.37 | 59.294 | 26.226 | 63 | 26.333 | 64.235 | 26.367 |
| 69.176 | 26.407 | 73.5 | 26.43 | 74.118 | 26.432 | 79.059 | 26.343 | 84 | 26.313 |
| 88.941 | 26.282 | 93.882 | 26.291 | 94.5 | 26.304 | 98.824 | 26.376 | 103.765 | 25.825 |
| 105 | 25.793 | 108.706 | 25.695 | 113.647 | 25.497 | 115.5 | 25.393 | 118.588 | 25.219 |
| 123.529 | 25.393 | 126 | 25.213 | 126.824 | 25.161 | 130.118 | 25.103 | 133.412 | 25.071 |
| 136.5 | 25.136 | 136.706 | 25.139 | 140 | 24.906 | 143.294 | 25.099 | 146.588 | 27.026 |
| 147 | 27.096 | 149.882 | 27.598 | 153.176 | 27.652 | 156.471 | 27.639 | 157.5 | 27.651 |
| 159.765 | 27.673 | 163.059 | 27.592 | 166.353 | 27.504 | 168 | 27.43 | 170.19 | 26.744 |
| 173.111 | 26.193 | 174.571 | 26.041 | 178.222 | 25.593 | 178.952 | 25.428 | 183.333 | 23.833 |
| 187.704 | 23.877 | 188.25 | 23.88 | 192.074 | 23.887 | 193.167 | 23.879 | 196.444 | 23.851 |
| 198.083 | 23.874 | 200.815 | 23.806 | 203 | 23.79 | 205.185 | 23.789 | 207.917 | 23.79 |
| 209.556 | 23.782 | 212.469 | 23.761 | 212.833 | 23.757 | 215.383 | 23.737 | 217.75 | 23.733 |
| 218.296 | 23.734 | 221.21 | 23.751 | 222.667 | 23.742 | 224.123 | 23.724 | 227.037 | 23.729 |
| 227.583 | 23.727 | 229.951 | 23.717 | 232.5 | 23.707 | 232.864 | 23.705 | 235.778 | 23.68 |
| 237.417 | 23.681 | 238.691 | 23.694 | 241.605 | 23.676 | 242.333 | 23.682 | 244.519 | 23.69 |
| 247.25 | 23.662 | 247.432 | 23.661 | 250.346 | 23.673 | 252.167 | 23.67 | 253.259 | 23.657 |
| 256.173 | 23.622 | 257.083 | 23.613 | 259.086 | 23.62 | 262 | 23.613 | 265.96 | 23.652 |
| 266.02 | 23.653 | 269.92 | 23.862 | 270.04 | 23.869 | 273.881 | 23.709 | 274.061 | 23.702 |
| 277.841 | 23.25 | 278.081 | 23.22 | 281.801 | 23.824 | 282.101 | 23.875 | 285.761 | 24.032 |
| 286.121 | 24.048 | 289.721 | 23.45 | 290.141 | 23.382 | 293.682 | 23.197 | 294.162 | 23.152 |
| 297.642 | 22.913 | 298.182 | 22.923 | 301.602 | 23.089 | 302.202 | 23.101 | 305.562 | 22.846 |
| 306.222 | 22.791 | 309.522 | 22.715 | 310.242 | 22.698 | 311.502 | 22.736 | 313.483 | 22.735 |
| 314.263 | 22.748 | 315.463 | 22.752 | 317.443 | 22.818 | 318.283 | 22.779 | 319.423 | 22.891 |
| 321.403 | 23.136 | 322.303 | 23.283 | 323.383 | 23.405 | 324.313 | 23.638 | 325.363 | 23.853 |
| 326.323 | 23.897 | 327.343 | 23.839 | 328.333 | 23.773 | 328.815 | 23.667 | 329.778 | 23.497 |
| 330.741 | 23.333 | 331.704 | 23.24 | 332.667 | 23.2 | 333.63 | 23.178 | 334.593 | 23.159 |
| 335.556 | 23.177 | 336.519 | 23.154 | 337 | 23.133 | 337.481 | 23.087 | 338.444 | 22.974 |
| 339.407 | 22.899 | 340.37 | 22.809 | 341.333 | 22.653 | 342.296 | 22.539 | 343.259 | 22.474 |
| 344.222 | 22.407 | 345.185 | 22.306 | 345.667 | 22.265 | 346.148 | 22.231 | 347.111 | 22.163 |
| 348.074 | 22.096 | 349.037 | 22.021 | 350 | 22.043 | 350.963 | 21.963 | 351.926 | 21.919 |
| 352.889 | 21.879 | 353.852 | 21.789 | 354.333 | 21.782 | 354.815 | 21.797 | 355.778 | 21.758 |
| 356.741 | 21.739 | 357.704 | 21.729 | 358.667 | 21.713 | 359.63 | 21.729 | 360.593 | 21.744 |
| 361.556 | 21.759 | 362.519 | 21.781 | 363 | 21.79 | 363.481 | 21.802 | 364.444 | 21.83 |
| 365.407 | 21.851 | 366.37 | 21.866 | 367.333 | 21.943 | 368.296 | 22.004 | 369.259 | 22.035 |
| 370.222 | 22.079 | 371.185 | 22.126 | 371.667 | 22.153 | 372.148 | 22.18 | 373.111 | 22.228 |
| 374.074 | 22.269 | 375.037 | 22.286 | 376 | 22.317 | 376.963 | 22.236 | 377.926 | 22.242 |
| 378.889 | 22.108 | 379.852 | 22.044 | 380.333 | 22.027 | 380.815 | 21.985 | 381.778 | 21.849 |
| 382.741 | 21.739 | 383.704 | 21.606 | 384.667 | 21.5 | 385.63 | 21.411 | 386.593 | 21.291 |

| | | | | |
|---|--------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 64 di 77 |

| | | | | | | | | | |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 387.556 | 21.172 | 388.519 | 21.073 | 389 | 21.028 | 389.481 | 21 | 390.444 | 20.933 |
| 391.407 | 20.87 | 392.37 | 20.81 | 393.333 | 20.74 | 394.296 | 20.661 | 395.259 | 20.616 |
| 396.222 | 20.547 | 397.185 | 20.451 | 397.667 | 20.402 | 398.148 | 20.377 | 399.111 | 20.356 |
| 400.074 | 20.35 | 401.037 | 20.322 | 402 | 20.27 | 402.963 | 20.288 | 403.926 | 20.292 |
| 404.889 | 20.277 | 405.852 | 20.301 | 406.333 | 20.268 | 406.815 | 20.226 | 407.778 | 20.188 |
| 408.741 | 20.143 | 409.704 | 20.111 | 410.667 | 20.113 | 411.63 | 20.108 | 412.593 | 20.109 |
| 413.556 | 20.2 | 414.519 | 20.208 | 415 | 20.22 | 415.481 | 20.229 | 416.444 | 20.271 |
| 417.407 | 20.38 | 418.37 | 20.531 | 419.333 | 20.617 | 420.296 | 20.649 | 421.259 | 20.554 |
| 422.222 | 20.582 | 423.185 | 20.241 | 423.667 | 20.115 | 424.148 | 19.989 | 425.111 | 19.991 |
| 426.074 | 19.913 | 427.037 | 19.831 | 428 | 19.77 | 429.736 | 19.814 | 430.872 | 19.825 |
| 431.473 | 19.844 | 433.209 | 19.918 | 433.744 | 19.94 | 434.946 | 19.993 | 436.615 | 19.995 |
| 436.682 | 19.995 | 438.419 | 20.032 | 439.487 | 20.051 | 440.155 | 20.062 | 441.891 | 20.077 |
| 442.359 | 20.101 | 443.628 | 20.154 | 445.231 | 20.226 | 445.364 | 20.232 | 447.101 | 20.321 |
| 448.103 | 20.322 | 448.837 | 20.322 | 450.574 | 20.355 | 450.974 | 20.363 | 452.31 | 20.38 |
| 453.846 | 20.404 | 454.047 | 20.409 | 455.783 | 20.529 | 456.718 | 20.605 | 457.519 | 20.664 |
| 459.256 | 20.958 | 459.59 | 20.978 | 460.992 | 21.07 | 462.462 | 21.019 | 462.729 | 21.007 |
| 464.465 | 21.345 | 465.333 | 21.523 | 466.202 | 21.709 | 467.938 | 21.787 | 468.205 | 21.806 |
| 469.674 | 21.915 | 471.077 | 22.159 | 471.411 | 22.214 | 473.147 | 22.669 | 473.949 | 22.725 |
| 474.884 | 22.803 | 476.62 | 22.754 | 476.821 | 22.736 | 478.357 | 22.588 | 480.093 | 22.375 |
| 481.829 | 22.254 | 482.564 | 22.257 | 483.566 | 22.266 | 485.302 | 22.26 | 487.039 | 22.288 |
| 488.308 | 22.62 | 488.775 | 22.74 | 490.512 | 22.705 | 492.248 | 22.557 | 493.984 | 22.683 |
| 494.051 | 22.685 | 495.721 | 22.739 | 497.457 | 22.827 | 499.194 | 22.903 | 499.795 | 22.933 |
| 500.93 | 23.002 | 502.667 | 23.08 | 504.323 | 23.143 | 505.978 | 23.22 | 506.089 | 23.222 |
| 507.634 | 23.258 | 509.29 | 23.303 | 510.946 | 23.348 | 512.602 | 23.386 | 512.933 | 23.392 |
| 514.258 | 23.406 | 515.914 | 23.449 | 517.57 | 23.506 | 519.226 | 23.537 | 519.778 | 23.553 |
| 520.882 | 23.593 | 522.538 | 23.639 | 524.194 | 23.678 | 525.849 | 23.764 | 526.622 | 23.791 |
| 527.505 | 23.823 | 529.161 | 23.87 | 530.817 | 23.897 | 532.473 | 23.983 | 533.467 | 23.987 |
| 534.129 | 23.996 | 535.785 | 24.117 | 538.269 | 24.239 | 540.311 | 24.483 | 541.581 | 24.634 |
| 544.065 | 24.841 | 547.156 | 24.867 | 547.376 | 24.866 | 550.688 | 24.81 | 554 | 24.84 |
| 557.686 | 24.959 | 558.823 | 24.994 | 561.371 | 25.072 | 563.646 | 24.977 | 565.057 | 24.915 |
| 568.468 | 24.883 | 568.742 | 24.88 | 572.428 | 24.857 | 573.291 | 24.832 | 576.114 | 24.748 |
| 578.114 | 24.776 | 579.799 | 24.807 | 582.937 | 24.695 | 583.485 | 24.673 | 587.17 | 24.65 |
| 587.76 | 24.64 | 590.856 | 24.605 | 592.583 | 24.579 | 594.542 | 24.543 | 597.405 | 24.557 |
| 598.227 | 24.559 | 601.913 | 24.57 | 602.228 | 24.572 | 605.598 | 24.597 | 607.051 | 24.568 |
| 609.284 | 24.522 | 611.874 | 24.515 | 612.97 | 24.512 | 616.655 | 24.493 | 616.697 | 24.494 |
| 620.341 | 24.536 | 621.52 | 24.513 | 624.026 | 24.481 | 626.342 | 24.522 | 627.712 | 24.532 |
| 631.165 | 24.508 | 631.398 | 24.507 | 635.083 | 24.525 | 635.988 | 24.514 | 638.769 | 24.477 |
| 640.811 | 24.487 | 642.454 | 24.488 | 646.14 | 24.489 | 648.045 | 24.487 | 649.826 | 24.493 |
| 653.511 | 24.487 | 655.279 | 24.488 | 659.04 | 24.48 | 662.513 | 24.477 | 664.568 | 24.474 |
| 669.748 | 24.423 | 670.096 | 24.42 | 675.625 | 24.459 | 676.982 | 24.462 | 681.153 | 24.449 |
| 684.216 | 24.403 | 686.682 | 24.376 | 691.45 | 24.35 | 692.21 | 24.348 | 697.738 | 24.301 |
| 698.685 | 24.316 | 703.267 | 24.366 | 705.919 | 24.344 | 708.795 | 24.328 | 713.153 | 24.319 |
| 714.324 | 24.317 | 719.852 | 24.26 | 720.387 | 24.263 | 725.38 | 24.291 | 727.622 | 24.285 |
| 730.909 | 24.272 | 734.856 | 24.295 | 736.437 | 24.31 | 741.966 | 24.316 | 742.09 | 24.318 |
| 747.494 | 24.354 | 749.324 | 24.345 | 753.022 | 24.313 | 756.559 | 24.291 | 758.551 | 24.279 |
| 763.793 | 24.285 | 764.079 | 24.287 | 769.608 | 24.311 | 771.027 | 24.315 | 775.136 | 24.333 |
| 778.261 | 24.291 | 780.664 | 24.254 | 785.495 | 24.327 | 786.193 | 24.336 | 791.721 | 24.314 |
| 792.73 | 24.321 | 793.564 | 24.326 | 795.407 | 24.324 | 797.25 | 24.316 | 799.092 | 24.341 |
| 799.964 | 24.346 | 800.935 | 24.349 | 802.778 | 24.348 | 804.621 | 24.341 | 806.464 | 24.346 |
| 807.198 | 24.341 | 808.306 | 24.341 | 810.149 | 24.362 | 811.992 | 24.337 | 813.835 | 24.311 |
| 814.432 | 24.326 | 815.678 | 24.354 | 817.52 | 24.336 | 819.363 | 24.338 | 821.667 | 24.4 |

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 334.593 .035 474.884 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
334.593 474.884 103.997 103.997 103.997 .1 .3
Left Levee Station= 168 Elevation= 27.43

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

| | | | | | |
|------------------|----------|-----------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m) | 24.31 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m) | 0.71 | Wt. n-Val. | 0.055 | 0.035 | 0.055 |
| W.S. Elev (m) | 23.60 | Reach Len. (m) | 104.00 | 104.00 | 104.00 |
| Crit W.S. (m) | 23.32 | Flow Area (m2) | 24.37 | 345.07 | 31.70 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.005353 | Area (m2) | 24.37 | 345.07 | 31.70 |
| Q Total (m3/s) | 1366.00 | Flow (m3/s) | 22.22 | 1311.02 | 32.76 |
| Top Width (m) | 232.67 | Top Width (m) | 46.20 | 140.29 | 46.19 |
| Vel Total (m/s) | 3.41 | Avg. Vel. (m/s) | 0.91 | 3.80 | 1.03 |
| Max Chl Dpth (m) | 3.83 | Hydr. Depth (m) | 0.53 | 2.46 | 0.69 |

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 65 di 77 |

| | | | | | |
|--------------------|---------|----------------------|----------|---------|-------|
| Conv. Total (m3/s) | 18670.9 | Conv. (m3/s) | 303.8 | 17919.4 | 447.8 |
| Length Wtd. (m) | 104.00 | Wetted Per. (m) | 46.39 | 140.83 | 46.30 |
| Min Ch El (m) | 19.77 | Shear (N/m2) | 27.58 | 128.62 | 35.94 |
| Alpha | 1.20 | Stream Power (N/m s) | 39339.67 | 8043.48 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | 0.38 | Cum Volume (1000 m3) | 32.57 | 281.12 | 52.61 |
| C & E Loss (m) | 0.04 | Cum SA (1000 m2) | 53.14 | 90.44 | 86.01 |

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 30

INPUT

Description:

| Station Elevation Data | | num= 238 | | | | | | | |
|------------------------|-------|----------|-------|-------|-------|-----|-------|-----|-------|
| Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev |
| 0 | 25.67 | 6 | 25.65 | 12 | 25.65 | 18 | 25.62 | 24 | 25.63 |
| 30 | 25.57 | 36 | 25.51 | 42 | 25.45 | 48 | 25.3 | 54 | 25.05 |
| 60 | 24.83 | 66 | 24.6 | 72 | 24.37 | 78 | 24.57 | 84 | 24.63 |
| 90 | 24.67 | 96 | 24.55 | 102 | 24.52 | 108 | 24.49 | 114 | 24.52 |
| 120 | 24.69 | 126 | 23.91 | 132 | 23.77 | 138 | 23.53 | 144 | 23.17 |
| 150 | 23.49 | 154 | 23.17 | 158 | 23.08 | 162 | 23.03 | 166 | 23.13 |
| 170 | 22.81 | 174 | 23.13 | 178 | 26.05 | 182 | 26.92 | 186 | 27.01 |
| 190 | 27 | 194 | 27.07 | 198 | 26.97 | 202 | 26.86 | 204 | 26.76 |
| 206 | 25.99 | 210 | 25.27 | 214 | 24.43 | 218 | 22.69 | 222 | 22.73 |
| 226 | 22.75 | 230 | 22.76 | 234 | 22.73 | 238 | 22.75 | 242 | 22.73 |
| 246 | 22.72 | 250 | 22.73 | 254 | 22.7 | 258 | 22.67 | 262 | 22.64 |
| 266 | 22.68 | 270 | 22.69 | 274 | 22.72 | 278 | 22.68 | 282 | 22.74 |
| 286 | 22.86 | 290 | 23.25 | 294 | 23.06 | 298 | 22.39 | 302 | 23.45 |
| 306 | 23.75 | 310 | 22.79 | 314 | 22.49 | 318 | 22.34 | 322 | 22.38 |
| 326 | 21.84 | 330 | 21.66 | 334 | 21.8 | 338 | 21.86 | 342 | 22.8 |
| 344 | 23.12 | 346 | 23.3 | 348 | 23.17 | 350 | 22.9 | 352 | 22.66 |
| 354 | 22.08 | 356 | 21.51 | 358 | 21.03 | 360 | 20.69 | 362 | 20.65 |
| 364 | 20.82 | 366 | 21.03 | 368 | 21.26 | 370 | 21.49 | 372 | 21.08 |
| 374 | 20.34 | 376 | 19.67 | 378 | 19.22 | 380 | 18.71 | 382 | 18.54 |
| 384 | 18.66 | 386 | 18.65 | 388 | 18.68 | 390 | 18.67 | 392 | 18.57 |
| 394 | 18.47 | 396 | 18.53 | 398 | 18.55 | 400 | 18.6 | 402 | 18.65 |
| 404 | 18.59 | 406 | 18.57 | 408 | 18.54 | 410 | 18.49 | 412 | 18.55 |
| 414 | 18.62 | 416 | 18.72 | 418 | 18.69 | 420 | 18.71 | 422 | 18.73 |
| 424 | 18.76 | 426 | 18.91 | 428 | 19.09 | 430 | 19.52 | 432 | 19.66 |
| 434 | 19.54 | 436 | 20.04 | 438 | 20.57 | 440 | 20.66 | 442 | 20.82 |
| 444 | 21.24 | 446 | 21.92 | 448 | 22.1 | 450 | 21.99 | 452 | 21.72 |
| 454 | 21.38 | 456 | 21.18 | 458 | 21.17 | 460 | 21.13 | 462 | 21.14 |
| 464 | 21.79 | 466 | 21.72 | 468 | 21.48 | 470 | 21.65 | 472 | 21.73 |
| 474 | 21.86 | 476 | 21.97 | 478 | 22.1 | 480 | 22.19 | 482 | 22.28 |
| 484 | 22.39 | 486 | 22.44 | 488 | 22.5 | 490 | 22.56 | 492 | 22.61 |
| 494 | 22.65 | 496 | 22.73 | 498 | 22.83 | 500 | 22.89 | 502 | 22.98 |
| 504 | 23.05 | 506 | 23.11 | 508 | 23.24 | 510 | 23.33 | 512 | 23.4 |
| 514 | 23.44 | 516 | 23.57 | 518 | 23.58 | 520 | 23.74 | 523 | 23.89 |
| 527 | 24.44 | 530 | 24.72 | 534 | 24.72 | 538 | 24.64 | 542 | 24.69 |
| 546 | 24.85 | 550 | 25 | 554 | 24.75 | 558 | 24.69 | 562 | 24.66 |
| 566 | 24.5 | 570 | 24.58 | 574 | 24.36 | 578 | 24.33 | 582 | 24.24 |
| 586 | 24.13 | 590 | 24.15 | 594 | 24.17 | 598 | 24.21 | 602 | 24.1 |
| 606 | 24.09 | 610 | 24.07 | 614 | 24.13 | 618 | 24.02 | 622 | 24.08 |
| 626 | 24.06 | 630 | 24.08 | 634 | 24 | 638 | 24.02 | 642 | 24.04 |
| 646 | 24.05 | 650 | 24.03 | 656 | 24.02 | 662 | 24.02 | 668 | 23.95 |
| 674 | 24 | 680 | 24.01 | 686 | 23.92 | 692 | 23.88 | 698 | 23.79 |
| 704 | 23.9 | 710 | 23.85 | 716 | 23.83 | 722 | 23.74 | 728 | 23.79 |
| 734 | 23.77 | 740 | 23.83 | 746 | 23.82 | 752 | 23.88 | 758 | 23.84 |
| 764 | 23.82 | 770 | 23.86 | 776 | 23.88 | 782 | 23.89 | 788 | 23.75 |
| 794 | 23.86 | 800 | 23.83 | 802 | 23.85 | 804 | 23.85 | 806 | 23.84 |
| 808 | 23.88 | 810 | 23.9 | 812 | 23.91 | 814 | 23.91 | 816 | 23.93 |
| 818 | 23.92 | 820 | 23.94 | 822 | 23.89 | 824 | 23.84 | 826 | 23.9 |
| 828 | 23.87 | 830 | 23.87 | 832.5 | 23.96 | | | | |

| Manning's n Values | | num= 3 | | | |
|--------------------|-------|--------|-------|-----|------|
| Sta | n Val | Sta | n Val | | |
| 0 | .055 | 352 | .035 | 448 | .055 |

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

| | | | | |
|---|-----------------------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | Fg. 66 di 77 | Rev. 0 |

352 448 94.952 94.952 94.952 .1 .3
Left Levee Station= 204 Elevation= 26.76

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

| | | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|----------|---------|----------|
| E.G. Elev (m) | 23.88 | Wt. n-Val. | 0.055 | 0.035 | 0.055 |
| Vel Head (m) | 0.56 | Reach Len. (m) | 94.95 | 94.95 | 94.95 |
| W.S. Elev (m) | 23.32 | Flow Area (m2) | 88.25 | 351.89 | 71.56 |
| Crit W.S. (m) | 22.47 | Area (m2) | 88.25 | 351.89 | 71.56 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.002669 | Flow (m3/s) | 66.39 | 1225.66 | 73.95 |
| Q Total (m3/s) | 1366.00 | Top Width (m) | 129.18 | 96.00 | 61.80 |
| Top Width (m) | 286.98 | Avg. Vel. (m/s) | 0.75 | 3.48 | 1.03 |
| Vel Total (m/s) | 2.67 | Hydr. Depth (m) | 0.68 | 3.67 | 1.16 |
| Max Chl Dpth (m) | 4.85 | Conv. (m3/s) | 1285.0 | 23723.4 | 1431.3 |
| Conv. Total (m3/s) | 26439.7 | Wetted Per. (m) | 129.81 | 97.09 | 62.03 |
| Length Wtd. (m) | 94.95 | Shear (N/m2) | 17.80 | 94.88 | 30.20 |
| Min Ch El (m) | 18.47 | Stream Power (N/m s) | 39858.33 | 9767.08 | 0.00 |
| Alpha | 1.54 | Cum Volume (1000 m3) | 26.71 | 244.88 | 47.24 |
| Frctn Loss (m) | 0.25 | Cum SA (1000 m2) | 44.02 | 78.15 | 80.39 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | | | | |

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 27.5*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 469

| Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 0 | 25.177 | 4.56 | 25.18 | 6.706 | 25.174 | 9.12 | 25.173 | 13.412 | 25.18 |
| 13.68 | 25.179 | 18.24 | 25.116 | 20.118 | 25.076 | 22.8 | 25.031 | 26.824 | 24.982 |
| 27.36 | 24.971 | 31.92 | 24.928 | 33.529 | 24.919 | 36.48 | 24.903 | 40.235 | 24.878 |
| 41.04 | 24.872 | 45.6 | 24.816 | 46.941 | 24.812 | 50.16 | 24.769 | 53.647 | 24.683 |
| 54.72 | 24.645 | 59.28 | 24.51 | 60.353 | 24.479 | 63.84 | 24.392 | 67.059 | 24.297 |
| 68.4 | 24.256 | 72.96 | 24.118 | 73.765 | 24.093 | 77.52 | 23.973 | 80.471 | 23.902 |
| 82.08 | 23.941 | 86.64 | 24.053 | 87.176 | 24.063 | 91.2 | 24.074 | 93.882 | 24.087 |
| 95.76 | 24.091 | 100.32 | 24.096 | 100.588 | 24.097 | 104.88 | 24.04 | 107.294 | 24.015 |
| 109.44 | 24.015 | 114 | 24.003 | 117.04 | 24 | 120.08 | 23.965 | 120.706 | 23.959 |
| 123.12 | 23.956 | 126.16 | 23.513 | 127.412 | 23.591 | 129.2 | 23.729 | 132.24 | 23.797 |
| 134.118 | 23.839 | 135.28 | 23.741 | 138.32 | 23.453 | 140.824 | 23.237 | 141.36 | 23.229 |
| 144.4 | 23.159 | 147.44 | 23.111 | 147.529 | 23.11 | 150.48 | 23.016 | 153.52 | 22.949 |
| 154.235 | 22.927 | 156.56 | 22.824 | 159.6 | 22.694 | 160.941 | 22.646 | 162.64 | 22.713 |
| 165.68 | 22.842 | 167.647 | 22.914 | 168.72 | 22.857 | 171.76 | 22.679 | 172.118 | 22.662 |
| 174.8 | 22.634 | 176.588 | 22.61 | 177.84 | 22.602 | 180.88 | 22.594 | 181.059 | 22.593 |
| 183.92 | 22.646 | 185.529 | 22.676 | 186.96 | 22.603 | 190 | 22.458 | 193.04 | 22.613 |
| 194.471 | 22.694 | 196.08 | 23.486 | 198.941 | 24.89 | 199.12 | 24.916 | 202.16 | 25.382 |
| 203.412 | 25.566 | 205.2 | 25.594 | 206.72 | 25.625 | 207.882 | 25.665 | 208.24 | 25.672 |
| 209.76 | 25.702 | 211.28 | 25.809 | 212.353 | 25.991 | 212.8 | 26.073 | 214.32 | 26.311 |
| 215.84 | 26.556 | 216.824 | 26.601 | 217.36 | 26.611 | 218.88 | 26.588 | 220.4 | 26.562 |
| 221.294 | 26.552 | 221.92 | 26.543 | 223.44 | 26.52 | 224.96 | 26.472 | 225.765 | 26.464 |
| 226.48 | 26.446 | 228 | 26.38 | 229.857 | 25.811 | 230.6 | 25.707 | 233.2 | 25.132 |
| 233.571 | 25.037 | 235.8 | 24.415 | 237.286 | 23.988 | 238.4 | 23.466 | 241 | 22.43 |
| 244.215 | 22.472 | 247.431 | 22.499 | 248.464 | 22.505 | 250.646 | 22.501 | 253.862 | 22.466 |
| 255.929 | 22.467 | 257.077 | 22.469 | 260.292 | 22.446 | 263.393 | 22.43 | 263.508 | 22.43 |
| 266.723 | 22.434 | 269.938 | 22.408 | 270.857 | 22.401 | 273.154 | 22.392 | 276.369 | 22.379 |
| 278.321 | 22.403 | 279.585 | 22.415 | 282.8 | 22.421 | 285.786 | 22.441 | 286.015 | 22.443 |
| 289.231 | 22.418 | 292.446 | 22.469 | 293.25 | 22.493 | 295.662 | 22.567 | 298.877 | 22.869 |
| 300.714 | 22.794 | 302.092 | 22.733 | 305.308 | 22.23 | 308.179 | 22.94 | 308.523 | 23.025 |
| 311.738 | 23.25 | 314.954 | 22.53 | 315.643 | 22.482 | 318.169 | 22.372 | 321.385 | 22.344 |
| 323.107 | 22.406 | 324.6 | 22.449 | 327.815 | 22.108 | 330.571 | 22.047 | 331.031 | 22.017 |
| 334.246 | 22.05 | 337.462 | 22.023 | 338.036 | 22.136 | 340.677 | 22.63 | 342.285 | 22.818 |
| 343.892 | 22.902 | 345.5 | 22.753 | 346.885 | 22.476 | 347.848 | 22.288 | 348.269 | 22.21 |
| 349.654 | 22.054 | 350.196 | 22.022 | 351.038 | 21.881 | 352.423 | 21.597 | 352.543 | 21.574 |
| 353.808 | 21.335 | 354.891 | 21.171 | 355.192 | 21.134 | 356.577 | 20.847 | 357.239 | 20.751 |
| 357.962 | 20.679 | 359.346 | 20.546 | 359.587 | 20.513 | 360.731 | 20.465 | 361.935 | 20.446 |
| 362.115 | 20.455 | 363.5 | 20.517 | 364.283 | 20.584 | 364.885 | 20.643 | 366.269 | 20.803 |
| 366.63 | 20.827 | 367.654 | 20.903 | 368.978 | 20.947 | 369.038 | 20.949 | 370.423 | 21.081 |
| 371.326 | 21.115 | 371.808 | 21.034 | 373.192 | 20.833 | 373.674 | 20.751 | 374.577 | 20.502 |

| | | | | |
|---|--------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | | Regione Marche | |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 67 di 77 |

| | | | | | | | | | |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 375.962 | 20.169 | 376.022 | 20.155 | 377.346 | 19.867 | 378.37 | 19.659 | 378.731 | 19.611 |
| 380.115 | 19.422 | 380.717 | 19.342 | 381.5 | 19.222 | 382.885 | 19.022 | 383.065 | 18.993 |
| 384.269 | 18.93 | 385.413 | 18.837 | 385.654 | 18.839 | 387.038 | 18.897 | 387.761 | 18.912 |
| 388.423 | 18.898 | 389.808 | 18.851 | 390.109 | 18.838 | 391.192 | 18.805 | 392.457 | 18.799 |
| 392.577 | 18.797 | 393.962 | 18.845 | 394.804 | 18.916 | 395.346 | 18.945 | 396.731 | 18.796 |
| 397.152 | 18.664 | 398.115 | 18.362 | 399.5 | 18.255 | 401.32 | 18.303 | 402.345 | 18.313 |
| 403.14 | 18.321 | 404.959 | 18.36 | 405.191 | 18.365 | 406.779 | 18.4 | 408.036 | 18.371 |
| 408.599 | 18.359 | 410.419 | 18.349 | 410.882 | 18.344 | 412.238 | 18.323 | 413.727 | 18.287 |
| 414.058 | 18.284 | 415.878 | 18.35 | 416.573 | 18.378 | 417.698 | 18.403 | 419.418 | 18.463 |
| 419.517 | 18.467 | 421.337 | 18.442 | 422.264 | 18.448 | 423.157 | 18.456 | 424.977 | 18.472 |
| 425.109 | 18.474 | 426.797 | 18.496 | 427.955 | 18.569 | 428.616 | 18.611 | 430.436 | 18.749 |
| 430.8 | 18.815 | 432.256 | 19.076 | 433.645 | 19.16 | 434.076 | 19.183 | 435.895 | 19.085 |
| 436.491 | 19.205 | 437.715 | 19.465 | 439.336 | 19.829 | 439.535 | 19.871 | 441.355 | 19.929 |
| 442.182 | 19.98 | 443.174 | 20.048 | 444.994 | 20.367 | 445.027 | 20.377 | 446.814 | 20.89 |
| 447.873 | 20.976 | 448.634 | 21.027 | 450.453 | 20.932 | 450.718 | 20.901 | 452.273 | 20.732 |
| 453.564 | 20.554 | 454.093 | 20.48 | 455.913 | 20.328 | 456.409 | 20.325 | 457.733 | 20.322 |
| 459.255 | 20.3 | 459.552 | 20.296 | 461.372 | 20.308 | 462.1 | 20.505 | 463.192 | 20.834 |
| 464.945 | 20.842 | 465.012 | 20.847 | 466.831 | 20.849 | 467.791 | 21.012 | 468.651 | 21.116 |
| 470.471 | 21.267 | 470.636 | 21.284 | 472.291 | 21.447 | 473.482 | 21.554 | 474.11 | 21.625 |
| 475.93 | 21.846 | 476.327 | 21.887 | 477.75 | 22.04 | 478.242 | 22.148 | 479.226 | 22.19 |
| 480.21 | 22.229 | 480.8 | 22.243 | 481.194 | 22.253 | 482.177 | 22.215 | 483.161 | 22.146 |
| 483.85 | 22.105 | 484.145 | 22.084 | 485.129 | 22.088 | 486.113 | 22.12 | 486.9 | 22.164 |
| 487.097 | 22.175 | 488.081 | 22.19 | 489.065 | 22.227 | 489.95 | 22.312 | 490.048 | 22.321 |
| 491.032 | 22.351 | 492.016 | 22.34 | 493 | 22.327 | 493.984 | 22.34 | 494.968 | 22.272 |
| 495.952 | 22.211 | 496.05 | 22.216 | 496.935 | 22.256 | 497.919 | 22.286 | 498.903 | 22.288 |
| 499.1 | 22.302 | 499.887 | 22.365 | 500.871 | 22.382 | 501.855 | 22.387 | 502.15 | 22.391 |
| 502.839 | 22.404 | 503.823 | 22.474 | 504.806 | 22.485 | 505.2 | 22.5 | 505.79 | 22.516 |
| 506.774 | 22.548 | 508.25 | 22.684 | 508.742 | 22.733 | 510.71 | 22.772 | 511.3 | 22.729 |
| 512.677 | 22.621 | 514.35 | 22.639 | 514.645 | 22.642 | 516.613 | 22.656 | 517.4 | 22.663 |
| 518.581 | 22.693 | 520.45 | 22.76 | 520.548 | 22.762 | 522.516 | 22.801 | 523.5 | 22.827 |
| 524.484 | 22.849 | 526.452 | 22.863 | 526.55 | 22.865 | 528.419 | 22.893 | 529.6 | 22.91 |
| 530.387 | 22.938 | 532.355 | 22.973 | 532.65 | 22.986 | 534.323 | 23.009 | 535.7 | 23.032 |
| 536.29 | 23.063 | 538.258 | 23.136 | 538.75 | 23.159 | 540.226 | 23.209 | 542.194 | 23.265 |
| 543.325 | 23.305 | 544.161 | 23.372 | 546.129 | 23.537 | 548.097 | 23.695 | 549.425 | 23.802 |
| 550.065 | 23.839 | 552.032 | 23.985 | 554 | 24.095 | 557.575 | 24.112 | 560.216 | 24.081 |
| 561.15 | 24.07 | 564.726 | 24.124 | 566.431 | 24.19 | 568.301 | 24.253 | 571.876 | 24.367 |
| 572.647 | 24.327 | 575.451 | 24.181 | 578.862 | 24.14 | 579.026 | 24.138 | 582.602 | 24.117 |
| 585.078 | 24.034 | 586.177 | 23.997 | 589.752 | 24.057 | 591.293 | 23.986 | 593.327 | 23.887 |
| 596.902 | 23.855 | 600.478 | 23.778 | 600.616 | 23.774 | 604.053 | 23.693 | 607.628 | 23.706 |
| 609.94 | 23.715 | 611.203 | 23.726 | 614.779 | 23.772 | 618.354 | 23.706 | 619.263 | 23.708 |
| 621.929 | 23.7 | 625.504 | 23.682 | 628.586 | 23.719 | 629.079 | 23.725 | 632.655 | 23.639 |
| 636.23 | 23.681 | 637.909 | 23.673 | 639.805 | 23.662 | 643.38 | 23.671 | 646.955 | 23.605 |
| 647.233 | 23.606 | 650.531 | 23.627 | 654.106 | 23.65 | 656.556 | 23.66 | 657.681 | 23.662 |
| 661.256 | 23.644 | 665.879 | 23.634 | 666.619 | 23.632 | 671.982 | 23.631 | 675.203 | 23.598 |
| 677.345 | 23.578 | 682.707 | 23.617 | 684.526 | 23.62 | 688.07 | 23.628 | 693.433 | 23.565 |
| 693.849 | 23.563 | 698.796 | 23.522 | 703.172 | 23.455 | 704.159 | 23.446 | 709.521 | 23.547 |
| 712.496 | 23.537 | 714.884 | 23.523 | 720.247 | 23.515 | 721.819 | 23.498 | 725.61 | 23.442 |
| 730.973 | 23.468 | 731.142 | 23.467 | 736.336 | 23.45 | 740.466 | 23.482 | 741.698 | 23.493 |
| 747.061 | 23.49 | 749.789 | 23.515 | 752.424 | 23.529 | 757.787 | 23.482 | 759.112 | 23.474 |
| 763.15 | 23.477 | 768.435 | 23.525 | 768.512 | 23.525 | 773.875 | 23.52 | 777.759 | 23.51 |
| 779.238 | 23.514 | 784.601 | 23.413 | 787.082 | 23.453 | 789.964 | 23.486 | 795.326 | 23.442 |
| 796.405 | 23.447 | 797.114 | 23.453 | 798.902 | 23.456 | 800.689 | 23.451 | 802.477 | 23.483 |
| 804.264 | 23.501 | 805.728 | 23.509 | 806.052 | 23.511 | 807.84 | 23.515 | 809.627 | 23.533 |
| 811.415 | 23.53 | 813.203 | 23.549 | 814.99 | 23.515 | 815.052 | 23.514 | 816.778 | 23.475 |
| 818.565 | 23.517 | 820.353 | 23.491 | 822.141 | 23.489 | 824.375 | 23.552 | | |

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 352.423 .035 448.634 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
352.423 448.634 94.952 94.952 94.952 .1 .3
Left Levee Station= 228.5 Elevation= 26.3925

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

| | | | | | |
|------------------|----------|----------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m) | 23.63 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m) | 0.56 | Wt. n-Val. | 0.055 | 0.035 | 0.055 |
| W.S. Elev (m) | 23.07 | Reach Len. (m) | 94.95 | 94.95 | 94.95 |
| Crit W.S. (m) | 22.14 | Flow Area (m2) | 69.52 | 352.96 | 93.41 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.002641 | Area (m2) | 69.52 | 352.96 | 93.41 |

| | | | | |
|---|--------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | | Regione Marche | |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | Fg. 68 di 77 | Rev. 0 |

| | | | | | |
|--------------------|---------|----------------------|----------|----------|--------|
| Q Total (m3/s) | 1366.00 | Flow (m3/s) | 48.19 | 1227.07 | 90.74 |
| Top Width (m) | 293.73 | Top Width (m) | 109.66 | 96.21 | 87.85 |
| Vel Total (m/s) | 2.65 | Avg. Vel. (m/s) | 0.69 | 3.48 | 0.97 |
| Max Chl Dpth (m) | 4.82 | Hydr. Depth (m) | 0.63 | 3.67 | 1.06 |
| Conv. Total (m3/s) | 26582.8 | Conv. (m3/s) | 937.7 | 23879.2 | 1765.9 |
| Length Wtd. (m) | 94.95 | Wetted Per. (m) | 110.21 | 96.87 | 88.09 |
| Min Ch El (m) | 18.26 | Shear (N/m2) | 16.34 | 94.35 | 27.46 |
| Alpha | 1.56 | Stream Power (N/m s) | 39469.32 | 10940.10 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | 0.30 | Cum Volume (1000 m3) | 19.22 | 211.42 | 39.41 |
| C & E Loss (m) | 0.02 | Cum SA (1000 m2) | 32.68 | 69.02 | 73.29 |

CROSS SECTION

RIVER: alveo

REACH: princ

RS: 25.*

INPUT

Description:

| Station Elevation Data | | | | | | | | | |
|------------------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev |
| 0 | 24.685 | 5.04 | 24.703 | 7.412 | 24.698 | 10.08 | 24.695 | 14.824 | 24.709 |
| 15.12 | 24.709 | 20.16 | 24.604 | 22.235 | 24.532 | 25.2 | 24.437 | 29.647 | 24.334 |
| 30.24 | 24.318 | 35.28 | 24.272 | 37.059 | 24.269 | 40.32 | 24.262 | 44.471 | 24.245 |
| 45.36 | 24.241 | 50.4 | 24.171 | 51.882 | 24.174 | 55.44 | 24.159 | 59.294 | 24.066 |
| 60.48 | 24.03 | 65.52 | 23.93 | 66.706 | 23.909 | 70.56 | 23.848 | 74.118 | 23.763 |
| 75.6 | 23.727 | 80.64 | 23.609 | 81.529 | 23.585 | 85.68 | 23.476 | 88.941 | 23.435 |
| 90.72 | 23.464 | 95.76 | 23.552 | 96.353 | 23.556 | 100.8 | 23.543 | 103.765 | 23.543 |
| 105.84 | 23.541 | 110.88 | 23.524 | 111.176 | 23.525 | 115.92 | 23.487 | 118.588 | 23.481 |
| 120.96 | 23.49 | 126 | 23.485 | 129.36 | 23.493 | 132.72 | 23.436 | 133.412 | 23.429 |
| 136.08 | 23.41 | 139.44 | 22.512 | 140.824 | 22.661 | 142.8 | 22.893 | 146.16 | 22.951 |
| 148.235 | 22.987 | 149.52 | 22.927 | 152.88 | 22.706 | 155.647 | 22.564 | 156.24 | 22.559 |
| 159.6 | 22.483 | 162.96 | 22.451 | 163.059 | 22.449 | 166.32 | 22.367 | 169.68 | 22.343 |
| 170.471 | 22.324 | 173.04 | 22.243 | 176.4 | 22.146 | 177.882 | 22.121 | 179.76 | 22.176 |
| 183.12 | 22.288 | 185.294 | 22.338 | 186.48 | 22.302 | 189.84 | 22.163 | 190.235 | 22.154 |
| 193.2 | 22.153 | 195.176 | 22.141 | 196.56 | 22.138 | 199.92 | 22.156 | 200.118 | 22.156 |
| 203.28 | 22.197 | 205.059 | 22.223 | 206.64 | 22.179 | 210 | 22.105 | 213.36 | 22.199 |
| 214.941 | 22.257 | 216.72 | 22.791 | 219.882 | 23.73 | 220.08 | 23.747 | 223.44 | 24.088 |
| 224.824 | 24.212 | 226.8 | 24.233 | 228.48 | 24.263 | 229.765 | 24.321 | 230.16 | 24.335 |
| 231.84 | 24.398 | 233.52 | 24.616 | 234.706 | 24.982 | 235.2 | 25.139 | 236.88 | 25.59 |
| 238.56 | 26.057 | 239.647 | 26.133 | 240.24 | 26.164 | 241.92 | 26.152 | 243.6 | 26.135 |
| 244.588 | 26.134 | 245.28 | 26.132 | 246.96 | 26.124 | 248.64 | 26.065 | 249.529 | 26.068 |
| 250.32 | 26.064 | 252 | 26 | 253.714 | 25.633 | 254.4 | 25.568 | 256.8 | 24.921 |
| 257.143 | 24.804 | 259.2 | 24.063 | 260.571 | 23.546 | 261.6 | 23.024 | 264 | 22.17 |
| 266.431 | 22.214 | 268.862 | 22.247 | 269.643 | 22.257 | 271.292 | 22.242 | 273.723 | 22.202 |
| 275.286 | 22.191 | 276.154 | 22.189 | 278.585 | 22.162 | 280.929 | 22.14 | 281.015 | 22.14 |
| 283.446 | 22.138 | 285.877 | 22.117 | 286.571 | 22.111 | 288.308 | 22.114 | 290.738 | 22.118 |
| 292.214 | 22.142 | 293.169 | 22.149 | 295.6 | 22.152 | 297.857 | 22.164 | 298.031 | 22.166 |
| 300.462 | 22.157 | 302.892 | 22.197 | 303.5 | 22.215 | 305.323 | 22.275 | 307.754 | 22.489 |
| 309.143 | 22.446 | 310.185 | 22.405 | 312.615 | 22.07 | 314.786 | 22.543 | 315.046 | 22.6 |
| 317.477 | 22.75 | 319.908 | 22.27 | 320.429 | 22.238 | 322.338 | 22.254 | 324.769 | 22.349 |
| 326.071 | 22.451 | 327.2 | 22.519 | 329.631 | 22.376 | 331.714 | 22.408 | 332.062 | 22.374 |
| 334.492 | 22.3 | 336.923 | 22.186 | 337.357 | 22.244 | 339.354 | 22.46 | 340.569 | 22.517 |
| 341.785 | 22.503 | 343 | 22.335 | 344.59 | 21.94 | 345.696 | 21.676 | 346.18 | 21.563 |
| 347.769 | 21.393 | 348.391 | 21.385 | 349.359 | 21.311 | 350.949 | 21.085 | 351.087 | 21.068 |
| 352.538 | 20.897 | 353.783 | 20.832 | 354.128 | 20.819 | 355.718 | 20.528 | 356.478 | 20.472 |
| 357.308 | 20.433 | 358.897 | 20.367 | 359.174 | 20.336 | 360.487 | 20.26 | 361.87 | 20.241 |
| 362.077 | 20.247 | 363.667 | 20.272 | 364.565 | 20.348 | 365.256 | 20.412 | 366.846 | 20.609 |
| 367.261 | 20.625 | 368.436 | 20.675 | 369.957 | 20.635 | 370.026 | 20.633 | 371.615 | 20.761 |
| 372.652 | 20.74 | 373.205 | 20.663 | 374.795 | 20.502 | 375.348 | 20.422 | 376.385 | 20.208 |
| 377.974 | 19.979 | 378.043 | 19.97 | 379.564 | 19.771 | 380.739 | 19.647 | 381.154 | 19.62 |
| 382.744 | 19.508 | 383.435 | 19.463 | 384.333 | 19.395 | 385.923 | 19.295 | 386.13 | 19.276 |
| 387.513 | 19.236 | 388.826 | 19.133 | 389.103 | 19.126 | 390.692 | 19.172 | 391.522 | 19.164 |
| 392.282 | 19.139 | 393.872 | 19.051 | 394.217 | 19.026 | 395.462 | 18.947 | 396.913 | 18.918 |
| 397.051 | 18.915 | 398.641 | 19.017 | 399.609 | 19.161 | 400.231 | 19.243 | 401.82 | 19.004 |
| 402.304 | 18.758 | 403.41 | 18.194 | 405 | 18.04 | 406.64 | 18.076 | 407.564 | 18.086 |
| 408.279 | 18.091 | 409.919 | 18.12 | 410.127 | 18.123 | 411.558 | 18.151 | 412.691 | 18.134 |
| 413.198 | 18.128 | 414.837 | 18.128 | 415.255 | 18.126 | 416.477 | 18.105 | 417.818 | 18.075 |
| 418.116 | 18.078 | 419.756 | 18.149 | 420.382 | 18.178 | 421.395 | 18.186 | 422.945 | 18.212 |
| 423.035 | 18.215 | 424.674 | 18.193 | 425.509 | 18.195 | 426.314 | 18.202 | 427.953 | 18.215 |
| 428.073 | 18.216 | 429.593 | 18.233 | 430.636 | 18.283 | 431.233 | 18.312 | 432.872 | 18.409 |

| | | | | |
|---|--------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 69 di 77 |

| | | | | | | | | | |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 433.2 | 18.453 | 434.512 | 18.633 | 435.764 | 18.693 | 436.151 | 18.706 | 437.791 | 18.63 |
| 438.327 | 18.707 | 439.43 | 18.89 | 440.891 | 19.146 | 441.07 | 19.173 | 442.709 | 19.199 |
| 443.455 | 19.226 | 444.349 | 19.275 | 445.988 | 19.495 | 446.018 | 19.501 | 447.628 | 19.86 |
| 448.582 | 19.927 | 449.267 | 19.954 | 450.907 | 19.874 | 451.145 | 19.85 | 452.547 | 19.743 |
| 453.709 | 19.629 | 454.186 | 19.579 | 455.826 | 19.476 | 456.273 | 19.474 | 457.465 | 19.475 |
| 458.836 | 19.463 | 459.105 | 19.462 | 460.744 | 19.476 | 461.4 | 19.61 | 462.384 | 19.878 |
| 463.964 | 19.961 | 464.023 | 19.973 | 465.663 | 20.218 | 466.527 | 20.455 | 467.302 | 20.581 |
| 468.942 | 20.803 | 469.091 | 20.826 | 470.581 | 21.033 | 471.655 | 21.176 | 472.221 | 21.28 |
| 473.86 | 21.591 | 474.218 | 21.655 | 475.5 | 21.89 | 476.161 | 22.092 | 477.484 | 22.147 |
| 478.806 | 22.196 | 479.6 | 22.205 | 480.129 | 22.212 | 481.452 | 22.1 | 482.774 | 21.928 |
| 483.7 | 21.821 | 484.097 | 21.772 | 485.419 | 21.765 | 486.742 | 21.814 | 487.8 | 21.888 |
| 488.065 | 21.907 | 489.387 | 21.917 | 490.71 | 21.971 | 491.9 | 22.124 | 492.032 | 22.141 |
| 493.355 | 22.181 | 494.677 | 22.14 | 496 | 22.095 | 497.323 | 22.103 | 498.645 | 21.951 |
| 499.968 | 21.814 | 500.1 | 21.822 | 501.29 | 21.891 | 502.613 | 21.937 | 503.935 | 21.929 |
| 504.2 | 21.954 | 505.258 | 22.06 | 506.581 | 22.068 | 507.903 | 22.051 | 508.3 | 22.052 |
| 509.226 | 22.056 | 510.548 | 22.162 | 511.871 | 22.154 | 512.4 | 22.17 | 513.194 | 22.191 |
| 514.516 | 22.235 | 516.5 | 22.479 | 517.161 | 22.562 | 519.806 | 22.581 | 520.6 | 22.478 |
| 522.452 | 22.231 | 524.7 | 22.229 | 525.097 | 22.228 | 527.742 | 22.217 | 528.8 | 22.215 |
| 530.387 | 22.225 | 532.9 | 22.279 | 533.032 | 22.281 | 535.677 | 22.3 | 537 | 22.325 |
| 538.323 | 22.346 | 540.968 | 22.329 | 541.1 | 22.331 | 543.613 | 22.362 | 545.2 | 22.379 |
| 546.258 | 22.402 | 548.903 | 22.389 | 549.3 | 22.402 | 551.548 | 22.443 | 553.4 | 22.483 |
| 554.194 | 22.515 | 556.839 | 22.557 | 557.5 | 22.579 | 559.484 | 22.629 | 562.129 | 22.676 |
| 563.65 | 22.721 | 564.774 | 22.778 | 567.419 | 22.931 | 570.065 | 23.07 | 571.85 | 23.164 |
| 572.71 | 23.2 | 575.355 | 23.37 | 578 | 23.47 | 581.15 | 23.505 | 583.477 | 23.5 |
| 584.301 | 23.499 | 587.451 | 23.559 | 588.954 | 23.613 | 590.602 | 23.657 | 593.752 | 23.734 |
| 594.431 | 23.708 | 596.902 | 23.612 | 599.908 | 23.586 | 600.053 | 23.585 | 603.203 | 23.573 |
| 605.385 | 23.52 | 606.354 | 23.495 | 609.504 | 23.535 | 610.862 | 23.488 | 612.655 | 23.414 |
| 615.805 | 23.38 | 618.955 | 23.316 | 619.078 | 23.313 | 622.106 | 23.256 | 625.256 | 23.262 |
| 627.293 | 23.266 | 628.407 | 23.282 | 631.557 | 23.334 | 634.707 | 23.312 | 635.509 | 23.319 |
| 637.858 | 23.311 | 641.008 | 23.295 | 643.724 | 23.316 | 644.159 | 23.319 | 647.309 | 23.258 |
| 650.459 | 23.283 | 651.94 | 23.275 | 653.61 | 23.264 | 656.76 | 23.262 | 659.911 | 23.211 |
| 660.155 | 23.211 | 663.061 | 23.234 | 666.212 | 23.259 | 668.371 | 23.273 | 669.362 | 23.273 |
| 672.512 | 23.257 | 676.586 | 23.246 | 677.238 | 23.245 | 681.964 | 23.242 | 684.802 | 23.219 |
| 686.689 | 23.206 | 691.415 | 23.234 | 693.017 | 23.237 | 696.141 | 23.246 | 700.866 | 23.209 |
| 701.233 | 23.208 | 705.592 | 23.163 | 709.448 | 23.103 | 710.317 | 23.102 | 715.043 | 23.194 |
| 717.664 | 23.201 | 719.769 | 23.196 | 724.494 | 23.201 | 725.879 | 23.192 | 729.22 | 23.144 |
| 733.945 | 23.146 | 734.095 | 23.145 | 738.671 | 23.129 | 742.31 | 23.148 | 743.397 | 23.157 |
| 748.122 | 23.161 | 750.526 | 23.18 | 752.848 | 23.178 | 757.574 | 23.124 | 758.741 | 23.113 |
| 762.299 | 23.133 | 766.957 | 23.19 | 767.025 | 23.189 | 771.75 | 23.159 | 775.172 | 23.134 |
| 776.476 | 23.137 | 781.202 | 23.076 | 783.388 | 23.105 | 785.927 | 23.112 | 790.653 | 23.054 |
| 791.603 | 23.051 | 792.228 | 23.057 | 793.803 | 23.062 | 795.379 | 23.061 | 796.954 | 23.086 |
| 798.529 | 23.101 | 799.819 | 23.109 | 800.104 | 23.111 | 801.679 | 23.119 | 803.255 | 23.137 |
| 804.83 | 23.139 | 806.405 | 23.157 | 807.98 | 23.14 | 808.034 | 23.139 | 809.555 | 23.109 |
| 811.131 | 23.134 | 812.706 | 23.113 | 814.281 | 23.107 | 816.25 | 23.145 | | |

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 371.615 .035 448.582 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
371.615 448.582 94.952 94.952 94.952 .1 .3
Left Levee Station= 253 Elevation= 26.025

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

| | | | | | |
|--------------------|----------|----------------------|----------|----------|----------|
| E.G. Elev (m) | 23.30 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m) | 0.79 | Wt. n-Val. | 0.055 | 0.035 | 0.055 |
| W.S. Elev (m) | 22.51 | Reach Len. (m) | 94.95 | 94.95 | 94.95 |
| Crit W.S. (m) | 21.94 | Flow Area (m2) | 67.34 | 279.06 | 87.52 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.003940 | Area (m2) | 67.34 | 279.06 | 87.52 |
| Q Total (m3/s) | 1366.00 | Flow (m3/s) | 83.42 | 1176.31 | 106.27 |
| Top Width (m) | 282.48 | Top Width (m) | 103.59 | 76.97 | 101.92 |
| Vel Total (m/s) | 3.15 | Avg. Vel. (m/s) | 1.24 | 4.22 | 1.21 |
| Max Chl Dpth (m) | 4.47 | Hydr. Depth (m) | 0.65 | 3.63 | 0.86 |
| Conv. Total (m3/s) | 21762.5 | Conv. (m3/s) | 1329.1 | 18740.4 | 1693.0 |
| Length Wtd. (m) | 94.95 | Wetted Per. (m) | 104.00 | 77.44 | 102.31 |
| Min Ch El (m) | 18.04 | Shear (N/m2) | 25.02 | 139.23 | 33.05 |
| Alpha | 1.57 | Stream Power (N/m s) | 39080.32 | 12113.09 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | 0.35 | Cum Volume (1000 m3) | 12.72 | 181.41 | 30.82 |
| C & E Loss (m) | 0.04 | Cum SA (1000 m2) | 22.56 | 60.80 | 64.28 |

| | | | | |
|---|--------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 70 di 77 |

CROSS SECTION

RIVER: alveo

REACH: princ

RS: 22.5*

INPUT

Description:

Station Elevation Data

num= 469

| Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 0 | 24.193 | 5.52 | 24.227 | 8.118 | 24.221 | 11.04 | 24.218 | 16.235 | 24.239 |
| 16.56 | 24.24 | 22.08 | 24.092 | 24.353 | 23.988 | 27.6 | 23.844 | 32.471 | 23.686 |
| 33.12 | 23.664 | 38.64 | 23.616 | 40.588 | 23.618 | 44.16 | 23.621 | 48.706 | 23.612 |
| 49.68 | 23.611 | 55.2 | 23.525 | 56.824 | 23.536 | 60.72 | 23.55 | 64.941 | 23.45 |
| 66.24 | 23.415 | 71.76 | 23.35 | 73.059 | 23.338 | 77.28 | 23.304 | 81.176 | 23.23 |
| 82.8 | 23.198 | 88.32 | 23.099 | 89.294 | 23.078 | 93.84 | 22.978 | 97.412 | 22.967 |
| 99.36 | 22.987 | 104.88 | 23.051 | 105.529 | 23.049 | 110.4 | 23.011 | 113.647 | 23 |
| 115.92 | 22.99 | 121.44 | 22.952 | 121.765 | 22.952 | 126.96 | 22.933 | 129.882 | 22.946 |
| 132.48 | 22.965 | 138 | 22.968 | 141.68 | 22.987 | 145.36 | 22.908 | 146.118 | 22.898 |
| 149.04 | 22.865 | 152.72 | 21.511 | 154.235 | 21.732 | 156.4 | 22.056 | 160.08 | 22.106 |
| 162.353 | 22.136 | 163.76 | 22.114 | 167.44 | 21.958 | 170.471 | 21.891 | 171.12 | 21.89 |
| 174.8 | 21.806 | 178.48 | 21.79 | 178.588 | 21.789 | 182.16 | 21.719 | 185.84 | 21.736 |
| 186.706 | 21.721 | 189.52 | 21.661 | 193.2 | 21.598 | 194.824 | 21.597 | 196.88 | 21.638 |
| 200.56 | 21.734 | 202.941 | 21.762 | 204.24 | 21.746 | 207.92 | 21.646 | 208.353 | 21.645 |
| 211.6 | 21.672 | 213.765 | 21.671 | 215.28 | 21.674 | 218.96 | 21.718 | 219.176 | 21.718 |
| 222.64 | 21.748 | 224.588 | 21.769 | 226.32 | 21.754 | 230 | 21.753 | 233.68 | 21.784 |
| 235.412 | 21.822 | 237.36 | 22.095 | 240.824 | 22.57 | 241.04 | 22.579 | 244.72 | 22.794 |
| 246.235 | 22.858 | 248.4 | 22.872 | 250.24 | 22.902 | 251.647 | 22.976 | 252.08 | 22.997 |
| 253.92 | 23.094 | 255.76 | 23.423 | 257.059 | 23.973 | 257.6 | 24.204 | 259.44 | 24.87 |
| 261.28 | 25.559 | 262.471 | 25.664 | 263.12 | 25.717 | 264.96 | 25.716 | 266.8 | 25.708 |
| 267.882 | 25.716 | 268.64 | 25.721 | 270.48 | 25.727 | 272.32 | 25.657 | 273.294 | 25.672 |
| 274.16 | 25.682 | 276 | 25.62 | 277.571 | 25.454 | 278.2 | 25.429 | 280.4 | 24.711 |
| 280.714 | 24.57 | 282.6 | 23.712 | 283.857 | 23.105 | 284.8 | 22.582 | 287 | 21.91 |
| 288.646 | 21.956 | 290.292 | 21.996 | 290.821 | 22.008 | 291.938 | 21.984 | 293.585 | 21.937 |
| 294.643 | 21.916 | 295.231 | 21.908 | 296.877 | 21.877 | 298.464 | 21.85 | 298.523 | 21.85 |
| 300.169 | 21.842 | 301.815 | 21.825 | 302.286 | 21.82 | 303.462 | 21.836 | 305.108 | 21.857 |
| 306.107 | 21.881 | 306.754 | 21.884 | 308.4 | 21.883 | 309.929 | 21.887 | 310.046 | 21.889 |
| 311.692 | 21.895 | 313.338 | 21.926 | 313.75 | 21.938 | 314.985 | 21.982 | 316.631 | 22.108 |
| 317.571 | 22.098 | 318.277 | 22.077 | 319.923 | 21.91 | 321.393 | 22.147 | 321.569 | 22.175 |
| 323.215 | 22.25 | 324.862 | 22.01 | 325.214 | 21.994 | 326.508 | 22.136 | 328.154 | 22.353 |
| 329.036 | 22.495 | 329.8 | 22.589 | 331.446 | 22.644 | 332.857 | 22.769 | 333.092 | 22.732 |
| 334.738 | 22.55 | 336.385 | 22.349 | 336.679 | 22.352 | 338.031 | 22.29 | 338.854 | 22.215 |
| 339.677 | 22.105 | 340.5 | 21.917 | 342.295 | 21.405 | 343.543 | 21.064 | 344.09 | 20.917 |
| 345.885 | 20.731 | 346.587 | 20.747 | 347.68 | 20.74 | 349.474 | 20.572 | 349.63 | 20.562 |
| 351.269 | 20.458 | 352.674 | 20.492 | 353.064 | 20.505 | 354.859 | 20.209 | 355.717 | 20.193 |
| 356.654 | 20.186 | 358.449 | 20.189 | 358.761 | 20.159 | 360.244 | 20.055 | 361.804 | 20.037 |
| 362.038 | 20.038 | 363.833 | 20.026 | 364.848 | 20.112 | 365.628 | 20.181 | 367.423 | 20.414 |
| 367.891 | 20.423 | 369.218 | 20.448 | 370.935 | 20.322 | 371.013 | 20.316 | 372.808 | 20.44 |
| 373.978 | 20.365 | 374.603 | 20.291 | 376.397 | 20.171 | 377.022 | 20.093 | 378.192 | 19.914 |
| 379.987 | 19.79 | 380.065 | 19.784 | 381.782 | 19.676 | 383.109 | 19.636 | 383.577 | 19.63 |
| 385.372 | 19.594 | 386.152 | 19.585 | 387.167 | 19.567 | 388.962 | 19.567 | 389.196 | 19.558 |
| 390.756 | 19.543 | 392.239 | 19.43 | 392.551 | 19.413 | 394.346 | 19.446 | 395.283 | 19.416 |
| 396.141 | 19.379 | 397.936 | 19.25 | 398.326 | 19.214 | 399.731 | 19.088 | 401.37 | 19.038 |
| 401.526 | 19.032 | 403.32 | 19.188 | 404.413 | 19.407 | 405.115 | 19.542 | 406.91 | 19.212 |
| 407.457 | 18.851 | 408.705 | 18.027 | 410.5 | 17.825 | 411.959 | 17.85 | 412.782 | 17.858 |
| 413.419 | 17.862 | 414.878 | 17.879 | 415.064 | 17.882 | 416.337 | 17.901 | 417.345 | 17.897 |
| 417.797 | 17.897 | 419.256 | 17.906 | 419.627 | 17.908 | 420.715 | 17.888 | 421.909 | 17.862 |
| 422.174 | 17.871 | 423.634 | 17.949 | 424.191 | 17.979 | 425.093 | 17.969 | 426.473 | 17.961 |
| 426.552 | 17.962 | 428.012 | 17.945 | 428.755 | 17.943 | 429.471 | 17.947 | 430.93 | 17.957 |
| 431.036 | 17.958 | 432.39 | 17.969 | 433.318 | 17.996 | 433.849 | 18.013 | 435.308 | 18.068 |
| 435.6 | 18.091 | 436.767 | 18.189 | 437.882 | 18.227 | 438.227 | 18.229 | 439.686 | 18.175 |
| 440.164 | 18.208 | 441.145 | 18.315 | 442.445 | 18.463 | 442.605 | 18.474 | 444.064 | 18.468 |
| 444.727 | 18.473 | 445.523 | 18.503 | 446.983 | 18.622 | 447.009 | 18.626 | 448.442 | 18.83 |
| 449.291 | 18.879 | 449.901 | 18.881 | 451.36 | 18.816 | 451.573 | 18.8 | 452.82 | 18.755 |
| 453.855 | 18.705 | 454.279 | 18.679 | 455.738 | 18.624 | 456.136 | 18.622 | 457.198 | 18.627 |
| 458.418 | 18.627 | 458.657 | 18.627 | 460.116 | 18.644 | 460.7 | 18.715 | 461.576 | 18.922 |
| 462.982 | 19.081 | 463.035 | 19.1 | 464.494 | 19.587 | 465.264 | 19.897 | 465.953 | 20.047 |
| 467.413 | 20.34 | 467.545 | 20.368 | 468.872 | 20.62 | 469.827 | 20.798 | 470.331 | 20.935 |
| 471.791 | 21.337 | 472.109 | 21.422 | 473.25 | 21.74 | 474.081 | 22.036 | 475.742 | 22.103 |
| 477.403 | 22.163 | 478.4 | 22.167 | 479.065 | 22.171 | 480.726 | 21.985 | 482.387 | 21.709 |

| | | | | |
|---|-----------------------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | Fg. 71 di 77 | Rev. 0 |

483.55 21.536 484.048 21.461 485.71 21.443 487.371 21.507 488.7 21.612
489.032 21.638 490.694 21.643 492.355 21.716 493.85 21.936 494.016 21.96
495.677 22.01 497.339 21.94 499 21.862 500.661 21.867 502.323 21.631
503.984 21.417 504.15 21.428 505.645 21.525 507.306 21.589 508.968 21.569
509.3 21.606 510.629 21.755 512.29 21.754 513.952 21.716 514.45 21.713
515.613 21.708 517.274 21.851 518.935 21.822 519.6 21.84 520.597 21.865
522.258 21.923 524.75 22.273 525.581 22.391 528.903 22.391 529.9 22.226
532.226 21.84 535.05 21.818 535.548 21.814 538.871 21.779 540.2 21.767
542.194 21.758 545.35 21.799 545.516 21.801 548.839 21.8 550.5 21.823
552.161 21.843 555.484 21.794 555.65 21.797 558.806 21.831 560.8 21.848
562.129 21.866 565.452 21.804 565.95 21.818 568.774 21.876 571.1 21.935
572.097 21.968 575.419 21.979 576.25 21.998 578.742 22.05 582.065 22.088
583.975 22.136 585.387 22.184 588.71 22.326 592.032 22.445 594.275 22.526
595.355 22.56 598.677 22.755 602 22.845 604.726 22.897 606.739 22.92
607.451 22.929 610.177 22.993 611.477 23.037 612.902 23.06 615.628 23.102
616.216 23.089 618.354 23.043 620.954 23.033 621.079 23.033 623.805 23.03
625.693 23.005 626.531 22.993 629.256 23.013 630.431 22.989 631.982 22.941
634.707 22.905 637.433 22.854 637.539 22.851 640.159 22.819 642.884 22.819
644.647 22.818 645.61 22.837 648.336 22.896 651.061 22.918 651.754 22.929
653.787 22.921 656.512 22.907 658.862 22.913 659.238 22.914 661.964 22.878
664.689 22.884 665.97 22.878 667.415 22.866 670.141 22.854 672.866 22.816
673.078 22.815 675.592 22.841 678.317 22.869 680.185 22.887 681.043 22.885
683.769 22.871 687.293 22.858 687.857 22.857 691.945 22.853 694.401 22.839
696.034 22.834 700.122 22.851 701.509 22.853 704.211 22.864 708.299 22.854
708.616 22.854 712.388 22.805 715.724 22.752 716.476 22.758 720.564 22.841
722.832 22.866 724.653 22.87 728.741 22.886 729.94 22.886 732.83 22.846
736.918 22.824 737.047 22.822 741.007 22.809 744.155 22.814 745.095 22.82
749.183 22.831 751.263 22.845 753.272 22.827 757.36 22.765 758.371 22.751
761.449 22.79 765.478 22.855 765.537 22.854 769.626 22.799 772.586 22.757
773.714 22.761 777.802 22.739 779.694 22.758 781.891 22.738 785.979 22.666
786.802 22.656 787.342 22.66 788.705 22.668 790.068 22.672 791.431 22.689
792.793 22.702 793.909 22.71 794.156 22.712 795.519 22.724 796.882 22.74
798.245 22.749 799.607 22.766 800.97 22.765 801.017 22.765 802.333 22.744
803.696 22.751 805.059 22.734 806.422 22.726 808.125 22.737

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 367.423 .035 468.872 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
367.423 468.872 94.953 94.953 94.953 .1 .3
Left Levee Station= 277.5 Elevation= 25.6575

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

| E.G. Elev (m) | 22.91 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|----------|----------|----------|
| Vel Head (m) | 0.65 | Wt. n-Val. | 0.055 | 0.035 | 0.055 |
| W.S. Elev (m) | 22.26 | Reach Len. (m) | 94.95 | 94.95 | 94.95 |
| Crit W.S. (m) | 21.56 | Flow Area (m2) | 60.35 | 339.07 | 50.10 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.003411 | Area (m2) | 60.35 | 339.07 | 50.10 |
| Q Total (m3/s) | 1366.00 | Flow (m3/s) | 76.53 | 1258.13 | 31.35 |
| Top Width (m) | 285.40 | Top Width (m) | 70.67 | 101.45 | 113.28 |
| Vel Total (m/s) | 3.04 | Avg. Vel. (m/s) | 1.27 | 3.71 | 0.63 |
| Max Chl Dpth (m) | 4.44 | Hydr. Depth (m) | 0.85 | 3.34 | 0.44 |
| Conv. Total (m3/s) | 23388.4 | Conv. (m3/s) | 1310.3 | 21541.5 | 536.7 |
| Length Wtd. (m) | 94.95 | Wetted Per. (m) | 71.04 | 102.26 | 113.68 |
| Min Ch El (m) | 17.83 | Shear (N/m2) | 28.42 | 110.91 | 14.74 |
| Alpha | 1.38 | Stream Power (N/m s) | 38691.31 | 13286.11 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | 0.32 | Cum Volume (1000 m3) | 6.66 | 152.07 | 24.28 |
| C & E Loss (m) | 0.02 | Cum SA (1000 m2) | 14.28 | 52.33 | 54.06 |

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 20

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 242
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev

| | | | | |
|---|-------------|--|--------------|--------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 72 di 77 |

| | | | | | | | | | |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| 0 | 23.7 | 6 | 23.75 | 12 | 23.74 | 18 | 23.77 | 24 | 23.58 |
| 30 | 23.25 | 36 | 23.01 | 42 | 22.96 | 48 | 22.98 | 54 | 22.98 |
| 60 | 22.88 | 66 | 22.94 | 72 | 22.8 | 78 | 22.77 | 84 | 22.76 |
| 90 | 22.67 | 96 | 22.59 | 102 | 22.48 | 108 | 22.51 | 114 | 22.55 |
| 120 | 22.48 | 126 | 22.44 | 132 | 22.38 | 138 | 22.38 | 144 | 22.44 |
| 150 | 22.45 | 154 | 22.48 | 158 | 22.38 | 162 | 22.32 | 166 | 20.51 |
| 170 | 21.22 | 174 | 21.26 | 178 | 21.3 | 182 | 21.21 | 186 | 21.22 |
| 190 | 21.13 | 194 | 21.13 | 198 | 21.07 | 202 | 21.13 | 206 | 21.08 |
| 210 | 21.05 | 214 | 21.1 | 218 | 21.18 | 222 | 21.19 | 226 | 21.13 |
| 230 | 21.19 | 234 | 21.21 | 238 | 21.28 | 242 | 21.3 | 246 | 21.33 |
| 250 | 21.4 | 254 | 21.37 | 258 | 21.4 | 262 | 21.41 | 266 | 21.5 |
| 270 | 21.51 | 272 | 21.54 | 274 | 21.66 | 276 | 21.79 | 278 | 22.23 |
| 280 | 23.27 | 282 | 24.15 | 284 | 25.06 | 286 | 25.27 | 288 | 25.28 |
| 290 | 25.28 | 292 | 25.31 | 294 | 25.33 | 296 | 25.25 | 298 | 25.3 |
| 300 | 25.24 | 302 | 25.29 | 304 | 24.5 | 306 | 23.36 | 308 | 22.14 |
| 310 | 21.65 | 312 | 21.76 | 314 | 21.64 | 316 | 21.56 | 318 | 21.53 |
| 320 | 21.62 | 322 | 21.61 | 324 | 21.66 | 326 | 21.75 | 328 | 21.75 |
| 330 | 21.75 | 332 | 22.54 | 334 | 23.13 | 336 | 22.46 | 338 | 21.5 |
| 340 | 20.87 | 342 | 20.27 | 344 | 20.07 | 346 | 20.17 | 348 | 20.06 |
| 350 | 20.02 | 352 | 20.19 | 354 | 19.89 | 356 | 19.94 | 358 | 20.01 |
| 360 | 19.85 | 362 | 19.83 | 364 | 19.78 | 366 | 19.95 | 368 | 20.22 |
| 370 | 20.22 | 372 | 20 | 374 | 20.12 | 376 | 19.92 | 378 | 19.84 |
| 380 | 19.62 | 382 | 19.6 | 384 | 19.58 | 386 | 19.64 | 388 | 19.68 |
| 390 | 19.74 | 392 | 19.84 | 394 | 19.85 | 396 | 19.7 | 398 | 19.72 |
| 400 | 19.62 | 402 | 19.45 | 404 | 19.23 | 406 | 19.15 | 408 | 19.36 |
| 410 | 19.84 | 412 | 19.42 | 414 | 17.86 | 416 | 17.61 | 418 | 17.63 |
| 420 | 17.64 | 422 | 17.66 | 424 | 17.69 | 426 | 17.65 | 428 | 17.78 |
| 430 | 17.71 | 432 | 17.69 | 434 | 17.7 | 436 | 17.71 | 438 | 17.73 |
| 440 | 17.76 | 442 | 17.71 | 444 | 17.78 | 446 | 17.72 | 448 | 17.75 |
| 450 | 17.83 | 452 | 17.75 | 454 | 17.78 | 456 | 17.77 | 458 | 17.79 |
| 460 | 17.82 | 462 | 18.2 | 464 | 19.34 | 466 | 19.91 | 468 | 20.42 |
| 470 | 21.19 | 471 | 21.59 | 472 | 21.98 | 474 | 22.06 | 476 | 22.13 |
| 478 | 22.13 | 480 | 21.87 | 482 | 21.49 | 484 | 21.15 | 486 | 21.12 |
| 488 | 21.2 | 490 | 21.37 | 492 | 21.37 | 494 | 21.46 | 496 | 21.78 |
| 498 | 21.84 | 500 | 21.74 | 502 | 21.63 | 504 | 21.63 | 506 | 21.31 |
| 508 | 21.02 | 510 | 21.16 | 512 | 21.24 | 514 | 21.21 | 516 | 21.45 |
| 518 | 21.44 | 520 | 21.38 | 522 | 21.36 | 524 | 21.54 | 526 | 21.49 |
| 528 | 21.54 | 530 | 21.61 | 534 | 22.22 | 538 | 22.2 | 542 | 21.45 |
| 546 | 21.4 | 550 | 21.34 | 554 | 21.29 | 558 | 21.32 | 562 | 21.3 |
| 566 | 21.34 | 570 | 21.26 | 574 | 21.3 | 578 | 21.33 | 582 | 21.22 |
| 586 | 21.31 | 590 | 21.42 | 594 | 21.4 | 598 | 21.47 | 602 | 21.5 |
| 606 | 21.59 | 610 | 21.72 | 614 | 21.82 | 618 | 21.92 | 622 | 22.14 |
| 626 | 22.22 | 630 | 22.34 | 634 | 22.46 | 638 | 22.47 | 642 | 22.48 |
| 646 | 22.49 | 650 | 22.49 | 656 | 22.39 | 662 | 22.37 | 668 | 22.54 |
| 674 | 22.51 | 680 | 22.48 | 686 | 22.42 | 692 | 22.5 | 698 | 22.47 |
| 704 | 22.46 | 710 | 22.47 | 716 | 22.5 | 722 | 22.4 | 728 | 22.53 |
| 734 | 22.58 | 740 | 22.5 | 746 | 22.48 | 752 | 22.51 | 758 | 22.39 |
| 764 | 22.52 | 770 | 22.38 | 776 | 22.41 | 782 | 22.26 | 788 | 22.31 |
| 794 | 22.39 | 800 | 22.33 | | | | | | |

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 340 .035 470 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
340 470 110.623 110.623 .1 .3
Left Levee Station= 302 Elevation= 25.29

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

| | | | | | |
|--------------------|----------|-----------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m) | 22.56 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m) | 0.57 | Wt. n-Val. | 0.055 | 0.035 | 0.055 |
| W.S. Elev (m) | 21.99 | Reach Len. (m) | 110.62 | 110.62 | 110.62 |
| Crit W.S. (m) | 21.31 | Flow Area (m2) | 8.88 | 383.43 | 73.88 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.003428 | Area (m2) | 8.88 | 383.43 | 73.88 |
| Q Total (m3/s) | 1366.00 | Flow (m3/s) | 4.85 | 1308.81 | 52.35 |
| Top Width (m) | 291.03 | Top Width (m) | 25.04 | 130.00 | 135.99 |
| Vel Total (m/s) | 2.93 | Avg. Vel. (m/s) | 0.55 | 3.41 | 0.71 |
| Max Chl Dpth (m) | 4.38 | Hydr. Depth (m) | 0.35 | 2.95 | 0.54 |
| Conv. Total (m3/s) | 23331.5 | Conv. (m3/s) | 82.8 | 22354.6 | 894.1 |
| Length Wtd. (m) | 110.62 | Wetted Per. (m) | 25.35 | 131.54 | 136.43 |

| | | | | |
|---|--------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | | SPC. LA-E-83072 | |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 73 di 77 |

| | | | | | |
|----------------|-------|----------------------|----------|----------|-------|
| Min Ch El (m) | 17.61 | Shear (N/m2) | 11.77 | 97.98 | 18.20 |
| Alpha | 1.30 | Stream Power (N/m s) | 38302.30 | 14459.12 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | 0.40 | Cum Volume (1000 m3) | 3.38 | 117.76 | 18.40 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 9.74 | 41.34 | 42.23 |

CROSS SECTION

RIVER: alveo

REACH: princ

RS: 16.6666*

INPUT

Description:

Station Elevation Data

num= 452

| Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 0 | 23.377 | 5.854 | 23.311 | 6.314 | 23.303 | 11.709 | 23.302 |
| 17.563 | 23.279 | 18.943 | 23.237 | 23.417 | 23.159 | 25.257 | 23.098 |
| 31.571 | 22.874 | 35.126 | 22.767 | 37.886 | 22.744 | 40.98 | 22.709 |
| 46.834 | 22.696 | 50.514 | 22.687 | 52.689 | 22.674 | 56.829 | 22.603 |
| 63.143 | 22.601 | 64.397 | 22.602 | 69.457 | 22.489 | 70.252 | 22.464 |
| 76.106 | 22.352 | 81.96 | 22.265 | 82.086 | 22.262 | 87.815 | 22.14 |
| 93.669 | 22.044 | 94.714 | 22.024 | 99.523 | 21.953 | 101.029 | 21.955 |
| 107.343 | 21.922 | 111.232 | 21.897 | 113.657 | 21.851 | 117.086 | 21.847 |
| 122.94 | 21.774 | 126.286 | 21.677 | 128.795 | 21.677 | 132.6 | 21.703 |
| 138.914 | 21.766 | 140.503 | 21.772 | 145.229 | 21.765 | 146.358 | 21.76 |
| 151.543 | 21.725 | 154.163 | 21.681 | 157.857 | 21.645 | 158.066 | 21.644 |
| 162.067 | 20.469 | 165.872 | 20.927 | 166.276 | 20.929 | 169.775 | 20.951 |
| 173.678 | 20.984 | 174.695 | 20.971 | 177.581 | 20.943 | 178.905 | 20.952 |
| 183.114 | 20.915 | 185.386 | 20.884 | 187.324 | 20.887 | 189.289 | 20.884 |
| 193.192 | 20.837 | 195.743 | 20.859 | 197.095 | 20.868 | 199.952 | 20.832 |
| 204.162 | 20.85 | 204.901 | 20.847 | 208.371 | 20.88 | 208.804 | 20.884 |
| 212.706 | 20.947 | 216.609 | 20.953 | 216.79 | 20.951 | 220.512 | 20.937 |
| 224.415 | 20.994 | 225.21 | 20.999 | 228.318 | 21.008 | 229.419 | 21.02 |
| 233.629 | 21.095 | 236.124 | 21.09 | 237.838 | 21.089 | 240.026 | 21.117 |
| 243.929 | 21.171 | 246.257 | 21.148 | 247.832 | 21.151 | 250.467 | 21.184 |
| 254.676 | 21.188 | 255.638 | 21.193 | 258.886 | 21.253 | 259.541 | 21.258 |
| 263.444 | 21.231 | 265.395 | 21.22 | 267.305 | 21.268 | 267.347 | 21.277 |
| 271.249 | 22.303 | 271.514 | 22.441 | 273.201 | 23.243 | 275.152 | 24.065 |
| 277.104 | 24.752 | 279.055 | 24.909 | 279.933 | 24.92 | 281.007 | 24.938 |
| 284.143 | 24.992 | 284.909 | 25.004 | 286.248 | 25.019 | 286.861 | 25.022 |
| 288.812 | 24.972 | 290.457 | 25.018 | 290.764 | 25.029 | 292.562 | 25.026 |
| 294.667 | 24.933 | 296.667 | 23.92 | 298.667 | 22.803 | 300.667 | 21.74 |
| 303.667 | 21.428 | 304.667 | 21.463 | 305.667 | 21.448 | 306.667 | 21.45 |
| 308.667 | 21.417 | 309.667 | 21.39 | 310.667 | 21.37 | 311.667 | 21.377 |
| 313.667 | 21.347 | 314.667 | 21.337 | 315.667 | 21.342 | 316.667 | 21.3 |
| 318.667 | 21.287 | 319.667 | 21.292 | 320.667 | 21.293 | 321.667 | 21.322 |
| 323.667 | 21.345 | 324.667 | 21.34 | 325.667 | 21.342 | 326.667 | 21.347 |
| 328.667 | 21.35 | 329.667 | 21.348 | 330.667 | 21.363 | 331.667 | 21.385 |
| 333.667 | 21.385 | 334.667 | 21.407 | 335.667 | 21.377 | 336.667 | 21.36 |
| 338.667 | 21.32 | 339.667 | 21.29 | 340.667 | 21.29 | 341.667 | 21.29 |
| 343.667 | 21.448 | 344.667 | 21.55 | 345.667 | 21.685 | 346.667 | 21.797 |
| 348.667 | 21.97 | 349.667 | 22.075 | 350.667 | 22.18 | 351.667 | 22.078 |
| 353.667 | 21.885 | 354.667 | 21.787 | 355.667 | 21.627 | 356.667 | 21.47 |
| 358.667 | 21.007 | 360.296 | 20.787 | 360.923 | 20.66 | 361.926 | 20.466 |
| 363.556 | 19.964 | 365.185 | 19.688 | 365.436 | 19.682 | 366.815 | 19.771 |
| 368.444 | 19.742 | 369.949 | 19.706 | 370.074 | 19.705 | 371.704 | 19.763 |
| 373.333 | 19.747 | 374.462 | 19.815 | 374.963 | 19.776 | 376.593 | 19.511 |
| 378.222 | 19.286 | 378.974 | 19.194 | 379.852 | 19.091 | 381.231 | 19.047 |
| 383.111 | 18.828 | 383.487 | 18.803 | 384.741 | 18.773 | 385.744 | 18.763 |
| 388 | 18.697 | 389.63 | 18.802 | 390.256 | 18.836 | 391.259 | 18.92 |
| 392.889 | 19 | 394.519 | 18.987 | 394.769 | 18.987 | 396.148 | 18.9 |
| 397.778 | 18.91 | 399.282 | 18.899 | 399.407 | 18.886 | 401.037 | 18.933 |
| 402.667 | 18.94 | 403.795 | 18.932 | 404.296 | 18.907 | 405.926 | 18.825 |
| 407.556 | 18.824 | 408.308 | 18.828 | 409.185 | 18.831 | 410.564 | 18.818 |
| 412.444 | 18.823 | 412.821 | 18.822 | 414.074 | 18.808 | 415.077 | 18.822 |
| 417.333 | 18.777 | 418.963 | 18.785 | 419.59 | 18.797 | 420.593 | 18.79 |
| 422.222 | 18.763 | 423.852 | 18.661 | 424.103 | 18.652 | 425.481 | 18.668 |
| 427.111 | 18.668 | 428.615 | 18.626 | 428.741 | 18.62 | 430.37 | 18.515 |
| 432 | 18.407 | 433.128 | 18.331 | 433.63 | 18.318 | 435.259 | 18.26 |
| 436.889 | 18.34 | 437.641 | 18.408 | 438.519 | 18.558 | 439.897 | 18.751 |
| 441.778 | 18.51 | 442.154 | 18.456 | 443.407 | 17.856 | 444.41 | 17.379 |

| | | | | |
|---|--|--|------------------------|----------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | | SPC. LA-E-83072 | |
| | Regione Marche PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 74 di 77 | Rev. 0 |

| | | | | | | | | | |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 446.667 | 17.177 | 448.267 | 17.207 | 449.867 | 17.231 | 450.667 | 17.247 | 451.467 | 17.264 |
| 453.067 | 17.305 | 454.667 | 17.3 | 456.267 | 17.524 | 457.867 | 17.615 | 458.667 | 17.677 |
| 459.467 | 17.723 | 461.067 | 17.837 | 462.667 | 17.95 | 464.267 | 18.065 | 465.867 | 18.186 |
| 466.667 | 18.22 | 467.467 | 18.219 | 469.067 | 18.296 | 470.667 | 18.287 | 472.267 | 18.331 |
| 473.867 | 18.408 | 474.667 | 18.393 | 475.467 | 18.371 | 477.067 | 18.401 | 478.667 | 18.403 |
| 480.267 | 18.435 | 481.867 | 18.474 | 482.667 | 18.61 | 483.467 | 18.739 | 485.067 | 19.503 |
| 486.667 | 19.887 | 488.267 | 20.235 | 489.867 | 20.756 | 490.667 | 21.027 | 491.625 | 21.303 |
| 493.541 | 21.388 | 495.051 | 21.45 | 495.457 | 21.463 | 497.373 | 21.478 | 499.289 | 21.319 |
| 499.434 | 21.301 | 501.205 | 21.076 | 503.121 | 20.86 | 503.818 | 20.856 | 505.038 | 20.842 |
| 506.954 | 20.894 | 508.202 | 20.967 | 508.87 | 21.007 | 510.786 | 21.007 | 512.586 | 21.063 |
| 512.702 | 21.067 | 514.618 | 21.283 | 516.534 | 21.326 | 516.97 | 21.312 | 518.45 | 21.263 |
| 520.366 | 21.194 | 521.354 | 21.197 | 522.283 | 21.204 | 524.199 | 21.005 | 525.737 | 20.861 |
| 526.115 | 20.812 | 528.031 | 20.847 | 529.947 | 20.842 | 530.121 | 20.835 | 531.863 | 20.765 |
| 533.779 | 20.868 | 534.505 | 20.844 | 535.695 | 20.838 | 537.611 | 20.795 | 538.889 | 20.784 |
| 539.528 | 20.79 | 541.444 | 20.939 | 543.273 | 20.935 | 543.36 | 20.934 | 545.276 | 20.976 |
| 547.192 | 21.031 | 547.657 | 21.083 | 551.024 | 21.443 | 552.04 | 21.44 | 554.857 | 21.434 |
| 556.424 | 21.232 | 558.689 | 20.932 | 560.808 | 20.908 | 562.521 | 20.904 | 565.192 | 20.892 |
| 566.353 | 20.874 | 569.576 | 20.829 | 570.185 | 20.825 | 573.96 | 20.853 | 574.018 | 20.853 |
| 577.85 | 20.831 | 578.343 | 20.833 | 581.682 | 20.859 | 582.727 | 20.845 | 585.514 | 20.813 |
| 587.111 | 20.828 | 589.347 | 20.848 | 591.495 | 20.865 | 593.179 | 20.875 | 595.879 | 20.825 |
| 597.011 | 20.808 | 600.263 | 20.874 | 600.843 | 20.884 | 604.646 | 20.963 | 604.675 | 20.963 |
| 608.508 | 20.953 | 609.03 | 20.96 | 612.34 | 21.03 | 613.414 | 21.046 | 616.172 | 21.075 |
| 617.798 | 21.109 | 620.004 | 21.16 | 622.182 | 21.226 | 623.837 | 21.283 | 627.669 | 21.394 |
| 628.758 | 21.426 | 631.501 | 21.564 | 635.333 | 21.837 | 639.034 | 21.885 | 642.493 | 21.955 |
| 642.734 | 21.962 | 646.434 | 22.066 | 649.652 | 22.092 | 650.135 | 22.092 | 653.835 | 22.09 |
| 656.812 | 22.089 | 657.536 | 22.088 | 661.236 | 22.08 | 663.971 | 22.04 | 666.786 | 21.986 |
| 671.13 | 21.943 | 672.337 | 21.946 | 677.888 | 22.088 | 678.29 | 22.089 | 683.438 | 22.044 |
| 685.449 | 22.026 | 688.989 | 22.013 | 692.609 | 21.987 | 694.539 | 21.977 | 699.768 | 22.037 |
| 700.09 | 22.041 | 705.64 | 22.036 | 706.928 | 22.038 | 711.191 | 22.037 | 714.087 | 22.043 |
| 716.742 | 22.042 | 721.246 | 22.05 | 722.292 | 22.056 | 727.843 | 22.005 | 728.406 | 22.015 |
| 733.393 | 22.084 | 735.565 | 22.093 | 738.944 | 22.124 | 742.725 | 22.1 | 744.494 | 22.091 |
| 749.884 | 22.1 | 750.045 | 22.1 | 755.596 | 22.109 | 757.044 | 22.086 | 761.146 | 22.015 |
| 764.203 | 22.054 | 766.697 | 22.085 | 771.362 | 21.992 | 772.247 | 21.978 | 777.798 | 22.006 |
| 778.522 | 21.994 | 783.348 | 21.916 | 785.681 | 21.934 | 788.899 | 21.959 | 792.841 | 22.005 |
| 794.449 | 22.023 | 800 | 21.993 | | | | | | |

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .055 358.667 .035 490.667 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 358.667 490.667 110.623 110.623 110.623 .1 .3
 Left Levee Station=294.6667 Elevation=24.93333

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

| | | | | | |
|--------------------|----------|----------------------|----------|----------|----------|
| E.G. Elev (m) | 22.17 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m) | 0.59 | Wt. n-Val. | 0.055 | 0.035 | 0.055 |
| W.S. Elev (m) | 21.57 | Reach Len. (m) | 110.62 | 110.62 | 110.62 |
| Crit W.S. (m) | 21.05 | Flow Area (m2) | 9.77 | 375.03 | 77.13 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.003723 | Area (m2) | 9.77 | 375.03 | 77.13 |
| Q Total (m3/s) | 1366.00 | Flow (m3/s) | 3.86 | 1304.95 | 57.19 |
| Top Width (m) | 318.95 | Top Width (m) | 45.96 | 132.00 | 140.98 |
| Vel Total (m/s) | 2.96 | Avg. Vel. (m/s) | 0.40 | 3.48 | 0.74 |
| Max Chl Dpth (m) | 4.40 | Hydr. Depth (m) | 0.21 | 2.84 | 0.55 |
| Conv. Total (m3/s) | 22386.0 | Conv. (m3/s) | 63.2 | 21385.5 | 937.2 |
| Length Wtd. (m) | 110.62 | Wetted Per. (m) | 46.07 | 133.01 | 141.18 |
| Min Ch El (m) | 17.18 | Shear (N/m2) | 7.74 | 102.95 | 19.95 |
| Alpha | 1.33 | Stream Power (N/m s) | 38302.30 | 14108.01 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | 0.50 | Cum Volume (1000 m3) | 2.34 | 75.81 | 10.04 |
| C & E Loss (m) | 0.03 | Cum SA (1000 m2) | 5.81 | 26.85 | 26.91 |

CROSS SECTION

RIVER: alveo
 REACH: princ RS: 13.3333*

INPUT
 Description:

| | | | | |
|---|--------------------|--|-----------------------|----------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | | Regione Marche | |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 75 di 77 |

| Station Elevation Data | | num= 452 | | | | | | | | | |
|------------------------|--------|----------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|-----|------|
| Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev |
| 0 | 23.053 | 5.709 | 22.872 | 6.157 | 22.856 | 11.417 | 22.865 | 12.314 | 22.868 | | |
| 17.126 | 22.788 | 18.471 | 22.748 | 22.834 | 22.738 | 24.629 | 22.719 | 28.543 | 22.631 | | |
| 30.786 | 22.592 | 34.252 | 22.525 | 36.943 | 22.502 | 39.96 | 22.457 | 43.1 | 22.424 | | |
| 45.669 | 22.413 | 49.257 | 22.393 | 51.377 | 22.368 | 55.414 | 22.296 | 57.086 | 22.279 | | |
| 61.571 | 22.276 | 62.795 | 22.264 | 67.729 | 22.16 | 68.503 | 22.128 | 73.886 | 21.944 | | |
| 74.212 | 21.934 | 79.921 | 21.77 | 80.043 | 21.766 | 85.629 | 21.61 | 86.2 | 21.594 | | |
| 91.338 | 21.498 | 92.357 | 21.477 | 97.046 | 21.426 | 98.514 | 21.423 | 102.755 | 21.352 | | |
| 104.671 | 21.321 | 108.464 | 21.244 | 110.829 | 21.18 | 114.172 | 21.214 | 116.986 | 21.247 | | |
| 119.881 | 21.108 | 123.143 | 20.949 | 125.589 | 20.974 | 129.3 | 21.027 | 131.298 | 21.048 | | |
| 135.457 | 21.108 | 137.007 | 21.105 | 141.614 | 21.083 | 142.715 | 21.069 | 146.521 | 21.03 | | |
| 147.771 | 21.002 | 150.327 | 20.983 | 153.929 | 20.968 | 154.132 | 20.969 | 157.938 | 20.402 | | |
| 158.033 | 20.409 | 161.744 | 20.634 | 162.138 | 20.635 | 165.55 | 20.641 | 166.243 | 20.642 | | |
| 169.355 | 20.668 | 170.348 | 20.666 | 173.161 | 20.675 | 174.452 | 20.691 | 176.967 | 20.673 | | |
| 178.557 | 20.647 | 180.773 | 20.637 | 182.662 | 20.643 | 184.578 | 20.637 | 186.767 | 20.618 | | |
| 188.384 | 20.605 | 190.871 | 20.61 | 192.19 | 20.606 | 194.976 | 20.571 | 195.996 | 20.588 | | |
| 199.081 | 20.645 | 199.801 | 20.645 | 203.186 | 20.665 | 203.607 | 20.669 | 207.29 | 20.712 | | |
| 207.413 | 20.713 | 211.219 | 20.717 | 211.395 | 20.716 | 215.024 | 20.744 | 215.5 | 20.752 | | |
| 218.83 | 20.797 | 219.605 | 20.805 | 222.636 | 20.805 | 223.71 | 20.81 | 226.441 | 20.875 | | |
| 227.814 | 20.902 | 230.247 | 20.879 | 231.919 | 20.864 | 234.053 | 20.905 | 236.024 | 20.949 | | |
| 237.859 | 20.942 | 240.129 | 20.914 | 241.664 | 20.932 | 244.233 | 20.977 | 245.47 | 20.976 | | |
| 248.338 | 20.969 | 249.276 | 20.976 | 252.443 | 21.022 | 253.082 | 21.016 | 256.548 | 20.963 | | |
| 256.887 | 20.952 | 258.79 | 20.9 | 260.652 | 20.879 | 260.693 | 20.894 | 262.596 | 21.583 | | |
| 264.499 | 22.376 | 264.757 | 22.51 | 266.402 | 23.216 | 268.305 | 23.979 | 268.862 | 24.205 | | |
| 270.207 | 24.444 | 272.11 | 24.548 | 272.967 | 24.565 | 274.013 | 24.596 | 275.916 | 24.648 | | |
| 277.071 | 24.686 | 277.819 | 24.697 | 279.124 | 24.715 | 279.722 | 24.715 | 281.176 | 24.69 | | |
| 281.625 | 24.694 | 283.229 | 24.744 | 283.528 | 24.758 | 285.281 | 24.808 | 285.43 | 24.789 | | |
| 287.333 | 24.577 | 289.333 | 23.34 | 291.333 | 22.247 | 293.333 | 21.34 | 295.333 | 21.083 | | |
| 296.833 | 21.179 | 298.333 | 21.222 | 299.833 | 21.164 | 301.333 | 21.14 | 302.833 | 21.137 | | |
| 304.333 | 21.133 | 305.833 | 21.11 | 307.333 | 21.1 | 308.833 | 21.133 | 310.333 | 21.133 | | |
| 311.833 | 21.113 | 313.333 | 21.113 | 314.833 | 21.131 | 316.333 | 21.055 | 317.833 | 21.086 | | |
| 319.333 | 21.043 | 320.833 | 21.031 | 322.333 | 21.012 | 323.833 | 21.046 | 325.333 | 21.1 | | |
| 326.833 | 21.073 | 328.333 | 21.065 | 329.833 | 21.071 | 331.333 | 21.083 | 332.833 | 21.087 | | |
| 334.333 | 21.065 | 335.833 | 21.049 | 337.333 | 21.067 | 338.833 | 21.088 | 340.333 | 21.062 | | |
| 341.833 | 21.043 | 343.333 | 21.063 | 344.833 | 21.003 | 346.333 | 20.97 | 347.833 | 20.95 | | |
| 349.333 | 20.89 | 350.833 | 20.83 | 352.333 | 20.83 | 353.833 | 20.83 | 355.333 | 20.87 | | |
| 356.833 | 20.949 | 358.333 | 20.955 | 359.833 | 21.028 | 361.333 | 21.053 | 362.833 | 21.089 | | |
| 364.333 | 21.105 | 365.833 | 21.167 | 367.333 | 21.23 | 368.833 | 21.194 | 370.333 | 21.145 | | |
| 371.833 | 21.142 | 373.333 | 21.113 | 374.833 | 21.033 | 376.333 | 20.96 | 377.833 | 20.76 | | |
| 379.333 | 20.513 | 381.148 | 20.528 | 381.846 | 20.449 | 382.963 | 20.328 | 384.359 | 19.822 | | |
| 384.778 | 19.692 | 386.593 | 19.284 | 386.872 | 19.294 | 388.407 | 19.41 | 389.385 | 19.391 | | |
| 390.222 | 19.351 | 391.897 | 19.351 | 392.037 | 19.353 | 393.852 | 19.496 | 394.41 | 19.452 | | |
| 395.667 | 19.388 | 396.923 | 19.44 | 397.481 | 19.428 | 399.296 | 19.116 | 399.436 | 19.074 | | |
| 401.111 | 18.648 | 401.949 | 18.447 | 402.926 | 18.216 | 404.462 | 18.083 | 404.741 | 18.051 | | |
| 406.556 | 17.779 | 406.974 | 17.756 | 408.37 | 17.706 | 409.487 | 17.695 | 410.185 | 17.685 | | |
| 412 | 17.613 | 413.815 | 17.701 | 414.513 | 17.722 | 415.63 | 17.77 | 417.026 | 17.789 | | |
| 417.444 | 17.78 | 419.259 | 17.753 | 419.538 | 17.754 | 421.074 | 17.715 | 422.051 | 17.73 | | |
| 422.889 | 17.78 | 424.564 | 17.677 | 424.704 | 17.663 | 426.519 | 17.901 | 427.077 | 17.926 | | |
| 428.333 | 18 | 429.59 | 18.024 | 430.148 | 18.024 | 431.963 | 18.017 | 432.103 | 18.016 | | |
| 433.778 | 18.042 | 434.615 | 18.055 | 435.593 | 18.071 | 437.128 | 18.055 | 437.407 | 18.056 | | |
| 439.222 | 18.017 | 439.641 | 18.003 | 441.037 | 17.954 | 442.154 | 17.964 | 442.852 | 17.972 | | |
| 444.667 | 17.813 | 446.481 | 17.757 | 447.179 | 17.754 | 448.296 | 17.735 | 449.692 | 17.716 | | |
| 450.111 | 17.702 | 451.926 | 17.606 | 452.205 | 17.603 | 453.741 | 17.624 | 454.718 | 17.645 | | |
| 455.556 | 17.649 | 457.231 | 17.633 | 457.37 | 17.63 | 459.185 | 17.543 | 459.744 | 17.524 | | |
| 461 | 17.473 | 462.256 | 17.432 | 462.815 | 17.424 | 464.63 | 17.365 | 464.769 | 17.362 | | |
| 466.444 | 17.39 | 467.282 | 17.456 | 468.259 | 17.569 | 469.795 | 17.661 | 470.074 | 17.644 | | |
| 471.889 | 17.53 | 472.308 | 17.493 | 473.704 | 17.158 | 474.821 | 16.898 | 475.519 | 16.857 | | |
| 477.333 | 16.743 | 478.533 | 16.785 | 479.733 | 16.823 | 480.333 | 16.843 | 480.933 | 16.868 | | |
| 482.133 | 16.921 | 483.333 | 16.95 | 484.533 | 17.268 | 485.733 | 17.519 | 486.333 | 17.653 | | |
| 486.933 | 17.757 | 488.133 | 17.973 | 489.333 | 18.19 | 490.533 | 18.399 | 491.733 | 18.612 | | |
| 492.333 | 18.705 | 492.933 | 18.727 | 494.133 | 18.812 | 495.333 | 18.853 | 496.533 | 18.911 | | |
| 497.733 | 18.986 | 498.333 | 18.997 | 498.933 | 18.993 | 500.133 | 19.021 | 501.333 | 19.037 | | |
| 502.533 | 19.081 | 503.733 | 19.128 | 504.333 | 19.21 | 504.933 | 19.277 | 506.133 | 19.665 | | |
| 507.333 | 19.863 | 508.533 | 20.049 | 509.733 | 20.322 | 510.333 | 20.463 | 511.249 | 20.625 | | |
| 513.082 | 20.716 | 514.525 | 20.785 | 514.914 | 20.796 | 516.746 | 20.825 | 518.578 | 20.768 | | |
| 518.717 | 20.76 | 520.411 | 20.662 | 522.243 | 20.569 | 522.909 | 20.573 | 524.075 | 20.565 | | |
| 525.907 | 20.589 | 527.101 | 20.624 | 527.74 | 20.643 | 529.572 | 20.643 | 531.293 | 20.672 | | |
| 531.404 | 20.674 | 533.236 | 20.786 | 535.068 | 20.812 | 535.485 | 20.806 | 536.901 | 20.787 | | |
| 538.733 | 20.759 | 539.677 | 20.763 | 540.565 | 20.777 | 542.397 | 20.7 | 543.869 | 20.646 | | |
| 544.23 | 20.604 | 546.062 | 20.534 | 547.894 | 20.444 | 548.061 | 20.432 | 549.726 | 20.32 | | |

| | | | | |
|---|--------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 76 di 77 |

551.559 20.286 552.253 20.242 553.391 20.236 555.223 20.211 556.444 20.202
557.055 20.219 558.887 20.338 560.636 20.377 560.72 20.377 562.552 20.412
564.384 20.452 564.828 20.481 568.049 20.665 569.02 20.665 571.713 20.669
573.212 20.571 575.378 20.413 577.404 20.394 579.042 20.408 581.596 20.426
582.706 20.408 585.788 20.359 586.371 20.359 589.98 20.387 590.035 20.386
593.7 20.362 594.172 20.362 597.364 20.378 598.364 20.373 601.029 20.366
602.556 20.379 604.693 20.397 606.747 20.412 608.358 20.419 610.939 20.397
612.022 20.397 615.131 20.452 615.687 20.458 619.323 20.506 619.351 20.507
623.015 20.506 623.515 20.51 626.68 20.59 627.707 20.613 630.344 20.649
631.899 20.679 634.009 20.73 636.091 20.788 637.673 20.845 641.338 20.968
642.379 21.003 645.002 21.207 648.667 21.533 652.067 21.55 655.246 21.577
655.468 21.583 658.869 21.671 661.826 21.716 662.27 21.714 665.67 21.701
668.406 21.689 669.071 21.687 672.472 21.669 674.986 21.64 677.573 21.581
681.565 21.511 682.674 21.522 687.775 21.636 688.145 21.639 692.876 21.577
694.725 21.553 697.978 21.547 701.304 21.534 703.079 21.534 707.884 21.578
708.18 21.582 713.281 21.603 714.464 21.609 718.382 21.615 721.043 21.622
723.483 21.613 727.623 21.605 728.584 21.613 733.685 21.61 734.203 21.618
738.786 21.638 740.783 21.637 743.888 21.669 747.362 21.675 748.989 21.681
753.942 21.72 754.09 21.719 759.191 21.709 760.522 21.693 764.292 21.64
767.101 21.647 769.393 21.65 773.681 21.581 774.494 21.576 779.596 21.601
780.261 21.597 784.697 21.571 786.841 21.587 789.798 21.609 793.42 21.642
794.899 21.656 800 21.657

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 394.41 .035 506.133 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
394.41 506.133 110.623 110.623 110.623 .1 .3
Left Levee Station=287.3333 Elevation=24.57667

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

| E.G. Elev (m) | 21.63 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|---------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|----------|----------|
| Vel Head (m) | 0.90 | Wt. n-Val. | 0.055 | 0.035 | 0.055 |
| W.S. Elev (m) | 20.74 | Reach Len. (m) | 110.62 | 110.62 | 110.62 |
| Crit W.S. (m) | 20.49 | Flow Area (m ²) | 15.29 | 312.36 | 31.19 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.005656 | Area (m ²) | 15.29 | 312.36 | 31.19 |
| Q Total (m ³ /s) | 1366.00 | Flow (m ³ /s) | 19.76 | 1327.51 | 18.72 |
| Top Width (m) | 241.59 | Top Width (m) | 16.44 | 111.72 | 113.43 |
| Vel Total (m/s) | 3.81 | Avg. Vel. (m/s) | 1.29 | 4.25 | 0.60 |
| Max Chl Dpth (m) | 3.99 | Hydr. Depth (m) | 0.93 | 2.80 | 0.27 |
| Conv. Total (m ³ /s) | 18163.6 | Conv. (m ³ /s) | 262.8 | 17651.8 | 249.0 |
| Length Wtd. (m) | 110.62 | Wetted Per. (m) | 16.63 | 112.29 | 113.57 |
| Min Ch El (m) | 16.74 | Shear (N/m ²) | 50.98 | 154.28 | 15.23 |
| Alpha | 1.21 | Stream Power (N/m s) | 38302.30 | 13756.91 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | 0.52 | Cum Volume (1000 m ³) | 0.96 | 37.79 | 4.05 |
| C & E Loss (m) | 0.07 | Cum SA (1000 m ²) | 2.36 | 13.37 | 12.84 |

CROSS SECTION

RIVER: alveo
REACH: princ RS: 10

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 241

| Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev | Sta | Elev |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| 0 | 22.73 | 6 | 22.41 | 12 | 22.43 | 18 | 22.26 | 24 | 22.34 |
| 30 | 22.31 | 36 | 22.26 | 42 | 22.15 | 48 | 22.1 | 54 | 21.99 |
| 60 | 21.95 | 66 | 21.83 | 72 | 21.53 | 78 | 21.27 | 84 | 21.06 |
| 90 | 20.93 | 96 | 20.89 | 102 | 20.72 | 108 | 20.51 | 114 | 20.64 |
| 120 | 20.22 | 126 | 20.35 | 132 | 20.45 | 138 | 20.4 | 144 | 20.28 |
| 150 | 20.29 | 154 | 20.35 | 158 | 20.34 | 162 | 20.33 | 166 | 20.36 |
| 170 | 20.43 | 174 | 20.38 | 178 | 20.4 | 182 | 20.38 | 186 | 20.36 |
| 190 | 20.31 | 194 | 20.44 | 198 | 20.45 | 202 | 20.48 | 206 | 20.48 |
| 210 | 20.56 | 214 | 20.61 | 218 | 20.6 | 222 | 20.71 | 226 | 20.64 |
| 230 | 20.74 | 234 | 20.68 | 238 | 20.77 | 242 | 20.75 | 246 | 20.79 |
| 250 | 20.69 | 254 | 20.49 | 258 | 22.58 | 262 | 24.1 | 266 | 24.21 |
| 270 | 24.38 | 272 | 24.41 | 274 | 24.4 | 276 | 24.47 | 278 | 24.59 |

| | | | | |
|---|--------------------|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | PROGETTISTA |  | UNITÀ 000 | COMMESSA 023081 |
| | LOCALITÀ | Regione Marche | | SPC. LA-E-83072 |
| | PROGETTO | Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto | | Fg. 77 di 77 |

| | | | | | | | | | |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| 280 | 24.22 | 282 | 22.76 | 284 | 21.69 | 286 | 20.94 | 288 | 20.8 |
| 290 | 20.93 | 292 | 20.98 | 294 | 20.88 | 296 | 20.83 | 298 | 20.84 |
| 300 | 20.85 | 302 | 20.83 | 304 | 20.83 | 306 | 20.89 | 308 | 20.9 |
| 310 | 20.88 | 312 | 20.89 | 314 | 20.92 | 316 | 20.81 | 318 | 20.86 |
| 320 | 20.8 | 322 | 20.77 | 324 | 20.73 | 326 | 20.77 | 328 | 20.84 |
| 330 | 20.8 | 332 | 20.79 | 334 | 20.8 | 336 | 20.82 | 338 | 20.82 |
| 340 | 20.78 | 342 | 20.75 | 344 | 20.77 | 346 | 20.79 | 348 | 20.74 |
| 350 | 20.7 | 352 | 20.72 | 354 | 20.63 | 356 | 20.58 | 358 | 20.55 |
| 360 | 20.46 | 362 | 20.37 | 364 | 20.37 | 366 | 20.37 | 368 | 20.43 |
| 370 | 20.45 | 372 | 20.36 | 374 | 20.37 | 376 | 20.31 | 378 | 20.29 |
| 380 | 20.24 | 382 | 20.26 | 384 | 20.28 | 386 | 20.31 | 388 | 20.32 |
| 390 | 20.4 | 392 | 20.44 | 394 | 20.44 | 396 | 20.45 | 398 | 20.27 |
| 400 | 20.02 | 402 | 20.27 | 404 | 20.19 | 406 | 19.42 | 408 | 18.88 |
| 410 | 19.05 | 412 | 18.96 | 414 | 19 | 416 | 19.23 | 418 | 19.03 |
| 420 | 19.08 | 422 | 18.72 | 424 | 18.01 | 426 | 17.34 | 428 | 17.08 |
| 430 | 16.73 | 432 | 16.64 | 434 | 16.62 | 436 | 16.53 | 438 | 16.6 |
| 440 | 16.62 | 442 | 16.56 | 444 | 16.52 | 446 | 16.53 | 448 | 16.65 |
| 450 | 16.44 | 452 | 16.87 | 454 | 17.06 | 456 | 17.14 | 458 | 17.21 |
| 460 | 17.26 | 462 | 17.31 | 464 | 17.29 | 466 | 17.21 | 468 | 17.1 |
| 470 | 17.11 | 472 | 16.85 | 474 | 16.73 | 476 | 16.68 | 478 | 16.64 |
| 480 | 16.55 | 482 | 16.58 | 484 | 16.63 | 486 | 16.64 | 488 | 16.57 |
| 490 | 16.54 | 492 | 16.53 | 494 | 16.47 | 496 | 16.44 | 498 | 16.58 |
| 500 | 16.57 | 502 | 16.55 | 504 | 16.46 | 506 | 16.39 | 508 | 16.31 |
| 510 | 16.44 | 512 | 16.6 | 514 | 17.63 | 516 | 18.43 | 518 | 19.19 |
| 520 | 19.42 | 522 | 19.6 | 524 | 19.67 | 526 | 19.81 | 528 | 19.84 |
| 530 | 19.9 | 534 | 20.12 | 538 | 20.22 | 542 | 20.29 | 546 | 20.28 |
| 550 | 20.28 | 554 | 20.3 | 558 | 20.33 | 562 | 20.43 | 566 | 20.03 |
| 570 | 19.64 | 574 | 19.62 | 578 | 19.82 | 582 | 19.88 | 586 | 19.89 |
| 590 | 19.91 | 594 | 19.88 | 598 | 19.96 | 602 | 19.89 | 606 | 19.92 |
| 610 | 19.89 | 614 | 19.9 | 618 | 19.93 | 622 | 19.96 | 626 | 19.97 |
| 630 | 20.03 | 634 | 20.05 | 638 | 20.06 | 642 | 20.18 | 646 | 20.25 |
| 650 | 20.35 | 656 | 20.58 | 662 | 21.23 | 668 | 21.2 | 674 | 21.34 |
| 680 | 21.29 | 686 | 21.24 | 692 | 21.08 | 698 | 21.19 | 704 | 21.08 |
| 710 | 21.08 | 716 | 21.12 | 722 | 21.18 | 728 | 21.2 | 734 | 21.16 |
| 740 | 21.22 | 746 | 21.18 | 752 | 21.25 | 758 | 21.34 | 764 | 21.3 |
| 770 | 21.24 | 776 | 21.17 | 782 | 21.2 | 788 | 21.24 | 794 | 21.28 |
| 800 | 21.32 | | | | | | | | |

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 400 .035 530 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
400 530 0 0 0
Left Levee Station= 280 Elevation= 24.22

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

| | | | | | |
|--------------------|----------|----------------------|----------|----------|----------|
| E.G. Elev (m) | 21.04 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m) | 0.65 | Wt. n-Val. | 0.055 | 0.035 | 0.055 |
| W.S. Elev (m) | 20.38 | Reach Len. (m) | | | |
| Crit W.S. (m) | 19.69 | Flow Area (m2) | 2.03 | 370.87 | 42.07 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.004002 | Area (m2) | 2.03 | 370.87 | 42.07 |
| Q Total (m3/s) | 1366.00 | Flow (m3/s) | 0.49 | 1339.59 | 25.92 |
| Top Width (m) | 274.86 | Top Width (m) | 26.24 | 130.00 | 118.63 |
| Vel Total (m/s) | 3.29 | Avg. Vel. (m/s) | 0.24 | 3.61 | 0.62 |
| Max Chl Dpth (m) | 4.07 | Hydr. Depth (m) | 0.08 | 2.85 | 0.35 |
| Conv. Total (m3/s) | 21593.5 | Conv. (m3/s) | 7.8 | 21176.0 | 409.7 |
| Length Wtd. (m) | | Wetted Per. (m) | 26.26 | 131.28 | 118.69 |
| Min Ch El (m) | 16.31 | Shear (N/m2) | 3.03 | 110.87 | 13.91 |
| Alpha | 1.18 | Stream Power (N/m s) | 38302.30 | 13405.80 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | | Cum Volume (1000 m3) | | | |
| C & E Loss (m) | | Cum SA (1000 m2) | | | |