Rifacimento metanodotto Ravenna – Chieti

Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti

DN 650 (26"), DP 75 bar

ed opere connesse

Attraversamento in subalveo del fiume SALINELLO

RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

INDICE

1 GENERALITA' 4
1.1 Premessa 4
1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato 4
1.3 Disegno di Attraversamento 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 10

4 VALUTAZIONI IDROLOGICHE 13
4.1 Generalità 13
4.2 Considerazioni specifiche preliminari 13
4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino 13
4.4 Studi PSDA - Modalità di elaborazione per valutazioni idrologiche 15
4.4.1 Premessa 15
4.4.2 Il Metodo della grandezza indice, secondo le linee guida del Progetto VAPI 15
4.4.3 Stima delle portate al colmo 17
4.4.4 Curva di crescita regionale 17
4.4.5 Portata Indice m_O 18
4.5 Studi PSDA - Selezione dei risultati di interesse 19
4.6 Portate al colmo di piena nella sezione di studio 21
4.7 Portata di progetto 22

5 STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE 23
5.1 Presupposti e limiti dello studio 23
5.2 Assetto geometrico e modellazione dell'alveo 24
5.3 Risultati della simulazione idraulica 26
5.4 Analisi dei risultati conseguiti 30

6 VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO 31
6.1 Generalità 31
6.2 Criteri di calcolo 32
6.3 Stima dei massimi approfondimenti attesi 34
6.4 Considerazione sui risultati conseguiti 35

7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI 36
7.1 Premessa 36
7.2 Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto 36

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

7.3 Geometria della condotta ed interventi di ripristino 38

8 VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA 39

8.1 Premessa 39

8.2 PSDA - Analisi disposizioni per le aree di pericolosità idraulica 39

8.3 Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento 41

8.4 Analisi dei criteri di compatibilità idraulica 43

9 CONCLUSIONI 46

APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO 47

APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO - REPORT PROGRAMMA HEC RAS 52

ANNESSO:

- **Elaborato grafico di progetto: LC-4C-81835**

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

1 GENERALITA'

1.1 Premessa

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

La suddetta linea in progetto interseca l'alveo del fiume SALINELLO nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 4 km dalla foce), in un ambito di confine tra i territori comunali di Tortoreto (TE) e di Mosciano Sant'Angelo (TE).

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

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

1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato

Lo scopo del presente elaborato è dunque analizzare le condizioni di compatibilità idraulica del metanodotto in progetto nell'ambito specifico d'interferenza con le aree di pericolosità idraulica.
Lo studio è stato redatto in conformità delle disposizioni delle Norme di attuazione del PSDA, con particolare riferimento all'art.8 ed all'Allegato D delle norme stesse.

Nell'ambito della presente relazione vengono inoltre illustrati gli studi effettuati al fine di individuare le caratteristiche di progettazione nell'attraversamento in subalveo del corso d'acqua, con particolare riferimento alla definizione della metodologia operativa, del profilo di posa della condotta e delle caratteristiche delle eventuali opere di ripristino e di presidio idraulico.
Le scelte sono state effettuate, in funzione di valutazioni di tipo geomorfologico, geologico ed idraulico, con lo scopo di garantire la sicurezza del metanodotto per tutto il periodo di esercizio, nonché di assicurare la compatibilità dell'infrastruttura in considerazione dell'aspetto idraulico del corso d'acqua, subordinandola alla dinamica evolutiva dello stesso.

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

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

dell'attraversamento in esame);

- Studio idraulico, volto ad individuare i parametri caratteristici di deflusso idrico ed i fenomeni associati alla dinamica fluviale locale in corrispondenza dell'ambito di attraversamento, con particolare riferimento alla valutazione dei fenomeni erosivi di fondo alveo;
- Descrizione delle scelte progettuali inerenti la metodologia costruttiva, la geometria della condotta in subalveo e le eventuali opere di presidio idraulico;
- Valutazioni inerenti la compatibilità idraulica del sistema d'attraversamento, in riferimento ai criteri stabiliti nelle Norme di Attuazione per la regolamentazione degli interventi in ambiti censiti di pericolosità idraulica ai sensi del PSDA.

1.3 Disegno di Attraversamento

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

- **LC-4C-81835** *Attraversamento fiume Salinello*

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

1.4 Definizioni

Metanodotto

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

Linea o Condotta

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

Tubazione

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

Diametro nominale (DN)

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

Trincea

Scavo a cielo aperto, con definita sezione geometrica, finalizzata alla collocazione interrata della tubazione.

Trenchless

Tecnologie per lo scavo del terreno, finalizzate alla posa della condotta in sotterraneo, alternative alla trincea (microtunnel, gallerie, trivellazioni sub-verticali realizzate con

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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

Profondità d'interramento o Copertura della tubazione

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

Copertura minima

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

Pista di lavoro

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

Alveo

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

Opere di ripristino

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'interferenza tra il metanodotto in progetto con il fiume Salinello ricade nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 4 km dalla foce), in un ambito di confine tra i territori comunali di Tortoreto e di Mosciano Sant'Angelo.
Più esattamente l'attraversamento in esame è posizionato nei pressi della località "Salino" ed a circa 650 km a valle del ponte della strada provinciale S.P.n.10.

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

- il tracciato del metanodotto principale in progetto (DN650) è riportato mediante una linea in rosso;
- il metanodotto "Ravenna- Chieti" in esercizio ed in fase di dismissione è indicato tramite una linea in verde;
- i metanodotti di allacciamento in progetto sono riportati tramite delle linee in magenta;
- i metanodotti esistenti (da mantenere in esercizio) sono indicati in blu;
- l'area di attraversamento del corso d'acqua da parte metanodotto principale (DN650) è evidenziata mediante un cerchio in colore blu.

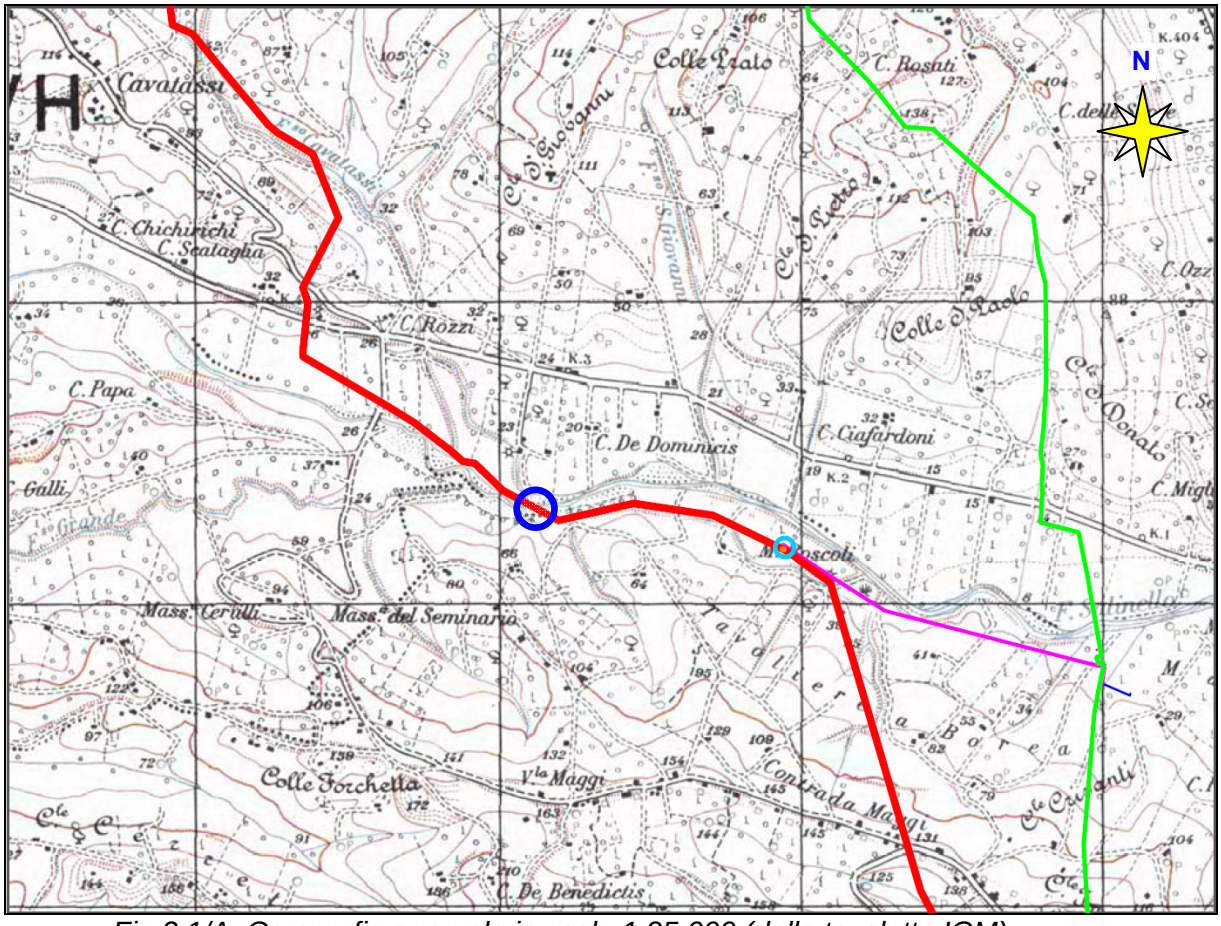


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

Dall'esame della figura precedente si rileva, inoltre, che il metanodotto in progetto, superato l'alveo del corso d'acqua, si sviluppa per circa 1 km nel lato in destra idrografica. Quindi, in prossimità della località "Masseria Roscoli", dal metanodotto

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

principale si stacca un metanodotto di allacciamento in progetto per il ricollegamento alla rete SRG esistente. A tal proposito nel punto di stacco sarà necessario realizzare un piccolo impianto, denominato PIDI n.15, la cui posizione è evidenziata in Fig.2.1/A mediante un cerchio in celeste.

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

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

Coordinate ambito di attraversamento del corso d'acqua		
Coordinate Piane WGS84 - Fuso 33: Est /Nord	411083 m E	4737112 m N

Nella figura seguente è infine riportato uno stralcio planimetrico di maggior dettaglio (CTR in scala 1:10.000), nel quale sono riportate le medesime informazioni di cui alla Fig.2.1/A.

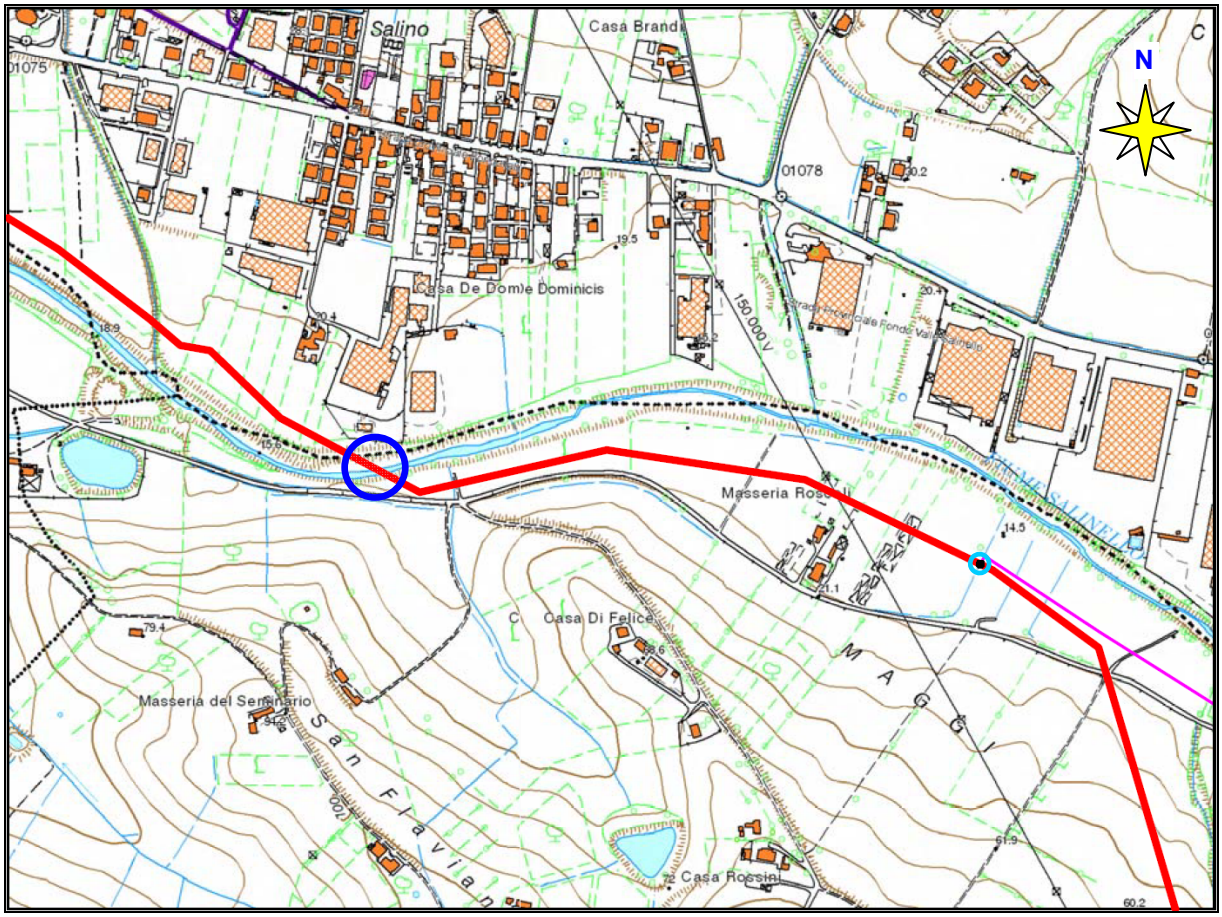


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

Nella figura precedente, facendo seguito a quanto già riportato nella Fig.2.1/A, la posizione dell'impianto (PIDI n.15) da realizzare per il collegamento del metanodotto in progetto con la rete SRG esistente è stata evidenziata mediante un cerchio in celeste.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

3 CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME

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

Il fiume Salinello rappresenta un corso d'acqua di significativa importanza caratterizzato da un bacino imbrifero della superficie complessiva di circa 178 km^2, integralmente ricadente nella provincia di Teramo e che presenta una forma molto stretta ed allungata in direzione Ovest-Est.

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

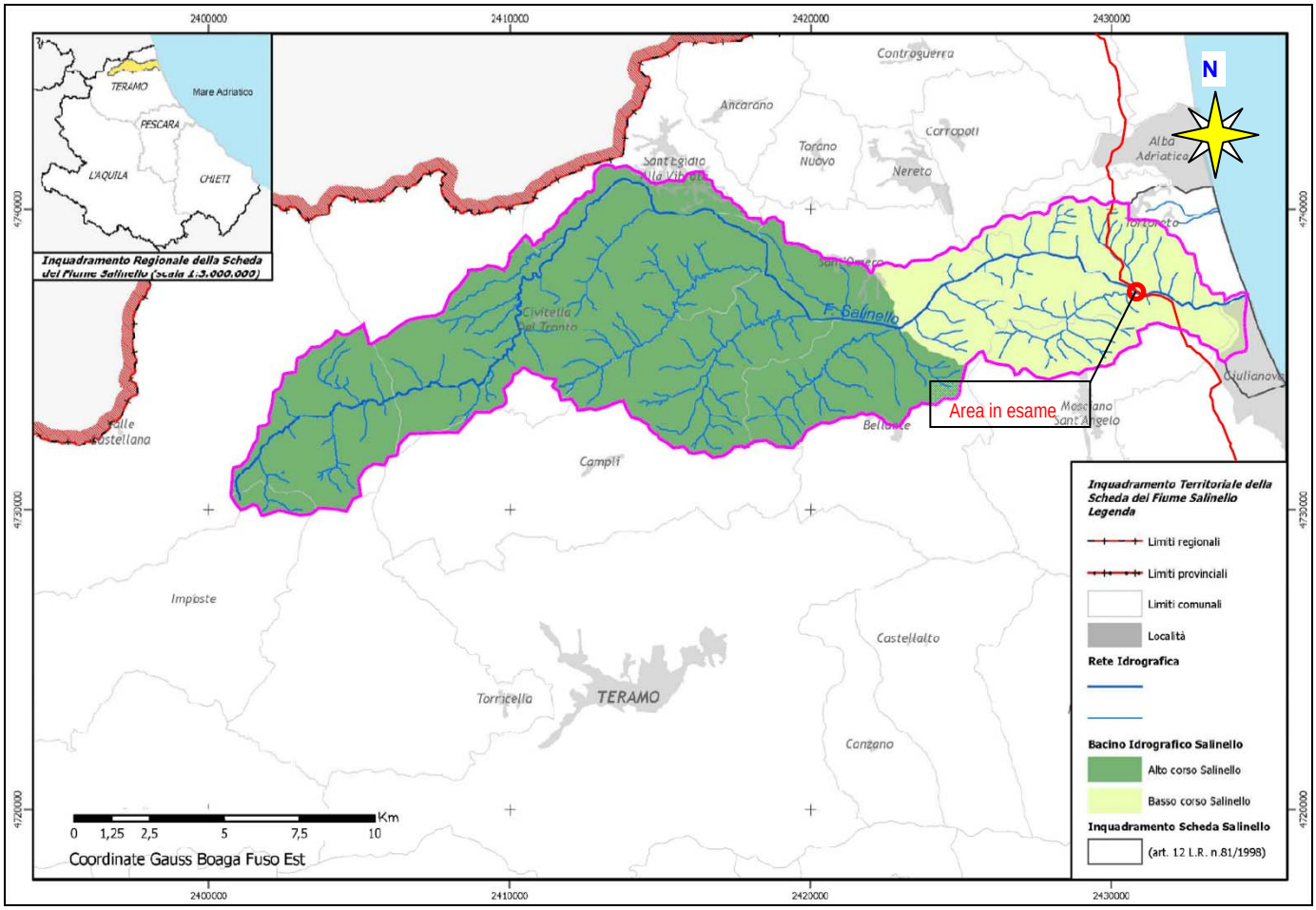


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua

Il fiume Salinello nasce dal monte Pianaccio (1278 m s.l.m.m.), ai confini con la regione Lazio. Scorre interamente in provincia di Teramo, passando nei pressi di Civitella del Tronto, per uno sviluppo di circa 48 km con direzione prevalente W-E (mutando direzione ora verso nord, ora verso sud) e sfocia nel mare Adriatico fra i comuni di Tortoreto e Giulianova.

La denominazione "Salinello" deriva per la presenza, in epoca romana, di alcune saline localizzate in prossimità della foce.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Il fiume non possiede tributari di particolare importanza, di cui quelli più significativi sono nel lato in destra idrografica. Tra questi si citano il torrente il Goscio, il torrente Goscio di Floriano, il fosso Grande ed il torrente il Rio.

Il Salinello presenta un regime spiccatamente torrentizio (con deflussi legati principalmente al manifestarsi di eventi meteorologici) e con portate massime mensili nei periodi tardo-autunnali, invernali ed inizio-primaverili e con lunghi periodi di secca in estate. Talvolta, nel corso di estati particolarmente asciutte, il corso d'acqua è risultato quasi del tutto prosciugato.
Non sono disponibili misurazioni idrometriche lungo l'asta fluviale del corso d'acqua.

3.2 Descrizione dell'area d'intervento

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

Nell'intorno dell'attraversamento l'alveo presenta un andamento planimetrico moderatamente sinuoso, con pendenza longitudinale valutabile nell'ordine del 0.5%. L'alveo presenta una configurazione incisa, con larghezza dell'alveo di circa 20÷25m e sponde alte 4÷5m mediamente acclivi ed interessate da una rigogliosa vegetazione ripariale di tipo arbustivo ed arboreo. In sinistra idrografica si rileva la presenza di un arginello di coronamento spondale che si eleva di circa 1m dal piano campagna.
I sedimenti presenti in alveo sono rappresentati da ghiaie e ciottoli arrotondati di media dimensione. Nelle circostanze dell'attraversamento non si rilevano segni evidenzi di erosioni e/o di scalzamento spondale e pertanto la configurazione d'alveo appare sostanzialmente stabile.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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.

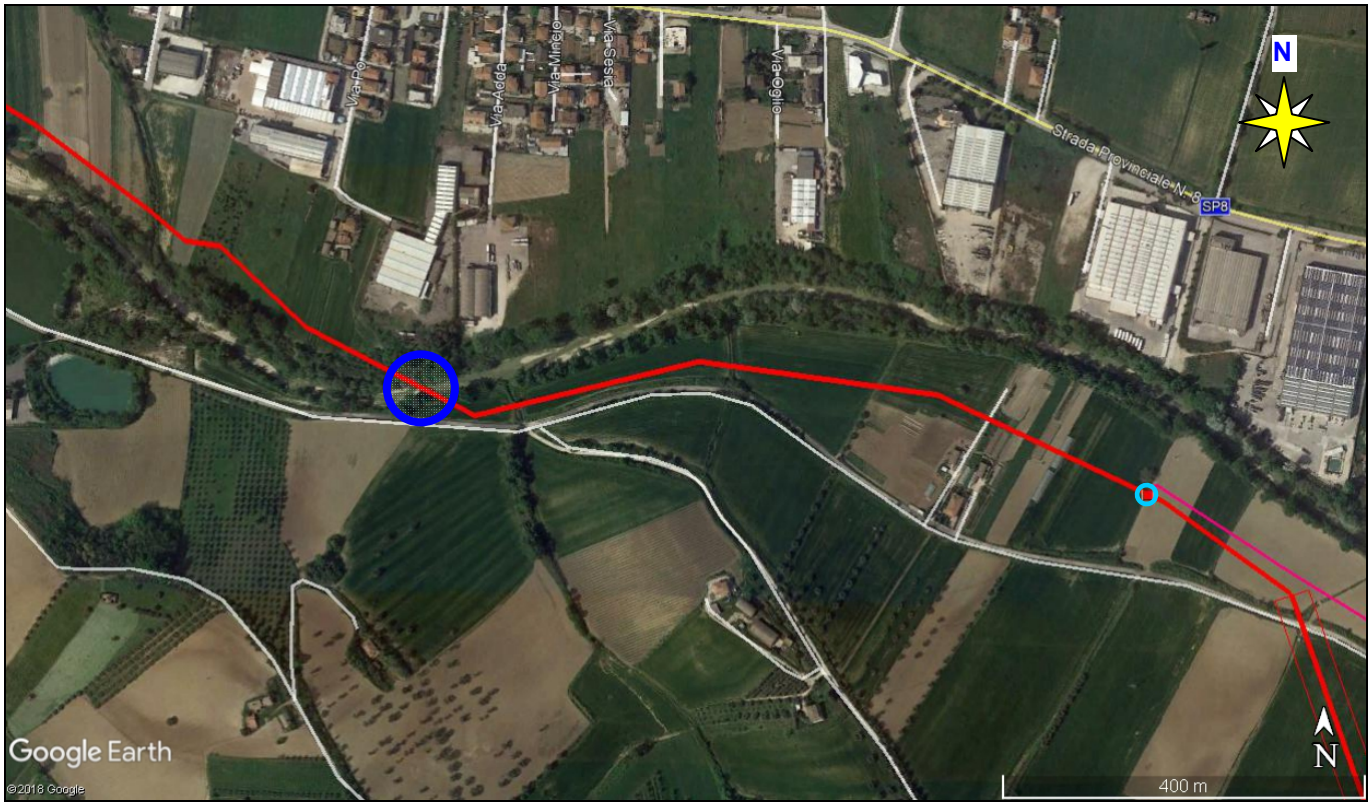


Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento (estratta da Google Earth)

Nella precedente Fig.3.2/A è stata evidenziata (mediante un cerchio in celeste) la posizione del già citato impianto (PIDI n.15) da realizzare nel lato in destra del corso d'acqua, dal quale è previsto lo stacco di un allacciamento (indicato in magenta) per il collegamento del metanodotto in progetto con la rete SRG esistente.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Nella figura seguente, infine, è 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.

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

4 VALUTAZIONI IDROLOGICHE

4.1 Generalità

Lo studio idrologico in generale assume la finalità di determinazione delle portate al colmo di piena e/o degli idrogrammi di piena di uno o più corsi d'acqua in prefissate sezioni di studio ed in funzione di associati tempi di ritorno.
La valutazione delle portate può essere eseguita con diverse metodologie di calcolo, in funzione della natura dei dati disponibili.
In generale, avendo a disposizione dati di portata registrati in continuo da una stazione idrometrica presente sul corso d'acqua, si esegue l'elaborazione statistica degli eventi estremi disponibili (metodo diretto).
In mancanza di detti dati, si verifica se sono disponibili dati di portata di altri corsi d'acqua, siti nelle circostanze del fiume oggetto di studio, con le medesime caratteristiche idrologiche. In detto caso si esegue l'elaborazione statistica di dati disponibili e successivamente si cerca di interpretare le portate del corso d'acqua in esame sulla base dei risultati ottenuti (metodo della similitudine idrologica).
In molti casi è possibile utilizzare i cosiddetti "metodi di regionalizzazione", attraverso i quali è possibile valutare le portate di piena in riferimento a parametri idrologici caratteristici del bacino in esame.
Infine, è possibile ricorrere al metodo indiretto (Afflussi- Deflussi), che permette la valutazione delle portate al colmo in funzione delle precipitazioni intense.

4.2 Considerazioni specifiche preliminari

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

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

4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

Si assume come sezione di studio quella di attraversamento da parte della linea in progetto, la quale ricade nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 4 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 del reticolo idrografico principale. Nella stessa figura il tracciato di progetto è indicato mediante una linea in colore rosso.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

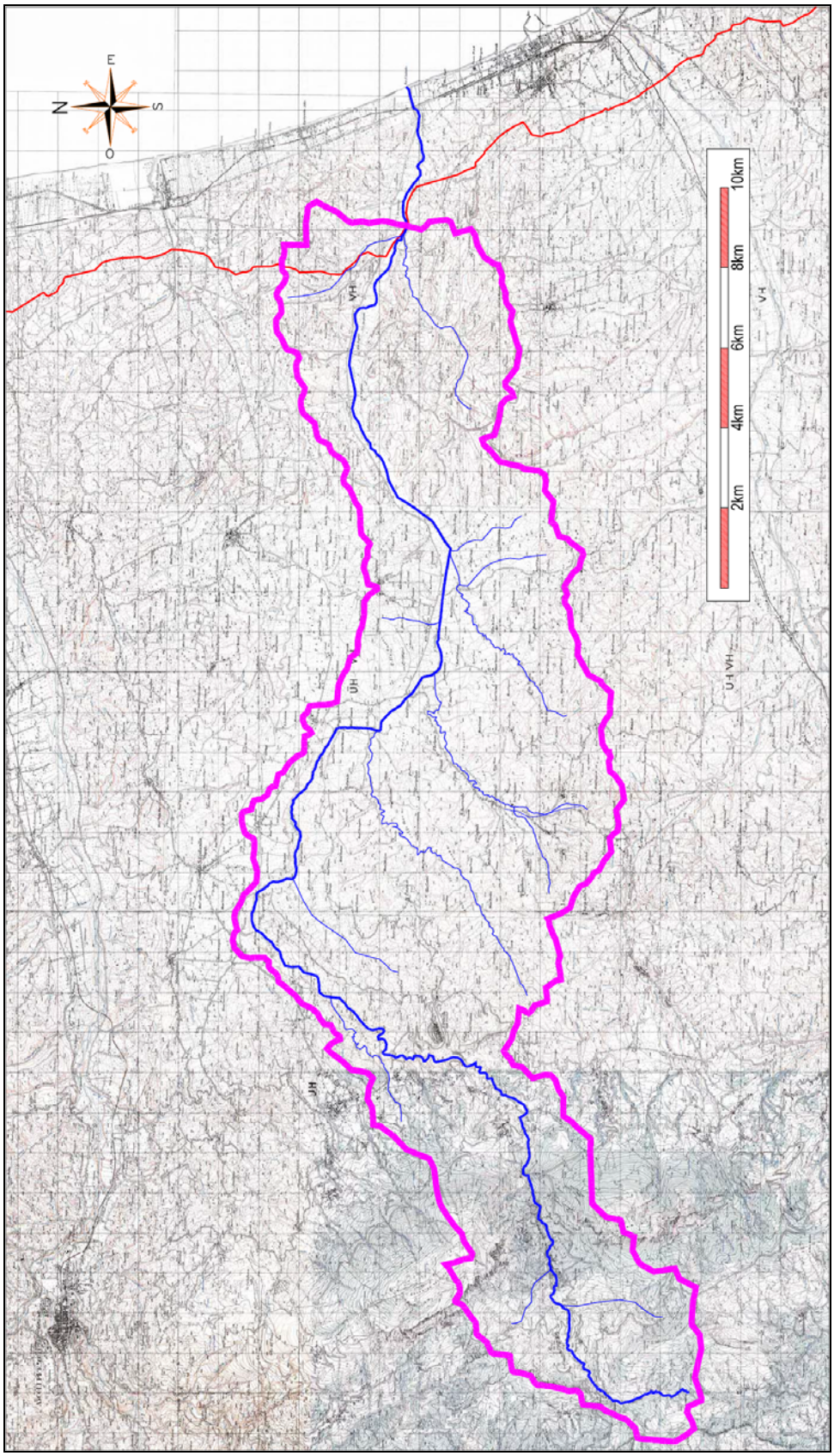


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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

Tab.4.3/A: Parametri morfometrici

Corso d'acqua / Sezione Studio	Superficie Bacino (kmq)	Lungh. asta principale (km)	Altitudine media Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
F. Salinello- Sez. Attraversamento	170	44.3	380	15m

4.4 Studi PSDA - Modalità di elaborazione per valutazioni idrologiche

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

4.4.1 *Premessa*

Le moderne tecniche di analisi statistica delle grandezze idrologiche consentono di elaborare e di correlare tra loro diversi campioni di dati, provenienti da strumenti di monitoraggio ubicati in zone diverse del territorio, in modo da ottimizzare la densità di informazione disponibile, ridurre le incertezze dovute alla frammentazione delle osservazioni, al fine di una rappresentazione continua ed omogenea del fenomeno indagato all'interno di una regione di territorio.
Uno studio orientato al raggiungimento di questo obiettivo è stato realizzato, con riferimento al territorio regionale abruzzese (Regione Abruzzo, 2003), nell'ambito della redazione del Piano Stralcio per la Difesa dalle Alluvioni (PSDA), successivamente approvato dallo stesso Ente (Regione Abruzzo, 2008).
Lo studio ha inteso fornire uno strumento utilizzabile in ambito professionale per la stima dell'intensità con cui si manifestano i fenomeni idrologici, sia in termine di portate di massima piena che di precipitazioni intense, garantendo, nel contempo, una certa uniformità nella stime idrologiche. Lo studio è stato impostato nel rispetto delle procedure di regionalizzazione raccomandate nel Progetto VAPI, sulla base dei dati pubblicati dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) di Pescara.

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

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

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

Come ampiamente riportato nella letteratura scientifica a partire da Wallis (1982), il modo migliore per conseguire una stima accurata delle grandezze idrologiche di interesse in entrambe le situazioni precedenti è rappresentata dalla "regionalizzazione"

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

dell'informazione idrologica disponibile su un territorio più ampio, così da integrare la limitata o assente informazione temporale con la più ampia informazione spaziale (Chow, Maidment e Mays, 1988; Maidment, 1993).

Tra le possibili tecniche di analisi regionale, il Progetto VAPI promosso dal gruppo GNDCI-CNR suggerisce di fare riferimento al *metodo della grandezza indice*. L'idea di base di questa metodologia consiste nell'individuare una regione idrologicamente omogenea nei riguardi della variabile idrologica di interesse, cioè una regione costituita da un insieme di siti caratterizzati da una distribuzione di probabilità degli eventi idrologici intensi che si può ritenere unica a meno di un fattore di scala (Cunnane, 1989) ed elaborare unitamente l'insieme dei dati sperimentali rilevati.
Se si indica con X la variabile rappresentativa dei massimi annui della grandezza idrologica considerata, avente probabilità di non superamento F(x), ovvero assegnato tempo di ritorno T = 1 / [1-F(x)], l'analisi regionale consiste nel definire, in riferimento alla regione omogenea, la funzione di probabilità di non superamento F(x') della variabile casuale X' = X / μ, ottenuta adimensionalizzando la variabile originaria X rispetto ad una grandezza indice μ. La funzione F(x'), la sua inversa x'(F) e l'equivalente legge x'(T) vengono generalmente indicate, nel campo idrologico, con il termine di curva di crescita.
Definita pertanto la curva di crescita x'(T) ed una relazione che permetta il calcolo della grandezza indice μ, la stima della variabile di assegnato tempo di ritorno risulta esprimibile mediante il semplice prodotto:

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

Il concetto di regionalizzazione consente, in definitiva, di estendere la validità dell'equazione (eq.1), valutata sull'insieme delle stazioni di misura considerate, a tutti i siti di interesse che appartengono all'area omogenea esaminata.
Posto che la regione considerata sia effettivamente omogenea nel senso prima detto, il metodo dell'analisi regionale della portata indice consente stime agevoli ed affidabili grazie alla maggiore informazione sugli eventi estremi utilizzata (Maidment, 1993). E' stato peraltro dimostrato che l'analisi regionale permette di ottenere stime più robuste e corrette rispetto ai risultati offerti da un'analisi di tipo puntuale, sia in presenza di parziale eterogeneità della regione (Lettenmaier et al., 1987) sia in presenza di correlazione spaziale tra le stazioni, la quale, di fatto, riduce l'effettiva numerosità campionaria disponibile (Hosking e Wallis, 1988). Per queste ragioni l'analisi regionale viene considerata il mezzo più idoneo per ottenere valutazioni attendibili di x_T in corrispondenza di tempi di ritorno elevati, sia per sezioni non provviste di dati sperimentali sia per siti di misura con ridotta numerosità campionaria. La ricerca scientifica mostra infatti chiaramente che è sconsigliabile estendere l'estrapolazione statistica a livello puntuale oltre 2÷3 volte la dimensione campionaria (Benson, 1962; Jakob et al., 1999; De Michele e Rosso, 2000).
In sintesi, nell'analisi regionale basata sul metodo della grandezza indice si possono distinguere due fasi fondamentali:

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

L'individuazione di zone idrologicamente omogenee può essere condotta mediante criteri puramente geografici (NERC, 1975) o facendo ricorso a criteri di raggruppamento fondati sull'affinità delle caratteristiche idro-geomorfoclimatiche che

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

intervengono nei processi idrologici (Wiltshire, 1986a,b; Acreman e Sinclair, 1986; Nathan e McMahon, 1990; Burn, 1997) o infine utilizzando la similarità dei parametri statistici che caratterizzano le serie sperimentali (Fiorillo e Rolla, 1989; Burn, 1990; Reitano e Rossi, 1992).
Rimandando alla letteratura citata per un esame approfondito dei vantaggi-svantaggi offerti dai diversi approcci è comunque importante sottolineare che, qualunque sia il criterio di accorpamento utilizzato, è necessario verificarne la correttezza, valutando mediante opportuni test di omogeneità la capacità del modello di riprodurre le distribuzioni di frequenza delle variabili statistiche di controllo (Hosking e Wallis, 1993).

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

4.4.3 Stima delle portate al colmo

Nella redazione del PSDA, la stima della curva di crescita per la valutazione delle portate al colmo di assegnato tempo di ritorno è stata condotta secondo le linee guida del Progetto VAPI, a partire da una base di dati sperimentali aggiornata rispetto a quella utilizzata nei precedenti lavori, condotti in modo similare, da Calenda et al. (1994, 1999).
Le zone idrologicamente omogenee, rispetto alla capacità di generare portate di piena intense, all'interno dell'ambito territoriale interessato, è stata effettuata secondo la metodologia suggerita nell'ambito di altri rapporti regionali VAPI (Versace et al., 1989; Cannarozzo e Ferro, 1991; Cannarozzo et al., 1993; Copertino e Fiorentino, 1994; Rossi, 1994). In pratica, le zone idrologicamente omogenee identificate nell'ambito dello studio delle precipitazioni massime annue vengono ritenute valide anche per i deflussi di piena in quanto dedotte a partire da una base dati molto più ampia. Sulla base di questa ipotesi, nel territorio esaminato è possibile identificare, anche per le portate al colmo, due zone con un diverso comportamento idrologico, di fatto coincidenti rispettivamente con la Zona Costiera e la Zona Appenninica (vedi PSDA, Tavola n. 6.2).

La base di dati disponibile, circa le portate massime annue registrate dalle stazioni di misura idrometrica, è risultata alquanto eterogenea, con una concentrazione sulla Zona Appenninica, per la quale sono stati reperiti dati sufficienti al fine dell'analisi statistica. Di conseguenza, è stato possibile pervenire alla determinazione di una sola curva di crescita la cui validità è da ritenersi limitata alla sola Zona Appenninica. E' inoltre ipotizzabile che la curva di crescita valida per la Zona Appenninica non sia utilizzabile per la caratterizzazione delle portate di piena nella Zona Costiera in quanto tendenzialmente sotto-stimante.
Nell'intento di pervenire alla definizione dell'idrogramma di piena in una qualunque sezione idrografica all'interno del territorio regionale, le indagini condotte nell'ambito del PSDA sono state articolate secondo una serie di fasi per le quali si rimanda alla già citata relazione.

4.4.4 Curva di crescita regionale

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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

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

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

Applicando le direttive metodologiche VAPI gli autori sono pervenuti alla rappresentazione della curva di crescita regionale utilizzabile per la valutazione delle portate al colmo massime annue che caratterizzano i bacini idrografici ubicati nell'ambito della Zona Appenninica. La Tabella seguente presenta il valore dei parametri λ^*, Θ^*,λ_1 e η necessari alla costruzione della curva di crescita TCEV e un'espressione esplicita approssimante tale curva, valida per T>5 anni e che fornisce un errore comunque inferiore al 1% nell'intervallo 10<T<500.

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

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

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

4.4.5 *Portata Indice m_Q*

La stima della portata indice m_Q, ossia il valore atteso di portata al colmo massima annuale che particolarizza la (eq.1) per il sito fluviale di interesse, costituisce uno dei problemi aperti di maggiore complessità nell'idrologia; le innumerevoli applicazioni pratiche del metodo della portata indice hanno infatti evidenziato la difficoltà di ottenere stime attendibili di m_Q indipendentemente dal metodo di stima utilizzato. Come già evidenziato da Hebson e Cunnane (1987) e dal FEH (1999), e confermato da Brath et al. (1999) e da De Michele e Rosso (2000), se si dispone di un campione sperimentale anche di dimensioni non elevate (12÷15 anni) la stima diretta di m_Q è preferibile a qualunque altro approccio.
Nel caso di sezioni fluviali rappresentative di situazioni idrologiche particolari, ad esempio bacini dove un'elevata permeabilità o la presenza di fenomeni di carsismo genera meccanismi di risposta alle sollecitazioni meteoriche non generalizzabili, Brath et al. hanno mostrato che 5÷10 anni di misure dirette sono in genere sufficienti per fornire risultati migliori di quelli ottenibili con approcci indiretti.
Nell'insieme del territorio costituito dai bacini idrografici scolanti nel versante adriatico, sulla base dei dati forniti dal S.I.M.N., sono state individuate 23 sezioni idrometrografiche, per le quali si dispone di più di 12 valori di portata al colmo massima annua. In aggiunta, si sono resi disponibili i valori di portata indice calcolati in altre 5 sezioni sulla base di un campione sperimentale di almeno 5 anni, che possono essere quindi utilizzate ai fini operativi. In definitiva l'informazione sperimentale disponibile per

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

la valutazione della portata indice, rappresentata dal valore m_Q in 28 sezioni di misura, è apparsa di discreta consistenza in termini di numerosità e di distribuzione sul territorio.
Per poter comunque permettere la valutazione della portata indice m_Q in una qualunque sezione di interesse lo studio del PSDA ha portato alla definizione di alcune relazioni, valide a livello regionale, tramite le quali pervenire ad una stima indiretta di m_Q. In particolare è stato seguito il suggerimento di Franchini e Galeati (1996) ed Brath et al. (1999) che, esaminando in maniera specifica il problema della stima della piena indice per le sezioni idrografiche dei bacini appenninici compresi tra l'Emilia e le Marche (dal bacino del Trebbia al Tronto) e comparando vari modelli di stima ed utilizzando tecniche di verifica jack-knife, sono pervenuti alla conclusione che l'impiego di relazioni multiregressive appare l'approccio in grado di fornire le migliori stime dei valori indice. Muovendosi lungo questa linea di indagine e utilizzando le portate indice calcolate alle sezioni idrografiche strumentate, provviste di almeno 10 anni di dati, sono state esaminate numerose possibili relazioni multiregressive utilizzando diverse combinazioni di grandezze geomorfologiche. La relazione risultata come ottimale è:

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

dove A_{imp} è l'area sottesa classificata come impermeabile secondo le indicazioni del S.I.M.N. (km2) e m_g è la pioggia indice di durata 1 giorno valutata nel baricentro del bacino (mm). La pioggia indice m_g è stata in particolare calcolata come media pesata delle precipitazioni indice puntuali alle stazioni di misura afferenti ciascun bacino considerato, con pesi ottenuti mediante costruzione dei poligoni di Thiessen. Ai fini operativi la pioggia indice può comunque essere valutata nel baricentro del bacino di interesse in maniera speditiva e senza particolare perdita di accuratezza in base alle isolinee riportate nella Tavola N. 6.5 del PSDA.

4.5 Studi PSDA - Selezione dei risultati di interesse

Premessa

Relativamente al fiume Salinello, nell'ambito degli elaborati di studio del PSDA si è provveduto alla costruzione degli idrogrammi di piena con tempo di ritorno T = 20, 50, 100, 200 e 500 anni in quattro sezioni, indicate nella Tavola C0611 come Sez.SA1, Sez.SA2, Sez.SA3 e Sez.A1-A3. Le prime tre sezioni sottendono in particolare un bacino idrografico a monte rispettivamente di 84.3, 140.5 e 174.9 km^2; la quarta sezione individua invece l'interbacino di 90 km^2 compreso tra la Sez.SA1 e la Sez.SA3. Non sono presenti nell'ambito del bacino idrografico stazioni di misura S.I.M.N. provviste di serie continuative di dati.

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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

Sezione	A (km^2)	A perm. (%)	A imp. (km^2)	L (km)	ΔH (m)	Z (m s.l.m.)
Sez.SA1	84.3	20	67.4	29.0	483.0	612.0
Sez.SA2	140.5	54	64.6	37.0	377.0	439.0
Sez.SA3	174.9	54	80.5	47.0	362.0	372.0
Sez.SA1-SA3	90.0	40	54.0	9.0	87.7	148.7

In particolare, per le specifiche valutazione idrologiche relative al presente elaborato risultano principalmente significative le sezioni SA2 "Salinello a Sant'Omero" e SA3 "Salinello a Mosciano Sant'Angelo" (i cui valori dei parametri sono evidenziati in giallo nella tabella precedente), le quali sono ubicate rispettivamente a monte ed a valle nei confronti della sezione idrologica di riferimento.

Sintesi dei Risultati per le sezioni SA2 e SA3

Nella figura seguente è riportato uno stralcio con la rappresentazione grafica dei risultati delle elaborazioni idrologiche effettuate nell'ambito del PSDA (Tavola C0611), dal quale si possono rilevare i valori delle portate al colmo per le sezioni SA2 e SA3 e nel quale sono riportati:

- *in verde*: il bacino imbrifero sotteso dalla sezione SA3 (con superficie di 174.9 km^2);
- *in giallo:* il bacino imbrifero sotteso dalla sezione SA2 (con superficie di 140.5 km^2);
- *in magenta:* il bacino imbrifero sotteso dalla sezione di studio nel presente elaborato, la quale è intermedia tra le sez. SA2 e SA3 (con superficie di 170 km^2);

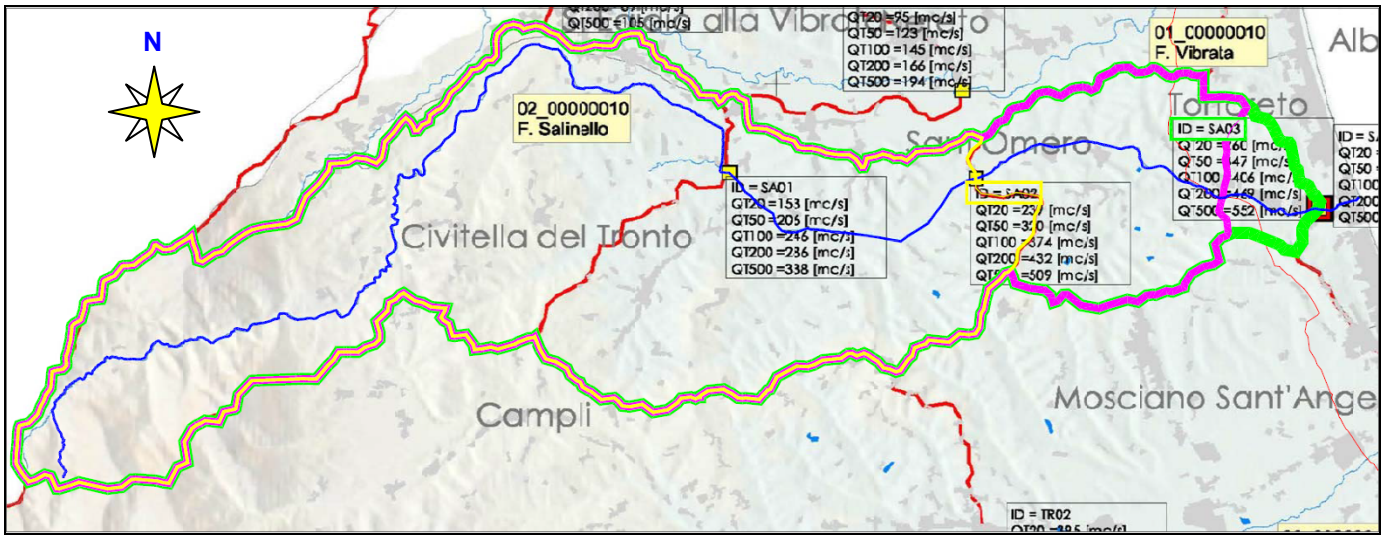


Fig.4.5/A: Bacini Imbriferi sottesi dalle sezioni SA2, SA3 e dalla Sez. Studio

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Gli stessi valori di portata indicati in figura sono riportati in forma tabellare in Allegato E delle Norme di Attuazione, e sono stati estrapolati (per le sezioni di interesse) nella tabella seguente.

Tab.4.5/B: Risultati delle elaborazioni PSDA

	SEZ. ID=SA2		SEZ. ID=SA3	
TR (anni)	Sup. Bacino (kmq)	**Portata (mc)**	Sup. Bacino (kmq)	**Portata (mc)**
20	140.5	**240**	174.9	**261**
50	140.5	**321**	174.9	**348**
100	140.5	**375**	174.9	**407**
200	140.5	**433**	174.9	**470**
500	140.5	**509**	174.9	**553**

4.6 Portate al colmo di piena nella sezione di studio

La sezione di interesse nel presente elaborato risulta intermedia tra quelle indicate nella precedente Tab.4.5/B, per le quali sono state valutate (nell'ambito degli studi PSDA) le portate al colmo in funzione del tempo di ritorno.
In tal senso, la valutazione delle portate al colmo di piena nella sezione idrologica di riferimento può essere eseguita mediante il criterio della "similitudine idrologica", che consente di determinare i valori delle portate di piena in funzione della superficie del bacino imbrifero secondo l'espressione nel seguito riportata:

$$Q_2 = Q_1 * \left(S_2 / S_1 \right)^m \qquad \text{eq.4.1}$$

dove:

Q_1, Q_2= rappresentano le portate rispettivamente nelle sezioni generiche 1 e 2 (in mc/s);
S_1, S_2= rappresentano le superfici dei bacini nelle sezioni 1 e 2 (in kmq);
m= parametro adimensionale;

Quindi considerando la eq.4.1 in riferimento ai valori delle portate e delle superfici dei bacini di cui alla precedente Tab.4.5/B, può essere valutato il paramento *m* per il campo di superfici di riferimento. Nel caso in esame è stato individuato m=0.37

Pertanto i valori di portata nella sezione di studio possono essere determinati sempre dalla stessa eq.4.1, in funzione dei valori di portata e di superficie della sezione di monte (o di valle) ed in considerazione del parametro adimensionale *m* precedentemente individuato.

Le portate risultanti sono state riportate nella tabella seguente.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Tab.4.6/A: Portate di riferimento nella Sezione di Studio (tabella riepilogativa)

Sezione Idrologica		Superficie Bacino	Q20 (mc/s)	Q50 (mc/s)	Q100 (mc/s)	Q200 (mc/s)	Q500 (mc/s)
F. Salinello	- Sez. Attraversamento	170 kmq	258	344	402	465	546

4.7 Portata di progetto

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

Tab.4.7/A: Portata di progetto - tabella riepilogativa

Sezione Idrologica		Sup. Bacino (kmq)	Qprogetto (mc/s)	qmax (mc/s×kmq)
F. Salinello	Sez. di studio	170	465	2.73

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

5 STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE

5.1 Presupposti e limiti dello studio

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

Lo studio è finalizzato alle seguenti determinazioni:

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

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

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

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

I criteri ed i modelli di calcolo utilizzati per le verifiche idrauliche in moto permanente derivano dall'applicazione del software HEC-RAS[1], 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..).

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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 840m.
I dati geometrici di base derivano da un rilievo topografico effettuato tramite volo Lidar (appositamente eseguito per la progettazione del metanodotto in esame), che ha consentito la definizione di dettaglio delle caratteristiche geometriche dell'alveo e delle sponde lungo lo sviluppo del tronco d'alveo oggetto di analisi.
La configurazione d'alveo così individuata risulta pertinente sia alla attuale configurazione idraulica del corso d'acqua, che a quella di fine lavori. Ciò in quanto, con i lavori di costruzione del metanodotto, non verranno apportate al corso d'acqua alterazioni apprezzabili tali da modificarne il deflusso della corrente.

Entrando nello specifico, nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico (ricavato dalle CTR), nel quale l'asta del corso d'acqua è indicata in colore blu, le sezioni trasversali utilizzate per il calcolo idraulico sono indicate in magenta ed infine il tracciato del metanodotto in progetto è riportato tramite una linea in colore in rosso.
La sezione Sez.1 (RS50) coincide con la sezione di monte del tronco idraulico; la sezione Sez.5 (RS10) rappresenta la sezione idraulica di valle.

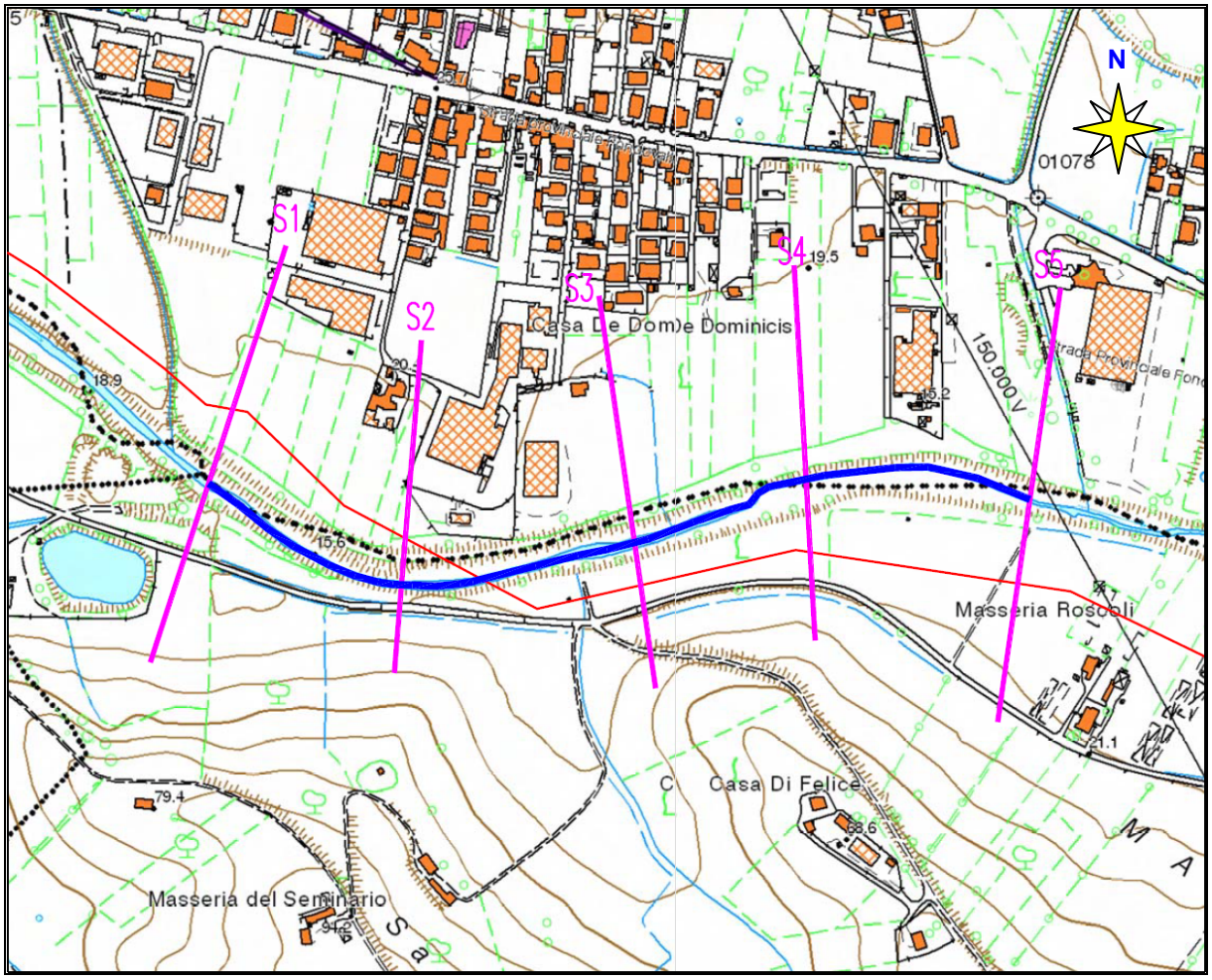


Fig.5.2/A: Foto aerea del tronco d'alveo analizzato e sezioni iniziali di input

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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	212.25	*Sezione di monte*
RS40	Sez.2	212.25	228.03	
RS30	Sez.3	440.28	178.06	
RS20	Sez.4	618.34	220.43	
RS10	Sez.5	838.77	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.

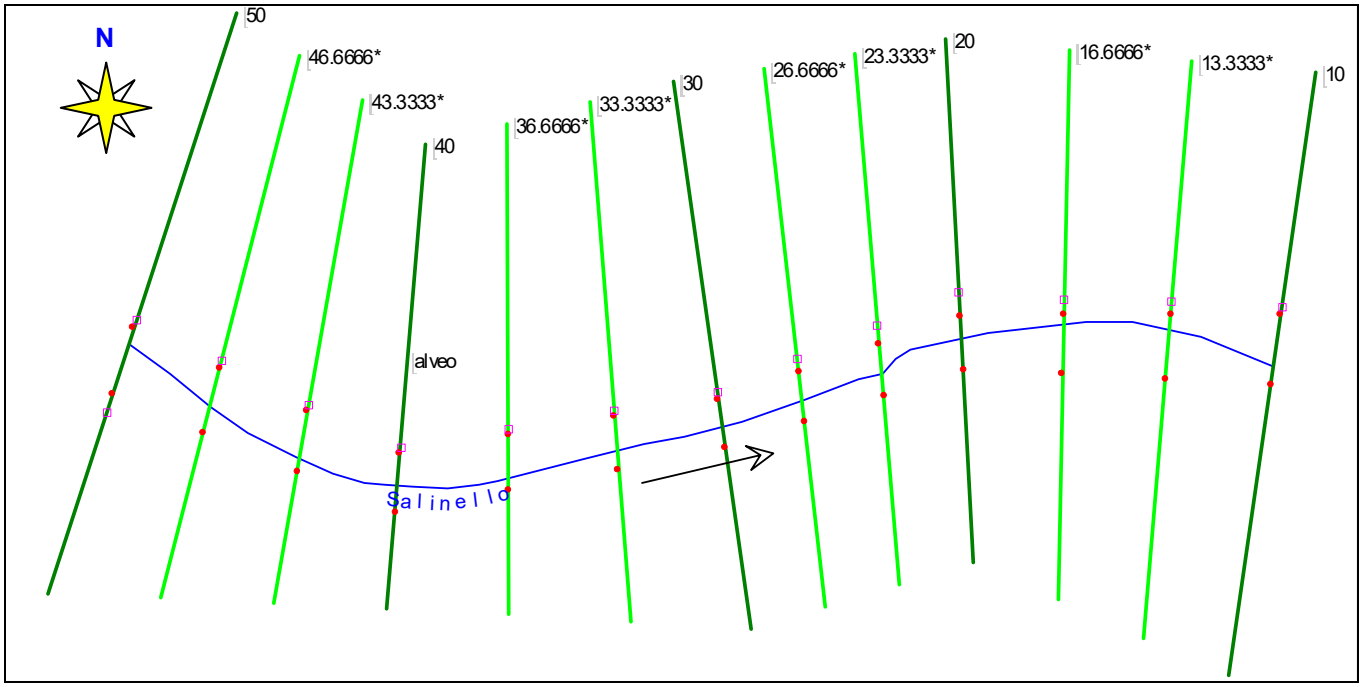


Fig.5.2/B: Modellazione geometrica in HEC-RAS (RS50 a monte e RS10 a valle)

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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}= 465 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 condizione 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 e sono:

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

5.3 Risultati della simulazione idraulica

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

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

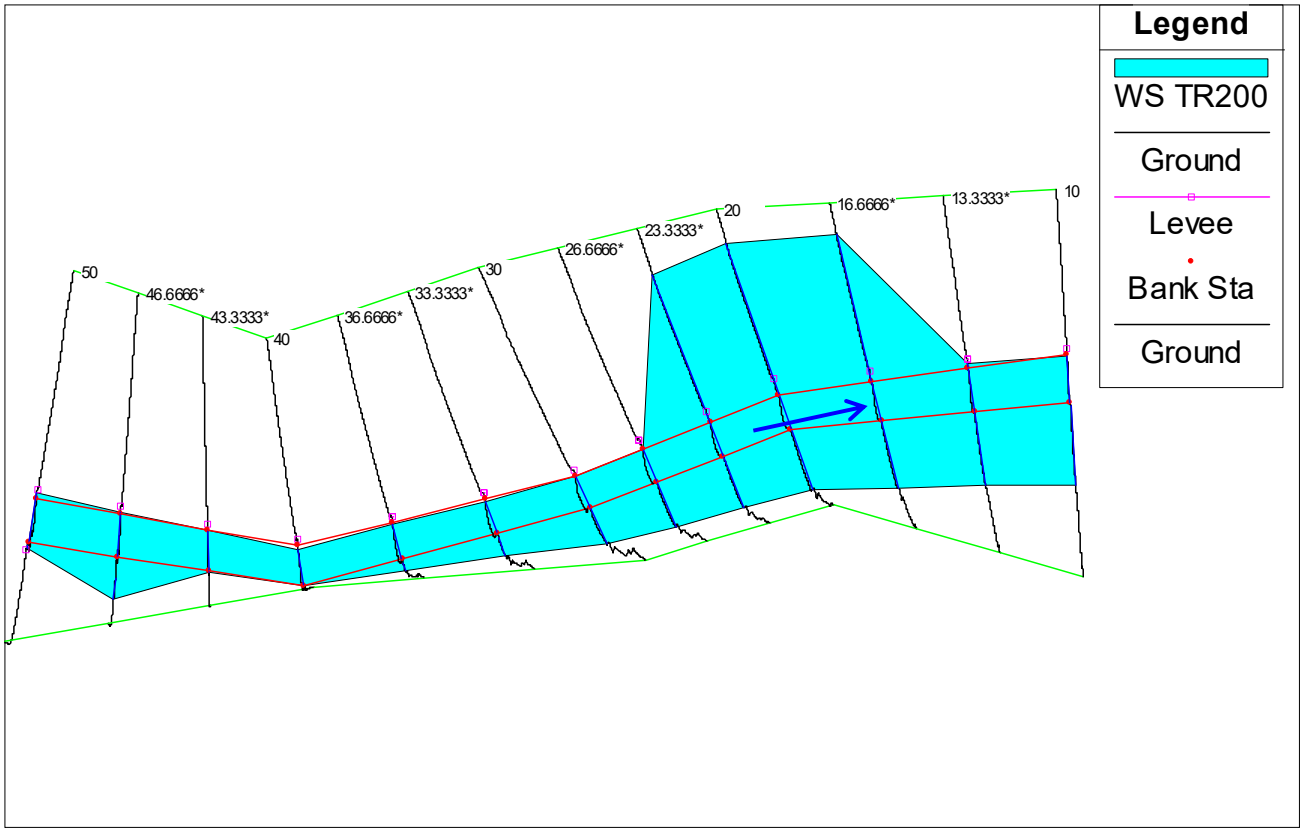


Fig.5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS50: monte / RS10: valle)

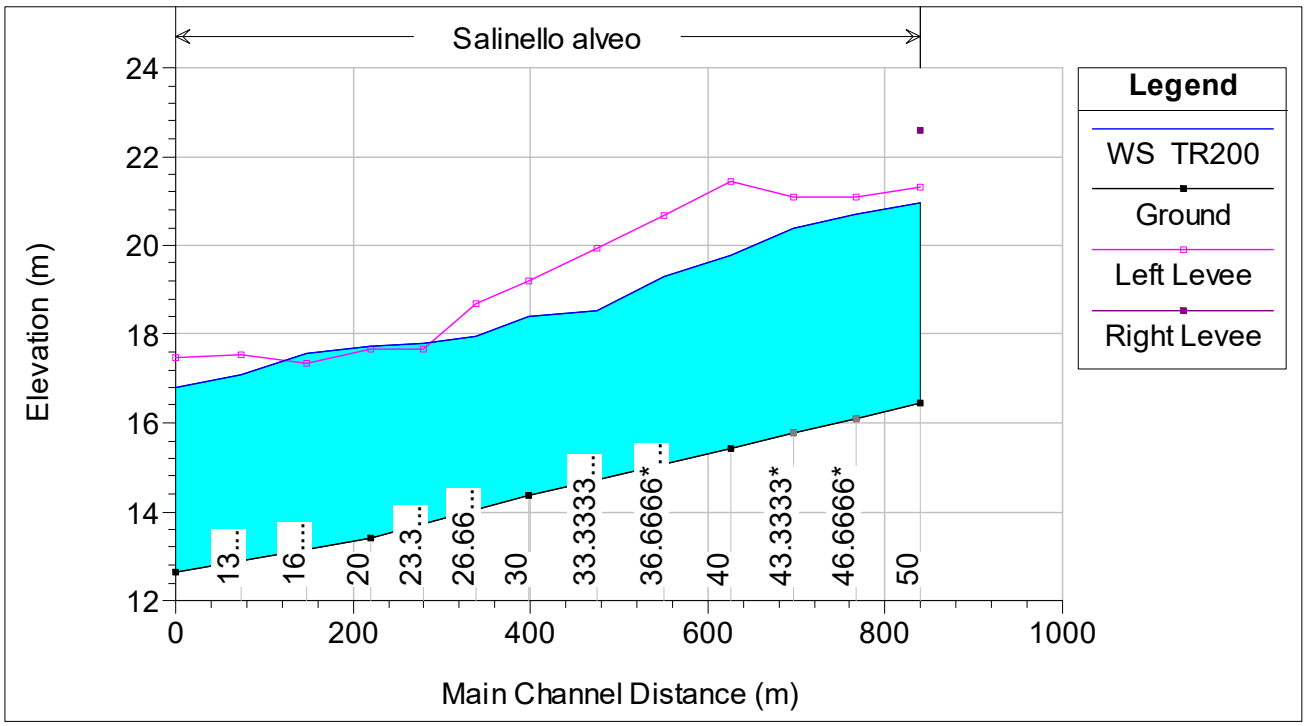


Fig.5.3/B: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale (RS50: monte / RS10: valle)

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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

Tab.5.3/A: Tabella Riepilogativa generale di Output

River Station	Q Total (m3/s)	Min Ch Elev (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Hydr Depth C (m)	Shear Chan (N/m2)	Froude Chl
50	465	16.44	20.96	19.74	21.41	0.002536	2.97	157.58	54.54	3.25	73.94	0.53
46.6666*	465	16.11	20.72	19.58	21.22	0.002735	3.14	151.28	67.72	3.24	81.71	0.56
43.3333*	465	15.77	20.39	19.43	21	0.003322	3.44	135.3	42.99	3.15	98.22	0.62
40	465	15.44	19.79	19.28	20.67	0.005451	4.16	111.66	38.29	2.92	148.28	0.78
36.6666*	465	15.08	19.3	18.82	20.24	0.005679	4.3	108.62	44.97	2.96	157.45	0.8
33.3333*	465	14.72	18.54	18.54	19.72	0.007667	4.85	102.17	52.81	2.84	182.98	0.92
30	465	14.36	18.39	18.11	19.11	0.004923	3.98	146.18	73.72	2.98	135.11	0.74
26.6666*	465	14.05	17.95	17.95	18.77	0.006305	4.27	139.79	83.01	2.7	159.64	0.83
23.3333*	465	13.73	17.78	17.65	18.03	0.002694	2.79	304.04	246.36	2.66	68.01	0.55
20	465	13.42	17.74	17.42	17.87	0.001553	2.18	389.71	262.24	2.77	41.03	0.42
16.6666*	465	13.16	17.57	17.12	17.75	0.001792	2.34	356.21	266.91	2.76	47.28	0.45
13.3333*	465	12.9	17.1	16.8	17.53	0.004168	3.25	197.17	127.9	2.41	95.58	0.67
10	465	12.64	16.8	16.56	17.21	0.004501	3.19	199.77	130.09	2.23	94.56	0.68

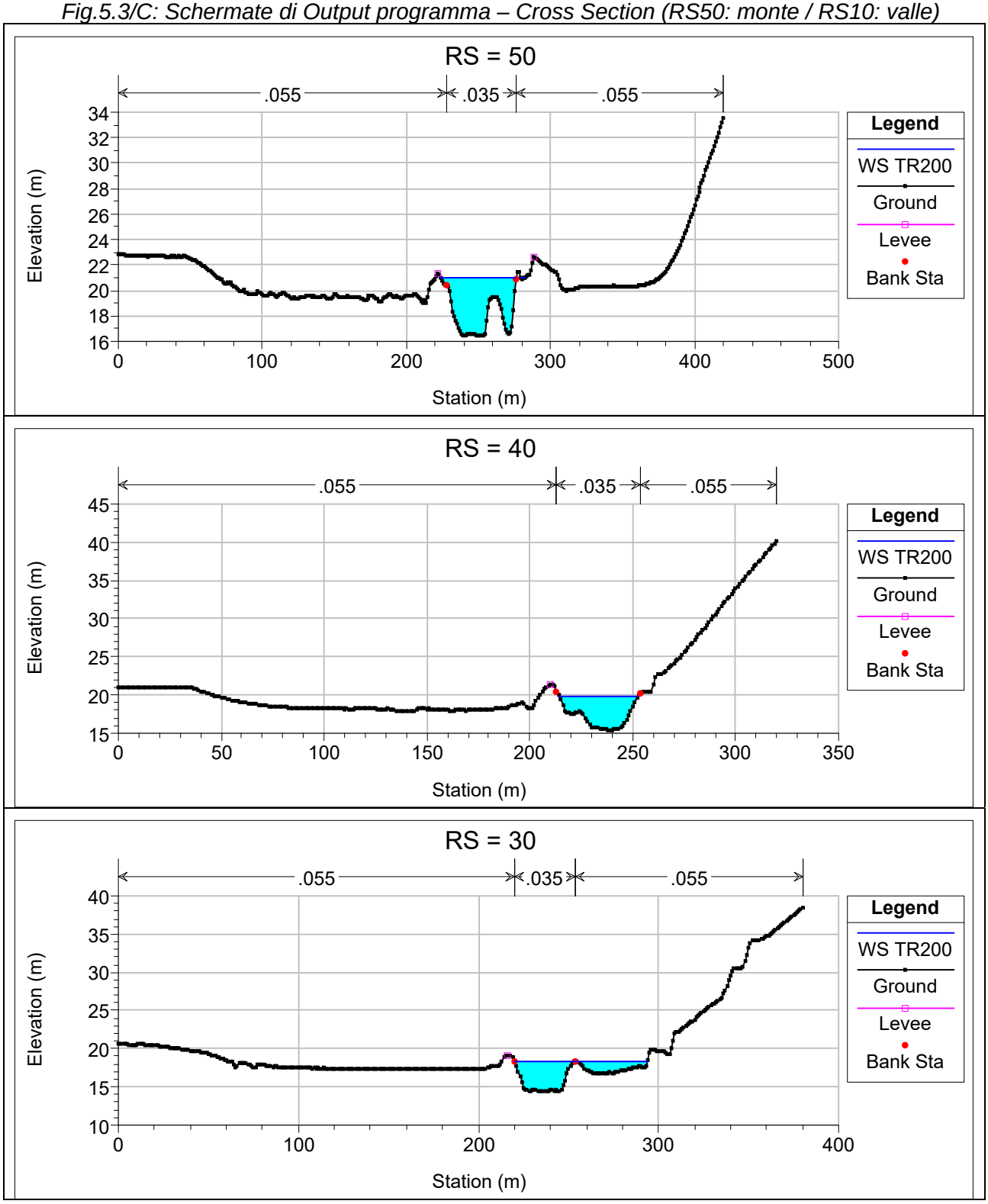
Nella tabella di “output”, i parametri riportati assumono i significati qui di seguito specificati.

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;

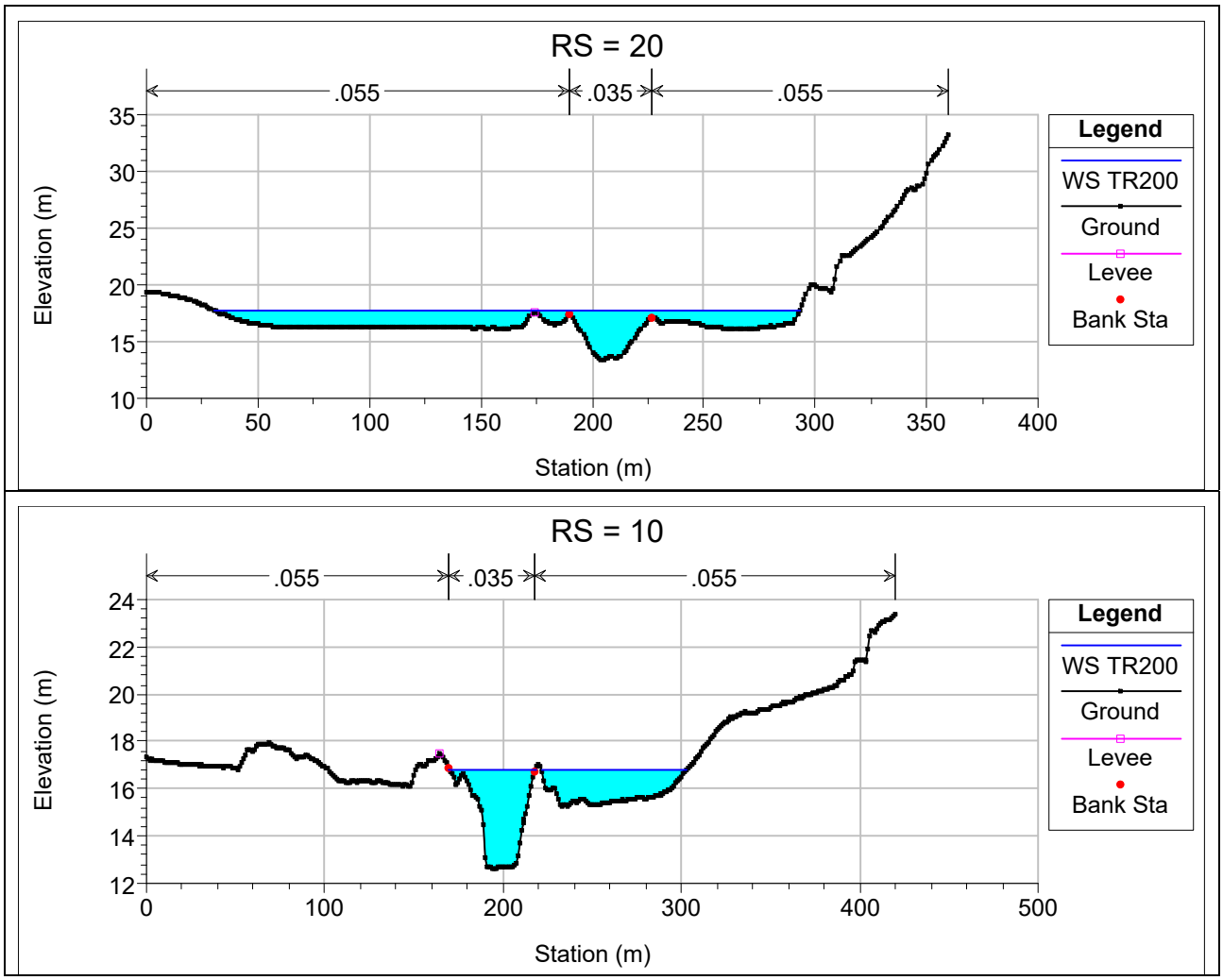
Inoltre nella figura seguente si riportano le schermate di output delle varie sezioni principali di calcolo (Cross Section) considerate nell'elaborazione di calcolo.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Fig.5.3/C: Schermate di Output programma – Cross Section (RS50: monte / RS10: valle)



Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.



5.4 Analisi dei risultati conseguiti

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

Dall'esame dei risultati della simulazione idraulica, si rileva che nel tronco idraulico considerato, la sezione d'alveo non risulta in grado di contenere completamente la portata di progetto (portata duecentennale).
Esondazioni diffuse si rilevano nel lato in destra idrografica, arealmente contenute dal versante laterale; in sinistra s'individuano dei sormonti dell'arginello nel tratto medio-basso del tronco d'alveo in esame.
Le velocità di deflusso della corrente risultano generalmente variabili nell'ordine dei 3÷4.5 m/s, mantenendosi comunque in condizione di corrente lenta (FR<1).

Per le 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.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

6.2 Criteri di calcolo

Approfondimenti localizzati

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

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

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

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

dove

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

Il valore di $\boldsymbol{a}$ 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.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Nel primo caso si tratta della formazione di canaloni effimeri di fondo alveo sotto l'azione di vene particolarmente veloci.
Nel secondo caso, tali approfondimenti possono derivare, durante il deflusso di massima piena, dalla formazione di dune disposte trasversalmente alla corrente fluida, che comportano un temporaneo abbassamento della quota d'alveo, in corrispondenza del cavo tra le dune stesse.
Allo stato attuale non potendosi fare che semplici ipotesi sul fenomeno, non è possibile proporre algoritmi per calcolare la profondità degli scavi. Le proprietà geometriche del fondo alveo, in relazione all'entità delle tensioni tangenziali indotte dalla corrente, sono state studiate[4] da Yalin (1964), Nordin (1965) ed Altri, che hanno proposto di assegnare a tali escavazioni un valore cautelativo pari ad una percentuale dell'altezza idrometrica di piena ivi determinata. In particolare, nel caso di regime di corrente lenta, venne concluso che, per granulometrie comprese nel campo delle sabbie, la profondità del fenomeno risulta comunque inferiore a 1/6 o al massimo 1/3 dell'altezza idrica. Una generalizzazione prudenziale, proposta in Italia[5], sulla base di osservazioni dirette nei corsi d'acqua della pianura padana, estende il limite massimo dei fenomeni di escavazione per aratura, indipendentemente dalla natura del fondo e dal regime di corrente, ad un valore cautelativo pari al 50% dell'altezza idrometrica di piena.

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

$$\mathbf{Z} = 0{,}5 \cdot \mathbf{ho}$$

Diametro limite dei clasti trasportabili

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

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

dove

- δ è il diametro delle particelle;
- τ_o è la tensione tangenziale in alveo;
- γ_s è il peso specifico delle particelle (considerato 24 kN/m^3);
- 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.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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 (m3/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	465	2.97	54.54	3.25	8.53	3.70	1.75	1.63
46.6666*	465	3.14	67.72	3.24	6.87	3.74	1.65	1.62
43.3333*	465	3.44	42.99	3.15	10.82	3.75	1.90	1.58
40	465	4.16	38.29	2.92	12.14	3.80	1.98	1.46
36.6666*	465	4.3	44.97	2.96	10.34	3.90	1.91	1.48
33.3333*	465	4.85	52.81	2.84	8.81	4.04	1.84	1.42
30	465	3.98	73.72	2.98	6.31	3.79	1.62	1.49
26.6666*	465	4.27	83.01	2.7	5.60	3.63	1.53	1.35
23.3333*	465	2.79	246.36	2.66	1.89	3.06	1.04	1.33
20	465	2.18	262.24	2.77	1.77	3.01	1.02	1.39
16.6666*	465	2.34	266.91	2.76	1.74	3.04	1.02	1.38
13.3333*	465	3.25	127.9	2.41	3.64	2.95	1.23	1.21
10	465	3.19	130.09	2.23	3.57	2.75	1.19	1.12

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.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Tab.6.3/B: Diametro limite dei clasti trasportati

River Station	Shear Chan (N/m2)	Diametro limite clasti trasportati (m)
50	73.94	0.09
46.6666*	81.71	0.10
43.3333*	98.22	0.12
40	148.28	0.17
36.6666*	157.45	0.18
33.3333*	182.98	0.21
30	135.11	0.16
26.6666*	159.64	0.19
23.3333*	68.01	0.08
20	41.03	0.05
16.6666*	47.28	0.06
13.3333*	95.58	0.11
10	94.56	0.11

6.4 Considerazione sui risultati conseguiti

Sulla base delle valutazioni di cui al paragrafo precedente si evince che, relativamente al tronco d'alveo analizzato (nel quale ricade l'attraversamento da parte del metanodotto in progetto), le massime erosioni attese al fondo si attestano intorno a valori dell'ordine dei **2 m.**

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

7.1 Premessa

La definizione del progetto dell'attraversamento in esame è stata effettuata in riferimento a valutazioni di tipo geomorfologico, geotecnico ed idraulico, condotte nell'ambito specifico d'intervento.
In particolare, in considerazione delle caratteristiche del corso d'acqua e dei risultati delle valutazioni conseguite, sono state definite le scelte progettuali inerenti ai punti qui di seguito elencati:

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

7.2 Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto

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

Nello specifico, l'insieme delle caratteristiche morfologiche, geologiche, geometriche ed idrauliche dell'ambito d'interferenza ha condotto all'individuazione del sistema di posa in subalveo della pipeline mediante la metodologia degli "scavi a cielo aperto".
Infatti, in attraversamenti, come quello in esame, che non necessitano dell'applicazione di differenti metodologie (per presenza di infrastrutture prossime alle sponde quali argini considerevoli, strade, ferrovie e sottoservizi significativi), la posa di una condotta mediante scavi e successivi rinterri è il sistema più frequentemente utilizzato. Ciò in considerazione della sua versatilità costruttiva, della semplicità nell'organizzazione delle fasi di lavoro e della possibilità di adattare la geometria della condotta a quella della sezione di attraversamento. Inoltre, ostacoli incontrati nelle fasi di scavo, o variazioni di progetto in corso d'opera, generalmente non sono tali da inficiarne la fattibilità o la corretta esecuzione.

La metodologia esecutiva consiste sostanzialmente nelle seguenti fasi:

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

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

- lavori in continuità con quelli di linea; tale procedura riguarda l'attraversamento di corsi d'acqua "poco importanti" (in relazione all'aspetto idraulico, alla morfologia dei terreni e a rischi di tipo operativo) o caratterizzati da periodi di "secca" o di magra, anche se di breve durata; in tali condizioni i lavori di scavo, posa e rinterro

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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

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

Preliminarmente alla fase di scavo verranno in generale realizzati dei by-pass, costituiti tomboni e/o da argini, ture ecc., per consentire il normale deflusso delle acque.
Per i corsi d’acqua ampi e/o con deflusso significativo di acqua, i lavori verranno eseguiti per tratti successivi. In questo caso anche gli interventi temporanei di deviazione del flusso verranno adattati nel corso dei lavori, con lo scopo di operare sempre nelle condizioni favorevoli.
Al termine dei lavori, tutte le eventuali opere di deviazione e di regimentazione temporanea del deflusso idraulico verranno rimosse e sarà integralmente ripristinata la configurazione dell'alveo preesistente.
Si precisa inoltre che durante le fasi operative i mezzi ed il personale presenti in alveo saranno quelli strettamente necessari per l'esecuzione dei lavori, con deposito dei materiali e delle attrezzature fuori dall'ambito fluviale. Ciò con lo scopo di agevolare il rapido allontanamento dei mezzi e del personale dall'ambito fluviale in caso di manifestazione di un evento di piena significativo. In ogni caso le procedure di sicurezza connesse a sistemi di preallertamento e alle disposizioni operative in caso di manifestazione di eventi di piena verranno stabilite nel PSC.

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

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

7.3 Geometria della condotta ed interventi di ripristino

Copertura di progetto

Relativamente al profilo di posa della condotta in progetto in subalveo dell'attraversamento in esame, in considerazione dei risultati delle stime dei fenomeni erosivi precedentemente riportati e delle condizioni peculiari rilevate nel contesto d'intervento, è stato previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di 5.0 m (riferita alla profondità della generatrice superiore del tubo nei confronti della quota minima di fondo alveo).

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

Interventi di ripristino

Le opere di difesa idraulica previste nell'ambito sono:

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

Detti interventi assicureranno dunque il ripristino della configurazione morfologica d'alveo preesistente ed un'efficace funzione di stabilizzazione locale dell'alveo stesso (presidio idraulico nei confronti dei potenziali fenomeni erosivi in concomitanza ad eventi di piena).
Le opere presentano caratteristiche tipologiche ottimali al fine di inserirsi nel contesto naturale esistente.
I lavori di ripristino si completano con la ripresa, stendimento e riprofilatura dello strato superficiale di terreno accantonato, per il ripristino morfologico e vegetazionale dell'intera area. Gli interventi vegetazionali consistono in generale nell'inerbimento dell'area e l'eventuale messa a dimora di vegetazione arbustiva ed arborea costituite da essenze autoctone.

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

8 VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA

8.1 Premessa

Il Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni (PSDA) per il territorio ricompreso nei 14 Bacini Idrografici abruzzesi di rilievo regionale con esclusione del Bacino Interregionale del Fiume Sangro, è stato adottato con DGR 1050 del 5 Novembre 2007 ed approvato con DCR del 29 Gennaio 2008, Verbale N° 94/5.
Per quanto riguarda il territorio abruzzese ricompreso nel Bacino Idrografico Interregionale del Fiume Sangro, il PSDA è stato adottato con DGR N° 237 del 31 Marzo 2008 ed approvato con DCR n.101/5 del 29 Aprile 2008.

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

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

8.2 PSDA - Analisi disposizioni per le aree di pericolosità idraulica

Il PSDA, individua e perimetra le aree di pericolosità idraulica attraverso la determinazione dei livelli corrispondenti a condizioni di massima piena valutati con i metodi scientifici dell'idraulica.
In tali aree il Piano ha la finalità di evitare l'incremento dei livelli di pericolo e rischio idraulico, impedire interventi pregiudizievoli per il futuro assetto idraulico del territorio, salvaguardare e disciplinare le attività antropiche, assicurare il necessario coordinamento con il quadro normativo e con gli strumenti di pianificazione e programmazione in vigore.

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

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

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

Norme Generali

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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

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

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

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

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

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

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

Inoltre gli interventi consentiti dal presente articolo:

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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

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

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

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

Tali interventi:

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

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

8.3 Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento

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

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

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

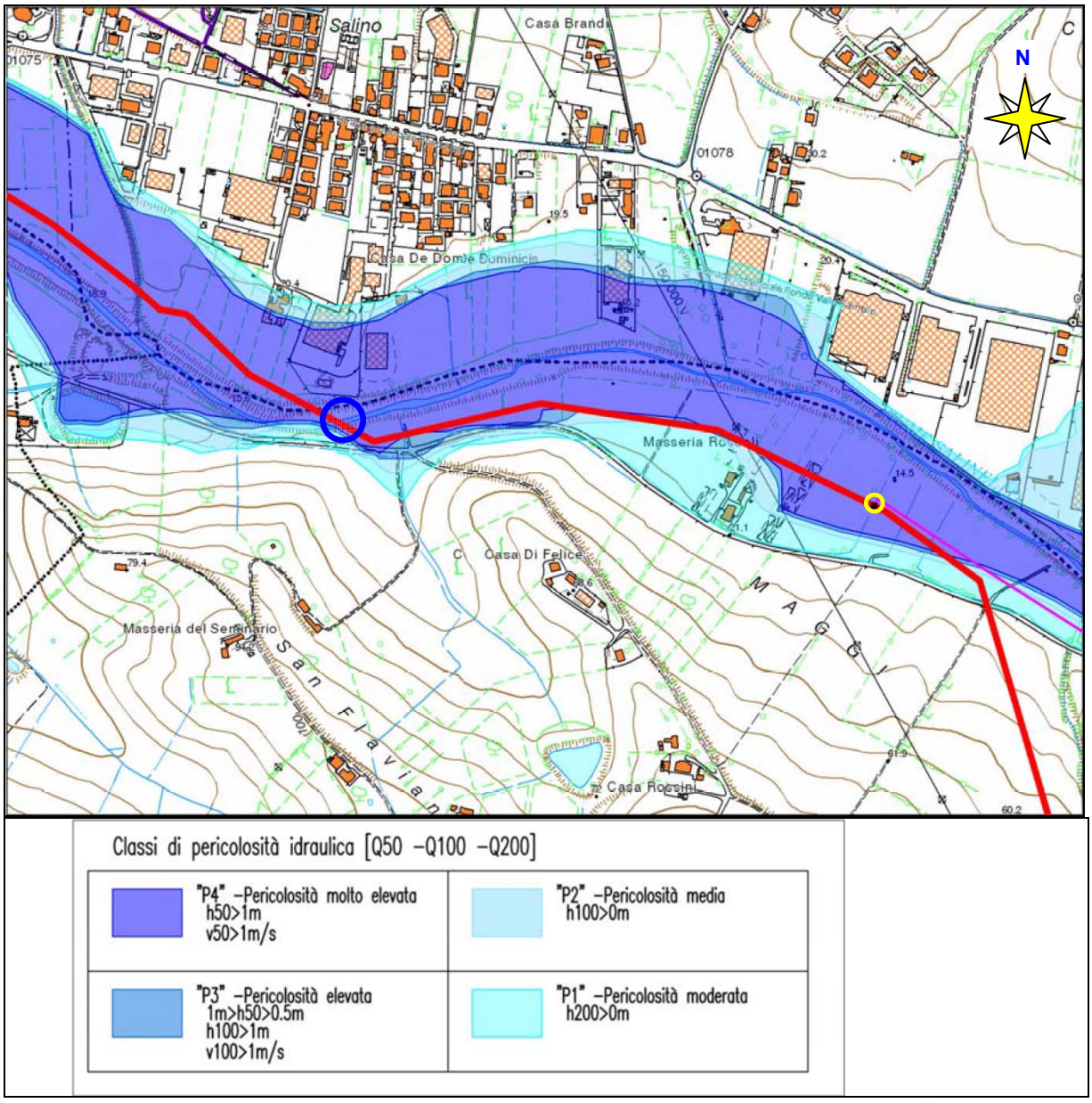


Fig.8.3/A: Interferenze tra metanodotto in progetto con le aree di "Pericolosità Idraulica"

Dall'analisi della figura precedente si rileva che il metanodotto in progetto, nel lato in sinistra idrografica, si sviluppa per un tratto della lunghezza di circa 1km all'interno di un ambito a pericolosità idraulica (per esondazioni del corso d'acqua). Quindi dopo attraversamento dell'alveo del fiume (indicato mediante un cerchio in blu) la linea si sviluppa per circa 1.1 km nell'ambito di aree a pericolosità idraulica nel lato in destra idrografica del corso d'acqua.

In aggiunta, sempre in riferimento alla Fig.8.3/A e facendo seguito a quanto già evidenziato nei capitoli precedenti, si rileva che nel lato in destra idrografica è prevista la realizzazione di un impianto di derivazione (denominato PIDI n.15, la cui posizione è evidenziata mediante un cerchio in giallo), ricadente sempre all'interno dell'area inondabile del corso d'acqua e dal quale si stacca un metanodotto di allacciamento (indicato in magenta) per il collegamento alla rete SRG esistente.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

8.4 Analisi dei criteri di compatibilità idraulica

Considerazioni di carattere generale

Il metanodotto in progetto rappresenta un'infrastruttura lineare di interesse pubblico. In tal senso, in riferimento alle Norme di Attuazione del Piano (art.19, comma 1 lettera c), risulta tra le tipologie di opere per le quali è consentito l'interferenza con aree classificate di pericolosità idraulica molto elevata (o inferiore).

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

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

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

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

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

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

Considerazioni specifiche

Quindi, entrando più in dettaglio in merito agli aspetti connessi alla specifica interferenza idraulica in corrispondenza dell'alveo del corso d'acqua (si veda il Disegno di attraversamento), si evidenzia quanto segue:

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

effettuare interventi futuri in alveo, finalizzati ad attenuare o eliminare le condizioni di rischio idraulico (es: risagomature dell'alveo, realizzazione di eventuali opere di regimazione idraulica, ecc.).

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

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

Quindi, relativamente ai tratti dei metanodotti ricadenti esternamente all'ambito di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua, ma comunque collocati all'interno delle fasce fluviali (aree potenzialmente inondabili e quindi di pericolosità idraulica), si evidenzia quanto segue.
Queste interferenze riguardano porzioni di territorio che rappresentano delle aree di laminazione e/o di invaso del corso d'acqua in occasione di piene eccezionali ed in quanto tali, risultano degli ambiti di assoluta sicurezza per la condotta nei confronti dei processi di dinamica fluviale.
A tal proposito si mette in evidenza che l'intervento prevede il completo interramento della tubazione (alla profondità di almeno 1,5 m nei confronti del piano campagna, salvo eventuali tratti a copertura ulteriormente maggiorata) e l'integrale ripristino morfologico e vegetazionale delle aree interessate dai lavori.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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

Infine relativamente all'impianto di derivazione, denominato PIDI n.15, da realizzare all'interno dell'area di inondazione nel lato in destra idrografica del corso d'acqua, si evidenzia quanto segue.
La realizzazione dell'impianto si rende necessario per mettere in collegamento il metanodotto in progetto, con la rete SRG già esistente.
L'impianto è previsto in una porzione di territorio pianeggiante, posta ad una distanza di sicurezza dall'alveo del corso d'acqua (circa 90m) e pertanto in un ambito di assoluta sicurezza nei confronti dei processi di dinamica fluviale, ricadente in aree di potenziale laminazione delle piene eccezionali del fiume.
A tal proposito si pone in evidenza che detto impianto in progetto presenta dimensioni in pianta sostanzialmente modeste (circa 13x21m) e sarà costituito da una recinzione in grigliato metallico posta su un piccolo cordolo in calcestruzzo (con sommità a circa 60 cm fuori terra). All'interno dell'impianto risulteranno visibili esclusivamente gli steli fuori terra delle valvole e le attrezzature e i dispositivi di controllo, questi ultimi posti all'interno di un piccolo manufatto fuori terra (delle dimensioni in pianta di 3x5m circa).
La presenza del cavo telecomando consente peraltro la gestione da remoto delle valvole in caso di allagamento dell'area, senza dunque l'incremento del carico insediativo nell'ambito.
Conseguentemente, in considerazione della tipologia di recinzione prevista nell'impianto, non verrà ostacolata la libera circolazione delle acque; nonché la riduzione volumetrica della capacità d'invaso e/o di laminazione nell'ambito in esame risulterà assolutamente poco significativa dal punto di vista idraulico nei confronti del contesto generale.

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

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

9 CONCLUSIONI

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

La suddetta linea in progetto interseca l'alveo del fiume SALINELLO nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 4 km dalla foce), in un ambito di confine tra i territori comunali di Tortoreto (TE) e di Mosciano Sant'Angelo (TE).

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

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

In aggiunta sono state previste delle opere di protezione idraulica dell'alveo, con lo scopo di ripristinare la configurazione d'alveo esistente prima dell'inizio dei lavori e di garantire, inoltre, le adeguate condizioni di sicurezza della condotta per tutto il periodo di esercizio.
Le opere previste non costituiscono elementi di interferenza con il regime idraulico naturale del corso d'acqua e non determinano delle variazioni significative all'assetto plano-altimetrico preesistente del corso d'acqua (quali restringimenti e/o modifiche dell'assetto longitudinale). Le stesse opere sono state scelte con caratteristiche tipologiche ottimali al fine di inserirsi nel contesto naturale esistente.

Nell'analisi delle interferenze tra il metanodotto in progetto con le aree di pericolosità idraulica censite dal PSDA (redatto dall'ex "Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro"), è stato evidenziato che l'intervento di progetto non introduce alterazioni al deflusso della corrente e/o riduzione della capacità di invaso e di laminazione del corso d'acqua e più in generale non determina alcuna modifica significativa allo stato dei luoghi della regione fluviale e non implica trasformazioni del territorio e/o cambiamenti circa l'uso del suolo.

Pertanto si dichiara:

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

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO

Codice di calcolo

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

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

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

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

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

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

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

Integrando le equazioni di conservazione della massa e della quantità di moto ed introducendo la resistenza idraulica (attrito) e le portate laterali 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 ($m^{1/2}/s$);
- 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);

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

- 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:

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

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

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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, Ai, del canale principale e delle golene; ovvero:

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

Assetto geometrico

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

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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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
- 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

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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 pedici 2 e 1 rispettivamente le sezioni di monte e di valle del tratto considerato, si esprime come

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

dove:

- il primo ed il quinto termine rappresentano le spinte idrodinamiche dovute alle quantità di moto (con $\boldsymbol{\beta}$ coefficiente di ragguaglio 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.

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

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
           XXXXXXX  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: Salinello
Project File : Salinello.prj

Project in SI units

PLAN DATA

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

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

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

Plan Summary Information:
Number of:  Cross Sections =   13    Multiple Openings  =    0
            Culverts       =    0    Inline Structures  =    0
            Bridges        =    0    Lateral Structures =    0

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

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


FLOW DATA

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

Flow Data (m3/s)

  River          Reach          RS                 TR200
  Salinello      alveo          50                   465


Boundary Conditions

  River          Reach          Profile                     Upstream               Downstream
```

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Salinello alveo TR200 Normal S = 0.0045 Normal S = 0.0045

GEOMETRY DATA

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

CROSS SECTION

RIVER: Salinello
REACH: alveo RS: 50

INPUT
Description:
Station Elevation Data num= 421

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	22.8	1	22.82	2	22.82	3	22.81	4	22.81
5	22.79	6	22.73	7	22.71	8	22.74	9	22.75
10	22.72	11	22.7	12	22.7	13	22.75	14	22.71
15	22.7	16	22.71	17	22.72	18	22.71	19	22.71
20	22.68	21	22.67	22	22.7	23	22.68	24	22.7
25	22.72	26	22.69	27	22.75	28	22.79	29	22.75
30	22.72	31	22.72	32	22.7	33	22.67	34	22.67
35	22.66	36	22.66	37	22.69	38	22.66	39	22.68
40	22.64	41	22.67	42	22.69	43	22.65	44	22.66
45	22.71	46	22.7	47	22.66	48	22.64	49	22.55
50	22.45	51	22.33	52	22.33	53	22.38	54	22.31
55	22.21	56	22.13	57	22.08	58	22	59	21.98
60	21.97	61	21.84	62	21.67	63	21.59	64	21.55
65	21.42	66	21.32	67	21.21	68	21.16	69	21.05
70	20.99	71	20.92	72	20.82	73	20.67	74	20.58
75	20.57	76	20.59	77	20.58	78	20.59	79	20.41
80	20.27	81	20.24	82	20.18	83	20.01	84	19.93
85	19.92	86	19.99	87	20.01	88	19.86	89	19.78
90	19.73	91	19.76	92	19.73	93	19.7	94	19.77
95	19.76	96	19.81	97	19.91	98	19.89	99	19.88
100	19.74	101	19.58	102	19.63	103	19.65	104	19.64
105	19.75	106	19.8	107	19.73	108	19.71	109	19.64
110	19.52	111	19.55	112	19.68	113	19.77	114	19.85
115	19.8	116	19.74	117	19.63	118	19.56	119	19.47
120	19.4	121	19.41	122	19.45	123	19.4	124	19.36
125	19.41	126	19.48	127	19.49	128	19.48	129	19.48
130	19.55	131	19.56	132	19.59	133	19.59	134	19.56
135	19.54	136	19.55	137	19.53	138	19.47	139	19.45
140	19.48	141	19.51	142	19.57	143	19.55	144	19.48
145	19.38	146	19.38	147	19.36	148	19.39	149	19.53
150	19.7	151	19.7	152	19.61	153	19.49	154	19.45
155	19.5	156	19.53	157	19.53	158	19.54	159	19.55
160	19.52	161	19.54	162	19.54	163	19.54	164	19.49
165	19.45	166	19.47	167	19.5	168	19.42	169	19.36
170	19.28	171	19.22	172	19.27	173	19.42	174	19.56
175	19.58	176	19.57	177	19.57	178	19.49	179	19.41
180	19.33	181	19.11	182	19.1	183	19.11	184	19.32
185	19.44	186	19.47	187	19.63	188	19.77	189	19.72
190	19.57	191	19.48	192	19.54	193	19.61	194	19.53
195	19.48	196	19.42	197	19.37	198	19.51	199	19.62
200	19.6	201	19.6	202	19.61	203	19.62	204	19.65
205	19.68	206	19.71	207	19.63	208	19.53	209	19.42
210	19.1	211	19	212	19.22	213	19.2	214	19.01
215	19.53	216	20.09	217	20.48	218	20.62	219	20.77
220	20.88	221	21.1	222	21.31	223	21.23	224	21
225	20.75	226	20.49	227	20.47	228	20.39	229	20.29
230	20	231	19.19	232	18.35	233	17.95	234	17.65
235	17.35	236	17.05	237	16.76	238	16.61	239	16.52
240	16.5	241	16.52	242	16.53	243	16.57	244	16.57
245	16.56	246	16.53	247	16.56	248	16.48	249	16.44
250	16.46	251	16.49	252	16.49	253	16.49	254	16.51
255	16.63	256	17.61	257	18.72	258	19.28	259	19.42
260	19.49	261	19.44	262	19.46	263	19.45	264	19.23

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

265	18.9	266	18.57	267	17.89	268	17.34	269	16.98
270	16.7	271	16.58	272	16.71	273	17.17	274	18.45
275	19.92	276	20.92	277	21.5	278	21.41	279	21.02
280	20.89	281	20.95	282	20.95	283	21.06	284	21.17
285	21.26	286	21.56	287	22.18	288	22.59	289	22.59
290	22.52	291	22.5	292	22.41	293	22.25	294	22.18
295	22.09	296	22.04	297	22	298	21.92	299	21.77
300	21.69	301	21.61	302	21.56	303	21.49	304	21.5
305	21.28	306	20.91	307	20.47	308	20.18	309	20.03
310	20.02	311	20	312	20.02	313	20.02	314	20.01
315	20.05	316	20.12	317	20.17	318	20.17	319	20.2
320	20.25	321	20.29	322	20.33	323	20.32	324	20.3
325	20.34	326	20.33	327	20.31	328	20.31	329	20.3
330	20.26	331	20.33	332	20.31	333	20.32	334	20.27
335	20.26	336	20.26	337	20.24	338	20.28	339	20.24
340	20.26	341	20.24	342	20.25	343	20.28	344	20.36
345	20.32	346	20.31	347	20.3	348	20.27	349	20.28
350	20.27	351	20.29	352	20.27	353	20.31	354	20.27
355	20.25	356	20.28	357	20.33	358	20.32	359	20.33
360	20.33	361	20.36	362	20.38	363	20.42	364	20.45
365	20.46	366	20.47	367	20.51	368	20.52	369	20.56
370	20.61	371	20.65	372	20.7	373	20.76	374	20.84
375	20.92	376	20.99	377	21.11	378	21.18	379	21.31
380	21.47	381	21.64	382	21.82	383	22	384	22.22
385	22.38	386	22.59	387	22.84	388	23.06	389	23.36
390	23.59	391	23.87	392	24.14	393	24.46	394	24.73
395	25.04	396	25.37	397	25.7	398	26.03	399	26.39
400	26.72	401	27.1	402	27.43	403	27.76	404	28.07
405	28.38	406	28.71	407	29.05	408	29.45	409	29.74
410	30.05	411	30.36	412	30.71	413	30.97	414	31.31
415	31.66	416	32	417	32.39	418	32.79	419	33.17
420	33.53								

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	228	.035	276	.055

Bank Sta: Left	Right	Lengths: Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
228	276	70.75	70.75	.1	.3

Left Levee Station= 222 Elevation= 21.31
Right Levee Station= 289 Elevation= 22.59

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	21.41	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.45	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	20.96	Reach Len. (m)	70.75	70.75	70.75
Crit W.S. (m)	19.74	Flow Area (m2)	1.44	156.07	0.07
E.G. Slope (m/m)	0.002536	Area (m2)	1.44	156.07	0.07
Q Total (m3/s)	465.00	Flow (m3/s)	0.68	464.32	0.01
Top Width (m)	54.54	Top Width (m)	3.84	48.00	2.70
Vel Total (m/s)	2.95	Avg. Vel. (m/s)	0.47	2.97	0.08
Max Chl Dpth (m)	4.52	Hydr. Depth (m)	0.37	3.25	0.03
Conv. Total (m3/s)	9234.5	Conv. (m3/s)	13.5	9220.9	0.1
Length Wtd. (m)	70.75	Wetted Per. (m)	3.90	52.49	2.72
Min Ch El (m)	16.44	Shear (N/m2)	9.17	73.94	0.65
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	20108.71	10628.88	13836.71
Frctn Loss (m)	0.19	Cum Volume (1000 m3)	33.25	94.34	32.60
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	31.60	33.15	31.00

CROSS SECTION

RIVER: Salinello
REACH: alveo RS: 46.6666*

INPUT
Description:
Station Elevation Data num= 448

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	22.21	1.033	22.23	2.067	22.21	3.1	22.22	4.133	22.21

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

5.167	22.19	6.2	22.16	7.233	22.16	8.267	22.17	9.3	22.17
10.333	22.15	11.367	22.13	12.4	22.16	13.433	22.15	14.467	22.14
15.5	22.14	16.533	22.14	17.567	22.13	18.6	22.13	19.633	22.12
20.667	22.12	21.7	22.14	22.733	22.12	23.767	22.14	24.8	22.15
25.833	22.14	26.867	22.17	27.9	22.19	28.933	22.17	29.967	22.14
31	22.11	32.033	22.1	33.067	22.11	34.1	22.12	35.133	22.11
36.167	22.11	37.2	22.08	38.233	22.06	39.267	22.03	40.3	22
41.333	21.96	42.367	21.91	43.4	21.89	44.433	21.88	45.467	21.84
46.5	21.79	47.533	21.72	48.567	21.65	49.6	21.54	50.633	21.47
51.667	21.47	52.7	21.44	53.733	21.37	54.767	21.27	55.8	21.2
56.833	21.13	57.867	21.09	58.9	21.06	59.933	20.96	60.967	20.82
62	20.76	63.033	20.7	64.067	20.6	65.1	20.51	66.133	20.42
67.167	20.37	68.2	20.3	69.233	20.24	70.267	20.16	71.3	20.07
72.333	19.98	73.367	19.94	74.4	19.93	75.433	19.92	76.467	19.91
77.5	19.81	78.533	19.69	79.567	19.65	80.6	19.61	81.633	19.49
82.667	19.42	83.7	19.42	84.733	19.47	85.767	19.44	86.8	19.34
87.833	19.29	88.867	19.28	89.9	19.28	90.933	19.26	91.967	19.27
93	19.28	94.033	19.3	95.067	19.35	96.1	19.37	97.133	19.36
98.167	19.3	99.2	19.19	100.233	19.19	101.267	19.22	102.3	19.21
103.333	19.26	104.367	19.3	105.4	19.26	106.433	19.25	107.467	19.18
108.5	19.13	109.533	19.16	110.567	19.22	111.6	19.28	112.633	19.29
113.667	19.24	114.7	19.19	115.733	19.11	116.767	19.05	117.8	19
118.833	19.01	119.867	19.04	120.9	19.02	121.933	19	122.967	19.03
124	19.07	125.033	19.11	126.067	19.1	127.1	19.09	128.133	19.14
129.167	19.13	130.2	19.12	131.233	19.1	132.267	19.08	133.3	19.07
134.333	19.06	135.367	19.07	136.4	19.03	137.433	19.01	138.467	19.01
139.5	19.02	140.533	19.01	141.567	18.97	142.6	18.91	143.633	18.92
144.667	18.89	145.7	18.93	146.733	19.02	147.767	19.13	148.8	19.12
149.833	19.09	150.867	19.09	151.9	19.07	152.933	19.11	153.967	19.11
155	19.09	156.033	19.1	157.067	19.08	158.1	19.08	159.133	19.08
160.167	19.08	161.2	19.04	162.233	19	163.267	19.03	164.3	19.03
165.333	18.96	166.367	18.9	167.4	18.85	168.433	18.82	169.467	18.89
170.5	18.98	171.533	19.06	172.567	19.09	173.6	19.08	174.633	19.02
175.667	18.98	176.7	18.93	177.733	18.82	178.767	18.76	179.8	18.77
180.833	18.87	181.867	18.98	182.9	19.01	183.933	19.11	184.967	19.22
186	19.2	187.033	19.09	188.067	19.05	189.1	19.11	190.133	19.14
191.167	19.09	192.2	19.06	193.233	19.04	194.267	19.06	195.3	19.16
196.333	19.22	197.367	19.27	198.4	19.3	199.433	19.32	200.467	19.36
200.762	19.37	201.5	19.41	201.746	19.43	202.533	19.5	202.73	19.49
203.567	19.39	203.714	19.36	204.6	19.2	204.698	19.18	205.633	19.04
205.683	19.04	206.667	18.81	207.524	18.76	208.167	18.89	208.381	18.94
209.238	19.01	209.667	18.98	210.095	18.97	210.952	19.4	211.167	19.52
211.81	19.86	212.667	20.21	213.524	20.38	214.167	20.52	214.381	20.56
215.238	20.71	215.667	20.83	216.095	20.93	216.952	21.14	217.167	21.14
217.81	21.14	218.667	21.02	219.533	20.96	219.75	20.94	220.4	20.87
220.833	20.8	221.267	20.79	221.917	20.73	222.133	20.7	223	20.42
223.872	20.19	224.079	20.13	224.744	19.88	225.159	19.68	225.615	19.32
226.238	18.85	226.487	18.66	227.317	18.15	227.359	18.14	228.231	17.92
228.397	17.87	229.103	17.69	229.476	17.62	229.974	17.52	230.556	17.43
230.846	17.39	231.635	17.29	231.718	17.28	232.59	17.14	232.714	17.12
233.462	17.02	233.794	16.95	234.333	16.86	234.873	16.73	235.205	16.67
235.952	16.54	236.077	16.52	236.949	16.41	237.032	16.4	237.821	16.3
238.111	16.28	238.692	16.27	239.19	16.28	239.564	16.28	240.27	16.28
240.436	16.28	241.308	16.26	241.349	16.26	242.179	16.23	242.429	16.22
243.051	16.22	243.508	16.22	243.923	16.2	244.587	16.15	244.795	16.14
245.667	16.11	246.519	16.13	247.2	16.15	247.37	16.15	248.222	16.16
248.733	16.17	249.074	16.17	249.926	16.2	250.267	16.24	250.778	16.29
251.63	16.95	251.8	17.1	252.481	17.7	253.333	18.09	254.185	18.23
254.867	18.3	255.037	18.32	255.889	18.36	256.4	18.41	256.741	18.44
257.593	18.52	257.933	18.49	258.444	18.47	259.296	18.35	259.467	18.33
260.148	18.24	261	17.89	261.852	17.62	262.533	17.51	262.704	17.48
263.556	17.41	264.067	17.43	264.407	17.44	265.259	17.62	265.6	17.78
266.111	18.01	266.963	18.94	267.133	19.15	267.815	19.99	268.667	20.72
269.485	21.11	270.303	21.06	270.467	21.01	271.121	20.81	271.939	20.72
272.267	20.74	272.758	20.76	273.576	20.76	274.067	20.81	274.394	20.83
275.212	20.9	275.867	20.95	276.03	20.96	276.848	21.17	277.667	21.6
278.341	21.88	279.016	21.89	279.69	21.85	280.365	21.84	281.039	21.79
281.714	21.69	282.388	21.65	283.063	21.6	283.737	21.57	284.412	21.56
285.086	21.51	285.761	21.42	286.435	21.37	287.11	21.33	287.784	21.3
288.459	21.26	289.133	21.28	289.808	21.14	290.482	20.9	291.157	20.61
291.831	20.43	292.506	20.33	293.18	20.33	293.855	20.33	294.529	20.35

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

```
 295.204   20.36 295.878   20.36 296.553   20.39 297.227   20.45 297.902   20.49
 298.576   20.49 299.251   20.52 299.925   20.56   300.6    20.6 301.949   20.63
 303.298   20.66 304.647   20.66 305.996   20.66 306.671   20.64  308.02   20.69
 309.369   20.68 310.718   20.69 312.067   20.72 313.416   20.72 314.765   20.73
 316.114   20.82 317.463    20.8 318.812   20.79 320.161   20.81  321.51   20.82
 322.859   20.84 324.208   20.86 325.557    20.9 326.906   20.93 328.255   20.98
 329.604   21.04 330.953   21.07 332.302   21.12 333.651   21.19     335   21.27
 336.076   21.41 337.153   21.49 338.229   21.59 339.306   21.72 340.254   21.88
  341.13   21.99 342.006   22.13 342.881   22.29 343.757   22.47 344.688   22.67
 345.764   22.89  346.84   23.13 347.917   23.42 348.993   23.66 349.887   23.89
 350.763   24.12 351.638   24.37 352.514   24.62  353.39   24.89 354.375   25.14
 355.451   25.45 356.528   25.78 357.604   26.14 358.644   26.45  359.52   26.72
 360.395   27.01 361.271   27.31 362.147   27.61 363.023    27.9 364.062   28.26
 365.139   28.61 366.215   28.99 367.292   29.34 368.277   29.68 369.153   29.95
 370.028   30.22 370.904   30.52  371.78    30.8 372.674   31.11  373.75    31.5
 374.826   31.83 375.903   32.16 376.979   32.49  377.91   32.81 378.785   33.06
 379.661   33.34 380.537   33.63 381.412   33.93 382.361   34.24 383.438   34.61
 384.514      35  385.59   35.38 386.667   35.74

Manning's n Values        num=       3
     Sta   n Val     Sta   n Val     Sta   n Val
       0    .055     223    .035 268.667    .055

Bank Sta: Left   Right    Lengths: Left Channel   Right     Coeff Contr.   Expan.
          223 268.667             70.75   70.75   70.75             .1       .3
Left Levee      Station=     218      Elevation=    21.1

CROSS SECTION

RIVER: Salinello
REACH: alveo              RS: 43.3333*

INPUT
Description:
Station Elevation Data    num=     483
     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev
       0   21.63   1.017   21.64   2.033   21.61    3.05   21.62   4.067   21.62
   5.083   21.61     6.1    21.6   7.117    21.6   8.133    21.6    9.15    21.6
  10.167    21.6  11.183   21.57    12.2   21.59  13.217   21.58  14.233   21.57
   15.25   21.57  16.267   21.57  17.283   21.54    18.3   21.54  19.317   21.55
  20.333   21.56   21.35   21.59  22.367   21.56  23.383   21.58    24.4   21.58
  25.417   21.58  26.433   21.57   27.45   21.61  28.467    21.6  29.483   21.56
    30.5   21.51  31.517   21.52  32.533   21.55   33.55   21.58  34.567   21.56
  35.583   21.54    36.6    21.5  37.617   21.44  38.633   21.42   39.65   21.34
  40.667   21.24  41.683   21.17    42.7   21.12  43.717   21.06  44.733   20.98
   45.75   20.93  46.767   20.83  47.783   20.79    48.8   20.68  49.817   20.62
  50.833   20.59   51.85   20.55  52.867    20.5  53.883   20.39    54.9   20.31
  55.917   20.24  56.933   20.19   57.95   20.14  58.967   20.07  59.983   19.96
      61   19.92  62.017   19.86  63.033   19.79   64.05   19.72  65.067   19.65
  66.083   19.61    67.1   19.56  68.117   19.51  69.133   19.45   70.15   19.39
  71.167   19.33  72.183    19.3    73.2   19.28  74.217   19.25  75.233   19.24
   76.25   19.17  77.267   19.08  78.283   19.05    79.3   19.03  80.317   18.96
  81.333   18.91   82.35   18.91  83.367   18.94  84.383    18.9    85.4   18.84
  86.417   18.81  87.433   18.81   88.45   18.82  89.467   18.81  90.483   18.81
    91.5    18.8  92.517   18.82  93.533   18.84   94.55   18.84  95.567   18.84
  96.583   18.82    97.6   18.77  98.617   18.75  99.633   18.79  100.65   18.79
 101.667   18.77 102.683   18.81   103.7   18.79 104.717   18.79 105.733   18.75
  106.75   18.73 107.767   18.73 108.783   18.74   109.8   18.75 110.817   18.76
 111.833   18.71  112.85   18.69 113.867   18.64 114.883   18.61   115.9   18.59
 116.917    18.6 117.933   18.63  118.95   18.64 119.967   18.64 120.983   18.65
     122   18.67 123.017   18.72 124.033   18.72  125.05   18.68 126.067   18.72
 127.083   18.69   128.1   18.66 129.117   18.62 130.133    18.6  131.15   18.59
 132.167   18.58 133.183   18.63   134.2    18.6 135.217   18.56 136.233   18.51
  137.25   18.49 138.267   18.47 139.283   18.45   140.3   18.44 141.317   18.45
 142.333   18.43  143.35   18.47 144.367    18.5 145.383   18.56   146.4   18.55
 147.417    18.6 148.433   18.71  149.45   18.68 150.467    18.7 151.483   18.68
   152.5   18.64 153.517   18.66 154.533   18.63  155.55   18.62 156.567   18.61
 157.583   18.61   158.6   18.58 159.617   18.55 160.633   18.58  161.65   18.57
 162.667    18.5 163.683   18.45   164.7   18.42 165.717    18.4 166.733   18.47
  167.75    18.5 168.767   18.55 169.783    18.6   170.8    18.6 171.817   18.51
 172.833    18.5  173.85    18.5 174.867   18.43 175.883   18.41   176.9   18.42
```

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

```
 177.917   18.47 178.933   18.54  179.95   18.56 180.967   18.61 181.983   18.68
     183   18.68 184.017   18.62 185.033   18.62  186.05   18.67 187.067   18.69
 188.083   18.65   189.1   18.66 190.117   18.67 191.133    18.7  192.15   18.75
 193.167   18.84 194.183   18.94   195.2      19 196.217   19.03 197.233   19.07
  198.25   19.14 199.267    19.3  199.46   19.27 200.283   19.13 200.429   19.09
   201.3   18.85 201.397   18.84 202.317   18.66 202.365   18.65 203.333   18.52
 204.048   18.53 204.583   18.61 204.762   18.67 205.476   18.82 205.833   18.86
  206.19   18.92 206.905   19.27 207.083   19.36 207.619   19.63 208.333   19.93
 209.048   20.14 209.583    20.3 209.762   20.36 210.476   20.55 210.833   20.66
  211.19   20.77 211.905   20.97 212.083      21 212.619   21.04 213.333   21.05
 214.267   21.13   214.5   21.13   215.2   21.15 215.667   21.11 216.133   21.09
 216.833   20.99 217.067   20.95     218   20.46 218.936   20.07 219.159   19.98
 219.872   19.64 220.317   19.36 220.808   18.98 221.476   18.51 221.744   18.33
 222.635   17.96 222.679   17.95 223.615   17.82 223.794   17.78 224.551   17.63
 224.952   17.59 225.487   17.52 226.111   17.52 226.423   17.52  227.27   17.53
 227.359   17.53 228.295   17.49 228.429   17.47 229.231   17.39 229.587   17.29
 230.167   17.15 230.746   16.94 231.103   16.82 231.905   16.58 232.038   16.54
 232.974   16.31 233.063   16.28  233.91   16.06 234.222   16.03 234.846   15.98
 235.381   15.99 235.782      16  236.54   15.99 236.718   15.99 237.654   15.97
 237.698   15.97  238.59   15.93 238.857   15.91 239.526    15.9 240.016   15.89
 240.462   15.86 241.175   15.82 241.397   15.81 242.333   15.77 243.037   15.79
   243.6   15.81 243.741   15.81 244.444   15.84 244.867   15.85 245.148   15.86
 245.852   15.89 246.133   15.91 246.556   15.95 247.259   16.29   247.4   16.36
 247.963   16.68 248.667   16.89  249.37   17.03 249.933   17.13 250.074   17.16
 250.778   17.27   251.2   17.36 251.481   17.43 252.185   17.59 252.467   17.62
 252.889    17.7 253.593    17.8 253.733   17.83 254.296    17.9     255   17.88
 255.704    17.9 256.267   17.96 256.407   17.98 257.111   18.12 257.533   18.24
 257.815    18.3 258.519   18.53   258.8   18.67 259.222   18.85 259.926   19.42
 260.067   19.55  260.63   20.05 261.333   20.52  261.97   20.73 262.606   20.71
 262.733   20.69 263.242   20.59 263.879   20.55 264.133   20.57 264.515   20.58
 265.152   20.58 265.533    20.6 265.788   20.61 266.424   20.63 266.933   20.65
 267.061   20.66 267.697   20.79 268.333   21.02 268.682   21.17 269.031   21.19
  269.38   21.18 269.729   21.19 270.078   21.17 270.427   21.13 270.776   21.13
 271.125   21.11 271.475   21.11 271.824   21.11 272.173    21.1 272.522   21.06
 272.871   21.05  273.22   21.04 273.569   21.04 273.918   21.03 274.267   21.05
 274.616   20.99 274.965   20.88 275.314   20.75 275.663   20.67 276.012   20.64
 276.361   20.65  276.71   20.66 277.059   20.68 277.408   20.69 277.757    20.7
 278.106   20.73 278.455   20.77 278.804    20.8 279.153   20.82 279.502   20.84
 279.851   20.87   280.2    20.9 280.549   20.93 280.898   20.94 281.247   20.95
 281.596   20.98 281.945   20.99 282.294      21 282.643   21.01 282.992   21.03
 283.167   21.03 283.341   21.03  283.69   21.07 284.039   21.08 284.388    21.1
 284.737   21.09 285.086   21.11 285.435   21.12 285.784   21.13 286.133   21.16
 286.482   21.16 286.831   21.19  287.18   21.19 287.529   21.21 287.878   21.24
 288.227   21.28 288.576   21.28 288.926    21.3 289.275   21.31 289.624   21.31
 289.973   21.33 290.322   21.35 290.671   21.37  291.02   21.38 291.369   21.41
 291.718   21.41 292.067   21.42 292.416   21.44 292.765   21.48 293.114   21.49
 293.463   21.51 293.812   21.52 294.161   21.55  294.51   21.57 294.859    21.6
 295.208   21.63 295.557   21.64 295.906   21.66 296.255   21.69 296.604   21.71
 296.953   21.74 297.302   21.77 297.651    21.8     298   21.83 298.938   22.04
 299.153   22.06 299.876   22.11 300.306   22.14 300.814   22.18 301.458   22.25
 301.751   22.29 302.611   22.46 302.689   22.47 303.627   22.67 303.764    22.7
 304.565   22.82 304.917   22.89 305.503   23.01 306.069   23.14 306.441   23.22
 307.222   23.41 307.379   23.45 308.316   23.68 308.375   23.69 309.254    23.9
 309.528   23.96 310.681   24.27 311.833   24.61 312.986   24.94 313.944   25.22
 314.881    25.5 315.819   25.81 316.757    26.1 317.695    26.4  318.75   26.69
 319.903   27.03 321.056   27.41 322.208   27.83 323.322   28.17  324.26   28.48
 325.198   28.79 326.136   29.12 327.073   29.44 328.011   29.75 329.125   30.13
 330.278    30.5 331.431   30.89 332.583   31.25 333.638   31.62 334.576   31.92
 335.514   32.21 336.452   32.53  337.39   32.82 338.347   33.17   339.5   33.56
 340.653   33.92 341.806   34.27 342.958   34.63 343.955   34.95 344.893   35.24
 345.831   35.54 346.768   35.84 347.706   36.15 348.722   36.47 349.875   36.84
 351.028   37.22 352.181   37.59 353.333   37.96

Manning's n Values        num=       3
     Sta   n Val     Sta   n Val     Sta   n Val
       0    .055     218    .035 261.333    .055

Bank Sta: Left   Right    Lengths: Left Channel   Right     Coeff Contr.   Expan.
          218 261.333             70.75   70.75   70.75            .1       .3
Left Levee      Station=     214      Elevation=    21.1
```

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

CROSS SECTION

RIVER: Salinello
REACH: alveo RS: 40

INPUT
Description:
Station Elevation Data num= 321

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	21.04	1	21.05	2	21	3	21.03	4	21.03
5	21.03	6	21.04	7	21.04	8	21.02	9	21.03
10	21.04	11	21	12	21.02	13	21.01	14	21.01
15	21	16	20.99	17	20.96	18	20.96	19	20.99
20	21.01	21	21.03	22	21	23	21.02	24	21.01
25	21.01	26	20.98	27	21.02	28	21.03	29	20.98
30	20.91	31	20.94	32	20.99	33	21.03	34	21.01
35	20.97	36	20.92	37	20.82	38	20.8	39	20.67
40	20.51	41	20.43	42	20.35	43	20.23	44	20.13
45	20.07	46	19.94	47	19.92	48	19.82	49	19.76
50	19.7	51	19.65	52	19.62	53	19.5	54	19.42
55	19.35	56	19.29	57	19.23	58	19.18	59	19.1
60	19.09	61	19.02	62	18.98	63	18.93	64	18.87
65	18.85	66	18.82	67	18.78	68	18.73	69	18.71
70	18.68	71	18.66	72	18.63	73	18.58	74	18.56
75	18.52	76	18.47	77	18.45	78	18.45	79	18.43
80	18.4	81	18.4	82	18.41	83	18.35	84	18.33
85	18.33	86	18.35	87	18.35	88	18.35	89	18.35
90	18.32	91	18.33	92	18.32	93	18.31	94	18.32
95	18.34	96	18.35	97	18.32	98	18.36	99	18.36
100	18.28	101	18.32	102	18.32	103	18.34	104	18.32
105	18.33	106	18.3	107	18.25	108	18.23	109	18.22
110	18.18	111	18.2	112	18.16	113	18.16	114	18.17
115	18.2	116	18.22	117	18.25	118	18.27	119	18.27
120	18.26	121	18.34	122	18.34	123	18.28	124	18.3
125	18.25	126	18.19	127	18.14	128	18.13	129	18.11
130	18.1	131	18.2	132	18.17	133	18.1	134	18.02
135	17.95	136	17.93	137	17.93	138	17.96	139	17.99
140	17.96	141	18	142	17.97	143	17.99	144	17.99
145	18.11	146	18.32	147	18.28	148	18.29	149	18.26
150	18.19	151	18.21	152	18.18	153	18.16	154	18.15
155	18.15	156	18.12	157	18.1	158	18.14	159	18.1
160	18.04	161	18	162	17.99	163	17.99	164	18.06
165	18.02	166	18.04	167	18.11	168	18.11	169	17.99
170	18.03	171	18.06	172	18.05	173	18.07	174	18.08
175	18.07	176	18.1	177	18.11	178	18.1	179	18.14
180	18.16	181	18.14	182	18.19	183	18.23	184	18.23
185	18.22	186	18.26	187	18.3	188	18.34	189	18.35
190	18.45	191	18.61	192	18.69	193	18.74	194	18.79
195	18.88	196	19.09	197	18.87	198	18.51	199	18.27
200	18.23	201	18.33	202	18.74	203	19.21	204	19.66
205	20.09	206	20.5	207	20.85	208	21.07	209	21.29
210	21.43	211	21.4	212	21.2	213	20.49	214	19.95
215	19.41	216	18.64	217	17.99	218	17.75	219	17.73
220	17.57	221	17.53	222	17.64	223	17.78	224	17.84
225	17.75	226	17.44	227	16.97	228	16.56	229	16.2
230	15.83	231	15.7	232	15.71	233	15.7	234	15.67
235	15.62	236	15.57	237	15.53	238	15.48	239	15.44
240	15.47	241	15.53	242	15.59	243	15.63	244	15.7
245	15.95	246	16.31	247	16.75	248	17.32	249	17.88
250	18.41	251	19.04	252	19.55	253	19.95	254	20.32
255	20.37	256	20.39	257	20.39	258	20.35	259	20.44
260	21.4	261	22.4	262	22.69	263	22.76	264	22.83
265	22.96	266	23.21	267	23.46	268	23.65	269	23.89
270	24.15	271	24.43	272	24.7	273	24.96	274	25.22
275	25.56	276	25.89	277	26.23	278	26.55	279	26.87
280	27.24	281	27.58	282	27.91	283	28.2	284	28.49
285	28.83	286	29.21	287	29.58	288	29.9	289	30.23
290	30.56	291	30.92	292	31.28	293	31.61	294	31.94
295	32.26	296	32.57	297	32.9	298	33.2	299	33.57
300	33.89	301	34.19	302	34.55	303	34.85	304	35.22
305	35.53	306	35.85	307	36.17	308	36.47	309	36.78

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

```
     310    37.1     311   37.42     312   37.74     313   38.05     314   38.38
     315   38.68     316   38.97     317   39.26     318   39.57     319   39.87
     320   40.17

Manning's n Values        num=       3
     Sta   n Val     Sta   n Val     Sta   n Val
       0    .055     213    .035     254    .055

Bank Sta: Left   Right    Lengths: Left Channel   Right     Coeff Contr.   Expan.
           213     254            76.01   76.01   76.01             .1       .3
Left Levee      Station=     210      Elevation=   21.43

CROSS SECTION OUTPUT  Profile #TR200

  E.G. Elev (m)            20.67    Element                Left OB    Channel   Right OB
  Vel Head (m)              0.88    Wt. n-Val.                          0.035
  W.S. Elev (m)            19.79    Reach Len. (m)          76.01      76.01      76.01
  Crit W.S. (m)            19.28    Flow Area (m2)                    111.66
  E.G. Slope (m/m)      0.005451    Area (m2)                         111.66
  Q Total (m3/s)          465.00    Flow (m3/s)                       465.00
  Top Width (m)            38.29    Top Width (m)                      38.29
  Vel Total (m/s)           4.16    Avg. Vel. (m/s)                     4.16
  Max Chl Dpth (m)          4.35    Hydr. Depth (m)                     2.92
  Conv. Total (m3/s)      6297.9    Conv. (m3/s)                      6297.9
  Length Wtd. (m)          76.01    Wetted Per. (m)                    40.26
  Min Ch El (m)            15.44    Shear (N/m2)                      148.28
  Alpha                     1.00    Stream Power (N/m s)  15320.92   10054.35       0.00
  Frctn Loss (m)            0.42    Cum Volume (1000 m3)     33.19      64.84      32.36
  C & E Loss (m)            0.01    Cum SA (1000 m2)         31.40      23.82      29.41


CROSS SECTION

RIVER: Salinello
REACH: alveo              RS: 36.6666*

INPUT
Description:
Station Elevation Data    num=     495
     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev
       0    20.9   1.011    20.9   2.022   20.87   3.033   20.89   4.044    20.9
   5.055   20.89   6.066   20.87   7.077   20.86   8.088   20.86   9.099   20.86
   10.11   20.87  11.121   20.86  12.131   20.88  13.142   20.86  14.153   20.85
  15.164   20.83  16.175    20.8  17.186   20.78  18.197   20.77  19.208   20.78
  20.219   20.79   21.23   20.81  22.241   20.77  23.252   20.77  24.263   20.77
  25.274   20.76  26.285   20.72  27.296   20.74  28.307   20.73  29.318   20.68
  30.329   20.63  31.321   20.64    32.3   20.66  33.279   20.67  34.258   20.66
  35.236   20.61  36.215   20.58  37.194   20.51  38.173   20.47  39.152   20.39
   40.13   20.28  41.109   20.21  42.088   20.15  43.067   20.07  44.045   19.98
  45.024   19.92  46.003   19.84  46.982   19.78  47.961   19.71  48.939   19.64
  49.918   19.58  50.897   19.51  51.876   19.46  52.855   19.39  53.833   19.28
  54.812   19.21  55.791   19.15   56.77   19.07  57.748      19  58.727   18.95
  59.706   18.86  60.685   18.84  62.642   18.65  63.621   18.48    64.6   18.49
  65.579    18.6  66.558   18.59  67.536   18.56  68.515   18.53  69.494    18.5
  70.473   18.47  71.452   18.42   72.43   18.35  73.409   18.26  74.388   18.24
  75.367   18.31  76.345   18.32  77.324    18.3  78.303   18.29  79.282    18.3
  80.261   18.22  81.239   18.16  82.218   18.15  83.197   18.15  84.176   18.11
  85.155   18.11  86.133   18.11  87.112   18.11  88.091   18.11   89.07   18.11
  90.048    18.1  91.027   18.08  92.985   18.09  93.964   18.07  94.942   18.08
  95.921    18.1    96.9   18.09  97.879   18.06  98.858   18.08  99.836   18.08
 100.815   18.04 101.794   18.03 102.773   18.04 103.752   18.05  104.73   18.05
 105.709   18.03 106.688   18.03 107.667   17.99 108.645   17.98 109.624   17.97
 110.603   17.95 111.582   17.95 112.561   17.94 113.539   17.92 114.518   17.92
 115.497   17.92 116.476   17.93 117.455   17.94 118.433   17.97 119.412   17.98
 120.391   17.98  121.37   17.98 122.348   18.02 124.306   17.99 125.285   17.99
 126.264   17.96 127.242   17.93 128.221   17.91   129.2    17.9 130.179   17.88
 131.158   17.88 132.136   17.93 133.115   17.92 134.094   17.89 135.073   17.84
 136.052   17.79  137.03   17.76 138.009   17.75 138.988   17.76 139.967   17.78
 140.945   17.79 141.924   17.79 142.903    17.8 143.882   17.78 144.861    17.8
 145.839   17.81 146.818    17.9 147.797   18.01 148.776   17.99 149.755   17.99
 150.733   17.98 151.712   17.93 152.691   17.94 154.648    17.9 155.627   17.89
```

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

156.606	17.89	157.585	17.87	158.564	17.86	159.542	17.88	160.521	17.86
161.5	17.81	162.479	17.78	163.458	17.77	164.436	17.77	165.415	17.79
166.394	17.8	167.373	17.8	168.352	17.81	169.33	17.84	170.309	17.8
171.288	17.77	172.267	17.79	173.245	17.81	174.224	17.81	175.203	17.82
176.182	17.82	177.161	17.83	177.928	17.83	178.139	17.83	178.939	17.84
179.118	17.84	179.95	17.83	180.097	17.83	180.961	17.85	181.076	17.85
181.972	17.87	182.055	17.87	182.983	17.86	183.033	17.86	183.994	17.9
184.012	17.9	184.991	17.93	185.005	17.93	185.97	17.93	186.016	17.93
186.948	17.92	187.027	17.92	187.927	17.94	188.038	17.95	188.906	17.97
189.049	17.97	189.885	17.99	190.059	17.99	190.864	18	191.07	18
191.842	18.04	192.081	18.06	192.821	18.13	193.092	18.17	193.8	18.22
194.103	18.24	194.779	18.26	195.114	18.27	195.758	18.29	196.125	18.3
196.736	18.34	197.136	18.36	197.715	18.44	198.147	18.5	198.694	18.42
199.158	18.36	199.673	18.24	200.169	18.14	200.652	18.08	201.18	18.03
201.63	18.04	202.191	18.04	202.609	18.08	203.202	18.12	203.588	18.23
204.213	18.4	204.567	18.52	205.224	18.73	205.545	18.83	206.235	19.03
206.524	19.11	207.246	19.34	207.503	19.43	208.257	19.75	208.482	19.84
209.268	20.16	209.461	20.23	210.279	20.42	210.439	20.45	211.29	20.59
211.418	20.6	212.3	20.66	212.397	20.65	213.311	20.65	213.376	20.64
214.322	20.46	214.355	20.44	215.333	19.79	216.192	19.3	216.822	18.93
217.051	18.8	217.91	18.16	218.311	17.89	218.769	17.6	219.628	17.32
219.8	17.3	220.487	17.17	221.289	16.93	221.346	16.91	222.205	16.75
222.778	16.71	223.064	16.72	223.923	16.77	224.267	16.77	224.782	16.78
225.641	16.69	225.756	16.66	226.5	16.46	227.244	16.18	227.359	16.13
228.218	15.87	228.733	15.73	229.077	15.64	229.936	15.41	230.222	15.38
230.795	15.32	231.654	15.33	231.711	15.33	232.513	15.32	233.2	15.3
233.372	15.3	234.231	15.25	234.689	15.22	235.09	15.2	235.949	15.15
236.178	15.14	236.808	15.11	237.667	15.08	238.526	15.13	238.756	15.13
239.386	15.16	239.844	15.18	240.246	15.21	240.933	15.23	241.105	15.24
241.965	15.27	242.022	15.27	242.825	15.32	243.111	15.32	243.684	15.39
244.2	15.48	244.544	15.57	245.289	15.69	245.404	15.72	246.263	15.96
246.378	15.99	247.123	16.3	247.467	16.49	247.982	16.77	248.556	17.12
248.842	17.29	249.644	17.83	249.702	17.87	250.561	18.41	250.733	18.51
251.421	18.82	251.822	19	252.281	19.17	252.911	19.4	253.14	19.47
254	19.65	254.447	19.64	254.894	19.61	255.341	19.54	255.789	19.46
256.236	19.37	256.619	19.32	256.683	19.31	257.13	19.27	257.577	19.26
258.024	19.25	258.472	19.21	258.919	19.2	259.238	19.2	259.366	19.19
259.813	19.21	260.26	19.21	260.707	19.2	261.154	19.2	261.602	19.21
261.857	19.21	262.049	19.22	262.496	19.22	262.943	19.21	263.39	19.2
263.837	19.21	264.285	19.22	264.476	19.22	264.732	19.24	265.179	19.29
265.626	19.31	266.073	19.33	266.52	19.36	266.967	19.4	267.095	19.41
267.415	19.5	267.862	19.62	268.309	19.76	268.756	19.88	269.203	20
269.65	20.13	269.714	20.15	270.098	20.26	270.545	20.35	270.992	20.45
271.439	20.65	271.886	21.02	272.333	21.4	273.129	21.66	273.48	21.75
273.926	21.8	274.627	21.8	274.722	21.8	275.518	21.76	275.774	21.77
276.314	21.81	276.921	21.86	277.11	21.89	277.906	22	278.068	22.02
278.702	22.1	279.215	22.16	279.498	22.19	280.294	22.21	280.362	22.21
281.09	22.31	281.508	22.51	281.886	22.7	282.655	23.12	282.682	23.13
283.478	23.54	283.802	23.62	284.275	23.74	284.949	23.87	285.071	23.89
285.867	24.04	286.096	24.09	286.663	24.23	287.243	24.38	287.459	24.44
288.255	24.67	288.39	24.71	289.051	24.9	289.537	25.03	289.847	25.11
290.643	25.32	290.684	25.33	291.439	25.5	291.831	25.61	292.235	25.72
292.977	25.92	293.031	25.94	293.827	26.18	294.124	26.27	294.624	26.41
295.271	26.6	295.42	26.64	296.216	26.87	296.418	26.92	297.012	27.07
297.565	27.21	297.808	27.27	298.604	27.46	298.712	27.49	299.4	27.67
299.859	27.8	300.196	27.9	300.992	28.12	301.006	28.12	301.788	28.31
302.153	28.41	302.584	28.52	303.299	28.71	303.38	28.74	304.176	28.98
304.446	29.09	304.973	29.31	305.593	29.54	305.769	29.61	306.565	29.98
306.74	30.07	307.361	30.39	307.887	30.65	308.157	30.78	308.953	31.13
309.034	31.15	309.749	31.36	310.181	31.45	310.545	31.52	311.328	31.69
311.341	31.69	312.137	31.85	312.475	31.9	312.933	31.99	313.621	32.18
313.729	32.21	314.525	32.58	314.768	32.7	315.322	33.01	315.915	33.36
316.118	33.48	316.914	33.85	317.062	33.89	317.71	34.08	318.209	34.19
318.506	34.26	319.302	34.41	319.356	34.42	320.098	34.55	320.894	34.73
321.69	34.92	322.797	35.18	323.944	35.46	324.875	35.7	325.671	35.9
326.467	36.1	327.384	36.34	328.531	36.63	329.651	36.93	330.447	37.13
331.243	37.34	332.039	37.55	333.119	37.85	334.266	38.14	335.224	38.38
336.02	38.57	336.816	38.77	337.706	39	338.853	39.29	340	39.59

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

```
       0    .055 215.333    .035     254    .055

Bank Sta: Left   Right    Lengths: Left Channel   Right     Coeff Contr.   Expan.
       215.333     254            76.01   76.01   76.01            .1       .3
Left Levee      Station=     212      Elevation=20.68333

CROSS SECTION

RIVER: Salinello
REACH: alveo              RS: 33.3333*

INPUT
Description:
Station Elevation Data    num=     493
     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev
       0   20.75   1.022   20.75   2.044   20.74   3.066   20.75   4.088   20.77
    5.11   20.74   6.131   20.69   7.153   20.69   8.175    20.7   9.197    20.7
  10.219   20.71  11.241   20.73  12.263   20.75  13.285   20.72  14.307   20.68
  15.329   20.65  16.351   20.62  17.372   20.59  18.394   20.58  19.416   20.58
  20.438   20.58   21.46   20.58  22.482   20.54  23.504   20.52  24.526   20.52
  25.548    20.5   26.57   20.46  27.592   20.46  28.613   20.43  29.635   20.39
  30.657   20.34  31.661   20.34   32.65   20.33  33.639   20.32  34.629    20.3
  35.618   20.25  36.608   20.22  37.597   20.18  38.586   20.14  39.576   20.08
  40.565   19.99  41.555   19.95  42.544   19.91  43.533   19.85  44.523   19.79
  45.512   19.74  46.502   19.67  47.491   19.62   48.48   19.55   49.47   19.49
  50.459   19.41  51.448   19.33  52.438   19.28  53.427    19.2  54.417   19.09
  55.406   19.02  56.395   18.95  57.385   18.87  58.374   18.78  59.364   18.72
  60.353   18.63  61.342   18.59  63.321   18.32  64.311   18.03    65.3    18.1
  66.289   18.34  67.279   18.36  68.268   18.34  69.258   18.32  70.247   18.28
  71.236   18.24  72.226   18.18  73.215   18.07  74.205   17.92  75.194   17.92
  76.183   18.07  77.173   18.14  78.162   18.14  79.152   18.14  80.141   18.15
   81.13   18.03   82.12   17.91  83.109    17.9  84.098   17.91  85.088   17.88
  86.077   17.88  87.067   17.89  88.056   17.88  89.045   17.87  90.035   17.87
  91.024   17.86  92.014   17.84  93.992   17.86  94.982   17.84  95.971   17.85
  96.961   17.85   97.95   17.83  98.939    17.8  99.929    17.8 100.918    17.8
 101.908   17.77 102.897   17.75 103.886   17.75 104.876   17.76 105.865   17.76
 106.855   17.74 107.844   17.75 108.833   17.71 109.823   17.72 110.812   17.71
 111.802   17.69 112.791    17.7  113.78   17.69  114.77   17.69 115.759   17.67
 116.748   17.67 117.738   17.66 118.727   17.66 119.717   17.68 120.706   17.68
 121.695   17.68 122.685   17.69 123.674   17.69 125.653   17.69 126.642   17.68
 127.632   17.66 128.621   17.66 129.611   17.66   130.6   17.66 131.589   17.65
 132.579   17.66 133.568   17.68 134.558   17.67 135.547   17.66 136.536   17.62
 137.526   17.59 138.515   17.57 139.505   17.58 140.494   17.58 141.483   17.58
 142.473   17.61 143.462   17.61 144.452   17.61 145.441   17.58  146.43    17.6
  147.42    17.6 148.409   17.65 149.398    17.7 150.388   17.71 151.377    17.7
 152.367    17.7 153.356   17.66 154.345   17.66 156.324   17.64 157.314   17.64
 158.303   17.63 159.292   17.62 160.282   17.61 161.271   17.62 162.261    17.6
  163.25   17.57 164.239   17.55 165.229   17.54 166.218   17.54 167.208   17.55
 168.197   17.56 169.186   17.56 170.176   17.53 171.165   17.57 172.155   17.55
 173.144   17.53 174.133   17.54 175.123   17.57 176.112   17.57 177.102   17.56
 178.091   17.57  179.08   17.57  180.07   17.56 181.059   17.57 182.048   17.56
 183.038   17.56 184.027   17.59 185.017   17.57 186.006    17.6 187.009   17.64
 188.031   17.64 189.053   17.63 190.075   17.63 191.097   17.64 192.119   17.64
 193.141   17.64 194.163   17.66 195.185   17.72 196.207   17.78 197.228    17.8
  198.25   17.81 199.272   17.85 200.294   17.91 201.316   17.84 202.338   17.77
 202.826   17.77  203.36   17.78 203.815   17.82 204.382   17.86 204.805    17.9
 205.404   17.92 205.794   17.97 206.426   18.07 206.783   18.13 207.448   18.25
 207.773   18.31 208.469    18.4 208.762   18.43 209.491    18.6 209.752   18.66
 210.513      19 210.741    19.1 211.535   19.47  211.73   19.56 212.557   19.76
  212.72    19.8 213.579   19.89 213.709    19.9 214.601   19.88 214.698   19.88
 215.623   19.89 215.688   19.89 216.645   19.71 216.677    19.7 217.667    19.1
 218.385   18.64 218.911   18.31 219.103   18.19 219.821   17.67 220.156   17.45
 220.538   17.21 221.256    16.9   221.4   16.85 221.974    16.6 222.644   16.27
 222.692   16.25  223.41   15.97 223.889   15.81 224.128    15.8 224.846   15.76
 225.133   15.74 225.564   15.71 226.282   15.62 226.378    15.6     227   15.48
 227.622   15.32 227.718    15.3 228.436   15.18 228.867   15.12 229.154   15.08
 229.872   14.98 230.111   14.98  230.59   14.95 231.308   14.95 231.356   14.95
 232.026   14.94   232.6   14.93 232.744   14.92 233.462   14.87 233.844   14.84
 234.179   14.82 234.897   14.78 235.089   14.77 235.615   14.75 236.333   14.72
 237.263   14.79 237.511   14.79 238.193   14.81 238.689   14.84 239.123   14.86
 239.867   14.88 240.053   14.88 240.982   14.91 241.044   14.91 241.912   14.95
```

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

```
 242.222   14.94 242.842   14.95   243.4   15.02 243.772   15.08 244.578   15.08
 244.702   15.08 245.632   15.21 245.756   15.24 246.561   15.46 246.933   15.66
 247.491   15.96 248.111   16.36 248.421   16.57 249.289   17.24 249.351   17.29
 250.281   17.89 250.467   17.97 251.211   18.27 251.644   18.45  252.14   18.63
 252.822   18.84  253.07   18.92     254   18.99 254.724   18.94 255.447   18.87
 256.171   18.74 256.894   18.57 257.618   18.37 258.238   18.26 258.341   18.24
 259.065   18.17 259.789   18.13 260.512   18.11 261.236   18.03 261.959   18.01
 262.476      18 262.683      18 263.406   18.04  264.13   18.02 264.854   18.02
 265.577   18.01 266.301   18.02 266.714   18.04 267.024   18.04 267.748   18.05
 268.472   18.04 269.195   18.04 269.919   18.05 270.642   18.08 270.952    18.1
 271.366   18.12 272.089   18.21 272.813   18.22 273.537   18.26  274.26    18.3
 274.984   18.37  275.19   18.38 275.707   18.45 276.431   18.53 277.154   18.64
 277.878   18.72 278.602   18.78 279.325   18.89 279.429    18.9 280.049   18.98
 280.772   18.98 281.496   19.01  282.22   19.23 282.943   19.82 283.667   20.39
 284.565   20.73  284.96    20.8 285.463   20.87 286.254   20.83 286.361   20.83
 287.259   20.71 287.548   20.72 288.157   20.74 288.842   20.76 289.055   20.77
 289.953   20.83 290.136   20.83 290.851   20.84 291.429   20.87 291.749   20.88
 292.647   20.77 292.723   20.78 293.545   20.82 294.017   21.14 294.443   21.43
 295.311   22.08 295.341   22.11 296.239   22.72 296.605   22.81 297.137   22.93
 297.898   23.03 298.035   23.05 298.933   23.17 299.192   23.23 299.831   23.38
 300.486   23.54 300.729    23.6 301.627   23.82  301.78   23.86 302.525   24.04
 303.073   24.16 303.424   24.23 304.322   24.42 304.367   24.43  305.22   24.56
 305.661   24.67 306.118   24.77 306.955   24.97 307.016   24.99 307.914   25.22
 308.249    25.3 308.812   25.42 309.542   25.61  309.71   25.65 310.608   25.88
 310.836   25.94 311.506   26.08  312.13   26.22 312.404   26.27 313.302   26.45
 313.424   26.48   314.2   26.65 314.717   26.77 315.098   26.86 315.996   27.03
 316.011   27.03 316.894   27.16 317.305   27.25 317.792   27.35 318.599   27.53
  318.69   27.55 319.588   27.81 319.893   27.96 320.486   28.24 321.186   28.53
 321.384   28.61 322.282   29.09  322.48   29.21  323.18   29.66 323.774   30.01
 324.078   30.19 324.976   30.67 325.068   30.69 325.875    30.9 326.362   30.96
 326.773   31.01 327.655   31.12 327.671   31.12 328.569   31.21 328.949   31.24
 329.467   31.27 330.243   31.47 330.365    31.5 331.263   32.02 331.537   32.21
 332.161   32.64 332.831   33.16 333.059   33.33 333.957   33.85 334.124    33.9
 334.855   34.11 335.418   34.18 335.753   34.23 336.651   34.29 336.712    34.3
 337.549   34.36 338.006   34.41 338.447   34.48 339.299    34.6 339.345   34.61
 340.243   34.76 340.593   34.83 341.141   34.94 341.887   35.06 342.039   35.09
 342.937   35.28 343.181   35.33 343.835   35.47 344.475   35.61 344.733   35.67
 345.631   35.88 345.768    35.9 346.529   36.06 347.062   36.16 347.427   36.24
 348.326   36.44 348.356   36.44 349.224   36.63  349.65   36.72 350.122   36.83
 350.944   37.01  351.02   37.03 351.918   37.23 352.237   37.31 352.816   37.45
 353.531    37.6 353.714   37.63 354.612   37.83 354.825   37.87  355.51   38.02
 356.119   38.14 356.408    38.2 357.306   38.41 357.412   38.43 358.204    38.6
 358.706   38.71 359.102   38.79     360   39.01

Manning's n Values        num=       3
     Sta   n Val     Sta   n Val     Sta   n Val
       0    .055 217.667    .035     254    .055

Bank Sta: Left   Right    Lengths: Left Channel   Right     Coeff Contr.   Expan.
       217.667     254            76.01   76.01   76.01             .1       .3
Left Levee      Station=     214      Elevation=19.93667

CROSS SECTION

RIVER: Salinello
REACH: alveo              RS: 30

INPUT
Description:
Station Elevation Data    num=     381
     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev
       0   20.61       1    20.6       2   20.61       3   20.61       4   20.65
       5   20.61       6   20.52       7    20.5       8   20.54       9   20.53
      10   20.53      11   20.57      12   20.62      13   20.59      14   20.55
      15   20.48      16   20.47      17    20.4      18   20.41      19   20.37
      20   20.37      21   20.36      22   20.36      23   20.29      24   20.26
      25   20.28      26   20.24      27    20.2      28   20.17      29   20.13
      30   20.09      31   20.06      32   20.04      33      20      34   19.97
      35   19.95      36   19.89      37   19.87      38   19.85      39    19.8
      40   19.76      41   19.71      42    19.7      43   19.68      44   19.64
      45    19.6      46   19.56      47    19.5      48   19.47      49   19.39
```

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

50	19.34	51	19.25	52	19.16	53	19.1	54	19.01
55	18.89	56	18.82	57	18.76	58	18.66	59	18.56
60	18.49	61	18.39	62	18.34	63	18.31	64	17.99
65	17.58	66	17.71	67	18.09	68	18.13	69	18.11
70	18.11	71	18.06	72	18.02	73	17.94	74	17.78
75	17.58	76	17.59	77	17.84	78	17.96	79	17.98
80	17.98	81	18.01	82	17.83	83	17.67	84	17.65
85	17.67	86	17.64	87	17.66	88	17.67	89	17.64
90	17.63	91	17.63	92	17.61	93	17.6	94	17.62
95	17.63	96	17.6	97	17.61	98	17.61	99	17.57
100	17.53	101	17.53	102	17.52	103	17.51	104	17.47
105	17.47	106	17.47	107	17.48	108	17.45	109	17.46
110	17.42	111	17.46	112	17.45	113	17.43	114	17.46
115	17.44	116	17.45	117	17.43	118	17.41	119	17.39
120	17.38	121	17.39	122	17.39	123	17.39	124	17.4
125	17.37	126	17.37	127	17.4	128	17.37	129	17.36
130	17.39	131	17.42	132	17.42	133	17.42	134	17.44
135	17.44	136	17.41	137	17.43	138	17.41	139	17.4
140	17.39	141	17.4	142	17.4	143	17.39	144	17.42
145	17.43	146	17.42	147	17.38	148	17.41	149	17.39
150	17.39	151	17.39	152	17.42	153	17.41	154	17.43
155	17.4	156	17.39	157	17.37	158	17.38	159	17.38
160	17.37	161	17.36	162	17.37	163	17.37	164	17.35
165	17.33	166	17.32	167	17.31	168	17.32	169	17.31
170	17.32	171	17.33	172	17.26	173	17.3	174	17.3
175	17.29	176	17.29	177	17.33	178	17.33	179	17.3
180	17.31	181	17.32	182	17.29	183	17.3	184	17.29
185	17.27	186	17.3	187	17.29	188	17.31	189	17.34
190	17.34	191	17.33	192	17.32	193	17.32	194	17.29
195	17.29	196	17.27	197	17.26	198	17.32	199	17.34
200	17.31	201	17.34	202	17.32	203	17.31	204	17.35
205	17.46	206	17.61	207	17.71	208	17.71	209	17.74
210	17.79	211	17.75	212	17.89	213	18.36	214	18.89
215	19.15	216	19.19	217	19.1	218	19.14	219	18.96
220	18.4	221	17.69	222	17	223	16.4	224	15.62
225	14.92	226	14.7	227	14.55	228	14.46	229	14.5
230	14.57	231	14.57	232	14.56	233	14.47	234	14.39
235	14.36	236	14.45	237	14.46	238	14.52	239	14.52
240	14.55	241	14.59	242	14.51	243	14.58	244	14.44
245	14.46	246	14.62	247	15.14	248	15.84	249	16.72
250	17.36	251	17.73	252	18.08	253	18.36	254	18.32
255	18.25	256	18.14	257	17.93	258	17.68	259	17.38
260	17.18	261	17.07	262	17.01	263	16.98	264	16.85
265	16.82	266	16.8	267	16.86	268	16.84	269	16.83
270	16.82	271	16.84	272	16.87	273	16.89	274	16.87
275	16.87	276	16.9	277	16.95	278	17	279	17.12
280	17.14	281	17.18	282	17.24	283	17.33	284	17.39
285	17.43	286	17.51	287	17.55	288	17.57	289	17.65
290	17.69	291	17.61	292	17.57	293	17.82	294	18.61
295	19.39	296	19.79	297	19.95	298	19.86	299	19.66
300	19.66	301	19.66	302	19.66	303	19.59	304	19.56
305	19.34	306	19.33	307	20.15	308	21.08	309	21.91
310	22.13	311	22.21	312	22.3	313	22.52	314	22.76
315	22.97	316	23.19	317	23.36	318	23.52	319	23.62
320	23.83	321	24.04	322	24.26	323	24.44	324	24.67
325	24.9	326	25.09	327	25.28	328	25.45	329	25.63
330	25.82	331	25.94	332	26.01	333	26.17	334	26.36
335	26.64	336	27.17	337	27.61	338	28.2	339	28.93
340	29.61	341	30.21	342	30.44	343	30.49	344	30.55
345	30.58	346	30.56	347	30.78	348	31.46	349	32.27
350	33.18	351	33.85	352	34.13	353	34.21	354	34.17
355	34.16	356	34.23	357	34.3	358	34.41	359	34.57
360	34.69	361	34.87	362	35.04	363	35.24	364	35.44
365	35.6	366	35.76	367	35.95	368	36.12	369	36.32
370	36.51	371	36.7	372	36.91	373	37.09	374	37.28
375	37.47	376	37.64	377	37.84	378	38.02	379	38.21
380	38.43								

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	220	.035	254	.055

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

```
Bank Sta: Left   Right    Lengths: Left Channel   Right     Coeff Contr.   Expan.
          220     254           59.353  59.353  59.353            .1       .3
Left Levee      Station=     216      Elevation=   19.19

CROSS SECTION OUTPUT  Profile #TR200

  E.G. Elev (m)            19.11    Element                Left OB    Channel   Right OB
  Vel Head (m)              0.71    Wt. n-Val.                          0.035     0.055
  W.S. Elev (m)            18.39    Reach Len. (m)          59.35      59.35     59.35
  Crit W.S. (m)            18.11    Flow Area (m2)                    101.32     44.86
  E.G. Slope (m/m)      0.004923    Area (m2)                         101.32     44.86
  Q Total (m3/s)          465.00    Flow (m3/s)                       403.36     61.64
  Top Width (m)            73.72    Top Width (m)                      33.99     39.73
  Vel Total (m/s)           3.18    Avg. Vel. (m/s)                     3.98      1.37
  Max Chl Dpth (m)          4.03    Hydr. Depth (m)                     2.98      1.13
  Conv. Total (m3/s)      6627.3    Conv. (m3/s)                      5748.8     878.5
  Length Wtd. (m)          59.35    Wetted Per. (m)                    36.20     40.13
  Min Ch El (m)            14.36    Shear (N/m2)                      135.11     53.96
  Alpha                     1.38    Stream Power (N/m s)  18193.59  10341.62      0.00
  Frctn Loss (m)            0.33    Cum Volume (1000 m3)     33.19     41.35     30.02
  C & E Loss (m)            0.01    Cum SA (1000 m2)         31.40     15.77     25.78


CROSS SECTION

RIVER: Salinello
REACH: alveo              RS: 26.6666*

INPUT
Description:
Station Elevation Data    num=     412
     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev
       0   20.22   1.153   20.21   2.307   20.21    3.46   20.21   4.613   20.18
   5.626   20.11   6.564    20.1   7.502   20.12   8.439    20.1   9.377   20.09
  10.379   20.11  11.533   20.11  12.686   20.08  13.839   20.02  14.992      20
  15.941   19.94  16.879   19.93  17.816   19.89  18.754   19.88  19.692   19.86
  20.759   19.82  21.912   19.77  23.065   19.73  24.218    19.7  25.318   19.64
  26.255   19.59  27.193   19.54  28.131    19.5  29.069   19.45  30.006   19.41
  31.138   19.35  32.291   19.29  33.444   19.24  34.598   19.18  35.632   19.14
   36.57   19.08  37.508   19.02  38.445   18.96  39.383   18.93  40.364   18.91
  41.517   18.83   42.67   18.79  43.824   18.72  44.977   18.65  45.947   18.57
  46.885   18.53  47.822   18.46   48.76   18.39  49.698   18.33  50.743   18.24
  51.897   18.16   53.05   18.08  54.203   17.99  55.324   17.91  56.262   17.86
  57.199   17.79  58.137   17.75  59.075   17.71  60.012   17.48  61.123   17.22
  62.276    17.4  63.429   17.55  64.582   17.54  65.639   17.53  66.576   17.49
  67.514   17.46  68.452   17.41  69.389    17.3  70.349   17.17  71.502   17.21
  72.655   17.37  73.808   17.42  74.962   17.42  75.953   17.44  76.891   17.31
  77.829    17.2  78.766   17.19  79.704    17.2  80.728   17.18  81.881    17.2
  83.034    17.2  84.188   17.18   85.33   17.18  86.268   17.16  87.206   17.16
  88.143   17.17  89.081   17.18  90.019   17.16  91.107   17.16  92.261   17.14
  93.414   17.12  94.567   17.11  95.645   17.11  96.583    17.1   97.52   17.07
  98.458   17.07  99.396   17.06 101.271   17.06 102.209   17.06 103.146   17.03
 104.084   17.06 105.022   17.06   106.1   17.05 107.253   17.06 108.406   17.06
 109.559   17.05 110.648   17.04 111.586   17.02 112.523   17.01 113.461   17.01
 114.399   17.02 115.336   17.01 116.479   17.02 117.632      17 118.785   17.02
 119.939   17.02 120.963      17   121.9   17.03 122.838   17.05 123.776   17.05
 124.713   17.04 125.705   17.05 126.858   17.05 128.011   17.05 129.165   17.03
 130.318   17.01 131.277   17.01 132.215   17.02 133.153   17.03  134.09   17.02
 135.028   17.04 136.084   17.05 137.238   17.04 138.391   17.02 139.544   17.01
 140.654   17.02 141.592   17.02  142.53   17.05 143.467   17.05 144.405   17.06
 145.343   17.04 146.464   17.01 147.617   17.02  148.77   17.03 149.923   17.03
 150.969   17.02 151.907   17.03 152.844   17.03 153.782   17.01  154.72      17
  155.69   16.99 156.843   16.99 157.996   16.98 159.149   16.97 160.303   16.98
 161.283   16.94 162.221   16.95 163.159   16.95 164.097   16.94 165.034   16.94
 166.069   16.96 167.222   16.95 168.375   16.94 169.529   16.94  170.66   16.92
 171.598   16.95 172.536   16.96 173.474   16.94 174.411   16.95 175.349   16.91
 176.448   16.92 177.602   16.95 178.755   16.96 179.908   16.95 180.975   16.95
 181.913   16.92  182.85   16.92 183.788    16.9 184.726    16.9 185.674   16.93
 186.828   16.94 187.981   16.95 189.134   16.95 190.287   16.94  191.29   16.98
 192.227   17.08 193.165   17.19 194.103   17.27  195.04   17.29 196.054   17.36
```

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

```
 196.916   17.47 197.207   17.49 197.854   17.54  198.36   17.64 198.791   17.71
 199.513      18 199.729   18.08 200.667   18.48  201.25   18.54 201.833   18.54
 202.222   18.53 202.417   18.51     203   18.43 203.583   18.38 203.778   18.38
 204.167   18.35  204.75    18.3 205.333   18.26 205.917   18.25   206.5   18.28
 206.889   18.29 207.083   18.28 207.667   18.23  208.25   18.24 208.444   18.25
 208.833   18.21 209.417   18.14     210   18.05     211    17.5     212   16.93
     213   16.41     214   15.81     215   15.29     216   15.02     217   14.79
     218   14.59     219   14.48     220   14.39     221   14.32     222   14.27
     223   14.16     224   14.07     225   14.05 225.909   14.13 226.053   14.14
 226.818   14.17 227.105   14.18 227.727   14.23 228.158   14.24 228.636   14.23
 229.211   14.22 229.545   14.22 230.263   14.24 230.455   14.24 231.316   14.27
 231.364   14.27 232.273   14.26 232.368   14.26 233.182   14.36 233.421    14.4
 234.091   14.41 234.474   14.41     235   14.47 235.526   14.53 235.909    14.6
 236.579   14.73 236.818   14.83 237.632   15.19 237.727   15.25 238.636   15.75
 238.684   15.78 239.545   16.34 239.737   16.46 240.455   16.81 240.789   16.99
 241.364   17.19 241.842   17.34 242.273   17.48 242.895   17.69 243.182   17.77
 243.947   17.95 244.091   17.95     245   17.93  245.71   17.87 246.257    17.8
 246.419   17.78 247.129    17.7 247.514   17.66 247.839   17.61 248.548   17.53
 248.771   17.52 249.258   17.47 249.968   17.39 250.029   17.38 250.677   17.27
 251.286   17.18 251.387   17.17 252.097    17.1 252.543   17.06 252.806   17.05
 253.516   17.01   253.8   16.99 254.226   16.96 254.935   16.92 255.057   16.92
 255.645    16.9 256.355   16.88 257.571   16.78 258.484   16.77 259.194   16.77
 260.086   16.73 261.323    16.7 262.032   16.68 262.742   16.67 263.857   16.67
 264.871   16.65 265.581   16.63 266.371   16.65 267.629   16.64 268.419   16.65
 269.129   16.64 270.143   16.63 271.258   16.62 271.968   16.63 272.677   16.64
 273.914   16.67 274.806   16.69 275.516   16.73 276.429   16.79 277.645   16.82
 278.355   16.83 279.065   16.87   280.2   16.92 281.194   16.98 281.903   17.02
 282.714   17.06 283.971   17.08 284.742   17.12 285.452   17.16 286.486   17.21
 287.581   17.24  288.29   17.26 289.833   17.33 290.667   17.41   291.5   17.53
 293.167   17.94     294   18.41 294.833   18.96  296.58   19.81 297.494   19.95
 298.408   19.91 299.365   19.77 300.598   19.71 301.831   19.67 302.976   19.63
  303.89    19.6 304.804   19.45 305.718   19.42 306.762   20.04 307.995   20.79
 309.228   21.27 310.286   21.62   311.2   21.92 312.114   22.27 313.027   22.56
 314.159   22.89 315.392   23.08 316.624   23.22 317.596    23.3  318.51   23.47
 319.424   23.64 320.337   23.83 321.556   24.06 322.788   24.31 323.992   24.52
 324.906   24.68  325.82   24.83 326.733   24.98  327.72   25.15 328.952   25.31
 330.185   25.47 331.302   25.67 332.216   25.91 333.129   26.31 334.043   26.66
 335.116   27.21 336.349   27.93 337.582   28.57 338.612   28.84 339.525   28.93
 340.439   29.03 341.353   29.11 342.513   29.21 343.746   29.68 344.979   30.47
 345.922   31.18 346.835    31.7 347.749   31.96 348.677   32.09  349.91   32.17
 351.143   32.27 352.318   32.36 353.231   32.41 354.145   32.51 355.059    32.6
 356.074   32.81 357.307   32.98  358.54   33.25 359.627    33.5 360.541   33.73
 361.455   34.01 362.369   34.29 363.471   34.59 364.704   34.85 365.936   35.08
 366.937   35.24 367.851   35.44 368.765   35.65 369.678   35.85 370.868   36.14
 372.101   36.42 373.333   36.71

Manning's n Values        num=       3
     Sta   n Val     Sta   n Val     Sta   n Val
       0    .055     210    .035     245    .055

Bank Sta: Left   Right    Lengths: Left Channel   Right     Coeff Contr.   Expan.
          210     245           59.353  59.353  59.353            .1       .3
Left Levee      Station=     202      Elevation=18.67667

CROSS SECTION

RIVER: Salinello
REACH: alveo              RS: 23.3333*

INPUT
Description:
Station Elevation Data    num=     449
     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev     Sta    Elev
       0   19.82   1.077   19.81   2.153    19.8    3.23   19.79   4.307   19.74
   5.252   19.71   6.128   19.69   7.003   19.69   7.879   19.67   8.754   19.65
    9.69   19.64  10.766   19.62  11.843   19.59   12.92   19.55  13.996   19.54
  14.882   19.48  15.757   19.45  16.632   19.41  17.508   19.38  18.383   19.36
  19.379    19.3  20.456   19.25  21.533   19.19  22.609   19.15  23.636   19.07
  24.511   19.01  25.386   18.96  26.262    18.9  27.137   18.84  28.012   18.79
  29.069    18.7  30.146   18.61  31.222   18.56  32.299   18.48  33.265   18.43
   34.14   18.36  35.016   18.29  35.891   18.21  36.766   18.17  37.682   18.13
```

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

38.759	18.04	39.835	17.99	40.912	17.92	41.989	17.84	42.894	17.75
43.769	17.71	44.645	17.67	45.52	17.62	46.396	17.56	47.372	17.49
48.448	17.46	49.525	17.38	50.602	17.31	51.648	17.25	52.523	17.23
53.399	17.19	54.274	17.15	55.15	17.11	56.025	16.98	57.061	16.84
58.138	16.92	59.215	16.99	60.291	16.97	61.277	16.95	62.153	16.92
63.028	16.9	63.903	16.87	64.779	16.81	65.674	16.75	66.751	16.77
67.828	16.83	68.904	16.87	69.981	16.87	70.907	16.87	71.782	16.8
72.657	16.73	73.533	16.72	74.408	16.73	75.364	16.72	76.441	16.73
77.517	16.74	78.594	16.72	79.66	16.73	80.536	16.72	81.411	16.71
82.287	16.72	83.162	16.72	84.037	16.73	85.054	16.72	86.13	16.69
87.207	16.7	88.284	16.69	89.29	16.7	90.165	16.69	91.04	16.67
91.916	16.66	92.791	16.66	94.542	16.66	95.417	16.67	96.293	16.64
97.168	16.65	98.044	16.66	99.05	16.66	100.126	16.67	101.203	16.68
102.28	16.66	103.296	16.66	104.171	16.64	105.047	16.63	105.922	16.64
106.798	16.65	107.673	16.64	108.739	16.64	109.816	16.63	110.893	16.64
111.969	16.66	112.925	16.65	113.801	16.66	114.676	16.68	115.551	16.68
116.427	16.66	117.352	16.65	118.429	16.67	119.506	16.68	120.582	16.65
121.659	16.62	122.555	16.63	123.43	16.65	124.305	16.65	125.181	16.65
126.056	16.66	127.042	16.66	128.119	16.68	129.195	16.64	130.272	16.62
131.308	16.64	132.184	16.65	133.059	16.68	133.935	16.68	134.81	16.69
135.685	16.67	136.732	16.64	137.808	16.66	138.885	16.69	139.962	16.7
140.938	16.68	141.813	16.69	142.688	16.68	143.564	16.67	144.439	16.66
145.345	16.66	146.421	16.66	147.498	16.65	148.575	16.61	149.651	16.64
150.567	16.61	151.442	16.61	151.805	16.6	152.318	16.59	152.881	16.59
153.193	16.58	153.958	16.58	154.069	16.58	154.944	16.59	155.034	16.59
155.819	16.59	156.111	16.58	156.695	16.57	157.188	16.57	157.57	16.57
158.264	16.56	158.445	16.56	159.321	16.55	159.341	16.55	160.196	16.6
160.418	16.61	161.072	16.63	161.494	16.63	161.947	16.62	162.571	16.61
162.822	16.6	163.648	16.54	163.698	16.54	164.573	16.53	164.724	16.53
165.449	16.56	165.801	16.57	166.324	16.58	166.877	16.59	167.199	16.59
167.954	16.58	168.075	16.58	168.95	16.57	169.031	16.57	169.826	16.55
170.107	16.55	170.701	16.55	171.184	16.54	171.576	16.54	172.261	16.53
172.452	16.53	173.327	16.55	173.337	16.55	174.202	16.55	174.414	16.54
175.078	16.56	175.49	16.58	175.953	16.58	176.567	16.58	176.829	16.58
177.644	16.58	177.704	16.58	178.579	16.62	178.72	16.63	179.455	16.7
179.797	16.74	180.33	16.78	180.874	16.8	181.206	16.83	181.95	16.86
182.081	16.88	182.956	16.97	183.027	16.98	183.832	17.16	184.103	17.21
184.707	17.33	185.18	17.46	185.583	17.53	186.257	17.74	186.458	17.8
187.333	18.06	188.125	18.09	188.917	17.99	189.444	17.91	189.708	17.86
190.5	17.7	191.292	17.58	191.556	17.57	192.083	17.53	192.875	17.46
193.667	17.41	194.458	17.39	195.25	17.43	195.778	17.44	196.042	17.44
196.833	17.42	197.625	17.49	197.889	17.54	198.417	17.59	199.208	17.68
200	17.7	201	17.3	202	16.85	203	16.43	204	16
205	15.67	206	15.34	207	15.03	208	14.73	209	14.46
210	14.21	211	14.07	212	13.97	213	13.86	214	13.76
215	13.73	215.955	13.81	216.105	13.83	216.909	13.88	217.211	13.9
217.864	13.97	218.316	13.96	218.818	13.95	219.421	13.92	219.773	13.91
220.526	13.92	220.727	13.93	221.632	13.95	221.682	13.95	222.636	14.01
222.737	14.02	223.591	14.16	223.842	14.22	224.545	14.32	224.947	14.38
225.5	14.49	226.053	14.59	226.455	14.69	227.158	14.84	227.409	14.93
228.263	15.25	228.364	15.29	229.318	15.69	229.368	15.71	230.273	16.12
230.474	16.21	231.227	16.47	231.579	16.61	232.182	16.81	232.684	16.96
233.136	17.08	233.789	17.3	234.091	17.39	234.895	17.54	235.045	17.55
236	17.53	236.855	17.45	237.514	17.36	237.71	17.33	238.565	17.22
239.029	17.18	239.419	17.14	240.274	17.1	240.543	17.1	241.129	17.1
241.984	17.08	242.057	17.08	242.839	17.02	243.571	16.98	243.694	16.98
244.548	16.96	245.086	16.95	245.403	16.95	246.258	16.93	246.6	16.91
247.113	16.87	247.968	16.83	248.114	16.82	248.823	16.81	249.629	16.79
249.677	16.79	250.532	16.73	251.143	16.71	251.387	16.71	252.242	16.72
252.657	16.72	253.097	16.72	254.171	16.65	255.661	16.54	256.516	16.51
257.371	16.51	258.714	16.51	259.935	16.47	260.79	16.44	261.743	16.46
263.257	16.42	264.21	16.41	265.065	16.4	266.286	16.38	267.629	16.38
268.484	16.38	269.339	16.37	270.829	16.38	271.903	16.39	272.758	16.42
273.857	16.46	275.323	16.49	276.177	16.51	277.032	16.55	278.4	16.59
279.597	16.64	280.452	16.7	281.429	16.73	282.943	16.72	283.871	16.77
284.726	16.8	285.971	16.86	287.29	16.9	288.145	16.92	289.917	16.97
290.833	17.18	291.75	17.46	293.583	18.11	294.5	18.6	295.417	19.12
297.161	19.82	297.988	19.96	298.816	19.95	299.683	19.87	300.799	19.77
301.915	19.68	302.953	19.66	303.78	19.65	304.608	19.55	305.435	19.52
306.381	19.8	307.497	20.08	308.614	20.45	309.573	21.02	310.4	21.54
311.227	22.01	312.055	22.37	313.079	22.75	314.196	22.87	315.312	22.92

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

316.192	22.98	317.02	23.1	317.847	23.24	318.675	23.4	319.778	23.6
320.894	23.79	321.984	23.95	322.812	24.08	323.639	24.2	324.467	24.33
325.36	24.48	326.476	24.64	327.593	24.81	328.604	24.98	329.431	25.17
330.259	25.46	331.086	25.72	332.058	26.08	333.175	26.57	334.291	27.01
335.224	27.24	336.051	27.36	336.878	27.5	337.706	27.64	338.757	27.79
339.873	28.16	340.989	28.7	341.843	29.18	342.671	29.55	343.498	29.79
344.339	29.97	345.455	30.17	346.571	30.33	347.635	30.41	348.463	30.41
349.29	30.44	350.118	30.5	351.037	30.73	352.153	30.82	353.27	31.09
354.255	31.4	355.082	31.7	355.91	32.07	356.737	32.47	357.735	32.81
358.852	33.08	359.968	33.28	360.875	33.39	361.702	33.59	362.529	33.83
363.357	34.06	364.434	34.38	365.55	34.7	366.667	34.99		

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	200	.035	236	.055

Bank Sta: Left	Right	Lengths: Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
200	236	59.353	59.353	.1	.3

Left Levee Station= 188 Elevation= 17.65

CROSS SECTION

RIVER: Salinello
REACH: alveo RS: 20

INPUT
Description:
Station Elevation Data num= 361

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	19.43	1	19.41	2	19.4	3	19.36	4	19.31
5	19.3	6	19.28	7	19.25	8	19.22	9	19.18
10	19.12	11	19.1	12	19.07	13	19.07	14	19.01
15	18.94	16	18.9	17	18.86	18	18.77	19	18.74
20	18.65	21	18.6	22	18.5	23	18.41	24	18.34
25	18.25	26	18.16	27	18.05	28	17.94	29	17.89
30	17.79	31	17.71	32	17.62	33	17.49	34	17.41
35	17.36	36	17.24	37	17.2	38	17.12	39	17.02
40	16.92	41	16.89	42	16.87	43	16.8	44	16.74
45	16.75	46	16.68	47	16.62	48	16.6	49	16.6
50	16.58	51	16.53	52	16.47	53	16.46	54	16.45
55	16.43	56	16.4	57	16.37	58	16.35	59	16.34
60	16.33	61	16.34	62	16.33	63	16.3	64	16.31
65	16.31	66	16.3	67	16.27	68	16.26	69	16.26
70	16.26	71	16.26	72	16.28	73	16.27	74	16.28
75	16.27	76	16.27	77	16.26	78	16.29	79	16.27
80	16.24	81	16.27	82	16.27	83	16.29	84	16.28
85	16.26	86	16.26	87	16.22	88	16.28	89	16.26
90	16.24	91	16.27	92	16.27	93	16.28	94	16.29
95	16.27	96	16.29	97	16.26	98	16.25	99	16.28
100	16.26	101	16.26	102	16.26	103	16.27	104	16.3
105	16.29	106	16.3	107	16.32	108	16.28	109	16.26
110	16.29	111	16.31	112	16.26	113	16.23	114	16.25
115	16.28	116	16.27	117	16.28	118	16.28	119	16.31
120	16.26	121	16.23	122	16.27	123	16.28	124	16.32
125	16.32	126	16.31	127	16.27	128	16.3	129	16.34
130	16.36	131	16.34	132	16.35	133	16.33	134	16.33
135	16.33	136	16.33	137	16.31	138	16.26	139	16.29
140	16.29	141	16.25	142	16.23	143	16.23	144	16.22
145	16.21	146	16.2	147	16.18	148	16.18	149	16.27
150	16.31	151	16.27	152	16.16	153	16.14	154	16.18
155	16.22	156	16.21	157	16.2	158	16.18	159	16.17
160	16.17	161	16.16	162	16.15	163	16.2	164	16.21
165	16.21	166	16.26	167	16.35	168	16.37	169	16.44
170	16.6	171	16.92	172	17.27	173	17.49	174	17.65
175	17.64	176	17.44	177	17.21	178	16.96	179	16.78
180	16.71	181	16.62	182	16.57	183	16.53	184	16.58
185	16.6	186	16.6	187	16.75	188	16.98	189	17.21
190	17.35	191	17.11	192	16.78	193	16.44	194	16.19
195	16.04	196	15.66	197	15.27	198	14.86	199	14.44
200	14.03	201	13.82	202	13.68	203	13.55	204	13.44
205	13.42	206	13.5	207	13.59	208	13.7	209	13.66

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

210	13.6	211	13.61	212	13.63	213	13.75	214	13.96
215	14.24	216	14.51	217	14.77	218	15.02	219	15.33
220	15.63	221	15.9	222	16.13	223	16.43	224	16.69
225	17.01	226	17.15	227	17.14	228	17.04	229	16.87
230	16.74	231	16.67	232	16.66	233	16.74	234	16.78
235	16.77	236	16.78	237	16.81	238	16.84	239	16.85
240	16.78	241	16.73	242	16.71	243	16.7	244	16.65
245	16.64	246	16.66	247	16.67	248	16.6	249	16.5
250	16.38	251	16.34	252	16.34	253	16.37	254	16.33
255	16.29	256	16.24	257	16.27	258	16.21	259	16.19
260	16.18	261	16.16	262	16.15	263	16.12	264	16.13
265	16.13	266	16.11	267	16.12	268	16.09	269	16.09
270	16.11	271	16.13	272	16.14	273	16.17	274	16.18
275	16.23	276	16.24	277	16.28	278	16.31	279	16.37
280	16.41	281	16.36	282	16.37	283	16.41	284	16.44
285	16.51	286	16.53	287	16.57	288	16.58	289	16.58
290	16.62	291	16.94	292	17.39	293	17.79	294	18.29
295	18.79	296	19.27	297	19.61	298	19.92	299	20
300	19.98	301	19.82	302	19.69	303	19.7	304	19.69
305	19.62	306	19.56	307	19.38	308	19.63	309	20.56
310	21.56	311	22.13	312	22.62	313	22.66	314	22.63
315	22.66	316	22.8	317	22.97	318	23.14	319	23.27
320	23.38	321	23.51	322	23.65	323	23.8	324	23.98
325	24.15	326	24.3	327	24.51	328	24.74	329	24.96
330	25.21	331	25.45	332	25.68	333	25.89	334	26.16
335	26.38	336	26.64	337	26.92	338	27.25	339	27.55
340	27.85	341	28.17	342	28.39	343	28.47	344	28.39
345	28.36	346	28.65	347	28.67	348	28.93	349	29.35
350	29.87	351	30.59	352	31.04	353	31.31	354	31.47
355	31.55	356	31.91	357	32.25	358	32.62	359	32.98
360	33.27								

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	190	.035	227	.055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
190 227 73.477 73.477 73.477 .1 .3
Left Levee Station= 174 Elevation= 17.65

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	17.87	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.14	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	17.74	Reach Len. (m)	73.48	73.48	73.48
Crit W.S. (m)	17.42	Flow Area (m2)	204.08	102.58	83.05
E.G. Slope (m/m)	0.001553	Area (m2)	204.08	102.58	83.05
Q Total (m3/s)	465.00	Flow (m3/s)	172.15	223.60	69.25
Top Width (m)	262.24	Top Width (m)	159.37	37.00	65.87
Vel Total (m/s)	1.19	Avg. Vel. (m/s)	0.84	2.18	0.83
Max Chl Dpth (m)	4.32	Hydr. Depth (m)	1.28	2.77	1.26
Conv. Total (m3/s)	11797.9	Conv. (m3/s)	4367.8	5673.2	1756.9
Length Wtd. (m)	73.48	Wetted Per. (m)	159.80	38.09	66.16
Min Ch El (m)	13.42	Shear (N/m2)	19.46	41.03	19.12
Alpha	1.86	Stream Power (N/m s)	17236.03	8330.75	0.00
Frctn Loss (m)	0.12	Cum Volume (1000 m3)	18.29	24.04	19.98
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	17.54	9.46	16.42

CROSS SECTION

RIVER: Salinello
REACH: alveo RS: 16.6666*

INPUT
Description:
Station Elevation Data num= 464

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	18.72	1.04	18.69	2.08	18.67	3.12	18.64	4.161	18.61
5.201	18.59	6.241	18.57	7.281	18.55	8.321	18.52	9.361	18.48
10.402	18.45	11.442	18.42	12.482	18.42	13.522	18.39	14.562	18.33

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

15.602	18.31	16.643	18.27	17.659	18.21	18.64	18.18	19.621	18.11
20.602	18.08	21.583	18.01	22.564	17.95	23.545	17.9	24.527	17.84
25.508	17.78	26.489	17.7	27.47	17.63	28.451	17.6	29.432	17.53
30.413	17.48	31.394	17.41	32.375	17.33	33.356	17.27	34.337	17.23
35.365	17.15	36.406	17.11	37.446	17.07	38.486	16.99	39.526	16.93
40.566	16.9	41.606	16.87	42.647	16.82	43.687	16.81	44.727	16.77
45.767	16.74	46.807	16.72	47.847	16.72	48.888	16.7	49.928	16.65
50.968	16.61	51.996	16.59	52.977	16.58	53.958	16.6	54.939	16.62
55.92	16.65	56.902	16.7	57.883	16.75	58.864	16.76	59.845	16.77
60.826	16.77	61.807	16.75	62.788	16.75	63.769	16.77	64.75	16.81
65.731	16.8	66.712	16.8	67.693	16.79	68.674	16.8	69.691	16.8
70.731	16.82	71.771	16.82	72.811	16.81	73.851	16.79	74.892	16.79
75.932	16.76	76.972	16.76	78.012	16.74	79.052	16.76	80.092	16.75
81.133	16.75	82.173	16.75	83.213	16.72	84.253	16.68	85.293	16.62
86.333	16.63	87.373	16.61	88.414	16.62	89.454	16.63	90.494	16.63
91.534	16.63	92.574	16.66	93.614	16.65	94.655	16.62	95.695	16.59
96.735	16.59	97.775	16.57	98.815	16.56	99.855	16.54	100.896	16.55
101.936	16.55	102.976	16.51	103.992	16.51	104.973	16.51	105.955	16.47
106.936	16.43	107.917	16.43	108.898	16.41	109.879	16.35	110.86	16.3
111.841	16.29	112.822	16.3	113.803	16.29	114.784	16.3	115.765	16.3
116.746	16.3	117.727	16.27	118.708	16.25	119.689	16.29	120.67	16.29
121.699	16.32	122.739	16.31	123.779	16.31	124.819	16.29	125.859	16.31
126.9	16.34	127.94	16.34	128.98	16.33	130.02	16.33	131.06	16.31
132.1	16.3	133.141	16.31	134.181	16.31	135.221	16.28	136.261	16.29
137.301	16.28	138.33	16.24	139.311	16.24	140.292	16.24	141.273	16.23
142.254	16.21	143.235	16.19	144.216	16.18	145.197	16.18	146.178	16.24
147.159	16.27	148.14	16.23	149.121	16.15	149.783	16.14	150.102	16.14
150.823	16.16	151.083	16.17	151.863	16.2	152.064	16.2	152.904	16.18
153.045	16.18	153.944	16.17	154.027	16.17	154.984	16.21	155.008	16.22
155.989	16.29	156.024	16.29	156.97	16.37	157.064	16.38	157.951	16.42
158.104	16.43	158.932	16.44	159.145	16.46	159.913	16.48	160.185	16.48
160.894	16.47	161.225	16.47	161.875	16.46	162.265	16.47	162.856	16.51
163.305	16.54	163.837	16.6	164.345	16.62	164.818	16.64	165.386	16.68
165.799	16.69	166.426	16.75	166.78	16.79	167.466	16.96	167.761	17.03
168.506	17.21	168.742	17.28	169.546	17.42	169.723	17.45	170.586	17.57
170.705	17.58	171.627	17.56	171.686	17.56	172.667	17.4	173.405	17.24
174.143	17.07	174.881	16.94	175.619	16.88	176.111	16.84	176.357	16.81
177.095	16.77	177.833	16.74	178.571	16.76	179.31	16.76	179.556	16.76
180.048	16.75	180.786	16.84	181.524	16.98	182.262	17.12	183	17.2
183.718	17.04	184.244	16.96	184.436	16.92	185.154	16.74	185.489	16.63
185.872	16.5	186.59	16.37	186.733	16.35	187.308	16.31	187.978	16.26
188.026	16.26	188.744	16.24	189.222	16.22	189.462	16.19	190.179	16.01
190.467	15.92	190.897	15.8	191.615	15.59	191.711	15.56	192.333	15.37
192.956	15.17	193.051	15.14	193.769	14.95	194.2	14.84	194.487	14.77
195.205	14.59	195.444	14.51	195.923	14.4	196.641	14.24	196.689	14.22
197.359	14	197.933	13.58	198.077	13.48	198.795	13.3	199.178	13.27
199.513	13.25	200.231	13.21	200.422	13.19	200.949	13.17	201.667	13.16
202	13.16	203	13.24	204	13.3	205	13.36	206	13.34
207	13.29	208	13.3	209	13.31	210	13.4	211	13.53
212	13.74	213	13.97	214	14.24	215	14.58	216	14.96
217	15.27	218	15.51	219	15.74	220	16.05	221	16.37
222	16.72	223	16.92	224	17.01	224.879	17.03	225.074	17.03
225.758	16.98	226.148	16.92	226.636	16.86	227.222	16.76	227.515	16.73
228.296	16.58	228.394	16.56	229.273	16.46	229.37	16.45	230.152	16.46
230.444	16.47	231.03	16.48	231.519	16.5	231.909	16.5	232.593	16.51
232.788	16.51	233.667	16.54	234.545	16.48	234.741	16.46	235.424	16.4
235.815	16.38	236.303	16.34	236.889	16.33	237.182	16.31	237.963	16.29
238.061	16.28	238.939	16.26	239.037	16.25	239.818	16.24	240.111	16.24
240.697	16.24	241.185	16.26	241.576	16.26	242.259	16.25	242.455	16.25
243.333	16.24	244.212	16.25	244.407	16.25	245.091	16.26	245.481	16.28
245.97	16.27	246.556	16.25	246.848	16.24	247.63	16.18	247.727	16.17
248.606	16.1	248.704	16.09	249.485	16.03	249.778	16.02	250.364	16.01
250.852	16.01	251.242	16.01	251.926	16.02	252.121	16.01	253	16
253.879	15.98	254.074	15.97	255.148	15.94	256.222	15.97	257.296	15.94
258.273	15.93	259.152	15.93	260.03	15.92	260.909	15.91	261.788	15.92
263.545	15.91	264.424	15.92	265.303	15.91	266.182	15.92	267.061	15.92
268.037	15.9	269.111	15.89	270.185	15.92	271.259	15.94	272.333	15.95
273.407	15.98	274.481	15.99	275.556	16.03	276.63	16.03	277.606	16.04
278.485	16.05	279.364	16.1	280.242	16.13	281.121	16.16	282.879	16.14
283.758	16.16	284.636	16.18	285.515	16.22	286.394	16.27	287.37	16.3
288.444	16.34	289.519	16.35	290.593	16.37	291.667	16.43	292.929	16.7

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

293.787	16.94	294.493	17.12	295.452	17.37	296.613	17.74	297.32	17.95		
298.027	18.16	299.238	18.52	300.147	18.72	300.853	18.88	301.762	19.06		
302.973	19.18	303.68	19.23	304.387	19.26	305.548	19.2	306.507	19.2		
307.213	19.2	308.071	19.23	309.333	19.29	310.595	19.29	311.453	19.29		
312.16	19.28	313.119	19.2	314.28	19.39	314.987	19.72	315.693	20.07		
316.905	20.72	317.813	21.01	318.52	21.23	319.429	21.48	320.64	21.52		
321.347	21.5	322.053	21.49	323.214	21.5	324.173	21.58	324.88	21.64		
325.738	21.74	327	21.87	328.262	21.97	329.12	22.02	329.827	22.06		
330.786	22.16	331.947	22.26	332.653	22.32	333.36	22.37	334.571	22.5		
335.48	22.61	336.187	22.66	337.095	22.75	338.307	22.89	339.013	22.98		
339.72	23.09	340.881	23.25	341.84	23.38	342.547	23.48	343.405	23.59		
344.667	23.77	345.929	23.91	346.787	24.04	347.493	24.15	348.452	24.27		
349.613	24.45	350.32	24.56	351.027	24.67	352.238	24.89	353.147	25.05		
353.853	25.17	354.762	25.32	355.973	25.56	356.68	25.66	357.387	25.76		
358.548	25.83	359.507	25.82	360.213	25.82	361.071	25.83	362.333	26.05		
363.595	26.21	364.453	26.39	365.16	26.49	366.119	26.71	367.28	27.03		
367.987	27.28	368.693	27.56	369.905	28.12	370.813	28.39	371.52	28.46		
372.429	28.54	373.64	28.66	374.347	28.83	375.053	28.97	376.214	29.21		
377.173	29.41	377.88	29.55	378.738	29.74	380	29.98				

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	183	.035	224	.055

Bank Sta: Left	Right	Lengths: Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
183	224	73.477	73.477	.1	.3

Left Levee Station= 172.75 Elevation= 17.35

CROSS SECTION

RIVER: Salinello
REACH: alveo RS: 13.3333*

INPUT
Description:
Station Elevation Data num= 459

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	18.02	1.02	17.97	2.04	17.95	3.06	17.94	4.08	17.9
5.1	17.89	6.12	17.86	7.141	17.86	8.161	17.85	9.181	17.82
10.201	17.79	11.221	17.76	12.241	17.76	13.261	17.75	14.281	17.71
15.301	17.72	16.321	17.68	17.318	17.66	18.28	17.63	19.242	17.57
20.205	17.55	21.167	17.53	22.129	17.49	23.091	17.46	24.053	17.43
25.015	17.39	25.977	17.35	26.939	17.32	27.902	17.31	28.864	17.27
29.826	17.25	30.788	17.2	31.75	17.16	32.712	17.13	33.674	17.09
34.683	17.07	35.703	17.04	36.723	17.03	37.743	16.98	38.763	16.94
39.783	16.92	40.803	16.9	41.823	16.87	42.843	16.87	43.863	16.84
44.884	16.83	45.904	16.83	46.924	16.84	47.944	16.82	48.964	16.77
49.984	16.74	50.992	16.71	51.955	16.7	52.917	16.76	53.879	16.85
54.841	16.92	55.803	17.04	56.765	17.15	57.727	17.19	58.689	17.2
59.652	17.21	60.614	17.19	61.576	17.19	62.538	17.24	63.5	17.32
64.462	17.33	65.424	17.34	66.386	17.33	67.348	17.34	68.345	17.34
69.365	17.37	70.386	17.38	71.406	17.35	72.426	17.32	73.446	17.31
74.466	17.25	75.486	17.24	76.506	17.23	77.526	17.26	78.546	17.24
79.566	17.21	80.586	17.21	81.606	17.18	82.627	17.1	83.647	17.02
84.667	16.98	85.687	16.95	86.707	17	87.727	17	88.747	16.98
89.767	16.98	90.787	17.03	91.807	17.02	92.827	16.97	93.847	16.92
94.867	16.91	95.888	16.88	96.908	16.87	97.928	16.82	98.948	16.84
99.968	16.81	100.988	16.74	101.985	16.72	102.947	16.7	103.909	16.66
104.871	16.6	105.833	16.56	106.795	16.52	107.758	16.43	108.72	16.36
109.682	16.33	110.644	16.32	111.606	16.31	112.568	16.32	113.53	16.31
114.492	16.3	115.455	16.27	116.417	16.27	117.379	16.3	118.341	16.31
119.349	16.32	120.369	16.29	121.39	16.31	122.41	16.31	123.43	16.31
124.45	16.32	125.47	16.32	126.49	16.32	127.51	16.32	128.53	16.29
129.55	16.28	130.57	16.29	131.59	16.31	132.61	16.29	133.631	16.3
134.651	16.27	135.659	16.24	136.621	16.26	137.583	16.25	138.545	16.24
139.508	16.21	140.47	16.18	141.432	16.17	142.394	16.18	143.356	16.22
144.318	16.22	145.28	16.19	146.242	16.15	147.205	16.14	148.167	16.16
149.129	16.18	149.952	16.16	150.091	16.15	150.972	16.13	151.053	16.14
151.992	16.25	152.015	16.25	152.977	16.41	153.012	16.42	153.939	16.57
154.032	16.58	154.902	16.68	155.052	16.69	155.864	16.74	156.072	16.75

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

```
 156.826   16.76 157.092   16.75 157.788   16.73 158.112   16.72  158.75   16.72
 159.133   16.72 159.712   16.75 160.153   16.79 160.674   16.84 161.173   16.89
 161.636   16.91 162.193   16.94 162.598   16.94 163.213   16.95 163.561   16.99
 164.233   17.09 164.523   17.13 165.253   17.24 165.485   17.28 166.273   17.38
 166.447   17.41 167.293   17.52 167.409   17.52 168.313   17.47 168.371   17.47
 169.333   17.37  169.81   17.27 170.286   17.17 170.762    17.1 171.238   17.06
 171.556   17.02 171.714   17.01  172.19   16.97 172.667   16.94 173.143   16.94
 173.619   16.93 173.778   16.92 174.095    16.9 174.571   16.93 175.048   16.97
 175.524   17.02     176   17.04 176.859   16.88 177.489    16.8 177.718   16.77
 178.577   16.62 178.978   16.48 179.436   16.33 180.295   16.26 180.467   16.26
 181.154    16.3 181.956   16.33 182.013   16.34 182.872   16.39 183.444   16.41
 183.731    16.4  184.59   16.26 184.933   16.19 185.449   16.07 186.308   15.87
 186.422   15.85 187.167   15.68 187.911   15.47 188.026   15.44 188.885   15.32
   189.4   15.24 189.744   15.19 190.603   15.06 190.889   14.98 191.462   14.84
 192.321   14.66 192.378   14.63 193.179   14.26 193.867   13.48 194.038   13.29
 194.897      13 195.356   12.99 195.756   12.97 196.615   12.95 196.844   12.94
 197.474   12.91 198.333    12.9     199    12.9     200   12.97     201      13
     202   13.02     203   13.02     204   12.98     205      13     206      13
     207   13.04     208   13.11     209   13.24     210   13.42     211   13.71
     212   14.14     213    14.6     214   14.92     215   15.13     216   15.34
     217   15.66     218   16.06     219   16.42     220   16.69     221   16.89
 221.939   17.01 222.148   17.01 222.879   17.02 223.296   16.97 223.818   16.91
 224.444   16.79 224.758   16.73 225.593   16.49 225.697   16.46 226.636   16.25
 226.741   16.25 227.576    16.2 227.889    16.2 228.515    16.2 229.037   16.22
 229.455   16.23 230.185   16.25 230.394   16.25 231.333    16.3 232.273   16.15
 232.481   16.11 233.212   15.96  233.63   15.91 234.152   15.84 234.778   15.82
 235.091    15.8 235.926   15.79  236.03   15.79  236.97   15.78 237.074   15.78
 237.909   15.77 238.222   15.77 238.848   15.78  239.37   15.81 239.788   15.83
 240.519   15.85 240.727   15.86 241.667   15.85 242.606   15.84 242.815   15.84
 243.545   15.86 243.963   15.88 244.485    15.9 245.111   15.91 245.424   15.91
 246.259   15.86 246.364   15.86 247.303    15.8 247.407   15.79 248.242    15.7
 248.556   15.69 249.182   15.67 249.704   15.67 250.121   15.67 250.852   15.66
     252   15.67 253.148   15.66 254.296   15.65 255.444   15.66 256.593   15.67
 257.636   15.67 258.576   15.67 259.515   15.67 260.455   15.66 261.394   15.69
 263.273    15.7 264.212    15.7 265.152   15.71 266.091   15.72  267.03   15.73
 268.074    15.7 269.222   15.69  270.37   15.72 271.519   15.74 272.667   15.76
 273.815   15.78 274.963    15.8 276.111   15.82 277.259   15.82 278.303    15.8
 279.242   15.79 280.182   15.85 281.121   15.88 282.061   15.91 283.939   15.92
 284.879   15.93 285.818   15.94 286.758   15.98 287.697   16.02 288.741   16.07
 289.889    16.1 291.037   16.13 292.185   16.16 293.333   16.25 294.857   16.46
 295.893   16.63 296.747   16.76 297.905   16.96 299.307   17.23  300.16   17.37
 301.013   17.52 302.476   17.76 303.573   17.92 304.427   18.07 305.524   18.21
 306.987   18.37  307.84   18.46 308.693   18.55 310.095   18.58 311.253   18.67
 312.107   18.71 313.143   18.76 314.667   18.89  316.19   18.96 317.227   18.99
  318.08   19.03 319.238   19.03  320.64   19.16 321.493   19.37 322.347   19.53
  323.81   19.89 324.907   20.06  325.76    20.2 326.857   20.33  328.32   20.38
 329.173   20.35 330.027   20.34 331.429   20.34 332.587   20.39  333.44   20.43
 334.476    20.5     336   20.61 337.524   20.68  338.56   20.69 339.413   20.71
 340.571   20.81 341.973   20.88 342.827   20.91  343.68   20.93 345.143   21.02
  346.24   21.12 347.093   21.13  348.19   21.21 349.653   21.27 350.507   21.32
  351.36   21.41 352.762   21.53  353.92   21.61 354.773   21.67  355.81   21.73
 357.333   21.86 358.857   21.93 359.893      22 360.747   22.09 361.905   22.16
 363.307   22.28  364.16   22.34 365.013    22.4 366.476   22.54 367.573   22.63
 368.427   22.71 369.524    22.8 370.987   22.95  371.84   23.03 372.693   23.12
 374.095    23.2 375.253   23.22 376.107   23.27 377.143    23.3 378.667   23.45
  380.19   23.75 381.227   23.92  382.08   23.95 383.238   24.06  384.64   24.22
 385.493   24.34 386.347   24.52  387.81    25.2 388.907   25.55  389.76   25.57
 390.857    25.6  392.32   25.77 393.173   25.91 394.027   26.01 395.429   26.17
 396.587   26.28  397.44   26.37 398.476    26.5     400    26.7

Manning's n Values        num=       3
     Sta   n Val     Sta   n Val     Sta   n Val
       0    .055     176    .035     221    .055

Bank Sta: Left   Right    Lengths: Left Channel   Right     Coeff Contr.   Expan.
          176     221           73.477  73.477  73.477            .1       .3
Left Levee      Station=167.3333      Elevation=17.52333

CROSS SECTION

RIVER: Salinello
```

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

REACH: alveo RS: 10

INPUT
Description:
Station Elevation Data num= 421

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	17.31	1	17.25	2	17.22	3	17.23	4	17.2
5	17.19	6	17.16	7	17.17	8	17.17	9	17.15
10	17.13	11	17.1	12	17.11	13	17.11	14	17.09
15	17.12	16	17.09	17	17.1	18	17.07	19	17.03
20	17.03	21	17.04	22	17.03	23	17.02	24	17.02
25	17	26	17	27	17.02	28	17	29	17.02
30	16.99	31	17	32	16.99	33	16.96	34	16.98
35	16.96	36	16.99	37	16.97	38	16.96	39	16.94
40	16.93	41	16.92	42	16.93	43	16.9	44	16.93
45	16.94	46	16.96	47	16.94	48	16.89	49	16.88
50	16.84	51	16.83	52	16.94	53	17.1	54	17.23
55	17.45	56	17.62	57	17.63	58	17.63	59	17.66
60	17.61	61	17.65	62	17.81	63	17.86	64	17.88
65	17.86	66	17.88	67	17.88	68	17.91	69	17.93
70	17.88	71	17.84	72	17.83	73	17.74	74	17.72
75	17.71	76	17.76	77	17.72	78	17.67	79	17.67
80	17.64	81	17.52	82	17.42	83	17.33	84	17.3
85	17.37	86	17.36	87	17.34	88	17.33	89	17.41
90	17.39	91	17.31	92	17.25	93	17.23	94	17.18
95	17.17	96	17.1	97	17.12	98	17.06	99	16.96
100	16.93	101	16.88	102	16.84	103	16.76	104	16.68
105	16.59	106	16.48	107	16.39	108	16.35	109	16.33
110	16.33	111	16.34	112	16.29	113	16.28	114	16.28
115	16.32	116	16.32	117	16.32	118	16.28	119	16.31
120	16.32	121	16.31	122	16.31	123	16.31	124	16.31
125	16.31	126	16.27	127	16.25	128	16.27	129	16.31
130	16.3	131	16.3	132	16.26	133	16.23	134	16.27
135	16.26	136	16.25	137	16.19	138	16.17	139	16.17
140	16.19	141	16.19	142	16.16	143	16.15	144	16.13
145	16.15	146	16.16	147	16.13	148	16.1	149	16.28
150	16.54	151	16.79	152	16.96	153	17.05	154	17.03
155	16.98	156	16.96	157	17.03	158	17.15	159	17.21
160	17.16	161	17.22	162	17.27	163	17.35	164	17.46
165	17.39	166	17.33	167	17.21	168	17.08	169	16.89
170	16.71	171	16.63	172	16.49	173	16.16	174	16.15
175	16.28	176	16.41	177	16.53	178	16.62	179	16.52
180	16.34	181	16.16	182	15.98	183	15.75	184	15.69
185	15.61	186	15.54	187	15.29	188	15.07	189	14.51
190	13.1	191	12.71	192	12.7	193	12.7	194	12.65
195	12.64	196	12.64	197	12.71	198	12.71	199	12.68
200	12.7	201	12.67	202	12.69	203	12.68	204	12.69
205	12.68	206	12.74	207	12.88	208	13.18	209	13.7
210	14.23	211	14.56	212	14.74	213	14.95	214	15.28
215	15.74	216	16.13	217	16.46	218	16.76	219	16.98
220	17.07	221	16.96	222	16.74	223	16.35	224	16.05
225	15.94	226	15.92	227	15.96	228	15.99	229	16.06
230	15.82	231	15.53	232	15.34	233	15.28	234	15.3
235	15.3	236	15.29	237	15.32	238	15.4	239	15.46
240	15.45	241	15.43	242	15.46	243	15.53	244	15.58
245	15.54	246	15.51	247	15.38	248	15.34	249	15.33
250	15.3	251	15.34	252	15.34	253	15.35	254	15.35
255	15.36	256	15.4	257	15.41	258	15.42	259	15.42
260	15.41	261	15.46	262	15.49	263	15.48	264	15.49
265	15.5	266	15.52	267	15.53	268	15.51	269	15.47
270	15.53	271	15.53	272	15.55	273	15.57	274	15.58
275	15.6	276	15.61	277	15.62	278	15.61	279	15.56
280	15.54	281	15.61	282	15.63	283	15.67	284	15.67
285	15.69	286	15.69	287	15.69	288	15.74	289	15.78
290	15.83	291	15.87	292	15.87	293	15.92	294	15.96
295	16.06	296	16.14	297	16.24	298	16.32	299	16.4
300	16.5	301	16.61	302	16.72	303	16.79	304	16.87
305	16.97	306	17.02	307	17.12	308	17.25	309	17.33
310	17.39	311	17.55	312	17.7	313	17.84	314	17.92
315	17.97	316	18.15	317	18.22	318	18.26	319	18.41
320	18.49	321	18.57	322	18.65	323	18.7	324	18.79

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

325	18.84	326	18.87	327	18.94	328	19.01	329	19
330	19.03	331	19.06	332	19.1	333	19.16	334	19.18
335	19.21	336	19.24	337	19.2	338	19.2	339	19.2
340	19.17	341	19.2	342	19.22	343	19.25	344	19.33
345	19.34	346	19.37	347	19.38	348	19.36	349	19.36
350	19.43	351	19.5	352	19.5	353	19.51	354	19.49
355	19.49	356	19.55	357	19.63	358	19.6	359	19.67
360	19.64	361	19.66	362	19.67	363	19.74	364	19.8
365	19.83	366	19.84	367	19.86	368	19.85	369	19.93
370	19.95	371	19.94	372	19.96	373	19.96	374	20.03
375	20.03	376	20.07	377	20.11	378	20.12	379	20.14
380	20.17	381	20.18	382	20.21	383	20.25	384	20.26
385	20.3	386	20.35	387	20.4	388	20.48	389	20.56
390	20.56	391	20.63	392	20.71	393	20.75	394	20.83
395	20.85	396	21.01	397	21.36	398	21.46	399	21.41
400	21.42	401	21.42	402	21.42	403	21.4	404	21.47
405	21.89	406	22.44	407	22.7	408	22.67	409	22.64
410	22.75	411	22.88	412	23	413	23.04	414	23.09
415	23.14	416	23.16	417	23.18	418	23.24	419	23.31
420	23.41								

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	169	.035	218	.055

Bank Sta: Left	Right	Lengths: Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
169	218	0	0	.1	.3

Left Levee Station= 164 Elevation= 17.46

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	17.21	Element	Left OB	Channel	Right OB	
Vel Head (m)	0.41	Wt. n-Val.		0.035	0.055	
W.S. Elev (m)	16.80	Reach Len. (m)				
Crit W.S. (m)	16.56	Flow Area (m2)		108.03	91.74	
E.G. Slope (m/m)	0.004501	Area (m2)		108.03	91.74	
Q Total (m3/s)	465.00	Flow (m3/s)		344.11	120.89	
Top Width (m)	130.09	Top Width (m)		48.50	81.58	
Vel Total (m/s)	2.33	Avg. Vel. (m/s)		3.19	1.32	
Max Chl Dpth (m)	4.16	Hydr. Depth (m)		2.23	1.12	
Conv. Total (m3/s)	6931.0	Conv. (m3/s)		5129.1	1801.9	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		50.43	81.89	
Min Ch El (m)	12.64	Shear (N/m2)		94.56	49.45	
Alpha	1.47	Stream Power (N/m s)	20108.71	7851.98	0.00	
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)				
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)				

Documento di proprietà **Snam S.p.A.**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.