

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 1 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

**RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI"
 TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26"), DP 75 bar
 ED OPERE CONNESSE**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

**APPROFONDIMENTI TEMATICI RELATIVI ALLA RICHIESTA MATTM
 PROT. DVA N. 025243 DEL 09.11.2018**

**Approfondimenti tematici
 Nota CTVIA del 19/10/2018**

**ANNESSO A6
Attraversamento in subalveo del
FIUME MARECCHIA**

**STUDIO IDROLOGICO - IDRAULICO E
 RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA**



0	Emissione	M.VITELLI	M.FORNAROLI	V. FORLIVESI G. GIOVANNINI	15/05/2019
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 2 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

INDICE

1	GENERALITA'	4
	1.1 Premessa	4
	1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato	4
	1.3 Disegno di Attraversamento	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
3	CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME	8
	3.1 Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua	8
	3.2 Descrizione dell'area d'intervento	10
4	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	12
	4.1 Generalità	12
	4.2 Considerazioni specifiche preliminari	12
	4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino	12
	4.4 Studi PAI - Metodologia e risultati di interesse	14
	4.5 Valutazione idrologiche specifiche	15
	4.6 Portata di progetto	17
5	STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE	18
	5.1 Premessa e metodologia di calcolo	18
	5.2 Assetto geometrico e modellazione idraulica	18
	5.3 Risultati della simulazione idraulica	21
	5.4 Analisi dei risultati conseguiti	25
6	VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO	26
	6.1 Generalità	26
	6.2 Criteri di calcolo	27
	6.3 Stima dei massimi approfondimenti attesi	29
	6.4 Considerazione sui risultati conseguiti	30

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 3 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

7	METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	31
7.1	Premessa	31
7.2	Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto	31
7.3	Geometria della condotta ed interventi di ripristino	33
8	VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA	34
8.1	Premessa	34
8.2	Interferenze nell'ambito specifico di riferimento	35
8.3	Analisi dei criteri di compatibilità idraulica	36
9	CONCLUSIONI	39
	Appendice 1: Studio Idraulico - Metodologia di calcolo	40
	Appendice 2: Studio Idraulico- Report Programma HEC RAS	45
	ANNESSO:	
	• Disegno DIS-AT-011 Attraversamento: Fiume Marecchia	

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 4 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

1 GENERALITA'

1.1 Premessa

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

In particolare il tracciato di progetto del metanodotto, nell'ambito del territorio comunale di Rimini, interseca il fiume MARECCHIA, la cui pertinenza fluviale è regolamentata dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dall'ex Autorità di Bacino Interregionale Marecchia -Conca.

Il fiume in esame rappresenta un corso d'acqua di principale importanza per il quale l'ex Autorità di Bacino Marecchia - Conca, nell'ambito del P.A.I., ha individuato l'alveo del corso d'acqua e le relative fasce fluviali nei tratti idraulicamente più significativi.

Nello specifico, in corrispondenza del sopracitato attraversamento fluviale, il tracciato del metanodotto in progetto interferisce con l'alveo del corso d'acqua e con delle fasce territoriali censite di pertinenza del corso d'acqua stesso, ai sensi PAI vigente.

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 del corso d'acqua, in conformità di quanto disposto dalle Norme di Piano del PAI.

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

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

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

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 5 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

- 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 Piano per la regolamentazione degli interventi in ambiti censiti di pericolosità idraulica ai sensi del PAI.

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:

- DIS. AT-011
Attraversamento FIUME MARECCHIA

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



PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 6 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'attraversamento da parte del metanodotto in progetto "Ravenna - Chieti" DN650 ricade nel territorio di Rimini, nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua, a circa 9 km dalla foce in mare. Più esattamente l'ambito d'interferenza ricade a circa 2 km a monte del ponte dell'Autostrada A14 e circa 300m a monte dell'attraversamento del metanodotto "Ravenna - Chieti" in fase di dismissione.

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

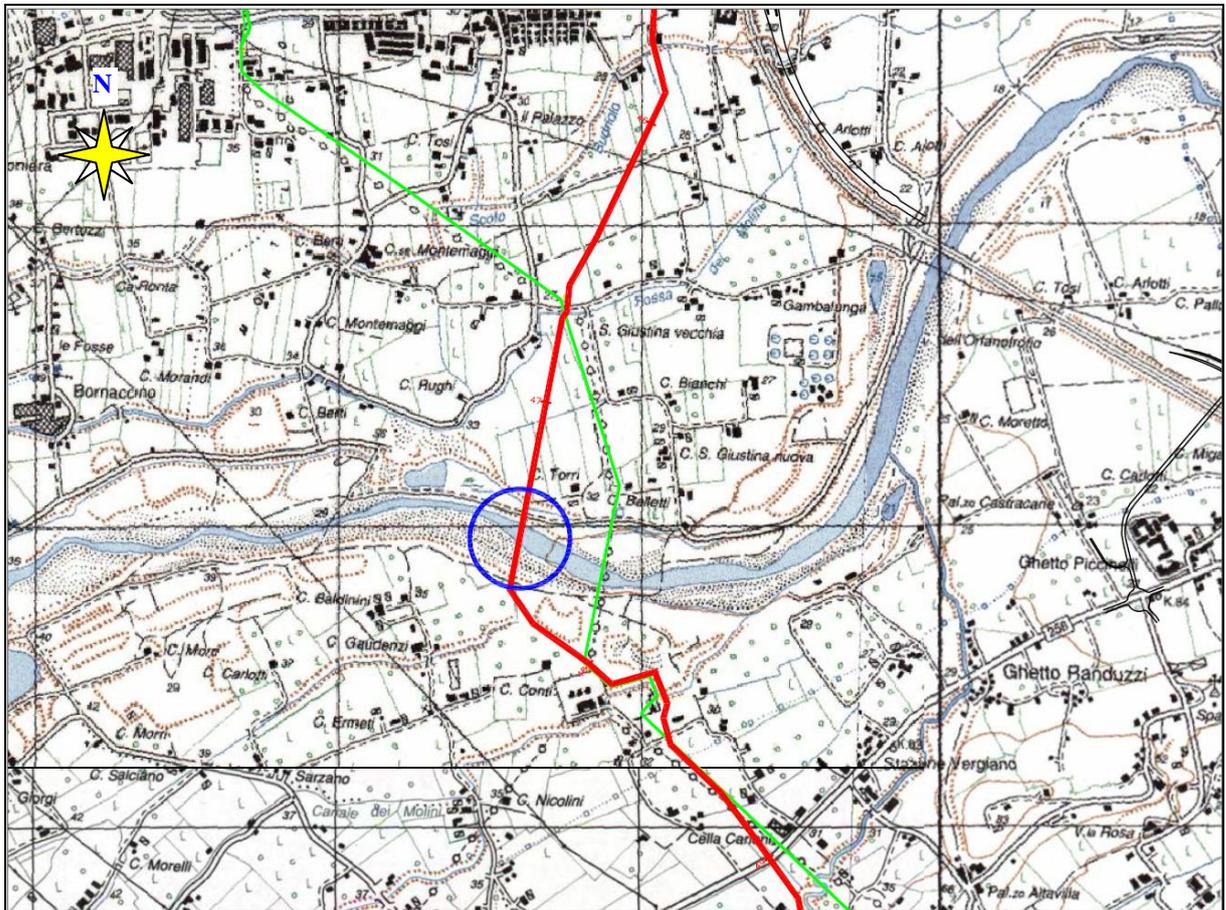


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 7 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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	298532 m E	4880780 m N

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico di maggior dettaglio (CTR in scala 1:10.000), dal quale si può individuare il tracciato del metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in colore rosso), il metanodotto in fase di dismissione (indicato tramite una linea in colore verde) e l'area di attraversamento del corso d'acqua in esame (evidenziata mediante un cerchio in colore blu).

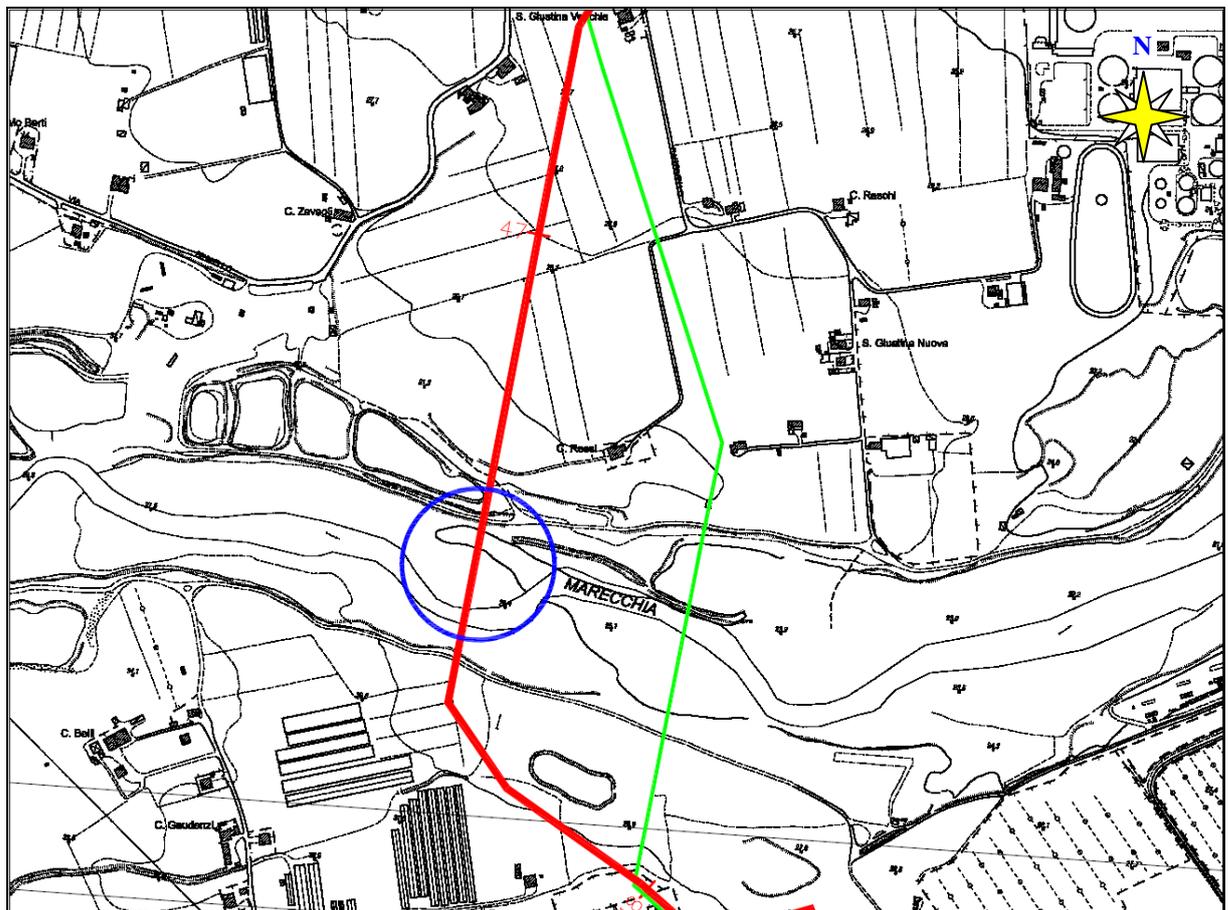


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

Dall'analisi della figura precedente si rileva che l'attraversamento in progetto del corso d'acqua ricade poco a monte (a circa 300m di distanza) di quello relativo al metanodotto esistente (in fase dismissione).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 8 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

3 CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME

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

Il F. Marecchia è un corso d'acqua caratterizzato da un bacino della superficie di circa di 610 km², che nasce dal massiccio dall'Alpe della Luna nei pressi di Pratieghi (comune di Badia Tedalda) in territorio toscano e sfocia nel Mar Adriatico, dopo circa 71 km di percorso, in prossimità della città di Rimini.

Il bacino idrografico del F. Marecchia ha la forma di un rettangolo molto allungato, orientato in direzione SO-NE ed è delimitato in sinistra idrografica dai bacini del T. Uso, F. Savio e F. Tevere, in destra idrografica da quelli del F. Metauro, F. Foglia, T. Conca e T. Marano.

Procedendo verso valle confluiscono nell'asta principale numerosi torrenti, i maggiori dei quali sono il Presale, il Torbello, il Senatello, il Mazzocco ed il S. Marino. Nel tratto finale di pianura il F. Marecchia riceve le acque del T. Ausa, il cui corso naturale è artificialmente deviato poco prima dell'autostrada A-14.

L'immissione nel Mar Adriatico avviene in corrispondenza della città di Rimini; per ovviare all'insufficiente officiosità dell'alveo storico nell'attraversamento del centro cittadino, è stato realizzato in sinistra idraulica, con partenza a valle del nuovo tracciato della S.S. n° 16, un canale artificiale (Deviatore Marecchia) con sbocco a mare. Il Deviatore Marecchia è diventato il percorso principale, mentre l'alveo storico-porto canale contribuisce al deflusso dei soli eventi di piena più gravosi.

L'instabilità storica dell'assetto planimetrico e la tendenza alla divagazione dell'alveo, che per gran parte del percorso assume un andamento pluricursale, sono testimoniate dalla notevole estensione trasversale delle aree demaniali del F. Marecchia.

Il fiume presenta un regime spiccatamente torrentizio con portate massime mensili nei periodi tardo-autunnali, invernali ed inizio-primaverili. La modesta entità delle portate di magra è legata alla prevalenza dei deflussi superficiali o ipodermici rispetto a quelli profondi, per effetto della natura a matrice prevalentemente argillosa e, pertanto, scarsamente permeabile di una grossa parte dei suoli compresi nell'area montana e collinare. Ne consegue che nell'anno medio i deflussi naturali estivi disponibili per i diversi usi sono molto modesti, risultando di entità appena apprezzabile ai fini di un loro sfruttamento.

In tal senso nella tabella seguente si riportano le portate medie mensili, espresse in mc/s, calcolate in corrispondenza della sezione terminale del corso d'acqua (*Fonte: Piano Tutela delle Acque - Regione Marche*).

Corso d'acqua	Gen (mc/s)	Feb (mc/s)	Mar (mc/s)	Apr (mc/s)	Mag (mc/s)	Giu (mc/s)	Lug (mc/s)	Ago (mc/s)	Set (mc/s)	Ott (mc/s)	Nov (mc/s)	Dic (mc/s)
Marecchia	12,74	14,87	13,98	10,93	6,45	3,51	1,37	1,18	1,81	3,72	9,79	12,02

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 9 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

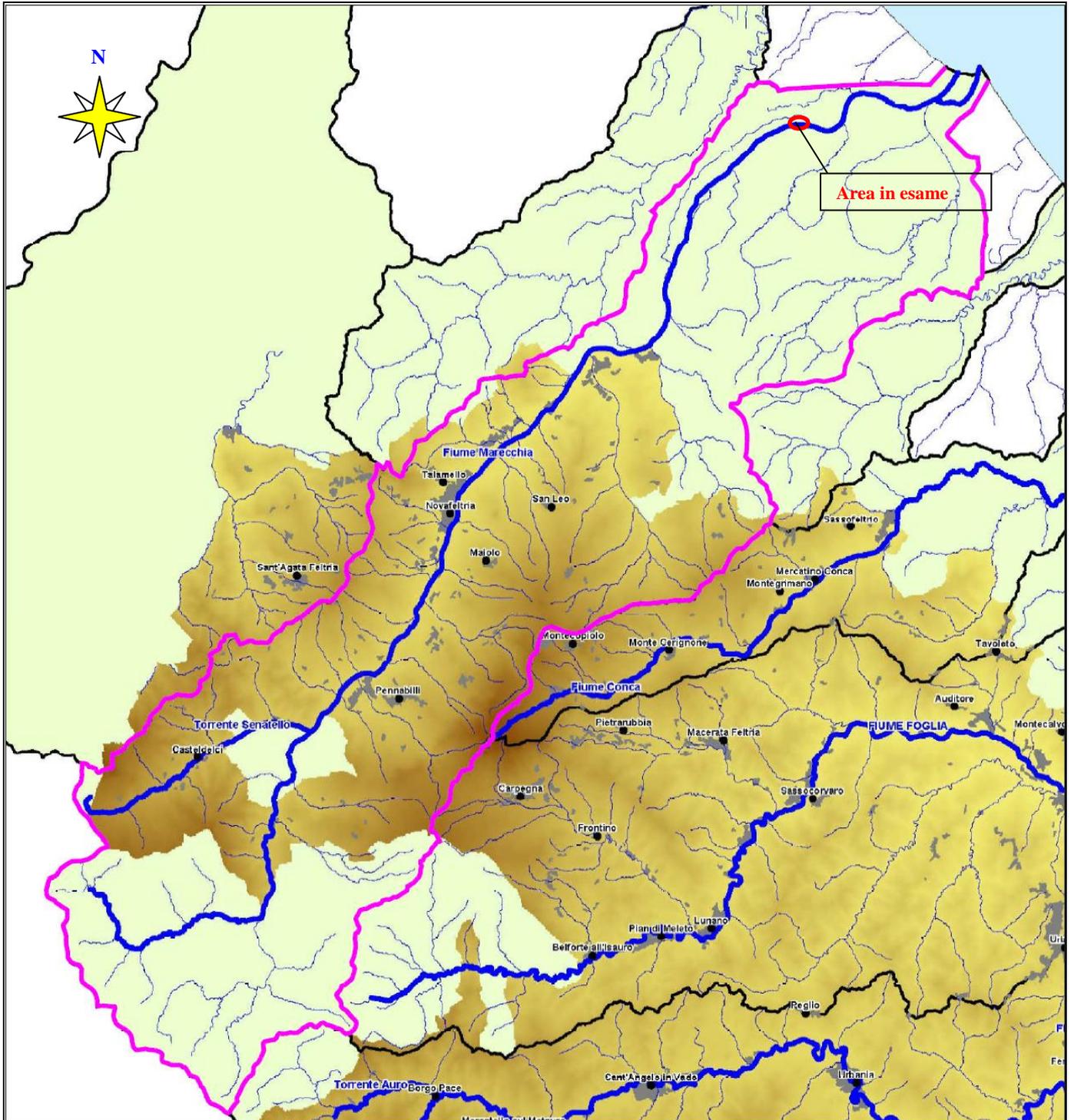


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua ed indicazione dell'ambito di studio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 10 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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 basso dello sviluppo del corso d'acqua, a circa 9 km dalla foce in mare.

Nell'intorno dell'attraversamento il corso d'acqua è caratterizzato da un andamento planimetrico sinuoso e si presenta con una notevole estensione trasversale (di circa 150m) e con un andamento pluricursale. Si rileva una spiccata tendenza alla divagazione planimetrica, che peraltro coinvolge gran parte del percorso del corso d'acqua. I sedimenti presenti in alveo sono rappresentati da ciottolame di rilevante pezzatura e qualche blocco lapideo. L'ambito fluviale in destra idrografica risulta interessata da una folta vegetazione arbustiva di tipo ripariale. Il fiume presenta un regime spiccatamente torrentizio con portate massime mensili nei periodi tardo-autunnali, invernali ed inizio-primaverili.

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

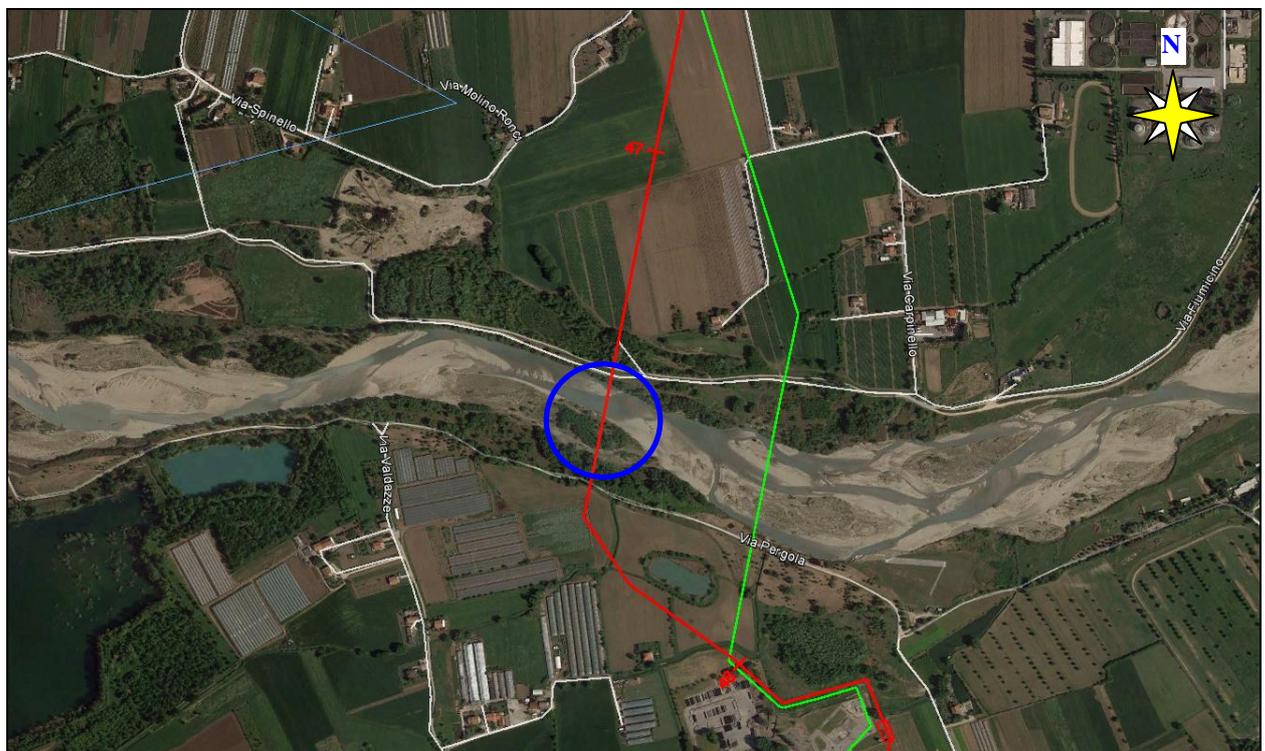


Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento (estratta da google earth)

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 11 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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

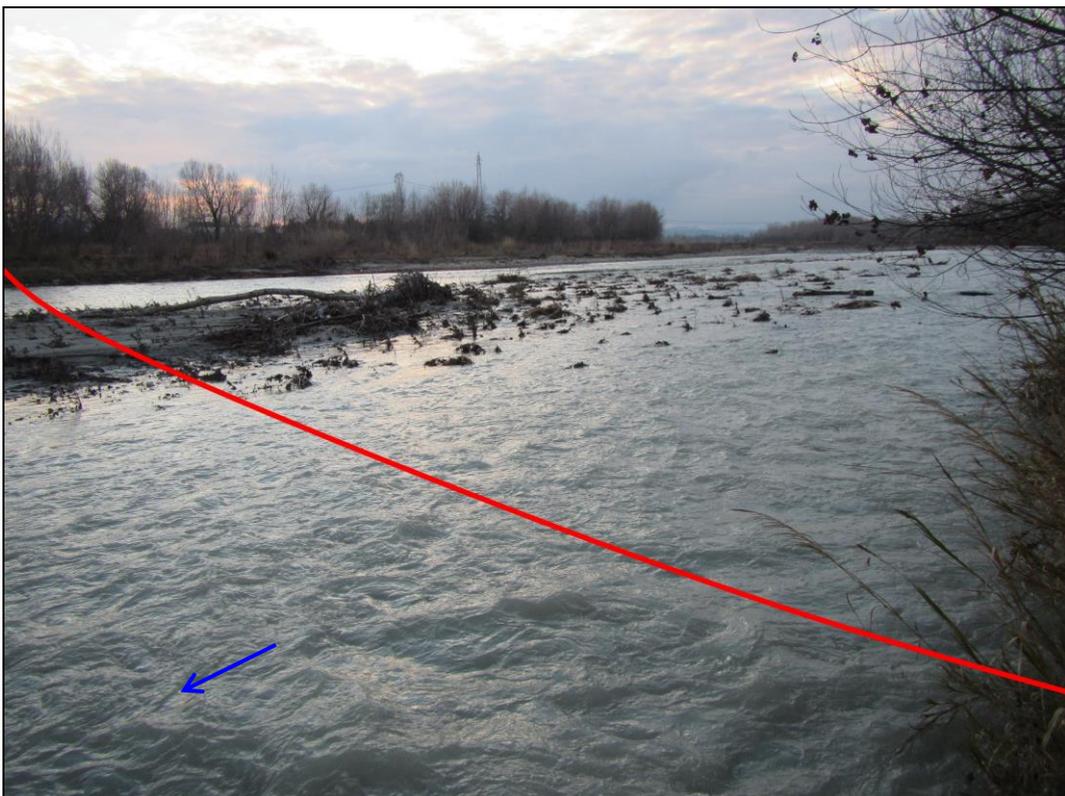


Fig.3.2/B: Foto ambito di attraversamento del corso d'acqua

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 12 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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.

I risultati di tale studio costituiscono la base per le verifiche idrauliche, in relazione alle quali verranno analizzate le condizioni di deflusso del corso d'acqua ed individuati i valori di copertura della linea in progetto, per la sua posa in sicurezza.

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 nella pertinenza "dell'Autorità Interregionale di Bacino Marecchia - Conca" per il quale l'Autorità di Bacino, nell'ambito del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), ha proceduto ad effettuare specifiche valutazioni idrologiche ed idrauliche con lo scopo di individuare e perimetrare 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 breve descrizione delle metodologie di elaborazione utilizzate e la selezione dei risultati di interesse.

4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

L'attraversamento da parte del metanodotto in progetto ricade nel territorio di Rimini, nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua, a circa 9 km dalla foce in mare. Più esattamente l'ambito d'interferenza ricade a circa 2 km a monte del ponte dell'Autostrada A14.

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico, ricavato dalle tavolette IGM, con la delimitazione del bacino sotteso dalla sezione di studio (sezione di attraversamento) e con indicazione del reticolo idrografico principale. Nella stessa figura il tracciato del metanodotto in progetto è indicato mediante una linea in colore rosso.

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 13 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

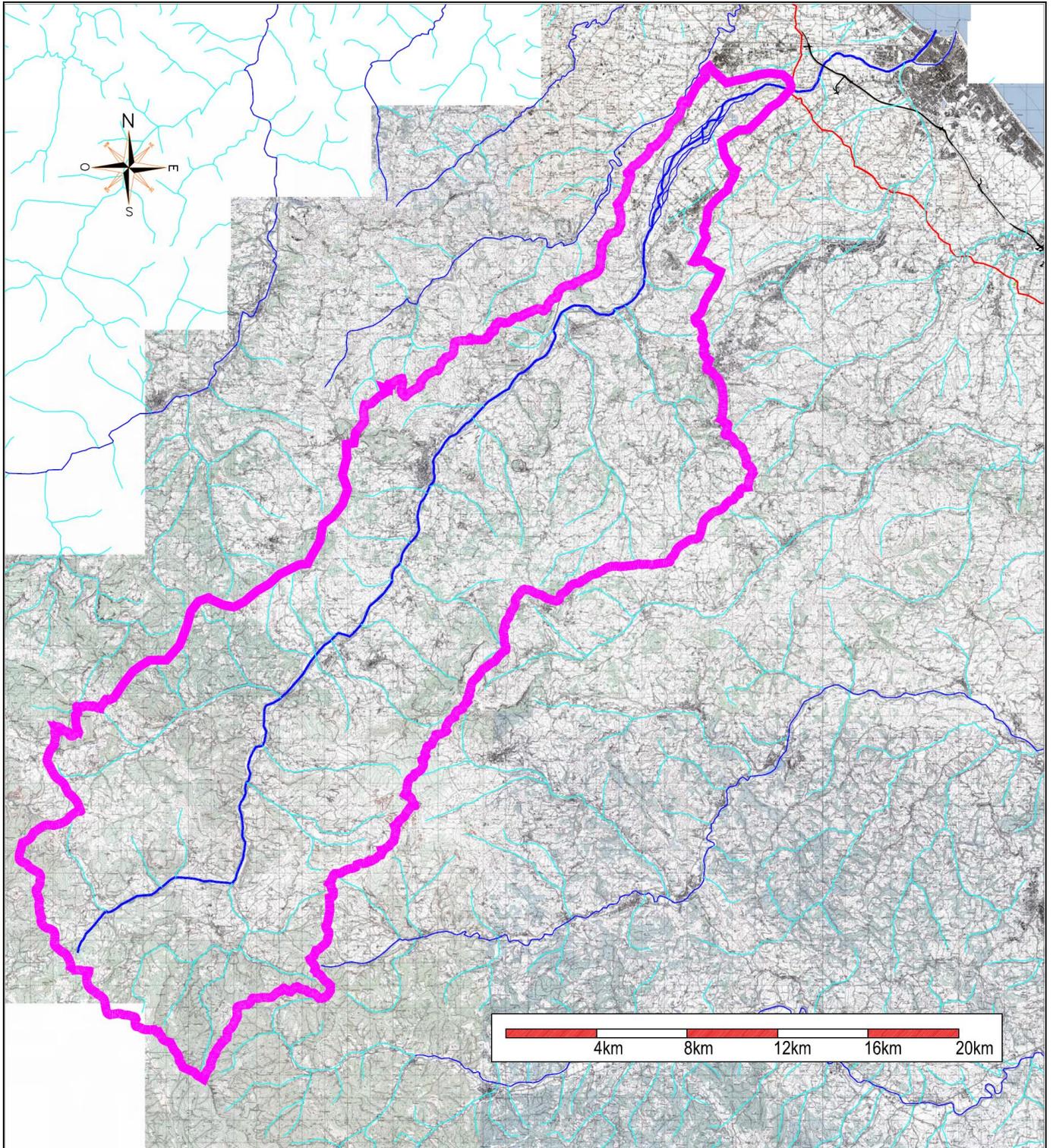


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 14 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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

Tab.4.3/A: Parametri morfometrici

Corso d'acqua / Sezione Studio	Superficie Bacino (kmq)	Lungh. asta principale (km)	Altitudine max Bacino (m)	Altitudine media Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
F. Marecchia Sez. di studio	499	62	1384	590	25

4.4 Studi PAI - Metodologia e risultati di interesse

Nell'ambito degli studi idrologici redatti dall'Autorità di Bacino per la stesura del PAI, le valutazioni delle portate massime al colmo nelle sezioni ritenute rappresentative sono state eseguite secondo il metodo della regionalizzazione "VA.PI" modificata.

Questo metodo è stato sviluppato apportando alcune modifiche alla regionalizzazione VA.PI., per tener conto delle possibili disomogeneità idrologiche fra i bacini emiliano-romagnoli nei confronti di quelli abruzzesi e del sud delle Marche. Ciò ha consentito la possibilità di reperire leggi "regionali" caratterizzati da un ambito di validità più locale, escludendo dall'insieme delle osservazioni disponibili quelle riferite ai bacini più meridionali.

L'illustrazione della metodologia di calcolo e degli algoritmi utilizzati sono evidenziati nel capitolo 2.7 della Relazione del PAI.

In particolare, nell'ambito del territorio dell'Autorità di Bacino di Marecchia - Conca, sono stati individuati n.7 bacini principali e i cui risultati delle elaborazioni idrologiche in alcune sezioni ritenute rappresentative sono sintetizzati nella Tabella 2.7.1 - Relazione PAI, qui di seguito riportata.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 15 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

Tab.4.4/A: Tab.2.7.1 Relazione PAI- Sezioni di interesse nei sette bacini principali portate massime al colmo (regionalizzazione "VA.PI." modificata)

Bacino	Corpo idrico	Codice sotto_bacino	Toponimo identificativo della sezione di chiusura	Area imbriferà (km ²)	Portate al colmo (m ³ /s) per tempi di ritorno di anni:							
					5	10	20 =Q _r	50	100	200	500	1000
Uso	T. Uso	B26.01	P.te Uso di Sogliano	40.5	52	69	86	108	125	142	165	182
	T. Uso	B26.02	Poggio Berni (inizio rilievi asta fluviale)	92.5	77	102	127	160	184	209	242	267
	T. Uso	B26.03	S. Vito di Rimini	107.0	87	115	143	180	209	237	274	302
	T. Uso	B26.04	Confluenza nell'Uso	130.4	103	136	169	213	246	279	322	356
	T. Uso	B26.05	Foce	140.7	109	144	179	226	261	296	342	378
Marecchia – Ausa	F. Marecchia	B27.01	Monte confluenza del T. Il Presale	45.9	49	65	81	102	118	134	155	171
	F. Marecchia	B27.02	Valle confluenza del T. Il Presale	96.9	105	139	173	217	251	285	330	364
	F. Marecchia	B27.03	Monte confluenza Senatello	153.6	163	216	268	337	390	443	512	565
	F. Marecchia	B27.04	Valle confluenza del T. Senatello (inizio rilievi asta fluviale)	202.7	214	283	352	444	513	582	673	743
	F. Marecchia	B27.05	Maciano di Pennabilli	265.5	274	362	451	567	656	744	861	949
	F. Marecchia	B27.06	Secchiano di Novafeltria	342.5	342	452	562	707	817	928	1073	1184
	F. Marecchia	B27.07	Pietracuta di San Leo	365.1	358	474	589	742	857	972	1125	1241
	F. Marecchia	B27.08	Valle confluenza del T. Mazzocco	412.0	396	524	652	821	948	1076	1245	1373
	F. Marecchia	B27.09	P.te Verucchio	465.7	434	574	713	898	1038	1178	1363	1503
	F. Marecchia	B27.10	Santarcangelo di Romagna	494.5	449	594	739	930	1075	1220	1412	1557
Ausa	T. Ausa	B27.11	Confine di stato Repubblica di S. Marino	24.8	38	51	63	79	92	104	120	133
	T. Ausa	B27.12	Confluenza in Marecchia	72.0	53	71	88	111	128	145	168	185
	F. Marecchia	B27.13	Foce	609.9	502	664	826	1040	1202	1364	1578	1741
Marano	T. Marano	B28.01	Confine di stato Repubblica di S. Marino (inizio rilievi asta fluviale)	28.2	46	61	76	96	111	126	146	161
	T. Marano	B28.02	Ospedaletto di Coriano	40.0	64	84	105	132	153	173	201	221
	T. Marano	B28.03	C.se del Molino di Riccione	54.2	80	106	131	165	191	217	251	277
	T. Marano	B28.04	Foce	60.4	84	111	138	174	201	228	263	291
Melo	R. Melo	B29.01	C.se del Molino di Riccione (inizio rilievi asta fluviale)	19.6	40	53	66	83	96	109	126	139
	R. Melo	B29.02	Valle confluenza R. Bessanigo	34.7	65	85	106	134	154	175	203	224
	R. Melo	B29.03	Foce	47.0	75	99	123	154	178	202	234	258
Conca	T. Conca	B30.01	Confine com. M. Colombo e Montegrimano (inizio rilievi asta fluviale)	40.2	63	83	103	130	150	170	197	217
	T. Conca	B30.02	Taverna di Monte Colombo	81.9	79	104	129	163	188	213	247	272
	T. Conca	B30.03	Valle confluenza del T. Ventena di Gemmano	125.5	114	151	188	236	273	310	358	395
	T. Conca	B30.04	Morciano di Romagna	141.6	126	166	207	261	301	342	395	436
	T. Conca	B30.05	Foce	162.4	140	185	230	289	334	379	439	484
Ventena	T. Ventena	B31.01	C.se Torri di Morciano di Romagna	29.2	31	41	51	64	75	85	98	108
	T. Ventena	B31.02	S. Giovanni in Marignano (inizio rilievi asta fluviale)	36.7	36	48	60	75	87	98	114	125
	T. Ventena	B31.03	Foce	42.3	39	52	65	82	94	107	124	137
Tavollo	T. Tavollo	B32.01	Tavullia	28.1	30	40	50	63	72	82	95	105
	T. Tavollo	B32.02	P.te presso S. Giovanni in Marignano (inizio rilievi asta fluviale)	48.7	43	57	71	89	103	117	136	149
	T. Tavollo	B32.03	Valle confluenza F.ssa Taviolo	68.5	51	68	84	106	123	139	161	178
	T. Tavollo	B32.04	Foce	79.3	59	78	96	121	140	159	184	203
F. Foglia	B40.01	Poco a monte di Belforte	65.7	67	89	111	139	161	183	212	233	

Nella tabella precedente i risultati relativi al corso d'acqua in esame sono evidenziati mediante una campitura delimitata in colore rosso.

4.5 Valutazione idrologiche specifiche

La sezione di studio in esame (sezione di attraversamento) è localizzata immediatamente a valle (a circa 2 km di distanza) della Sezione B27.10 "Marecchia - Santarcangelo di Romagna", di cui alla tabella riportate nella Tab.4.4/A (caratterizzata da un bacino sotteso di 494.5 km²).

Ad ogni buon conto per la valutazione delle portate al colmo di piena nella nostra sezione di studio ci si avvale del metodo della "similitudine idrologica", che consente la valutazione delle stesse in funzione della superficie del bacino.

In tal senso qui di seguito è riportato un grafico in Excel per la valutazione delle curve di interpolazione delle portate al colmo di piena in funzione della superficie del bacino,

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 16 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

partendo dai valori relativi sezioni idrologiche analizzate nell'ambito dello studio del PAI e prossime a quella oggetto di studio.
 Dette curve sono riportate in forma parametrica, ossia in considerazione dei tempi di ritorno riferiti a 100, 200 e 500 anni.

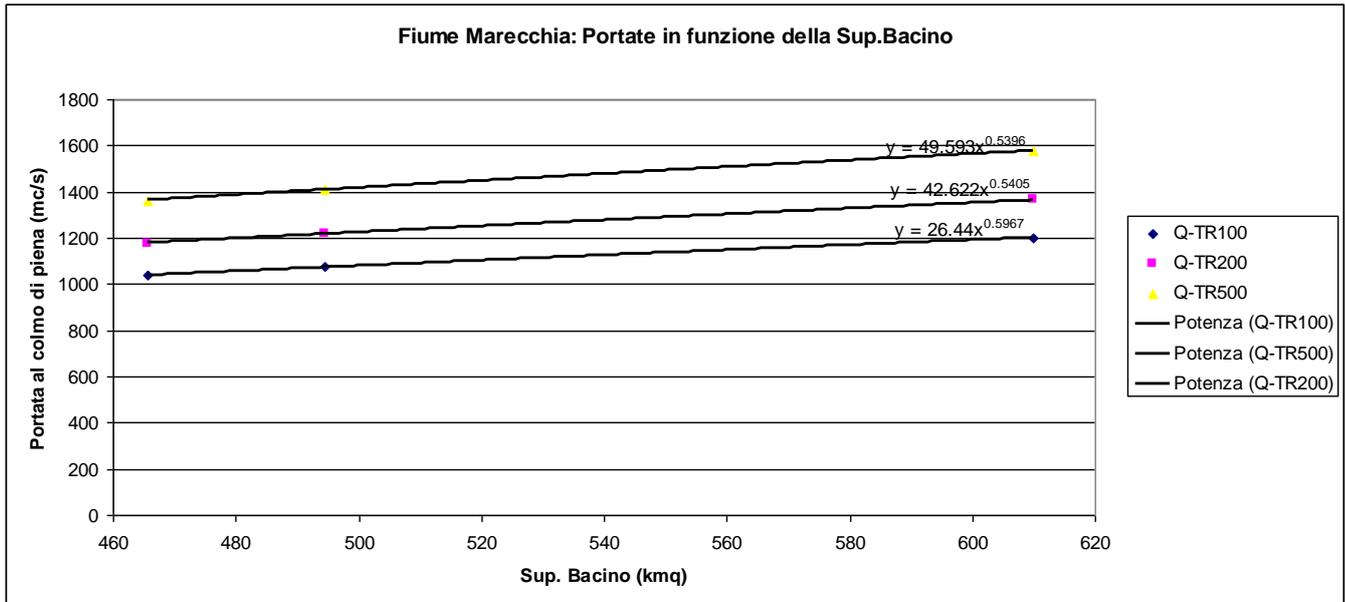


Fig.4.5/A: Curve di interpolazione tra Sup. Bacino e portata al colmo di piena

Pertanto, in considerazione delle curve di interpolazione individuate (i cui algoritmi sono riportati nella figura precedente), sono state valutate le portate nella sezione di studio nel presente elaborato. I risultati sono riepilogati nella tabella seguente:

Tab.4.5/A: Sez. Studio - Portate al colmo di piena

Corso d'acqua / Sezione Studio	Superficie Bacino (kmq)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=100anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=200anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=500anni)
Fiume Marecchia / Sez. di studio	499	1077	1224	1417

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 17 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

4.6 Portata di progetto

Si adotta come portata di progetto quella associata ad un tempo di ritorno (TR) pari a 200 anni.

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

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

		Sup. Bacino	Q _{progetto}	q _{max}
Sezione Idrologica		(kmq)	(mc/s)	(mc/s×kmq)
F. Marecchia	Sez. di studio	499	1224	2.45

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 18 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

5 STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE

5.1 Premessa e metodologia di calcolo

Lo studio idraulico è finalizzato alla valutazione dei parametri idraulici che caratterizzano il deflusso (velocità media della corrente, battente d'acqua, numero di Froude, carico totale e cinetico, ecc.) di una generica portata in uno o più ambiti di studio del corso d'acqua.

Nello specifico le elaborazioni sono state effettuate in riferimento all'evento di piena corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 200 anni (al quale si associa la probabilità di non superamento del 99.5%), considerando un tronco d'alveo idraulicamente significativo a cavallo della sezione d'attraversamento da parte del metanodotto. A tal proposito si evidenzia che le finalità ultime dell'elaborazione sono quelle di individuare le condizioni generali di deflusso nell'ambito in esame con lo scopo di valutare i fenomeni erosivi di fondo alveo in corrispondenza dell'area di attraversamento della condotta.

Le elaborazioni sono state condotte considerando il moto in regime permanente ed utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center – River Analysis System*, prodotto da U.S. Army Corp of Engineer, versione 4.1.0).

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

Nei paragrafi seguenti vengono invece descritti i parametri di calcolo utilizzati, vengono riportate le tavole e tabelle rappresentative dell'elaborazione, nonché vengono illustrati i risultati delle elaborazioni.

5.2 Assetto geometrico e modellazione idraulica

5.2.1 Assetto geometrico di 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 1050m.

La definizione topografica della configurazione d'alveo per il tronco idraulico di studio è stata eseguita avvalendosi di specifici rilievi topografici eseguiti nell'autunno del 2018.

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 tali da modificarne le condizioni di deflusso della corrente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 19 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

Entrando nello specifico, nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico ricavato dai CTR regionali, nel quale l'asta del corso d'acqua è indicata in colore blu, le sezioni trasversali utilizzate per il calcolo idraulico sono indicate in magenta, mentre il tracciato del metanodotto in progetto è indicato in rosso. La sezione 1 (RS50) coincide con la sezione di monte del tronco idraulico; la sezione 3 (RS30) risulta quella prossima all'ambito di attraversamento del corso d'acqua; la sezione 10 (RS10) rappresenta quella di valle.

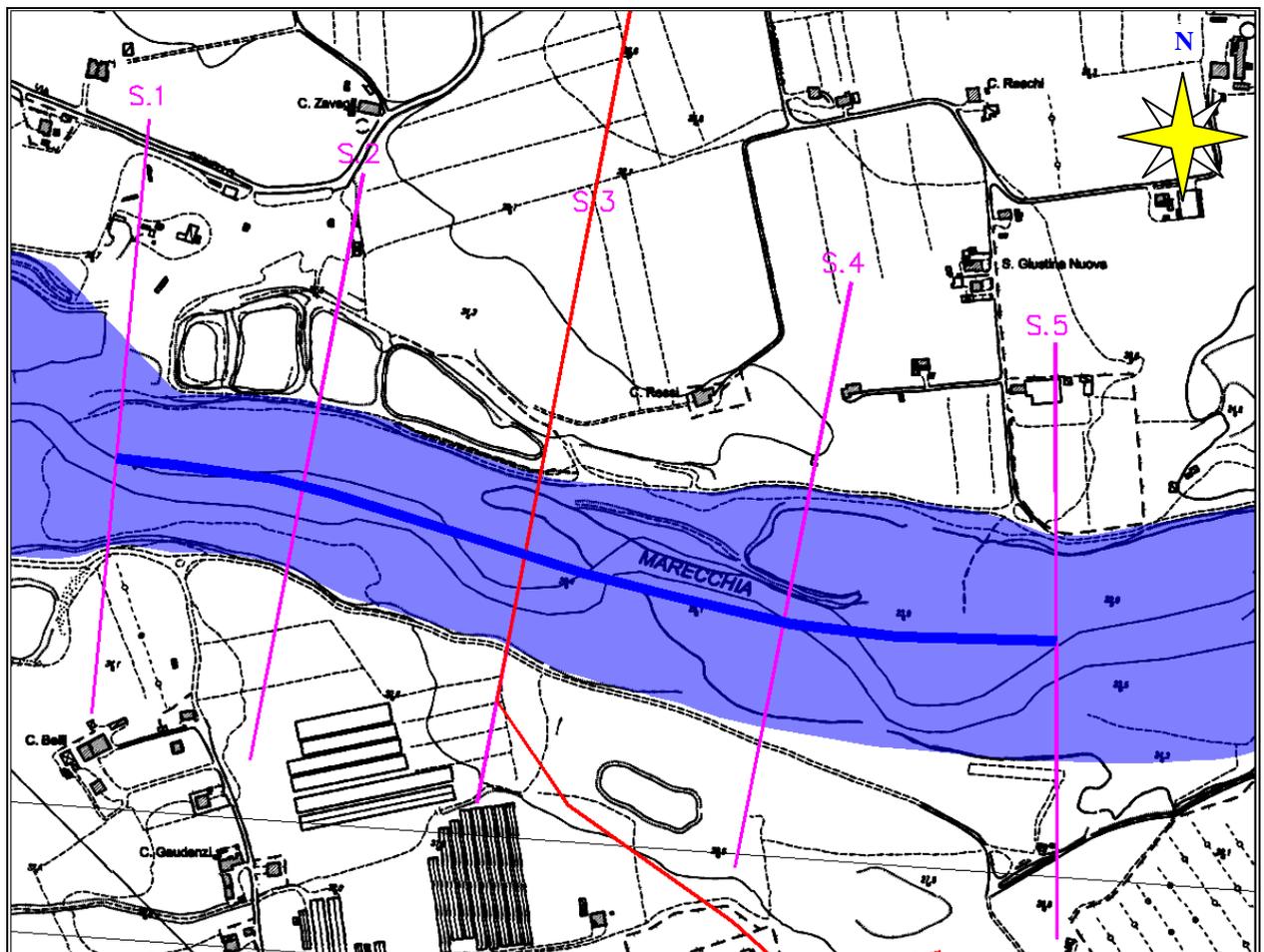


Fig.5.2/A: Stralcio CTR regionale, con tronco d'alveo analizzato e sezioni iniziali di input

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 20 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

Tab.5.2/A

SEZIONE IDRAULICA (River Station)	SEZIONE DEL RILIEVO	PROGRESSIVA (m)	DISTANZA dalla Sez. succ. (m)	DESCRIZIONE
RS50	Sez.1	0.00	204.55	Sezione di monte
RS40	Sez.2	204.55	251.60	
RS30	Sez.3	456.15	289.20	Sez. Attraversamento
RS20	Sez.4	745.35	296.43	
RS10	Sez.5	1041.78	0.00	Sezione di valle

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

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

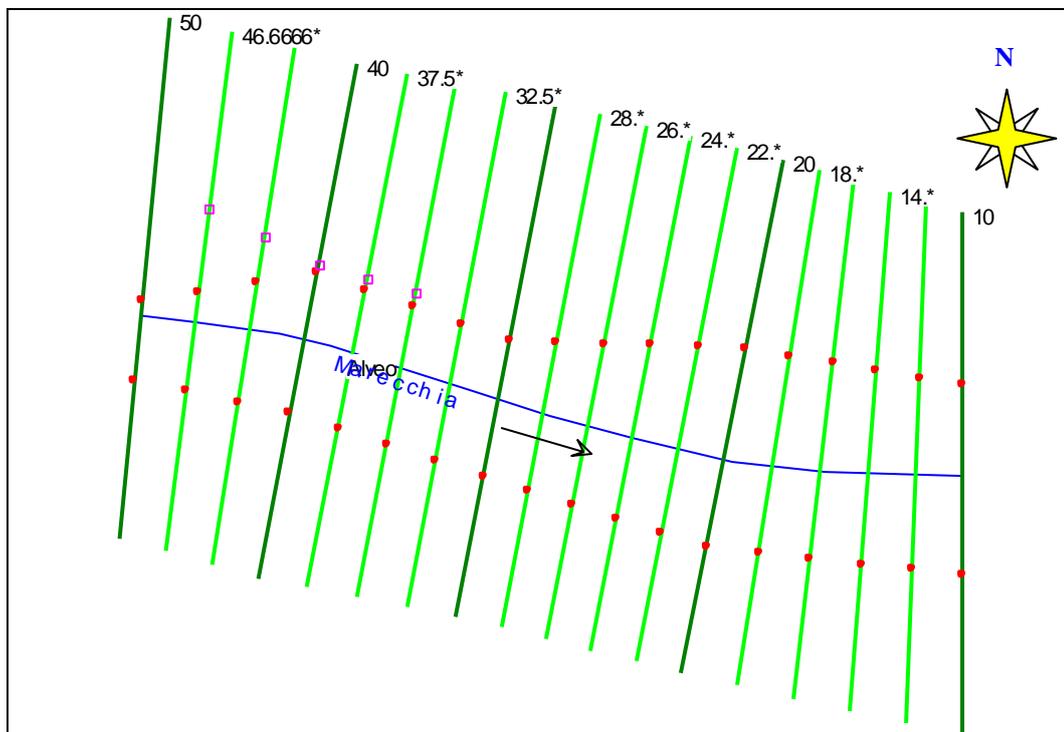


Fig.5.2/B: Modellazione geometrica in Hec Ras (RS50 a monte e RS10 a valle)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 21 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

5.2.2 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:

- $Q_{200}=1224$ mc/s

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

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

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

- 0,035 per l'alveo medio principale (Chan);
- 0,050 per le aree di deflusso oltre i limiti d'alveo (LOB, ROB).

5.3 Risultati della simulazione idraulica

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

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 22 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

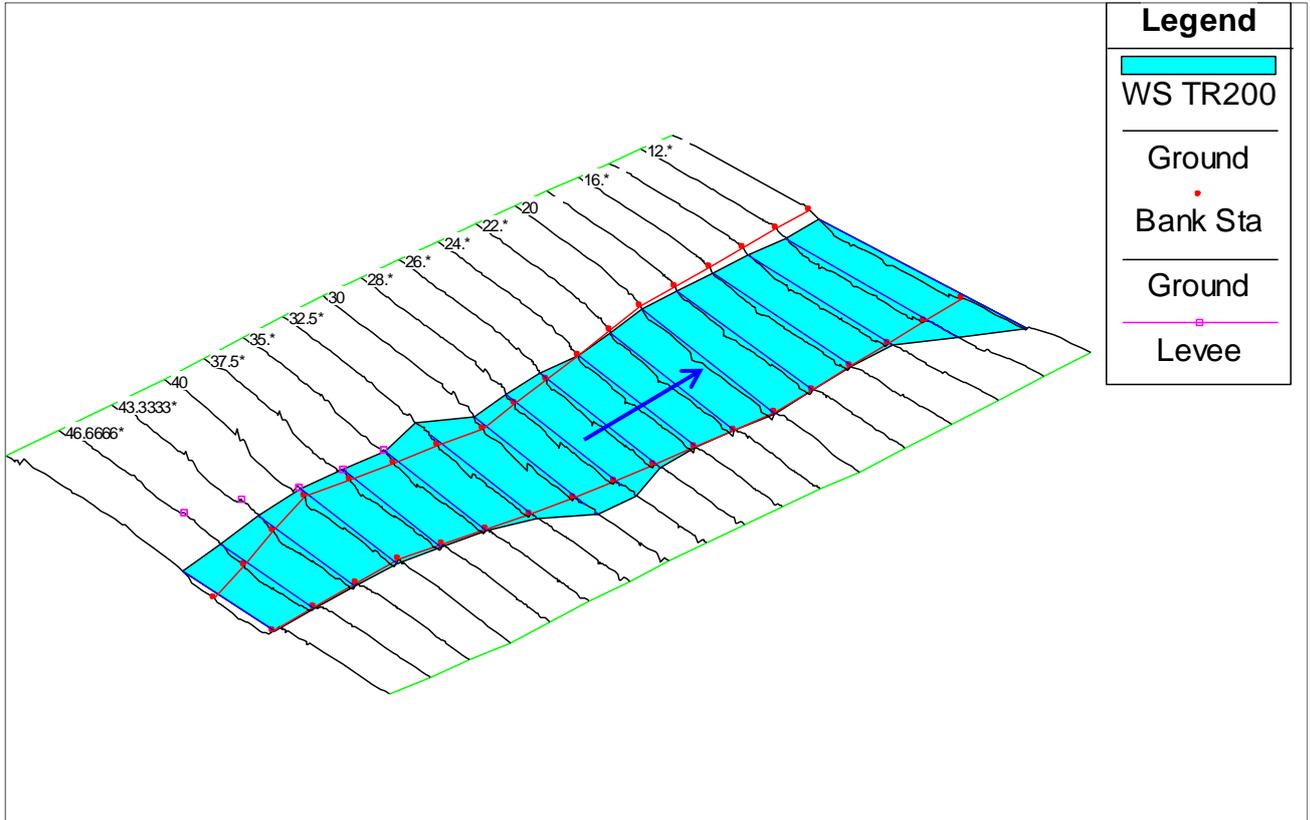


Fig.5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS50: monte /RS10: valle)

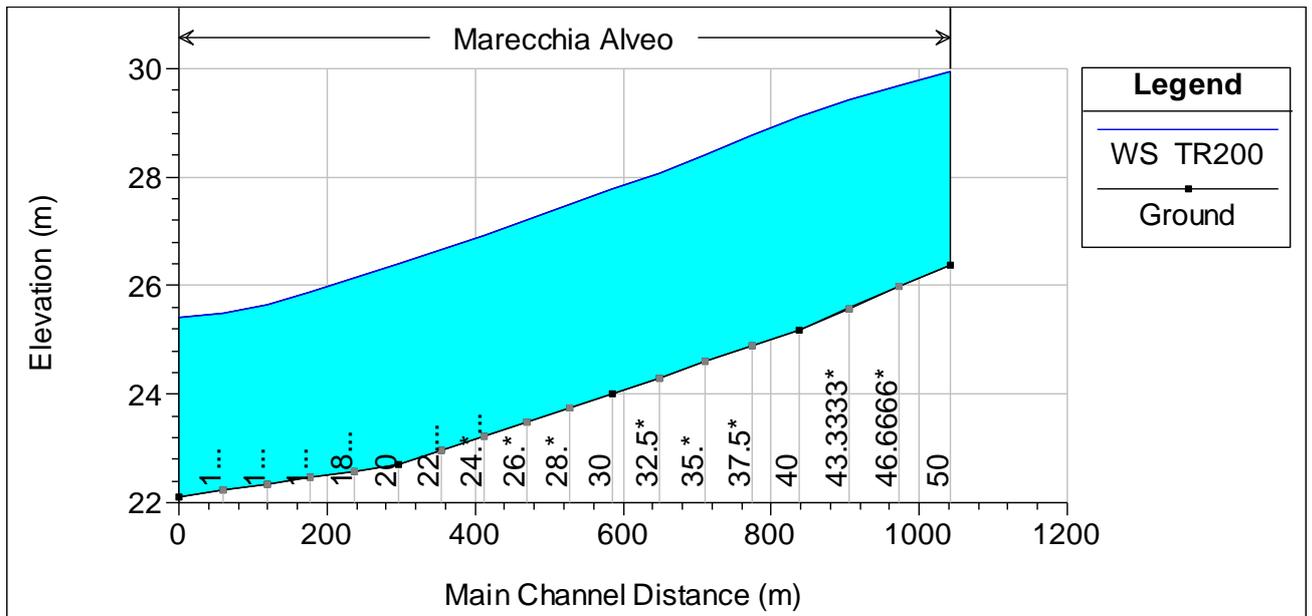


Fig.5.3/B: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 23 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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 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	1224	26.39	29.96	29.6	30.71	0.005298	4.04	345.96	155.4	2.73	140.67	0.78
46.6666*	1224	25.99	29.7	29.25	30.34	0.004665	3.65	364.24	163.73	2.57	116.82	0.73
43.3333*	1224	25.58	29.43	28.96	30.01	0.004492	3.4	375.69	174.94	2.38	104.29	0.7
40	1224	25.18	29.11	28.72	29.68	0.005091	3.34	370.57	181.94	2.12	104.68	0.73
37.5*	1224	24.89	28.77	28.41	29.35	0.005307	3.39	366.94	186.29	2.08	107.96	0.75
35.*	1224	24.59	28.42	28.1	29.01	0.005501	3.41	365.73	188.98	2.06	110.23	0.76
32.5*	1224	24.3	28.08		28.66	0.005523	3.4	368.19	194.58	2.05	109.97	0.76
30	1224	24.01	27.78		28.32	0.004922	3.28	391.88	216.63	2.12	100.9	0.72
28.*	1224	23.75	27.5		28.03	0.005114	3.22	389.31	217.37	2.01	99.42	0.73
26.*	1224	23.49	27.22		27.72	0.005231	3.15	390.74	223.3	1.9	96.72	0.73
24.*	1224	23.22	26.93		27.41	0.005205	3.06	400.6	221.68	1.82	92.17	0.72
22.*	1224	22.96	26.66		27.1	0.005038	2.95	415.27	234.54	1.77	86.57	0.71
20	1224	22.7	26.41		26.81	0.0046	2.8	437.28	248.98	1.76	78.31	0.67
18.*	1224	22.58	26.14		26.54	0.004548	2.81	435.6	245.16	1.78	78.54	0.67
16.*	1224	22.46	25.88		26.28	0.004307	2.79	438.7	242.09	1.83	76.7	0.66
14.*	1224	22.35	25.66		26.03	0.00377	2.71	452.51	240.71	1.93	71.04	0.62
12.*	1224	22.23	25.49		25.82	0.002932	2.55	485.78	277.59	2.13	60.94	0.56
10	1224	22.11	25.4	24.46	25.66	0.002001	2.26	585.07	321.68	2.37	46.2	0.47

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 nell'alveo attivo;
Flow Area:	Area della sezione liquida effettiva;
Top Width:	Larghezza superficiale della sezione liquida;
Hydr Depth C:	Altezza liquida media nel canale principale;
Shear Chnl:	Tensione di attrito nel canale d'alveo principale.
Froude Chnl:	Numero di Froude nel canale d'alveo principale;

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



PROGETTISTA TechnipFMC

COMMESSA
NR/17350

CODICE TECNICO

LOCALITA'
REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE

RE-CIV-006

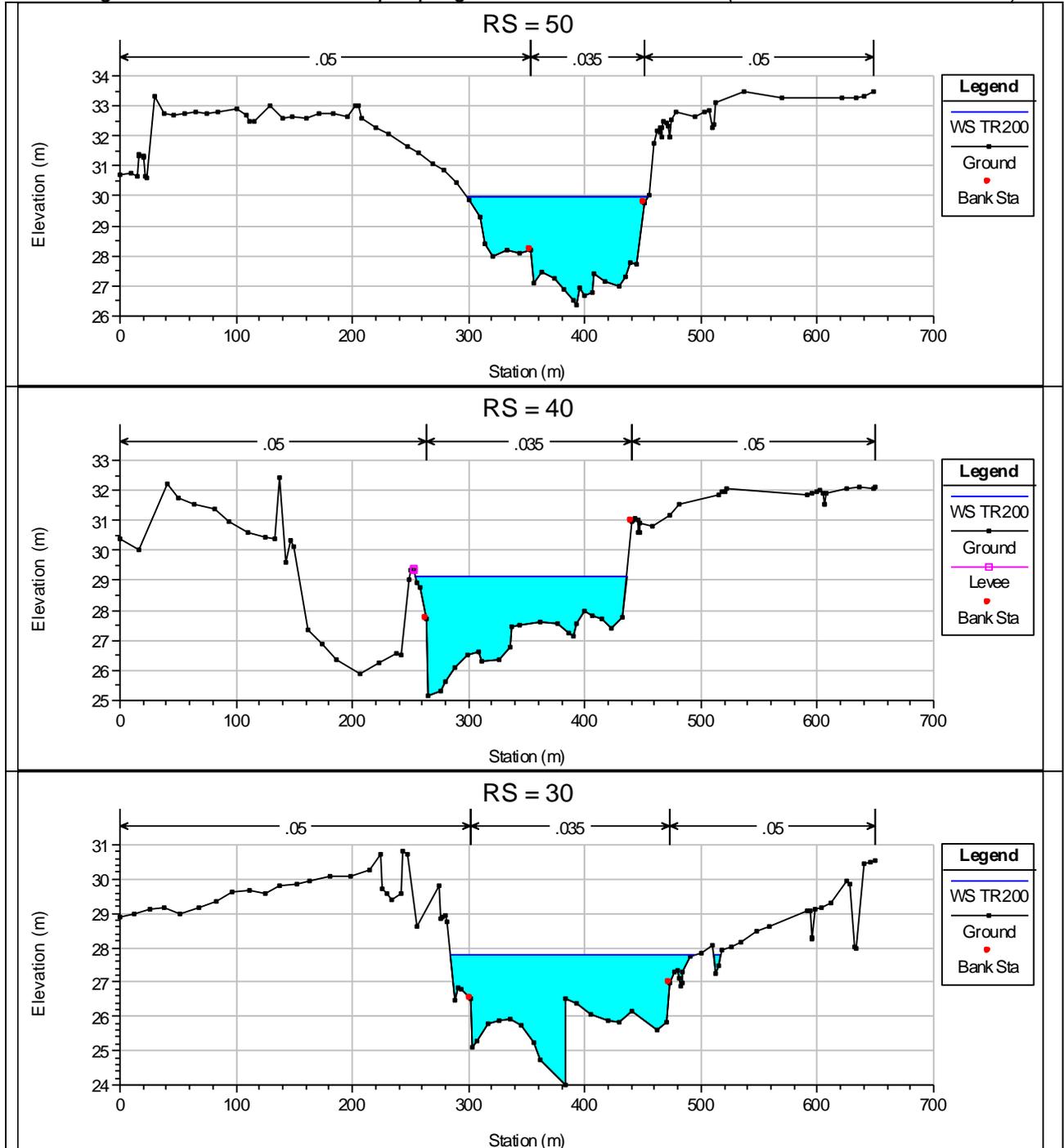
PROGETTO
RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA -
CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") -
DP 75 bar ED OPERE CONNESSE

Fg. 24 di 59

Rev.
0

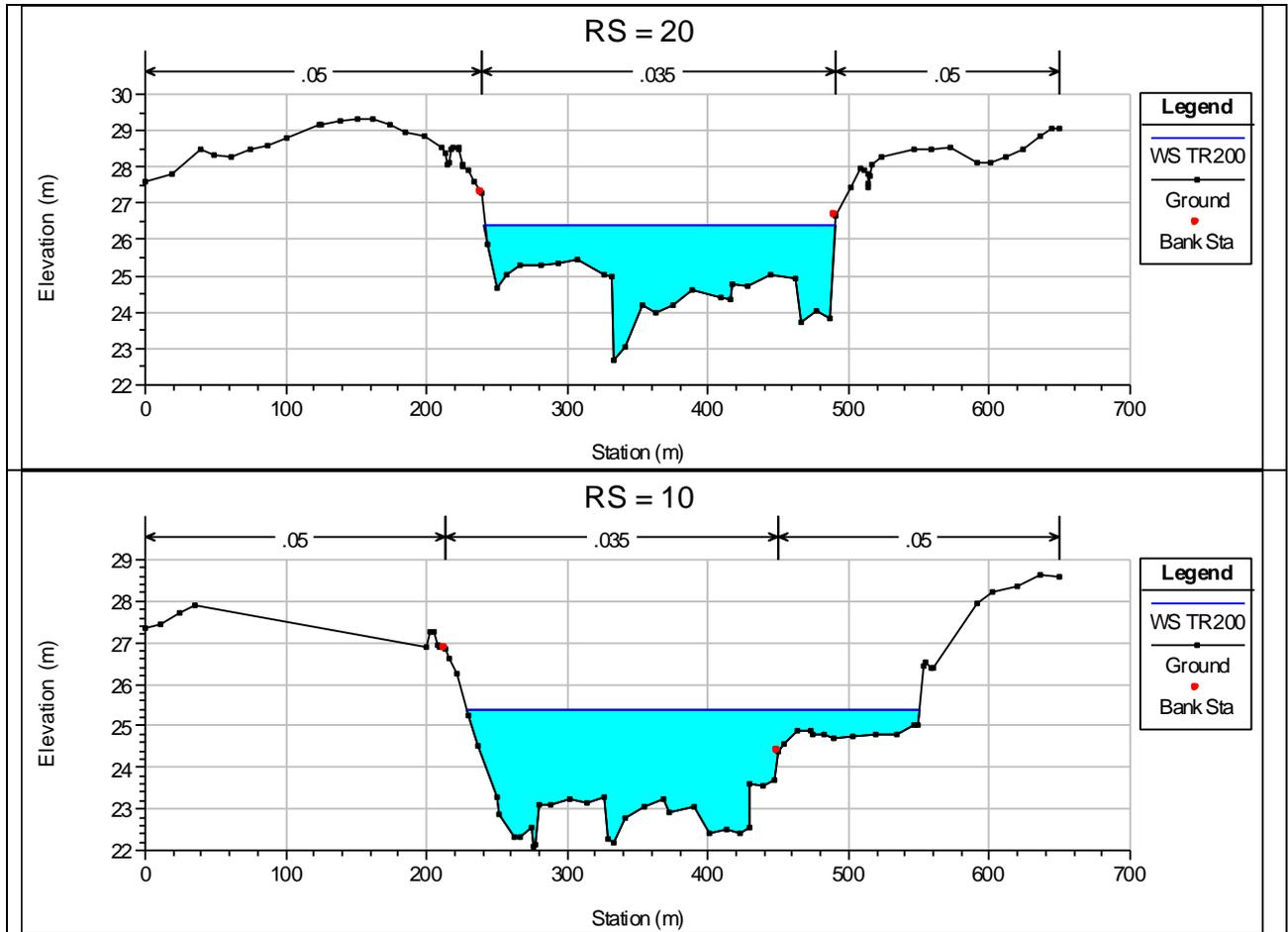
Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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



	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 25 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034



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 portata di progetto risulta pressappoco contenuta nell'ambito dell'ampia sezione d'alveo, salvo esondazioni localizzate comunque in prossimità dell'alveo stesso.

Detti risultati appaiono sostanzialmente in linea con le perimetrazioni delle aree di inondazione individuate nel PAI relativamente al tronco d'alveo analizzato, in considerazione della portata di piena duecentennale (a tal proposito si veda la Fig.8.2/A).

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

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 26 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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.).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 27 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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.

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'erosione¹. 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 durante le piene (Schoklitsh, Eggemberger, Adami, ecc.), la formula di Schoklitsh² è quella che presenta minori difficoltà nella determinazione dei parametri caratteristici.

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

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

dove

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

Il valore di **a** viene assunto in funzione delle caratteristiche geometriche del corso d'acqua, sulla base del dislivello locale del fondo alveo, in corrispondenza della massima

¹ 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.

² Schoklitsh A., "Stauraum verlandung und kolkbewehr", Springer ed., Vienna, 1935.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 28 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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.

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

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

Allo stato attuale non potendosi fare che semplici ipotesi sul fenomeno, non è possibile proporre algoritmi per calcolare la profondità degli scavi. Le proprietà geometriche del fondo alveo, in relazione all'entità delle tensioni tangenziali indotte dalla corrente, sono state studiate³ 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 Italia⁴, sulla base di osservazioni dirette nei corsi d'acqua della pianura padana, estende il limite massimo dei fenomeni di escavazione per aratura, indipendentemente dalla natura del fondo e dal regime di corrente, ad un valore cautelativo pari al 50% dell'altezza idrometrica di piena.

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

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

Diametro limite dei clasti trasportabili

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

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

dove

- δ è il diametro delle particelle;

³ Si veda la sintesi di questi lavori in Graf W.H., "Hydraulics of sediment transport"; McGraw-Hill, U.S.A.; 1971.

⁴ Zanovello A., Sulle variazioni di fondo degli alvei durante le piene; L'Energia elettrica, XXXIV, n. 8; 1959.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 29 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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

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 dai parametri caratteristici del deflusso, di cui alla Tab.5.3/A del capitolo precedente; mentre i valori riportati in blu sono stati valutati in considerazione degli algoritmi descritti nel paragrafo precedente.

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

River Station	Q Total (m ³ /s)	Vel Chnl (m/s)	Top Width (m)	Hydr Depth C (m)	Portata specifica (m ³ /s m)	Carico totale (m)	Approfond. Localizzati (m)	Arature di fondo (m)
50	1224	4.04	155.4	2.73	7.88	3.56	1.68	1.37
46.6666*	1224	3.65	163.73	2.57	7.48	3.25	1.59	1.29
43.3333*	1224	3.4	174.94	2.38	7.00	2.97	1.50	1.19
40	1224	3.34	181.94	2.12	6.73	2.69	1.42	1.06
37.5*	1224	3.39	186.29	2.08	6.57	2.67	1.41	1.04
35.*	1224	3.41	188.98	2.06	6.48	2.65	1.40	1.03
32.5*	1224	3.4	194.58	2.05	6.29	2.64	1.38	1.03
30	1224	3.28	216.63	2.12	5.65	2.67	1.35	1.06
28.*	1224	3.22	217.37	2.01	5.63	2.54	1.32	1.01
26.*	1224	3.15	223.3	1.9	5.48	2.41	1.28	0.95
24.*	1224	3.06	221.68	1.82	5.52	2.30	1.26	0.91
22.*	1224	2.95	234.54	1.77	5.22	2.21	1.22	0.89
20	1224	2.8	248.98	1.76	4.92	2.16	1.18	0.88
18.*	1224	2.81	245.16	1.78	4.99	2.18	1.20	0.89
16.*	1224	2.79	242.09	1.83	5.06	2.23	1.21	0.92
14.*	1224	2.71	240.71	1.93	5.08	2.30	1.23	0.97
12.*	1224	2.55	277.59	2.13	4.41	2.46	1.21	1.07
10	1224	2.26	321.68	2.37	3.81	2.63	1.19	1.19

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 30 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

Tab.6.3/B: Diametro limite dei clasti trasportati

River Station	Shear Chan (N/m2)	Diametro limite clasti trasportati (m)
50	140.67	0.17
46.6666*	116.82	0.14
43.3333*	104.29	0.12
40	104.68	0.12
37.5*	107.96	0.13
35.*	110.23	0.13
32.5*	109.97	0.13
30	100.9	0.12
28.*	99.42	0.12
26.*	96.72	0.11
24.*	92.17	0.11
22.*	86.57	0.10
20	78.31	0.09
18.*	78.54	0.09
16.*	76.7	0.09
14.*	71.04	0.08
12.*	60.94	0.07
10	46.2	0.05

6.4 Considerazione sui risultati conseguiti

Sulla base delle valutazioni di cui al paragrafo precedente si evince che, relativamente al tronco d'alveo analizzato (nel quale ricade l'attraversamento da parte del metanodotto in progetto), le massimi erosioni attese al fondo alveo si attestano intorno a valori dell'ordine dei **1,5 ÷ 2,0 m**.

La corrente, nel tratto di attraversamento in esame, inoltre risulta potenzialmente in grado di movimentare clasti del diametro dell'ordine dei 0,15 – 0,20 m.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 31 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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 conseguiti 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;
- le caratteristiche dimensionali e tipologiche 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, 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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26) – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 32 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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 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 verrà 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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 33 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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 conseguiti negli studi precedentemente riportati e delle condizioni peculiari del sito è stato previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di 5.0 m (riferita alla generatrice superiore del tubo nei confronti della quota minima dell'alveo).

Si precisa inoltre che detto livello di posa della condotta verrà comunque mantenuto inalterato per tutta l'ampiezza d'alveo individuato nell'ambito della cartografia PAI; ciò a prescindere dalla morfologia attuale dell'alveo. Detto approccio cautelativo è stato adottato per tener conto di eventuali fenomeni di divagazione laterale dell'attuale alveo nell'ambito della regione fluviale.

In aggiunta si precisa che anche le risalite della tubazione esterne all'alveo sono state previste con adeguati distacchi, nonché con configurazioni svasate.

Detta configurazione di posa della 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 delle sponde 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 tuttavia 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 del disegno di attraversamento.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 34 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

8 VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA

8.1 Premessa

Generalità

L'ambito territoriale in esame è regolamentato, limitatamente al settore dell'assetto Idrogeologico e agli ambiti dei corsi d'acqua, dei versanti e degli abitati in dissesto, attraverso il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dall'ex Autorità di Bacino Interregionale Marecchia -Conca.

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

Nello specifico l'Autorità di bacino distrettuale di riferimento risulta essere Autorità di bacino distrettuale del fiume Po.

Norme di Piano PAI - Sintesi dei contenuti

Ai sensi dell'art.2, comma 2 delle Norme del PAI gli ambiti territoriali della rete idrografica e le relative fasce di inondazione, vengono disciplinati nell'ambito del Titolo II delle Norme stesse "Piano Stralcio delle Fasce Fluviali"

Ai sensi dell'art.7, comma 1, lettera a) delle Norme, nell'ambito della cartografia del PAI vengono individuati gli alvei, le fasce di territorio inondabili (per diversi tempi di ritorno) e le fasce ad alta vulnerabilità idrologica, per i tratti idraulicamente più significativi dei principali corsi d'acqua ricadenti nel bacino interregionale del Marecchia - Conca.

In particolare nell'art.8 delle Norme di Piano viene riportata la definizione l'alveo dei corsi d'acqua, vengono disciplinate le modalità di gestione ed enunciate le prescrizioni e le misure di tutela.

Nell'art.9 viene riportata la definizione delle fasce di territorio di pertinenza dei corsi d'acqua, vengono disciplinate le modalità di gestione ed enunciate le prescrizioni e le misure di tutela. In particolare nell'ambito di dette fasce ricadono le aree di inondazione per tempi di ritorno fino di 50 anni (di pericolosità idraulica molto elevata), quelle per tempi di ritorno di 200 anni (di pericolosità idraulica elevata), le fasce ad alta vulnerabilità idrologica, le fasce ripariali e quelle arginali.

Nell'art.10 viene riportata la definizione delle fasce di inondazione con tempi di ritorno di 500 anni. Per queste fasce la regolamentazione delle attività, in assenza di limitazioni di altro tipo (es. organi di protezione civile), attiene agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica.

Le Norme (ai sensi dell'art.8, comma 4, lettera b; dell'art.9, comma 4.1, lettera b; dell'art.9, comma 4.2, lettera b) consentono l'interferenza da parte di opere pubbliche o di interesse pubblico e alle infrastrutture a rete con l'alveo e con le fasce di pertinenza dei corsi d'acqua, purché non comportino l'incremento del rischio idraulico.

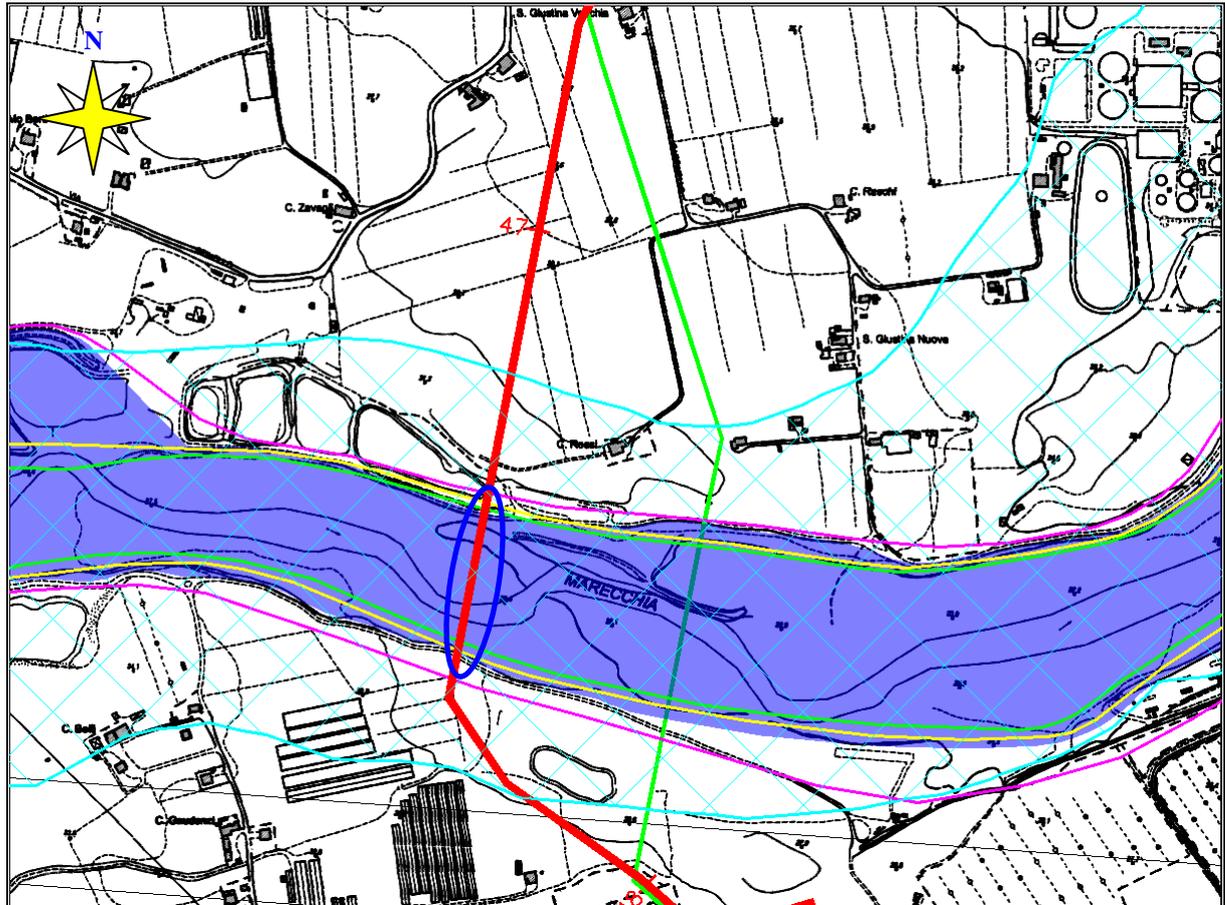
La realizzazione degli interventi è tuttavia subordinata al parere vincolante dell'Ente preposto al nulla-osta idraulico, che verifica le condizioni di compatibilità dell'opera con i contenuti del Piano Stralcio.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 35 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

8.2 Interferenze nell'ambito specifico di riferimento

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico in scala 1:10.000, dal quale si può individuare l'ambito d'interferenza tra il metanodotto in progetto con l'alveo del corso d'acqua, con le aree di pericolosità idraulica e con le fasce ad alta vulnerabilità idrologica individuate nel PAI.



BACINO INTERREGIONALE MARECCHIA-CONCA

Titolo II - Piano Stralcio delle Fasce Fluviali

-  Alvei (Art. 8)
-  Fasce di Piena con TR 50 anni - Pericolosità idraulica molto elevata (Art. 9, comma 1a)
-  Fasce di Piena con TR 200 anni - Pericolosità idraulica elevata (Art. 9, comma 1a)
-  Fasce di Piena con TR 500 anni (Art. 10)
-  Fasce ad Alta Vulnerabilità Idrologica (Art. 9, comma 1b)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 36 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

Fig.8.2/A: Interferenze tra metanodotto in progetto con le fasce fluviali ai sensi del PAI

Dall'analisi della figura precedente, si rileva che il metanodotto in progetto nell'ambito di attraversamento (indicato schematicamente mediante un ellisse in blu) interferisce con l'alveo del corso d'acqua (Art.8 delle Norme PAI) e con la fascia di inondazione con tempo di ritorno fino 200 anni (Art.9, comma 1a delle Norme PAI). L'interferenza tra il metanodotto in progetto con le fasce ad alta vulnerabilità idrologica (Art.9, comma 1b delle Norme PAI) si estende anche fuori la regione fluviale, ciò in quanto la piana alluvionale del Marecchia nell'ambito in esame risulta molto ampia.

8.3 Analisi dei criteri di compatibilità idraulica

Considerazioni di carattere generale

Il metanodotto in progetto rappresenta un'infrastruttura lineare di interesse pubblico. In tal senso, in riferimento alle Norme di Piano, risulta tra le tipologie di opere per le quali è consentito l'interferenza con l'alveo del corso d'acqua e le relative aree di pertinenza individuate nella cartografia PAI.

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

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

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

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

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

Considerazioni specifiche

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

- L'attraversamento fluviale avviene in "subalveo" e prevede una profondità di posa della condotta di sufficiente garanzia nei confronti d'eventuali fenomeni di erosione di fondo (anche localizzati e/o temporanei) che si possono produrre anche in

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 37 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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

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

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 38 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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

Queste interferenze riguardano porzioni di territorio 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 sicurezza per la condotta nei confronti dei processi di dinamica fluviale.

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

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

Infine in merito alle interferenze con le fasce ad alta vulnerabilità idrogeologica dove la condotta verrà posizionata mediante a scavi a cieli aperto, si evidenzia che l'intervento prevede nelle fasi di rinterro il ricollocamento del medesimo materiale di scavo. Pertanto si ritiene che a lavori ultimati il posizionamento della pipeline non abbia nessun impatto significativo sull'assetto idrogeologico del sito. Locali turbamenti di carattere idrogeologico nel contesto d'intervento potrebbero aversi esclusivamente durante le fasi costruttive e con riferimento alle sole porzioni più superficiali dei terreni. Si precisa inoltre che non sono previsti emungimenti anche durante la costruzione dell'opera.

Inoltre si evidenzia, che essendo la condotta costituita in acciaio, con rivestimento in polietilene e poiché il fluido trasportato risulta essere il gas naturale, non si rilevano possibili problematiche connesse al rilascio di sostanze inquinanti nelle falde eventualmente presenti nel sito.

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

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 39 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

9 CONCLUSIONI

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

La suddetta linea in progetto, nell'ambito del territorio comunale di Rimini, interseca il corso d'acqua FIUME MARECCHIA.

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 la linea in progetto con le aree a pericolosità idraulica censite dal PAI (redatto dall' ex Autorità di Bacino Interregionale Marecchia -Conca), si rileva che in corrispondenza dell'ambito di attraversamento fluviale in esame, il metanodotto in progetto interferisce con l'alveo del corso d'acqua e con le relative fasce di esondazione e di pertinenza idrogeologica.

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

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 40 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 41 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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

Condizioni di moto

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

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

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

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

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

in cui

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

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

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

in cui

- L è la lunghezza del tratto in analisi,
- J_m è un valore medio rappresentativo della cadente (perdita di carico per unità di lunghezza) nel tratto medesimo,

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 42 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

- 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 sezione trasversale e/o alla presenza di ostacoli strutturali.

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

$$Q = KJ^{0,5}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Assetto geometrico

HEC-RAS richiede la schematizzazione del corso d'acqua con tratti successivi di lunghezza variabile individuati alle estremità da sezioni di geometria nota. La posizione delle sezioni trasversali va scelta in modo da descrivere in maniera adeguata il tratto

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26) – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 43 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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 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, $WS^I=Y^I+Z$, 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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 44 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

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 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

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

dove:

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 45 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

Appendice 2: Studio Idraulico- Report Programma HEC RAS

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

```

X   X  XXXXXX   XXXX       XXXX       XX       XXXX
X   X  X        X   X       X   X       X   X       X
X   X  X        X        X   X       X   X       X
XXXXXXXX XXXX   X          XXX XXXX   XXXXXXX 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: marecchia
 Project File : marecchia2.prj

Project in SI units

PLAN DATA

Plan Title: Plan 01
 Plan File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch-technip\marecchia2.p01

Geometry Title: marecchia
 Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch-technip\marecchia2.g01

Flow Title : marecchia
 Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch-technip\marecchia2.f01

Plan Summary Information:

Number of:	Cross Sections =	18	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: marecchia
 Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch-technip\marecchia2.f01

Flow Data (m3/s)

River	Reach	RS	TR200
Marecchia	Alveo	50	1224

Boundary Conditions

CENT.MDT.GG.GEN.09650 REV. 00

File dati: _6_F.Marecchia (c.a.)

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

TECHNIP ITALY DIREZIONE LAVORI S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 46 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

River	Reach	Profile	Upstream	
Downstream				
Marecchia	Alveo	TR200	Normal S = 0.006	Normal S = 0.002

GEOMETRY DATA

Geometry Title: marecchia
 Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch-technip\marecchia2.g01

CROSS SECTION

RIVER: Marecchia
 REACH: Alveo RS: 50

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 86									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	30.68	9.39	30.78	14.51	30.65	16	31.31	16.28	31.36		
19.89	31.35	20.31	31.28	22.07	30.66	22.6	30.59	30.54	33.3		
38.57	32.73	46.68	32.67	55.92	32.75	65.54	32.81	74.52	32.77		
84.83	32.78	100.28	32.88	108.94	32.67	112.09	32.48	115.57	32.49		
128.97	33.03	140.05	32.6	147.76	32.66	160.76	32.61	171.67	32.75		
183.86	32.76	195.88	32.64	202.46	33.01	205.38	33.02	208.47	32.57		
220.28	32.29	230.92	32.08	247.07	31.65	256.92	31.43	268.93	31.07		
278.5	30.86	289.99	30.42	300.49	29.87	309.36	29.32	314.57	28.39		
321.15	27.99	333.24	28.22	344.17	28.11	353.45	28.21	356.45	27.11		
363.26	27.45	373.22	27.26	382.61	26.87	390.44	26.53	393.15	26.39		
396.21	26.93	400.04	26.67	406.43	26.78	408.28	27.4	416.7	27.17		
430.08	26.97	435.1	27.32	439.1	27.78	444.64	27.7	451.07	29.79		
455.19	30.01	459.86	31.76	462.45	32.19	464.77	32.26	465.27	32.13		
466.34	31.94	466.66	32.29	468.12	32.5	470.9	32.41	471.48	32.33		
472.35	31.95	472.89	31.96	474.02	32.53	478.06	32.81	495.07	32.63		
502.74	32.78	507.26	32.87	509.16	32.25	510.43	32.36	512.89	33.13		
536.68	33.46	569.05	33.27	621.11	33.27	633.16	33.28	640.73	33.31		
647.9	33.46										

Manning's n Values		num= 3			
Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.05	353.45	.035	451.07	.05

Bank Sta: Left	Right	Lengths: Left	Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
353.45	451.07	68.183	68.183	68.183	.1	.3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

			Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	30.71	Element			
Vel Head (m)	0.75	Wt. n-Val.	0.050	0.035	0.050
W.S. Elev (m)	29.96	Reach Len. (m)	68.18	68.18	68.18
Crit W.S. (m)	29.60	Flow Area (m2)	79.36	266.34	0.26
E.G. Slope (m/m)	0.005298	Area (m2)	79.36	266.34	0.26
Q Total (m3/s)	1224.00	Flow (m3/s)	147.95	1075.98	0.07
Top Width (m)	155.40	Top Width (m)	54.64	97.62	3.14
Vel Total (m/s)	3.54	Avg. Vel. (m/s)	1.86	4.04	0.28
Max Chl Dpth (m)	3.57	Hydr. Depth (m)	1.45	2.73	0.08
Conv. Total (m3/s)	16815.7	Conv. (m3/s)	2032.6	14782.1	1.0
Length Wtd. (m)	68.18	Wetted Per. (m)	54.75	98.38	3.15
Min Ch El (m)	26.39	Shear (N/m2)	75.30	140.67	4.36
Alpha	1.18	Stream Power (N/m s)	31020.07	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.34	Cum Volume (1000 m3)	11.82	407.00	3.34
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	12.78	201.86	10.20

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 47 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

CROSS SECTION

RIVER: Marecchia
 REACH: Alveo

RS: 46.6666*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 150

Sta	Elev								
0	30.58	10.434	30.555	13.715	30.477	16.124	30.528	17.78	31.028
18.091	31.073	22.102	31.212	22.569	31.183	24.525	30.84	25.114	30.815
33.937	32.943	41.923	32.436	43.996	32.393	49.989	32.333	57.817	32.339
59.179	32.342	68.747	32.352	74.751	32.315	77.678	32.277	87.933	32.18
87.955	32.18	103.299	32.128	103.434	32.124	111.912	31.958	115.045	31.82
118.506	31.815	119.074	31.829	128.032	32.041	131.833	32.83	137.83	31.718
142.43	31.85	144.062	31.787	151.628	31.053	153.265	30.883	162.77	30.713
167.136	30.619	171.769	30.563	180.152	30.536	187.167	30.467	194.694	30.548
199.135	30.569	209.033	30.609	210.522	30.67	213.703	30.747	216.883	31.347
219.044	31.691	220.367	31.797	222.521	31.497	230.757	31.31	236.753	31.197
238.176	31.16	249.437	30.796	256.306	30.602	257.54	30.558	264.68	30.339
271.354	30.185	279.366	29.875	280.375	29.823	286.687	29.456	292.872	29.04
296.505	28.391	301.094	28.087	309.524	28.173	317.146	28.039	323.617	28.053
325.653	27.256	330.275	27.336	337.036	26.995	343.409	26.533	348.724	26.138
350.563	25.987	355.692	26.39	356.547	26.374	358.899	26.41	362.111	26.448
362.84	26.482	369.521	26.667	372.82	26.718	374.608	26.972	375.77	27.01
375.92	27.03	383.946	26.969	389.558	27.045	390.032	27.138	390.616	27.257
394.38	27.261	404.133	27.243	412.38	27.16	412.456	27.159	417.467	27.199
419.941	27.238	420.869	27.352	421.303	27.413	425.227	27.746	427.572	27.81
428.675	27.784	432.81	27.733	436.857	27.617	437.598	27.696	443.045	28.523
447.633	30.18	448.063	30.213	449.864	30.279	451.433	30.308	452.19	30.195
452.356	30.202	452.708	30.283	453.042	30.466	457.71	31.465	460.679	31.741
461.725	31.755	463.339	31.798	463.912	31.717	465.139	31.601	465.505	31.838
467.179	31.993	470.366	31.962	471.031	31.915	472.028	31.671	472.647	31.683
473.418	31.916	473.943	32.08	478.574	32.355	480.261	32.376	498.074	32.331
506.867	32.463	509.483	32.536	511.28	32.558	512.026	32.39	513.135	32.167
514.375	32.266	514.401	32.272	516.777	32.778	540.005	32.974	571.61	32.815
586.879	32.8	591.346	32.81	594.94	32.83	597.956	32.857	601.497	32.82
602.17	32.687	602.821	32.687	603.599	32.817	622.44	32.86	622.525	32.86
634.205	32.883	634.673	32.885	641.596	32.9	647.094	32.975	648.597	33.01

Manning's n Values

num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.05	323.617	.035	447.633	.05

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
	323.617	447.633		68.183	68.183	.1	.3
Left Levee	Station=		220.37	Elevation=		31.8	

CROSS SECTION

RIVER: Marecchia
 REACH: Alveo

RS: 43.3333*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 150

Sta	Elev								
0	30.48	11.479	30.331	15.087	30.248	17.738	30.406	19.559	30.746
19.901	30.785	24.314	31.074	24.828	31.085	26.979	31.021	27.627	31.041
37.333	32.587	45.276	32.143	47.338	32.072	53.298	31.996	61.083	31.939
62.438	31.935	71.954	31.894	77.926	31.848	80.837	31.784	91.035	31.58
91.058	31.58	106.318	31.375	106.452	31.372	114.884	31.246	118	31.161
121.442	31.141	122.007	31.144	130.916	31.205	134.697	32.63	140.42	30.649
144.81	31.1	146.706	30.964	155.496	29.445	157.397	29.112	168.44	28.801
173.513	28.628	178.894	28.467	188.633	28.322	196.784	28.178	205.528	28.335
210.688	28.414	222.187	28.578	223.916	28.63	227.611	28.633	231.306	29.684
233.817	30.365	235.353	30.573	236.573	30.423	241.233	30.33	244.627	30.273

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 48 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

245.432	30.24	251.805	29.942	255.692	29.774	256.39	29.739	260.431	29.607
264.207	29.51	268.741	29.331	269.312	29.301	272.885	29.042	276.385	28.76
278.441	28.391	281.037	28.184	285.808	28.126	290.121	27.967	293.783	27.897
294.856	27.401	297.291	27.222	300.851	26.73	304.208	26.196	307.008	25.747
307.977	25.583	315.173	25.849	316.373	25.852	319.675	26.02	324.181	26.227
325.205	26.286	334.581	26.589	339.209	26.656	341.719	26.806	343.35	26.65
343.56	26.661	354.823	26.67	362.699	26.913	363.363	27.107	364.183	27.348
369.465	27.39	383.151	27.441	394.725	27.35	394.831	27.347	401.863	27.219
405.335	27.194	406.637	27.384	407.246	27.477	412.754	27.873	416.045	27.841
417.593	27.797	423.395	27.732	429.074	27.534	430.114	27.548	437.757	28.147
444.197	30.57	444.682	30.617	446.712	30.665	448.482	30.649	449.335	30.387
449.523	30.394	449.919	30.442	450.296	30.698	455.56	31.171	458.908	31.291
460.087	31.293	461.907	31.336	462.554	31.303	463.937	31.262	464.351	31.386
466.238	31.486	469.832	31.514	470.582	31.5	471.707	31.391	472.405	31.406
473.274	31.533	473.865	31.63	479.088	31.899	480.991	31.958	501.078	32.033
510.993	32.147	513.547	32.238	515.3	32.245	516.028	32.16	517.11	32.083
518.32	32.172	518.346	32.176	520.664	32.425	543.329	32.488	574.17	32.361
589.07	32.33	593.428	32.35	596.935	32.39	599.878	32.443	603.333	32.37
603.99	32.103	604.626	32.103	605.384	32.363	623.769	32.45	623.852	32.45
635.25	32.485	635.706	32.487	642.462	32.489	647.827	32.523	649.293	32.56

Manning's n Values	num=	3
Sta n Val	Sta n Val	Sta n Val
0 .05 293.783	.035 444.197	.05

Bank Sta: Left	Right	Lengths: Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
293.783	444.197	68.183	68.183	68.183	.1 .3
Left Levee	Station=	235.35	Elevation=	30.57	

CROSS SECTION

RIVER: Marecchia

REACH: Alveo RS: 40

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	74						
Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev				
0 30.38	16.46	30.02	40.73	32.23	50.68	31.75	64.35	31.54
81.1 31.38	94.16	30.98	109.47	30.62	124.94	30.46	133.8	30.37
137.56 32.43	143.01	29.58	147.19	30.35	149.35	30.14	161.53	27.34
174.11 26.89	186.02	26.37	206.4	25.89	222.24	26.26	237.31	26.59
241.52 26.52	248.59	29.04	250.34	29.35	252.5	29.35	255.24	28.92
258.25 28.78	263.95	27.74	265.39	25.18	276.2	25.33	280.45	25.63
287.57 26.09	299.64	26.51	308.83	26.64	310.93	26.29	325.7	26.37
335.84 26.78	337.75	27.44	344.55	27.52	362.17	27.64	377.07	27.54
386.26 27.24	390.73	27.15	393.19	27.54	400.28	28	406.51	27.81
413.98 27.73	422.63	27.4	432.47	27.77	440.76	30.96	441.3	31.02
443.56 31.05	445.53	30.99	446.48	30.58	447.13	30.6	447.55	30.93
458.45 30.83	473.13	31.15	481.72	31.54	515.12	31.83	517.61	31.94
520.03 31.93	522.29	32.08	591.26	31.86	595.51	31.89	598.93	31.95
601.8 32.03	605.17	31.92	605.81	31.52	606.43	31.52	607.17	31.91
625.18 32.04	636.74	32.09	648.56	32.07	649.99	32.11		

Manning's n Values	num=	3
Sta n Val	Sta n Val	Sta n Val
0 .05 263.95	.035 440.76	.05

Bank Sta: Left	Right	Lengths: Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
263.95	440.76	62.9	62.9	62.9	.1 .3
Left Levee	Station=	252.5	Elevation=	29.4	

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	29.68	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.57	Wt. n-Val.	0.050	0.035	
W.S. Elev (m)	29.11	Reach Len. (m)	62.90	62.90	62.90

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 49 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

Crit W.S. (m)	28.72	Flow Area (m2)	5.76	364.82
E.G. Slope (m/m)	0.005091	Area (m2)	5.76	364.82
Q Total (m3/s)	1224.00	Flow (m3/s)	5.67	1218.33
Top Width (m)	181.94	Top Width (m)	9.93	172.01
Vel Total (m/s)	3.30	Avg. Vel. (m/s)	0.98	3.34
Max Chl Dpth (m)	3.93	Hydr. Depth (m)	0.58	2.12
Conv. Total (m3/s)	17153.9	Conv. (m3/s)	79.5	17074.5
Length Wtd. (m)	62.90	Wetted Per. (m)	10.04	174.00
Min Ch El (m)	25.18	Shear (N/m2)	28.63	104.68
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)	31120.14	12089.16
Frctn Loss (m)	0.33	Cum Volume (1000 m3)	3.82	340.13
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	5.90	174.25
				10.09

CROSS SECTION

RIVER: Marecchia
 REACH: Alveo

RS: 37.5*

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	150
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev		
0 30.012 11.312 29.856 17.046 29.78 23.096 30.194 34.336 30.945		
42.181 31.433 47.008 31.246 52.486 31.074 61.801 31.001 66.643 30.966		
74.863 30.941 83.99 30.93 87.145 30.878 97.515 30.649 101.277 30.586		
112.979 30.372 113.371 30.367 124.944 30.326 129.392 30.298 137.679 30.247		
138.568 30.242 142.462 31.797 148.106 29.674 148.312 29.702 152.435 30.261		
154.672 30.108 163.377 28.676 167.286 28.024 179.357 27.71 180.314 27.688		
192.648 27.335 194.332 27.311 203.106 27.279 205.091 26.99 208.345 26.902		
212.315 26.795 213.754 26.781 218.742 26.902 221.072 27.244 223.872 27.271		
230.159 26.943 231.505 26.871 245.766 27.353 248.364 27.369 249.498 27.105		
250.126 27.103 251.347 27.43 254.184 28.17 255.136 28.378 257.448 28.743		
259.26 28.793 260.855 28.632 261.497 28.659 263.076 28.546 264.335 28.396		
265.832 28.337 267.452 28.269 273.355 27.438 273.829 27.035 274.858 26.99		
277.283 26.898 279.992 26.683 282.219 26.486 284.862 26.205 287.892 25.816		
289.003 25.589 294.798 24.888 296.356 25.536 304.29 25.613 308.023 25.831		
311.979 26.041 314.275 26.157 324.874 26.426 332.502 26.485 332.945 26.489		
334.789 26.224 347.759 26.262 356.664 26.555 358.266 27.025 358.341 27.047		
364.312 27.102 373.957 27.149 379.786 27.208 392.87 27.191 393.863 27.167		
400.94 26.945 404.866 26.863 407.026 27.148 413.252 27.47 418.723 27.308		
425.283 27.225 431.481 27.001 432.879 26.96 441.52 27.271 444.517 28.268		
448.8 29.967 449.319 30.02 451.492 30.073 453.385 30.055 454.123 29.817		
454.299 29.758 454.923 29.776 455.327 30.026 456.659 30.023 458.877 29.95		
459.707 29.886 460.833 29.903 461.834 29.973 465.805 30.005 469.5 30.123		
479.917 30.32 480.123 30.327 488.175 30.658 491.304 30.696 493.737 30.51		
497.286 30.582 499.242 30.71 509.729 30.809 518.532 30.906 520.282 30.926		
522.676 31.02 525.002 31.024 527.175 31.147 534.034 31.163 546.182 31.168		
583.647 31.184 586.956 31.181 587.969 30.986 588.583 30.97 590.425 31.188		
593.475 31.185 596.635 31.207 597.561 31.215 600.849 31.27 603.608 31.338		
606.678 31.269 606.847 31.267 607.462 30.973 608.058 30.98 608.77 31.28		
621.874 31.494 624.91 31.491 626.083 31.391 629.994 31.048 631.803 31.039		
637.195 31.476 639.764 31.672 645.03 31.685 648.558 31.685 649.932 31.718		

Manning's n Values	num=	3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val		
0 .05 273.355 .035 448.8 .05		

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.		
273.355 448.8 62.9 62.9 62.9 .1 .3		
Left Levee Station= 259.26 Elevation= 29		

CROSS SECTION

RIVER: Marecchia
 REACH: Alveo

RS: 35.*

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 50 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

INPUT

Description:

Station Elevation Data									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	29.645	11.702	29.571	17.633	29.539	23.891	29.836	35.517	30.35
43.633	30.636	48.625	30.488	54.292	30.397	63.927	30.391	68.936	30.392
77.439	30.417	86.879	30.479	90.143	30.468	100.87	30.319	104.761	30.277
116.866	30.114	117.271	30.113	129.242	30.147	133.844	30.135	142.416	30.114
143.335	30.115	147.363	31.165	153.201	29.769	153.414	29.788	157.679	30.171
159.993	30.075	168.998	29.144	173.041	28.709	185.528	28.497	186.518	28.486
199.276	28.3	201.018	28.291	210.094	28.426	212.147	27.894	215.513	27.792
219.62	27.666	221.109	27.671	226.268	27.801	228.678	28.433	231.575	28.424
238.078	27.626	239.47	27.454	254.222	28.117	256.91	28.189	258.082	27.68
258.732	27.687	259.994	27.92	262.929	28.423	263.914	28.512	266.305	28.445
268.18	28.236	269.83	27.915	270.494	27.968	272.127	27.98	273.429	27.871
274.978	27.821	276.654	27.757	282.76	27.135	283.676	26.387	285.665	26.42
290.352	26.526	295.588	26.419	299.893	26.291	305.001	26.043	310.858	25.627
313.005	25.306	324.205	24.595	325.548	25.867	332.381	25.897	335.595	26.031
339.003	26.161	340.98	26.225	350.109	26.342	356.678	26.336	357.059	26.339
358.648	26.157	369.818	26.155	377.487	26.33	378.867	26.64	378.932	26.655
384.075	26.683	392.381	26.702	397.401	26.776	408.67	26.841	409.525	26.832
415.621	26.649	419.002	26.576	420.862	26.756	426.224	26.941	430.936	26.807
436.586	26.719	441.924	26.54	443.128	26.521	450.57	26.772	453.152	27.452
456.84	28.975	457.338	29.02	459.423	29.096	461.241	29.119	461.949	28.974
462.117	28.937	462.717	28.953	463.104	29.122	464.383	29.129	466.511	29.003
467.308	28.884	468.389	28.929	469.349	29.079	473.161	29.179	476.707	29.332
486.704	29.489	486.902	29.495	494.63	29.775	497.632	29.824	499.968	29.43
503.374	29.541	505.252	29.78	515.316	29.882	523.765	29.997	525.444	30.022
527.742	30.1	529.974	30.118	532.059	30.214	538.643	30.269	550.301	30.318
586.258	30.476	589.434	30.481	590.406	30.094	590.995	30.063	592.764	30.505
595.691	30.51	598.724	30.532	599.612	30.541	602.767	30.59	605.415	30.647
608.362	30.613	608.524	30.614	609.115	30.427	609.687	30.44	610.369	30.65
622.946	30.979	625.86	30.951	626.985	30.742	630.74	30.039	632.475	30.013
637.651	30.861	640.116	31.258	645.17	31.293	648.556	31.301	649.875	31.325

Manning's n Values

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.05	282.76	.035	456.84	.05

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
	282.76	456.84		62.9	62.9	.1	.3
Left Levee	Station=		263.38	Elevation=		28.5	

CROSS SECTION

RIVER: Marecchia

REACH: Alveo RS: 32.5*

INPUT

Description:

Station Elevation Data									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	29.278	12.091	29.285	18.219	29.299	24.685	29.478	36.699	29.755
45.084	29.839	50.243	29.729	56.097	29.721	66.054	29.78	71.229	29.818
80.014	29.894	89.769	30.029	93.142	30.059	104.225	29.988	108.246	29.969
120.753	29.857	121.172	29.86	133.541	29.969	138.296	29.973	147.153	29.982
148.103	29.987	152.264	30.532	158.297	29.863	158.517	29.874	162.924	30.082
165.315	30.043	174.619	29.612	178.797	29.393	191.699	29.283	192.722	29.284
205.905	29.265	207.704	29.27	217.082	29.573	219.204	28.797	222.682	28.681
226.925	28.538	228.463	28.562	233.794	28.701	236.284	29.621	239.277	29.577
245.996	28.309	247.435	28.037	262.677	28.88	265.455	29.01	266.666	28.255
267.337	28.27	268.642	28.41	271.675	28.677	272.692	28.646	275.163	28.148
277.1	27.679	278.805	27.198	279.491	27.278	281.179	27.415	282.524	27.347
284.124	27.306	285.856	27.246	292.165	26.833	293.523	25.738	296.473	25.85
303.421	26.153	311.184	26.154	317.566	26.095	325.141	25.882	333.824	25.439
337.008	25.023	353.612	24.302	354.739	26.199	360.471	26.18	363.168	26.232

CENT.MDT.GG.GEN.09650 REV. 00

File dati: _6_F.Marecchia (c.a.)

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

TECHNIP ITALY DIREZIONE LAVORI S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 51 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

366.026	26.28	367.685	26.292	375.343	26.258	380.854	26.188	381.174	26.188
382.506	26.091	391.878	26.047	398.311	26.105	399.469	26.255	399.523	26.262
403.837	26.265	410.806	26.256	415.017	26.344	424.47	26.492	425.188	26.496
430.301	26.354	433.137	26.289	434.698	26.363	439.197	26.411	443.149	26.305
447.889	26.214	452.367	26.08	453.377	26.081	459.62	26.273	461.786	26.636
464.88	27.983	465.357	28.019	467.355	28.119	469.096	28.184	469.774	28.132
469.936	28.115	470.51	28.129	470.882	28.218	472.106	28.234	474.146	28.057
474.909	27.882	475.944	27.954	476.865	28.184	480.516	28.354	483.913	28.541
493.492	28.659	493.681	28.662	501.084	28.893	503.961	28.952	506.199	28.35
509.462	28.501	511.261	28.85	520.903	28.956	528.997	29.089	530.607	29.118
532.807	29.18	534.946	29.211	536.944	29.28	543.251	29.374	554.421	29.469
588.869	29.768	591.912	29.78	592.843	29.202	593.408	29.157	595.102	29.823
597.906	29.835	600.812	29.856	601.663	29.866	604.686	29.91	607.223	29.955
610.046	29.956	610.201	29.96	610.767	29.88	611.315	29.899	611.969	30.02
624.018	30.465	626.81	30.41	627.888	30.093	631.485	29.029	633.148	28.986
638.106	30.247	640.468	30.844	645.31	30.902	648.554	30.916	649.818	30.933

Manning's n Values	num=	3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val		
0 .05 292.165 .035 464.88 .05		

Bank Sta: Left	Right	Lengths: Left	Channel	Right	Coeff	Contr.	Expan.
292.165	464.88	62.9	62.9	62.9	.1	.3	

CROSS SECTION

RIVER: Marecchia
 REACH: Alveo

RS: 30

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	81
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev		
0 28.91 12.48 29 25.48 29.12 37.88 29.16 51.86 28.97		
68.18 29.17 82.59 29.37 96.14 29.65 111.73 29.66 124.64 29.6		
137.84 29.79 151.89 29.85 163.62 29.96 180.24 30.08 197.87 30.07		
214.39 30.25 224.07 30.72 226.26 29.7 229.85 29.57 234.23 29.41		
241.32 29.6 243.89 30.81 246.98 30.73 255.4 28.62 274 29.83		
275.25 28.83 277.29 28.9 280.42 28.93 281.47 28.78 287.78 26.48		
290.23 26.85 293.27 26.79 301.57 26.53 303.37 25.09 307.28 25.28		
316.49 25.78 326.78 25.89 335.24 25.9 345.28 25.72 356.79 25.25		
361.01 24.74 383.02 24.01 383.93 26.53 393.05 26.4 405.03 26.04		
420.07 25.87 429.23 25.81 440.85 26.16 462.81 25.62 470.42 25.82		
472.92 26.99 477.6 27.29 479.83 27.34 481.78 27.11 482.51 26.88		
483.5 26.98 484.38 27.29 491.12 27.75 500.46 27.83 510.29 28.08		
512.43 27.27 515.55 27.46 517.27 27.92 526.49 28.03 534.23 28.18		
547.86 28.48 558.54 28.62 591.48 29.06 594.39 29.08 595.28 28.31		
595.82 28.25 597.44 29.14 602.9 29.18 611.73 29.3 625.09 29.95		
627.76 29.87 632.23 28.02 633.82 27.96 640.82 30.43 645.45 30.51		
649.76 30.54		

Manning's n Values	num=	3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val		
0 .05 301.57 .035 472.92 .05		

Bank Sta: Left	Right	Lengths: Left	Channel	Right	Coeff	Contr.	Expan.
301.57	472.92	57.84	57.84	57.84	.1	.3	

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	28.32	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.53	Wt. n-Val.	0.050	0.035	0.050
W.S. Elev (m)	27.78	Reach Len. (m)	57.84	57.84	57.84
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	17.34	363.69	10.85
E.G. Slope (m/m)	0.004922	Area (m2)	17.34	363.69	10.85
Q Total (m3/s)	1224.00	Flow (m3/s)	24.06	1191.84	8.10
Top Width (m)	216.63	Top Width (m)	17.37	171.35	27.91

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 52 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

Vel Total (m/s)	3.12	Avg. Vel. (m/s)	1.39	3.28	0.75
Max Chl Dpth (m)	3.77	Hydr. Depth (m)	1.00	2.12	0.39
Conv. Total (m3/s)	17446.6	Conv. (m3/s)	343.0	16988.2	115.4
Length Wtd. (m)	57.84	Wetted Per. (m)	17.63	173.98	28.19
Min Ch El (m)	24.01	Shear (N/m2)	47.47	100.90	18.58
Alpha	1.08	Stream Power (N/m s)	31109.13	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.29	Cum Volume (1000 m3)	1.13	249.96	2.97
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	2.04	130.88	8.95

CROSS SECTION

RIVER: Marecchia

REACH: Alveo RS: 28.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 149							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	28.646	11.959	28.737	23.659	28.846	24.417	28.856	36.3	28.957
47.051	28.898	49.697	28.863	59.256	28.944	65.336	28.999	73.386	29.083
79.145	29.165	90.386	29.388	92.13	29.42	105.811	29.441	107.07	29.446
119.441	29.433	121.309	29.46	132.091	29.617	145.555	29.698	150.489	29.749
152.185	29.762	156.796	29.805	167.671	29.886	172.722	29.92	181.97	29.924
189.617	29.919	196.27	29.979	205.448	30.04	210.738	30.242	214.724	30.394
216.823	29.572	220.263	29.459	224.461	29.32	224.505	29.321	231.255	29.462
233.718	30.426	236.679	30.358	240.633	29.525	244.748	28.648	255.138	29.17
259.085	29.353	260.72	29.379	261.725	29.438	262.572	29.513	263.77	28.753
263.977	28.766	265.725	28.832	265.769	28.832	268.724	28.849	269.305	28.779
269.73	28.721	270.043	28.621	272.949	27.653	273.675	27.424	275.777	26.776
277.828	27.027	278.125	27.061	281.038	26.979	283.725	26.878	288.992	26.676
290.849	25.379	292.546	25.31	294.882	25.317	299.415	25.351	304.383	25.618
305.401	25.638	313.633	25.755	314.999	25.766	323.726	25.774	327.289	25.724
334.083	25.64	337.935	25.524	345.957	25.282	349.854	24.923	350.31	24.878
366.958	24.37	372.285	24.219	373.016	23.748	374.063	25.777	378.074	25.788
384.553	25.904	386.402	25.917	392.728	25.745	398.333	25.66	400.367	25.656
409.799	25.666	415.632	25.6	422.837	25.543	426.168	25.519	427.402	25.542
428.315	25.651	435.803	25.794	439.534	25.895	446.273	25.821	457.912	25.6
460.395	25.311	464.793	25.275	467.758	25.356	473.546	25.418	473.591	25.433
476.422	26.92	481.01	27.225	483.196	27.296	485.107	27.139	485.823	26.966
486.793	27.059	487.656	27.32	487.961	27.341	494.263	27.77	495.715	27.798
498.814	27.816	501.229	27.807	501.685	27.758	502.142	27.747	502.718	27.811
503.419	27.838	504.513	27.895	512.778	28.118	513.055	28.124	515.153	27.48
518.211	27.637	519.897	28.007	528.935	28.11	536.523	28.242	536.693	28.245
549.884	28.482	550.526	28.489	560.353	28.598	565.915	28.661	585.686	28.798
592.643	28.87	595.496	28.884	596.072	28.478	596.369	28.269	596.898	28.222
598.486	28.939	603.838	28.987	608.187	29.048	612.494	29.11	621.89	29.513
625.591	29.681	628.208	29.631	632.59	28.176	634.148	28.137	634.364	28.2
641.01	30.143	643.194	30.183	645.549	30.219	649.774	30.248		

Manning's n Values		num= 3			
Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.05	288.992	.035	476.422	.05

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left	Channel	Right	Coeff	Contr.	Expan.
	288.992	476.422		57.84	57.84	57.84		.1	.3

CROSS SECTION

RIVER: Marecchia

REACH: Alveo RS: 26.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 149							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 53 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

0	28.382	11.439	28.474	22.629	28.58	23.355	28.593	34.72	28.755
45.004	28.789	47.534	28.756	56.677	28.795	62.493	28.828	70.192	28.88
75.701	28.96	86.452	29.163	88.12	29.19	101.206	29.223	102.41	29.231
114.243	29.265	116.029	29.293	126.342	29.443	139.22	29.546	143.94	29.599
145.561	29.609	149.971	29.649	160.373	29.729	165.205	29.76	174.05	29.773
181.364	29.768	187.727	29.811	196.506	29.831	201.566	29.967	205.379	30.067
207.386	29.444	210.677	29.348	214.691	29.23	214.734	29.231	221.19	29.324
223.545	30.043	226.378	29.986	230.16	29.354	234.095	28.675	244.034	29.015
247.809	29.112	249.372	29.055	250.334	29.104	251.144	29.195	252.29	28.676
252.488	28.694	254.159	28.763	254.202	28.764	257.028	28.769	257.583	28.714
257.991	28.662	258.29	28.581	261.069	27.749	261.764	27.568	263.774	27.072
265.736	27.25	266.02	27.271	268.806	27.168	271.376	27.053	276.414	26.822
278.328	25.668	280.077	25.45	282.485	25.354	287.156	25.183	292.277	25.456
293.326	25.486	301.809	25.634	303.217	25.642	312.212	25.648	315.884	25.611
322.887	25.56	326.856	25.481	335.124	25.314	339.141	25.052	339.611	25.016
356.769	24.535	362.259	24.404	363.012	23.486	364.195	25.024	368.73	25.096
376.056	25.409	378.147	25.483	385.298	25.304	391.635	25.281	393.935	25.292
404.599	25.404	411.194	25.331	419.34	25.257	423.107	25.228	424.502	25.241
425.534	25.436	434	25.525	438.218	25.63	445.837	25.626	458.997	25.432
461.804	24.908	466.776	24.931	470.129	25.025	476.673	25.017	476.723	25.027
479.924	26.85	484.419	27.16	486.561	27.253	488.434	27.169	489.136	27.051
490.087	27.139	490.932	27.349	491.231	27.371	497.406	27.79	498.829	27.834
501.866	27.842	504.231	27.803	504.679	27.701	505.127	27.675	505.691	27.798
506.378	27.846	507.45	27.931	515.549	28.164	515.82	28.169	517.875	27.69
520.872	27.813	522.524	28.095	531.381	28.189	538.815	28.303	538.982	28.306
551.908	28.484	552.537	28.489	562.166	28.576	567.616	28.625	586.99	28.631
593.807	28.68	596.602	28.689	597.166	28.383	597.457	28.228	597.976	28.195
599.532	28.738	604.777	28.794	609.038	28.856	613.258	28.92	622.465	29.26
626.091	29.412	628.656	29.393	632.95	28.332	634.477	28.314	634.688	28.362
641.201	29.855	643.341	29.897	645.648	29.928	649.788	29.956		

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .05 276.414 .035 479.924 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 276.414 479.924 57.84 57.84 57.84 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: Marecchia

REACH: Alveo

RS: 24.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 149									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	28.118	10.918	28.212	21.599	28.313	22.292	28.329	33.14	28.552
42.956	28.679	45.371	28.65	54.098	28.647	59.649	28.657	66.998	28.677
72.256	28.755	82.518	28.939	84.11	28.959	96.601	29.006	97.75	29.017
109.044	29.098	110.75	29.125	120.593	29.27	132.885	29.393	137.39	29.449
138.937	29.456	143.147	29.494	153.075	29.573	157.687	29.601	166.13	29.622
173.111	29.617	179.185	29.644	187.564	29.621	192.394	29.691	196.033	29.741
197.949	29.316	201.09	29.237	204.922	29.14	204.963	29.14	211.125	29.186
213.373	29.659	216.077	29.614	219.686	29.182	223.443	28.703	232.929	28.86
236.533	28.871	238.025	28.73	238.942	28.769	239.716	28.878	240.809	28.599
240.999	28.623	242.594	28.695	242.635	28.696	245.332	28.688	245.862	28.649
246.251	28.603	246.537	28.54	249.189	27.846	249.853	27.712	251.771	27.368
253.644	27.473	253.915	27.482	256.575	27.357	259.028	27.229	263.836	26.968
265.807	25.956	267.608	25.59	270.087	25.391	274.897	25.015	280.171	25.294
281.251	25.334	289.986	25.512	291.436	25.518	300.698	25.522	304.48	25.497
311.69	25.481	315.777	25.437	324.291	25.346	328.427	25.181	328.911	25.153
346.579	24.7	352.233	24.589	353.008	23.224	354.328	24.272	359.387	24.404
367.559	24.913	369.891	25.049	377.869	24.863	384.938	24.901	387.503	24.928
399.399	25.143	406.756	25.061	415.844	24.972	420.045	24.938	421.601	24.941
422.753	25.212	432.197	25.257	436.902	25.364	445.402	25.43	460.081	25.265
463.213	24.506	468.759	24.586	472.499	24.693	479.799	24.615	479.856	24.621

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 54 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

483.426	26.78	487.829	27.096	489.927	27.209	491.762	27.198	492.449	27.137
493.38	27.218	494.208	27.379	494.5	27.4	500.549	27.81	501.942	27.869
504.917	27.868	507.234	27.798	507.673	27.644	508.111	27.604	508.664	27.786
509.336	27.854	510.386	27.967	518.319	28.209	518.585	28.213	520.598	27.899
523.533	27.99	525.152	28.182	533.826	28.269	541.108	28.365	541.271	28.368
553.932	28.486	554.548	28.489	563.98	28.553	569.317	28.59	588.293	28.464
594.971	28.49	597.708	28.493	598.261	28.289	598.546	28.187	599.054	28.167
600.578	28.538	605.715	28.601	609.888	28.664	614.022	28.729	623.04	29.007
626.592	29.142	629.104	29.154	633.309	28.488	634.805	28.49	635.012	28.525
641.391	29.568	643.487	29.611	645.747	29.637	649.802	29.664		

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val
 0 .05 263.836 .035 483.426 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 263.836 483.426 57.84 57.84 57.84 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: Marecchia
 REACH: Alveo RS: 22.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	149							
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev									
0 27.854 10.398 27.949 20.57 28.047 21.229 28.066 31.56 28.35									
40.908 28.57 43.208 28.543 51.519 28.498 56.805 28.486 63.804 28.473									
68.811 28.55 78.584 28.714 80.101 28.729 91.995 28.788 93.09 28.802									
103.846 28.931 105.47 28.958 114.844 29.096 126.55 29.241 130.84 29.3									
132.314 29.303 136.323 29.338 145.778 29.416 150.17 29.441 158.21 29.471									
164.859 29.466 170.642 29.477 178.623 29.412 183.222 29.416 186.688 29.414									
188.512 29.188 191.503 29.126 195.153 29.05 195.191 29.05 201.06 29.048									
203.201 29.275 205.775 29.242 209.213 29.011 212.791 28.73 221.825 28.705									
225.256 28.631 226.678 28.405 227.551 28.435 228.288 28.56 229.329 28.522									
229.509 28.551 231.029 28.626 231.067 28.628 233.637 28.607 234.141 28.585									
234.511 28.544 234.783 28.5 237.31 27.943 237.941 27.856 239.769 27.664									
241.552 27.697 241.81 27.692 244.343 27.546 246.679 27.404 251.258 27.114									
253.286 26.245 255.139 25.73 257.69 25.428 262.639 24.848 268.064 25.132									
269.175 25.182 278.163 25.391 279.655 25.394 289.184 25.396 293.075 25.384									
300.493 25.401 304.699 25.394 313.458 25.378 317.714 25.311 318.212 25.291									
336.39 24.865 342.206 24.775 343.004 22.962 344.461 23.519 350.043 23.712									
359.061 24.418 361.636 24.614 370.439 24.421 378.241 24.521 381.072 24.564									
394.2 24.881 402.319 24.791 412.347 24.686 416.983 24.647 418.701 24.64									
419.971 25.005 430.393 24.988 435.586 25.099 444.966 25.235 461.166 25.097									
464.621 24.103 470.743 24.242 474.87 24.362 482.926 24.213 482.988 24.216									
486.928 26.71 491.239 27.031 493.293 27.165 495.089 27.228 495.761 27.222									
496.673 27.298 497.484 27.409 497.77 27.43 503.692 27.83 505.056 27.905									
507.969 27.894 510.237 27.794 510.666 27.587 511.096 27.532 511.637 27.773									
512.295 27.861 513.323 28.004 521.09 28.255 521.35 28.258 523.321 28.109									
526.195 28.167 527.779 28.269 536.272 28.349 543.401 28.427 543.561 28.429									
555.956 28.488 556.559 28.49 565.793 28.531 571.019 28.555 589.596 28.297									
596.134 28.3 598.814 28.297 599.355 28.194 599.634 28.146 600.132 28.14									
601.624 28.337 606.653 28.408 610.739 28.472 614.786 28.539 623.615 28.753									
627.092 28.873 629.552 28.916 633.669 28.644 635.134 28.667 635.336 28.687									
641.581 29.28 643.634 29.326 645.846 29.345 649.816 29.372									

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .05 251.258 .035 486.928 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 251.258 486.928 57.84 57.84 57.84 .1 .3

CROSS SECTION

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 55 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

RIVER: Marecchia

REACH: Alveo

RS: 20

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 73							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	27.59	19.54	27.78	38.86	28.46	48.94	28.35	60.61	28.27
74.65	28.49	87.39	28.57	100.19	28.79	124.29	29.15	125.69	29.15
138.48	29.26	150.29	29.32	162.1	29.31	174.05	29.14	185.42	28.96
198.74	28.84	210.72	28.55	213.98	28.39	215.33	28.08	216.16	28.1
218.02	28.48	219.5	28.56	222.42	28.52	223.03	28.46	225.43	28.04
226.03	28	229.46	27.92	234.33	27.58	238.68	27.26	242.67	25.87
250.38	24.68	257.1	25.03	266.34	25.27	281.67	25.27	293.62	25.35
307	25.44	326.2	25.03	332.18	24.96	333	22.7	340.7	23.02
353.38	24.18	363.01	23.98	374.64	24.2	389	24.62	408.85	24.4
415.8	24.34	417.19	24.79	428.59	24.72	444.53	25.04	462.25	24.93
466.03	23.7	477.24	24.03	486.12	23.81	490.43	26.64	501.04	27.46
508.17	27.94	511.02	27.92	513.24	27.79	513.66	27.53	514.08	27.46
514.61	27.76	516.26	28.04	523.86	28.3	545.85	28.49	558.57	28.49
572.72	28.52	590.9	28.13	600.45	28.1	611.59	28.28	624.19	28.5
635.66	28.85	643.78	29.04	649.83	29.08				

Manning's n Values		num= 3			
Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.05	238.68	.035	490.43	.05

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
	238.68	490.43		59.286	59.286	59.286	.1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	26.81	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.40	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	26.41	Reach Len. (m)	59.29	59.29	59.29
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		437.28	
E.G. Slope (m/m)	0.004600	Area (m2)		437.28	
Q Total (m3/s)	1224.00	Flow (m3/s)		1224.00	
Top Width (m)	248.98	Top Width (m)		248.98	
Vel Total (m/s)	2.80	Avg. Vel. (m/s)		2.80	
Max Chl Dpth (m)	3.71	Hydr. Depth (m)		1.76	
Conv. Total (m3/s)	18046.6	Conv. (m3/s)		18046.6	
Length Wtd. (m)	59.29	Wetted Per. (m)		251.89	
Min Ch El (m)	22.70	Shear (N/m2)		78.31	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	31112.48	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.27	Cum Volume (1000 m3)		135.45	2.32
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)		69.85	6.68

CROSS SECTION

RIVER: Marecchia

REACH: Alveo

RS: 18.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 129							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	27.546	11.957	27.655	19.133	27.74	26.143	27.97	38.051	28.342
38.843	28.337	47.921	28.246	59.348	28.169	73.096	28.33	85.571	28.38
98.105	28.542	121.703	28.803	123.074	28.802	135.598	28.876	147.162	28.911
158.726	28.89	170.427	28.741	181.561	28.585	194.603	28.474	206.334	28.229
209.526	28.097	210.848	27.848	211.661	27.863	213.482	28.165	214.931	28.227
217.79	28.192	217.985	28.176	218.388	28.152	220.738	27.861	221.325	27.84
221.843	27.84	224.466	27.79	224.684	27.781	227.078	27.587	229.067	27.462
229.453	27.44	233.712	27.178	237.235	26.08	237.43	26.02	243.912	25.087
244.613	24.983	250.874	25.163	256.63	25.2	259.483	25.217	265.443	25.118

CENT.MDT.GG.GEN.09650 REV. 00

File dati: _6_F.Marecchia (c.a.)

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

TECHNIP ITALY DIREZIONE LAVORI S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 56 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

273.767	25.008	284.131	24.932	284.901	24.918	287.526	24.873	297.367	24.857
303.159	24.708	308.237	24.617	315.256	24.518	318.961	24.497	320.828	24.416
321.592	22.582	322.581	22.616	325.929	22.919	329.452	23.033	333.206	23.301
342.396	23.985	345.024	23.949	352.226	23.819	357.156	23.883	364.097	24.003
368.65	24.118	370.138	23.95	374.595	24.035	378.756	24.195	382.381	24.221
394.273	24.173	399.018	24.144	406.113	24.115	407.274	24.413	407.532	24.473
410.547	24.397	419.169	24.373	426.785	24.508	435.44	24.531	436.614	24.51
448.053	24.471	453.528	24.436	457.096	23.52	457.387	23.447	463.107	23.606
463.717	23.826	468.83	23.94	471.826	23.88	477.894	23.784	479.483	24.607
482.294	26.188	485.684	26.423	493.447	26.937	493.829	26.96	500.941	27.324
502.166	27.317	503.438	27.301	503.937	27.298	506.271	27.192	506.712	26.984
507.154	26.928	507.711	27.167	509.445	27.39	509.657	27.396	515.709	27.535
517.434	27.582	526.273	27.65	540.453	27.751	540.549	27.752	552.967	27.752
553.92	27.756	563.371	27.815	565.481	27.817	568.793	28.085	568.988	28.097
569.775	28.102	573.199	28.026	574.454	27.998	587.904	27.94	597.942	28.037
601.014	28.112	609.652	28.264	609.711	28.265	622.896	28.464	624.812	28.512
634.953	28.795	638.33	28.87	643.489	28.955	649.848	28.978		

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .05 233.712 .035 482.294 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 233.712 482.294 59.286 59.286 59.286 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: Marecchia
 REACH: Alveo

RS: 16.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	129
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev		
0 27.502 11.702 27.601 18.727 27.701 25.587 27.907 37.242 28.224		
38.017 28.223 46.903 28.142 58.087 28.068 71.542 28.17 83.752 28.19		
96.019 28.294 119.116 28.457 120.458 28.454 132.715 28.492 144.034 28.502		
155.352 28.47 166.804 28.342 177.701 28.209 190.467 28.108 201.948 27.908		
205.072 27.805 206.366 27.616 207.161 27.626 208.944 27.85 210.362 27.895		
213.161 27.864 213.351 27.852 213.745 27.843 216.046 27.682 216.621 27.68		
217.127 27.693 219.694 27.655 219.908 27.642 222.251 27.426 224.198 27.316		
224.575 27.299 228.744 27.096 232.008 26.218 232.189 26.17 238.196 25.378		
238.846 25.286 244.649 25.297 249.982 25.21 252.627 25.163 258.15 24.966		
265.863 24.747 275.468 24.519 276.182 24.487 278.615 24.377 287.734 24.274		
293.102 24.108 297.808 24.043 304.313 24.006 307.746 24.01 309.476 23.871		
310.184 22.464 311.194 22.492 314.609 22.962 318.204 23.046 322.035 23.246		
331.411 23.79 334.093 23.772 341.441 23.658 346.472 23.695 353.555 23.806		
358.2 23.906 359.719 23.528 364.266 23.568 368.512 23.77 372.211 23.86		
384.345 23.895 389.187 23.889 396.426 23.89 397.61 24.117 397.874 24.156		
400.95 24.023 409.747 24.026 417.519 24.146 426.35 24.023 427.548 23.988		
439.22 23.978 444.807 23.941 448.447 23.248 448.744 23.195 454.58 23.347		
455.203 23.77 460.42 23.85 463.477 23.802 469.669 23.758 471.29 24.383		
474.158 25.736 477.713 25.958 485.854 26.414 486.254 26.435 493.713 26.708		
494.997 26.703 496.331 26.678 496.855 26.675 499.302 26.594 499.765 26.438		
500.228 26.395 500.812 26.575 502.631 26.74 502.853 26.744 509.2 26.826		
511.008 26.864 520.277 26.928 535.147 27.014 535.248 27.014 548.27 27.014		
549.269 27.023 559.181 27.121 561.393 27.12 564.867 27.649 565.071 27.678		
565.896 27.704 569.486 27.622 570.803 27.591 584.907 27.75 595.434 27.974		
598.656 28.076 607.714 28.247 607.776 28.249 621.603 28.429 623.611 28.469		
634.246 28.739 637.788 28.815 643.197 28.87 649.866 28.876		

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .05 228.744 .035 474.158 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 228.744 474.158 59.286 59.286 59.286 .1 .3

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 57 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

CROSS SECTION

RIVER: Marecchia
 REACH: Alveo

RS: 14.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 129									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	27.458	11.448	27.547	18.32	27.661	25.031	27.845	36.433	28.106
37.191	28.108	45.884	28.038	56.825	27.967	69.989	28.009	81.933	27.999
93.934	28.046	116.529	28.11	117.841	28.106	129.833	28.108	140.905	28.093
151.978	28.05	163.182	27.943	173.842	27.834	186.33	27.742	197.562	27.587
200.618	27.512	201.884	27.384	202.662	27.389	204.406	27.535	205.794	27.562
208.531	27.537	208.717	27.528	209.103	27.535	211.353	27.502	211.916	27.52
212.411	27.545	214.923	27.52	215.132	27.502	217.424	27.264	219.329	27.171
219.698	27.159	223.776	27.014	226.782	26.355	226.949	26.319	232.481	25.668
233.079	25.589	238.423	25.43	243.335	25.22	245.77	25.11	250.857	24.814
257.96	24.485	266.806	24.106	267.462	24.055	269.703	23.882	278.102	23.691
283.044	23.509	287.379	23.468	293.369	23.494	296.53	23.523	298.124	23.327
298.776	22.346	299.806	22.368	303.289	23.005	306.956	23.059	310.863	23.191
320.427	23.595	323.162	23.595	330.657	23.497	335.788	23.507	343.012	23.609
347.75	23.694	349.299	23.105	353.938	23.102	358.268	23.346	362.041	23.5
374.416	23.617	379.355	23.633	386.739	23.665	387.947	23.821	388.215	23.838
391.354	23.649	400.326	23.679	408.252	23.784	417.26	23.514	418.482	23.465
430.386	23.485	436.085	23.447	439.798	22.975	440.101	22.942	446.053	23.088
446.688	23.713	452.01	23.761	455.128	23.725	461.443	23.733	463.096	24.159
466.022	25.284	469.742	25.492	478.26	25.892	478.679	25.91	486.484	26.092
487.828	26.089	489.224	26.055	489.772	26.053	492.332	25.997	492.817	25.892
493.301	25.863	493.913	25.982	495.816	26.09	496.049	26.093	502.69	26.118
504.582	26.146	514.281	26.205	529.841	26.276	529.947	26.276	543.573	26.276
544.619	26.289	554.991	26.428	557.305	26.423	560.94	27.214	561.154	27.258
562.018	27.306	565.774	27.218	567.152	27.184	581.91	27.56	592.926	27.911
596.297	28.041	605.776	28.231	605.841	28.232	620.309	28.393	622.411	28.426
633.539	28.684	637.245	28.76	642.906	28.785	649.884	28.774		

Manning's n Values

num= 3					
Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.05	223.776	.035	466.022	.05

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left	Channel	Right	Coeff	Contr.	Expan.
	223.776	466.022		59.286	59.286	59.286		.1	.3

CROSS SECTION

RIVER: Marecchia
 REACH: Alveo

RS: 12.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 129									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	27.414	11.194	27.494	17.913	27.621	24.476	27.782	35.625	27.988
36.366	27.994	44.865	27.933	55.564	27.866	68.435	27.849	80.114	27.809
91.848	27.797	113.942	27.764	115.225	27.758	126.95	27.724	137.777	27.684
148.604	27.631	159.559	27.544	169.982	27.459	182.193	27.376	193.176	27.266
196.164	27.22	197.402	27.152	198.163	27.152	199.868	27.22	201.225	27.23
203.902	27.209	204.084	27.204	204.461	27.227	206.661	27.323	207.211	27.36
207.696	27.398	210.151	27.385	210.356	27.363	212.597	27.102	214.459	27.025
214.82	27.018	218.808	26.932	221.556	26.493	221.708	26.469	226.765	25.959
227.313	25.891	232.197	25.564	236.687	25.23	238.914	25.057	243.563	24.662
250.057	24.224	258.143	23.693	258.743	23.623	260.792	23.386	268.469	23.108
272.987	22.909	276.949	22.894	282.425	22.982	285.315	23.037	286.772	22.782
287.368	22.228	288.418	22.244	291.97	23.047	295.708	23.072	299.692	23.135
309.442	23.4	312.231	23.417	319.873	23.336	325.104	23.318	332.47	23.412
337.3	23.482	338.88	22.683	343.609	22.636	348.024	22.921	351.87	23.14

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 58 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034

364.488	23.338	369.524	23.378	377.052	23.44	378.283	23.526	378.557	23.521
381.757	23.274	390.905	23.332	398.986	23.422	408.17	23.005	409.416	22.943
421.553	22.993	427.363	22.952	431.149	22.703	431.457	22.689	437.527	22.829
438.174	23.657	443.599	23.671	446.779	23.647	453.218	23.707	454.903	23.934
457.886	24.832	461.771	25.026	470.667	25.369	471.105	25.385	479.256	25.476
480.659	25.474	482.117	25.433	482.689	25.431	485.363	25.399	485.869	25.346
486.375	25.33	487.014	25.389	489.001	25.441	489.244	25.441	496.18	25.409
498.156	25.428	508.286	25.483	524.536	25.538	524.646	25.538	538.877	25.538
539.969	25.556	550.8	25.734	553.218	25.727	557.014	26.778	557.237	26.839
558.139	26.908	562.062	26.814	563.501	26.777	578.914	27.37	590.418	27.848
593.939	28.005	603.837	28.215	603.905	28.216	619.016	28.358	621.21	28.383
632.833	28.628	636.703	28.705	642.614	28.699	649.902	28.672		

Manning's n Values	num=	3
Sta n Val	Sta n Val	Sta n Val
0 .05 218.808	.035 457.886	.05

Bank Sta: Left	Right	Lengths: Left	Channel	Right	Coeff	Contr.	Expan.
218.808	457.886	59.286	59.286	59.286	.1	.3	

CROSS SECTION

RIVER: Marecchia
REACH: Alveo

RS: 10

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	61
Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev
0 27.37 10.94	27.44 23.92	27.72 35.54
202.98 27.25 205.38	27.25 207.77	26.94 209.59
216.33 26.63 221.05	26.25 230.04	25.24 236.27
251.88 22.89 262.93	22.31 266.52	22.32 274.1
277.03 22.12 280.65	23.09 288.52	23.08 301.3
326.85 23.27 328.46	22.26 333.28	22.17 341.7
368.62 23.23 372.16	22.9 389.72	23.06 400.35
422.5 22.43 429	22.57 429.66	23.6 438.43
449.75 24.38 453.8	24.56 463.53	24.86 473.49
482.44 24.79 489.67	24.7 502.29	24.76 519.23
546.61 25.04 549.13	25.03 553.32	26.42 554.26
559.85 26.37 591.58	27.97 601.97	28.2 620.01
649.92 28.57		

Manning's n Values	num=	3
Sta n Val	Sta n Val	Sta n Val
0 .05 213.84	.035 449.75	.05

Bank Sta: Left	Right	Lengths: Left	Channel	Right	Coeff	Contr.	Expan.
213.84	449.75	0	0	0	.1	.3	

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	25.66	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.25	Wt. n-Val.		0.035	0.050
W.S. Elev (m)	25.40	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	24.46	Flow Area (m2)		523.73	61.34
E.G. Slope (m/m)	0.002001	Area (m2)		523.73	61.34
Q Total (m3/s)	1224.00	Flow (m3/s)		1184.53	39.47
Top Width (m)	321.68	Top Width (m)		221.17	100.51
Vel Total (m/s)	2.09	Avg. Vel. (m/s)		2.26	0.64
Max Chl Dpth (m)	3.29	Hydr. Depth (m)		2.37	0.61
Conv. Total (m3/s)	27360.2	Conv. (m3/s)		26478.0	882.2
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		222.50	100.58
Min Ch El (m)	22.11	Shear (N/m2)		46.20	11.97
Alpha	1.13	Stream Power (N/m s)	31116.78	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-006	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 59 di 59	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-034