

PROLUNGAMENTO DELLA S.S. n°9 "TANGENZIALE NORD di REGGIO EMILIA" NEL TRATTO DA S. PROSPERO STRINATI A CORTE TEGGE

PROGETTO ESECUTIVO

 <p>Ing. Gianfranco Sodero Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 5666 Y</p>	<p>ING. RENATO DEL PRETE</p> <p>Ing. Renato Del Prete Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073</p>	<p>DOTT. GEOL. DANILO GALLO</p> <p>Dott. Geol. Danilo Gallo Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588</p>	<p>INTEGRAZIONI PRESTAZIONI</p> <p>Ing. Renato Del Prete</p>	<p>PROGETTISTA</p> <p>Ing. Gabriele Incecchi (E&G S.r.l.)</p>
			<p>PROGETTAZIONE STRADALE</p> <p>Prof.ing. Luigi Monterisi (Setac S.r.l.)</p>	<p>PROGETTAZIONE IDRAULICA</p> <p>Ing. Vittorio Ranieri (Uning)</p>
 <p>Ing. Valerio Bajetti Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-26211</p>	<p>SETAC Srl Servizi & Engineering Trasporti Ambiente Costruzioni</p> <p>Prof. Ing. Luigi Monterisi Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771</p>	 <p>Ing. Gabriele Incecchi Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102</p>	<p>PROGETTAZIONE OPERE D'ARTE MAGGIORI</p> <p>Ing. Gianfranco Sodero (Studio Corona S.r.l.)</p>	<p>PROGETTAZIONE OPERE D'ARTE MINORI</p> <p>Ing. Giampiero Martino (E&G S.r.l.)</p>
			<p>COMPUTI</p> <p>Ing. Valerio Bajetti (I.T. Ingegneria)</p>	<p>CANTIERISTICA</p> <p>Prof.ing. Luigi Monterisi (Setac S.r.l.)</p>
 <p>Prof. Ing. Matteo Ranieri Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137</p>	<p>ECOPLAN Studio di Progettazione & Realizzazione Ambientale</p> <p>Arch. Nicoletta Frattini Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433</p>	<p>ARKE' INGENGERIA s.r.l. Via Imbriani 10 - 70129 Bari</p> <p>Ing. Gioacchino Angarano Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970</p>	<p>GEOLOGIA</p> <p>Dott. Danilo Gallo</p>	<p>GEOTECNICA</p> <p>Prof.ing. Luigi Monterisi (Setac S.r.l.)</p>
			<p>AMBIENTE</p> <p>Dott. Emilio Macchi (ECOPLAN S.r.l.)</p>	<p>SICUREZZA</p> <p>Prof. ing. Luigi Monterisi (Setac S.r.l.)</p>

<p>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p>_____</p> <p>Dott. Ing. Anna NOSARI</p>	<p>INTEGRATORE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</p> <p>_____</p> <p>Ing. Renato DEL PRETE</p>	<p>PROGETTISTA</p> <p>_____</p> <p>Ing. Gabriele INCECCHI</p>	<p>GEOLOGO</p> <p>_____</p> <p>Dott. Danilo GALLO</p>	<p>IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p>_____</p> <p>Prof. ing. Luigi MONTERISI</p>
---	---	---	---	--

<h1>FA 007</h1>	<h2>F - PROGETTO IDRAULICO</h2> <h3>FA - RELAZIONI</h3> <h4>Relazione idraulica Fossetta Valle Roncesesi</h4>
-----------------	---

<p>CODICE PROGETTO</p> <p>PROGETTO LIV. PROG. ANNO</p> <p>COBO E 1701</p>	<p>NOME FILE</p> <p>T00ID00IDRRE01.dwg</p>	<p>REVISIONE</p> <p>C</p>	<p>SCALA:</p>
<p>CODICE ELAB.</p> <p>T00ID00IDRRE07</p>			

C	EMISSIONE A SEGUITO DI ISTRUTTORIA INTERNA ANAS	DICEMBRE 2018	ING. PEZZULLA	ING. INCECCHI	ING. BAJETTI
B	EMISSIONE A SEGUITO DI RAPPORTO INTERMEDIO DI VERIFICA	OTTOBRE 2018	ING. PEZZULLA	ING. INCECCHI	ING. BAJETTI
A	PRIMA EMISSIONE	GIUGNO 2018	ING. PEZZULLA	ING. INCECCHI	ING. BAJETTI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA	1
2. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE, GEOMETRICHE, MORFOLOGICHE ED AMBIENTALI DELL'ALVEO	2
3. VERIFICHE IDRAULICHE	4
SCENARI SIMULATI	5
RISULTATI DELLE ANALISI NELLO STATO DI FATTO	6
RISULTATI DELLE ANALISI NELLO STATO DI PROGETTO	7
4. VERIFICA ALL'EROSIONE PER TRASCINAMENTO E ROTOLAMENTO	15
5. MODIFICHE INTRODOTTE NEL PROGETTO ESECUTIVO PER EFFETTO DELLA OSSERVAZIONE N. 4.2 DEL CONSORZIO DI BONIFICA	17

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta la descrizione dello studio idraulico effettuato sulla Fossetta Valle Roncocesi, eseguito allo scopo di:

- verificare la capacità di smaltimento della canalizzazione;
- garantire il deflusso delle acque al fine di non aumentare il rischio per la popolazione;
- verificare il franco idraulico in corrispondenza dell'intersezione stradale sulla base della normativa vigente;
- verificare la tenuta dei rivestimenti adottati in corrispondenza dell'intervento stradale;

gli aggiornamenti introdotti nel progetto esecutivo e descritti nella presente relazione sono stati definiti sulla base di sopralluoghi presso le aree oggetto di intervento ed interlocuzione con gli enti preposti ed in particolare con l'Agenzia interregionale del Fiume Po (AIPO) preposta dall'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po (ADBPO) e del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale; pertanto si è convenuto di aggiornare in fase esecutiva il progetto definitivo in merito alle seguenti osservazioni del Consiglio Superiore Lavori Pubblici (CSLLPP) ed alle prescrizioni della commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA/VAS riportate nel Decreto di Compatibilità ambientale VIA numero di registrazione 0000102 del 27/04/2016.

Osservazioni del Consiglio Superiore Lavori Pubblici:

1) *".....Per tale ragione il dimensionamento deve essere ripetuto, assumendo per la portata di progetto un adeguato tempo di ritorno indipendentemente dalla configurazione attuale del canale.....Considerazioni analoghe sulla portata utilizzata nel dimensionamento degli attraversamenti Fossetta Ballanleoche, Fossetta Valle Pieve Modolena, Fossetta Castellara, Fossetta Valle Roncocesi e Fossetta della Torretta, essendo l'ultimo caso esaminato di certo il più rilevante, trattandosi di un canale arginato, con capacità di portata di diversi m³/s.";*

Osservazioni del Decreto di Compatibilità ambientale VIA:

2) *"...l'infrastruttura non deve aumentare il rischio di esondazione, anche per rotte arginali, deve quindi essere garantito il deflusso delle acque al fine di non aumentare il rischio per la popolazione..."*.

3) "...dovrà essere posta, in fase di progettazione esecutiva, particolare attenzione alle realizzazioni da effettuarsi in corrispondenza dei corsi d'acqua, al riguardo gli interventi dovranno recepire le indicazioni dell'Autorità idraulica competente, vale a dire dell'AIPO o della Regione Emilia Romagna per il tramite dei Consorzi di bonifica, ed in particolare delle aree tutelate, al fine di limitarne le interferenze".

-le osservazioni del Consorzio di Bonifica riportano:

3.1) "Si chiede che i rivestimenti in massi di fossi, canali e torrenti consortili siano tutti eseguiti con pietrame calcareo di cava di colore grigio, di pezzatura pari 50kg-300kg con almeno una faccia piana da posizionarsi nella parte a vista."

3.2) "Nel tratto intercluso tra tangenziale e ferrovia si richiede il rivestimento in massi".

Nel seguito nel paragrafo 3 si riporta la relazione idraulica utile alla verifica del canale considerando, in accordo con le osservazioni (oss. n.1) del Consiglio Superiore Lavori Pubblici, per la portata di progetto un adeguato tempo di ritorno indipendentemente dalla configurazione attuale del canale; nello stesso paragrafo si riporta anche il confronto delle risultanze idrauliche nella configurazione pre e post intervento al fine di verificare che l'infrastruttura non aumenti il rischio di esondazione, in accordo con le osservazioni del decreto di compatibilità ambientale VIA (oss. n. 3); nel paragrafo 4 si riporta la verifica all'erosione per trascinamento e rotolamento, relativamente ad una sezione posta in corrispondenza del tratto da rivestire, considerando il rivestimento in massi con pezzatura pari a 50kg-300kg, esteso anche al tratto intercluso tra tangenziale e ferrovia, in accordo con le osservazioni 3.1 e 3.2 del Consorzio di Bonifica Dell'Emilia Centrale; nel paragrafo 5 si riportano le modifiche riportate nel progetto esecutivo per effetto delle osservazioni 3.2 del Consorzio di Bonifica.

2. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE, GEOMETRICHE, MORFOLOGICHE ED AMBIENTALI DELL'ALVEO

La Fossetta Valle Roncocesi è un corso d'acqua gestito dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, che interferisce con la viabilità in progetto alla sezione 200.

Il canale si sviluppa con andamento Sud-Nord fino alla confluenza nel Crostolo. Il corso d'acqua in esame è un canale promiscuo, principalmente di scolo e presenta una sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite; sono assenti alberature ed arbusti sui cigli spondali. L'alveo è caratterizzato dalla presenza di materiali fini sul fondo, ascrivibili al sistema dei limi e dei limi argillosi.

Come riportato nel progetto definitivo la sezione trapezia del canale nel tratto interessato dall'attraversamento stradale presenta una base maggiore di circa 3.50m, base minore di circa 0.70m ed altezza pari a circa 1.00m.



FIGURA 1 - FOSSETTA VALLE RONCOCESI ALLA SEZIONE D'INTERFERENZA CON LA STRADA IN PROGETTO

L'interferenza con la viabilità in progetto viene risolta mediante l'inserimento di un tombino scatolare (TM14) in CA di dimensioni 2.00x1.50m e lunghezza pari a circa 61m, la cui quota di scorrimento è pari a 39.72m s.l.m. all'imbocco e 39.49m s.l.m. allo sbocco. Come concordato con il Consorzio di Bonifica in fase di progettazione definitiva, la tombinatura è stata prolungata a valle per garantire il passaggio di una pista di larghezza 5m, mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Le sponde ed il fondo sono stati rivestiti con massi di cava non gelivi di pezzatura da 50 a 300 kg/cad disposti, a faccia piana, fino all'attraversamento ferroviario a monte (in accordo con le prescrizioni del Consorzio di bonifica), e a valle per una lunghezza di circa 55.0m per la presenza degli scarichi dell'impianto di depurazione.

Sono presenti altre due interferenze tra la fossetta e le strade di servizio: TM 124 (dimensioni pari a 2.00x1.6m e lunghezza pari a 7.10m) e TM 05 (dimensioni pari a 2.00x1.5m e lunghezza pari a 7.10m).

A monte dell'interferenza con la tangenziale, il corso d'acqua riceve le acque di scarico di un impianto di depurazione S1 la cui portata massima è pari a 1.21 l/s. A valle dell'interferenza con la

tangenziale, il corso d'acqua riceve le acque di differenti scarichi di impianti di depurazione, la cui somma delle portate massime scaricate è pari a 60 l/s.

Il tombino in esame è in linea rispetto al corso d'acqua, quindi per la sua realizzazione è necessario prevedere una deviazione provvisoria temporanea, caratterizzata da una sezione trasversale uguale all'attuale $B=3.7$, $b=0.7$ m $H=1.0$ m e con uno sviluppo longitudinale di circa 109 m.

Si rimanda alla relazione intitolata "Interventi di sistemazione idraulica" la trattazione completa delle fasi di cantiere nel caso di una deviazione di un canale secondario, come quello in esame.

TABELLA 1 - PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELLA FOSSETTA VALLE RONCOCESI.

NOME	FOSSETTA VALLE RONCOCESI	
ENTE GESTORE	<i>Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale</i>	
LOCALITA'	<i>Pieve Modolena</i>	
SEZIONE	<i>200</i>	
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	<i>Rettilineo</i>
	TIPO SEZIONE	<i>in scavo</i>
	TIPO ALVEO	<i>alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale</i>
	<i>EROSIONI</i>	<i>assenza di erosioni</i>
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	<i>secondario</i>
	USO	<i>Promiscuo</i>
	GRANULOMETRIA	<i>limo argilloso</i>
	AMBIENTE FLUVIALE	<i>vegetazione spondale erbacea rada</i>
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	<i>campagna aperta con presenza di infrastrutture stradali</i>
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI AL CONTORNO	<i>pendenza di moto uniforme a valle e a monte</i>
	SCABREZZA ($m^{1/3}/s$)	<i>20-25</i>

3. VERIFICHE IDRAULICHE

Per la modellazione idraulica è stata adottata la portata presente nella relazione idrologica, caratterizzata da tempo di ritorno pari a 200 anni (pari a $1.75 m^3/s$) poiché trattasi di corso d'acqua interessato dalla delimitazione delle fasce fluviali del PAI, in accordo con quanto riportato nella "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del fiume PO; tale portata è stata incrementata di $0.6 m^3/s$ nella sezione (FVR02) immediatamente a valle dell'attraversamento della strada in progetto al fine di considerare gli scarichi provenienti da sistemi di trattamento o laminazione delle acque meteoriche; la portata così utilizzata nella modellazione è risultata pari a $1.81 m^3/s$.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

1. caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
2. caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
3. caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

SCENARI SIMULATI

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica degli attraversamenti in progetto sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto che prevede la risagomatura del corso d'acqua e l'introduzione del manufatto di attraversamento della viabilità in progetto;

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito per la progettazione definitiva, integrato da apposito rilievo effettuato per la progettazione esecutiva;
- portate di riferimento corrispondente al valore per prefissato tempo di ritorno pari a 200 anni;
- condizione di valle: altezza di moto uniforme ricavata adottando una pendenza media del corso d'acqua;
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 20-25 $m^{1/3}/sec$, differenziata tra sponde e alveo, mentre, nei tratti dove è presente lo scatolare e quindi il rivestimento in massi, il coefficiente di scabrezza è pari a 40-50 $m^{1/3}/sec$.

Il modello geometrico utilizzato è stato costruito sulla base dei rilievi topografici riportati nel progetto definitivo, integrati dai rilievi eseguiti durante i sopralluoghi. Il modello è costituito da 7 sezioni trasversali d'alveo (Figura 4), oltre a quelle relative alle geometrie dei manufatti, che rappresentano in modo esaustivo l'alveo attivo.

Il tratto simulato parte dalla sezione FVR07 immediatamente a monte dell'attraversamento ferroviario e termina nella sezione FVR 01; esso si estende per una lunghezza di circa 250m; si precisa che a monte della deviazione è stato inserito l'alveo nelle condizioni attuali includendo anche l'attraversamento ferroviario rilevato in campo, analogamente anche nella sezione terminale del modello (FVR 01) è stata inserita la sezione attuale del corso d'acqua ottenuta da rilievo in campo, in modo da riprodurre le reali condizioni al contorno di valle.

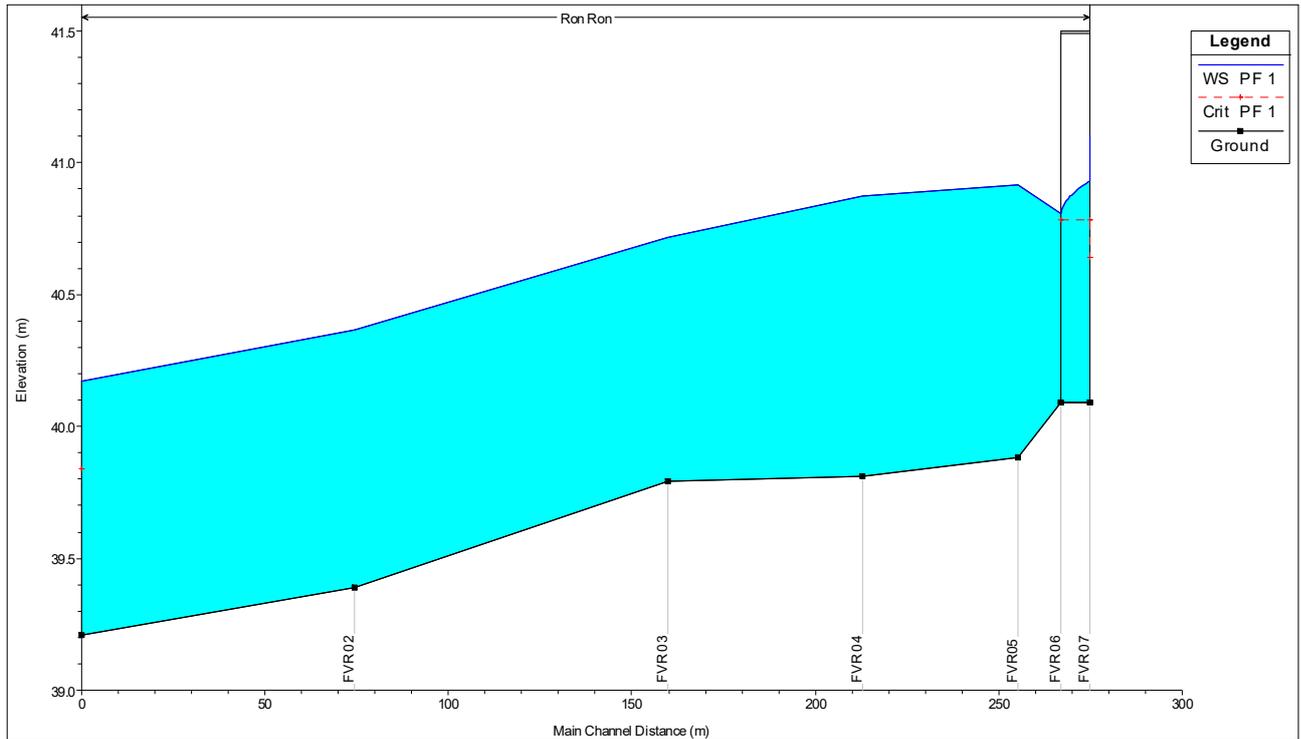


FIGURA 3 - ANDAMENTO LONGITUDINALE DEL THALWEG NEL TRATTO DI CANALE CONSIDERATO NELLO STATO DI FATTO

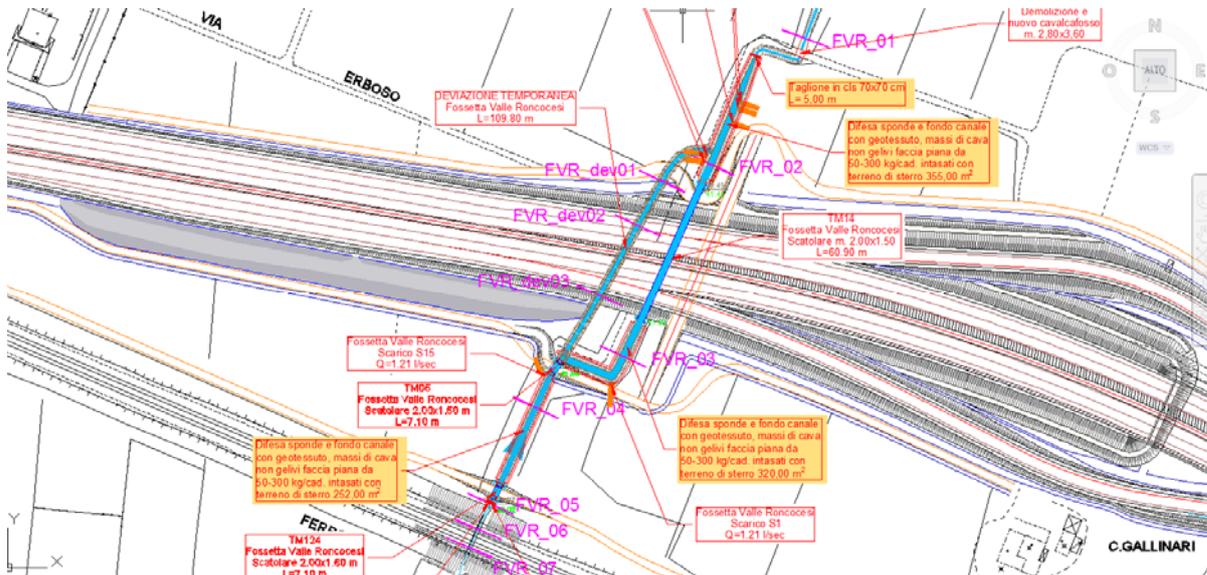


FIGURA 4 - TRATTO DEL CANALE SIMULATO CON INDICAZIONE DELLE SEZIONI TOPOGRAFICHE

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti considerando la piena duecentennale sia nella condizione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto.

Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua.

RISULTATI DELLE ANALISI NELLO STATO DI FATTO

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del verificarsi della piena con tempo di ritorno pari a 200 anni.

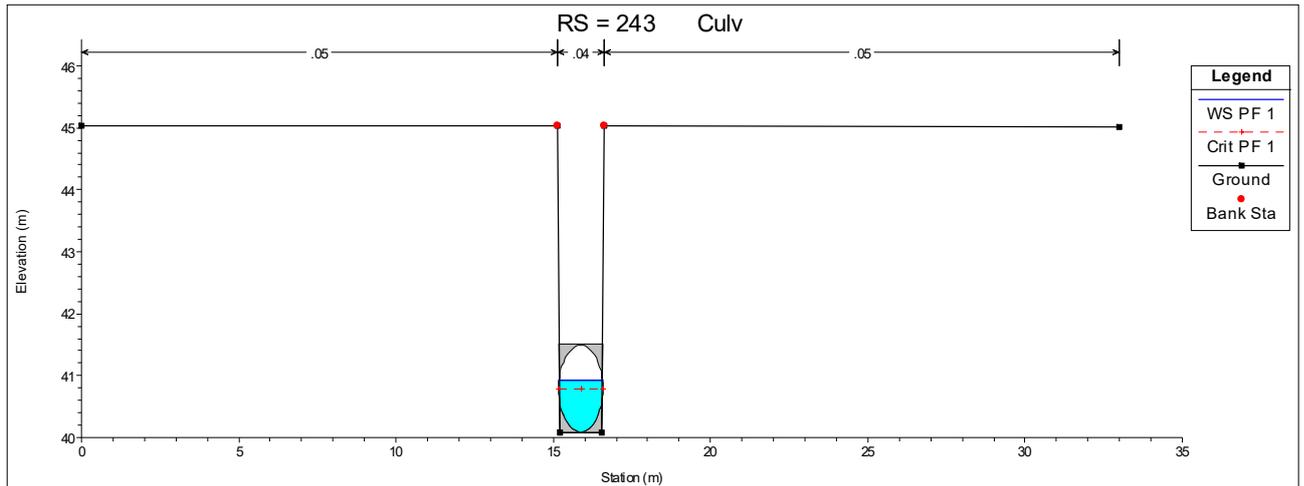


FIGURA 5a - LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO IN CORRISPONDENZA DELL'IMBOCCO DEL TOMBINIO ESISTENTE DELLA FERROVIA NELLO STATO DI FATTO

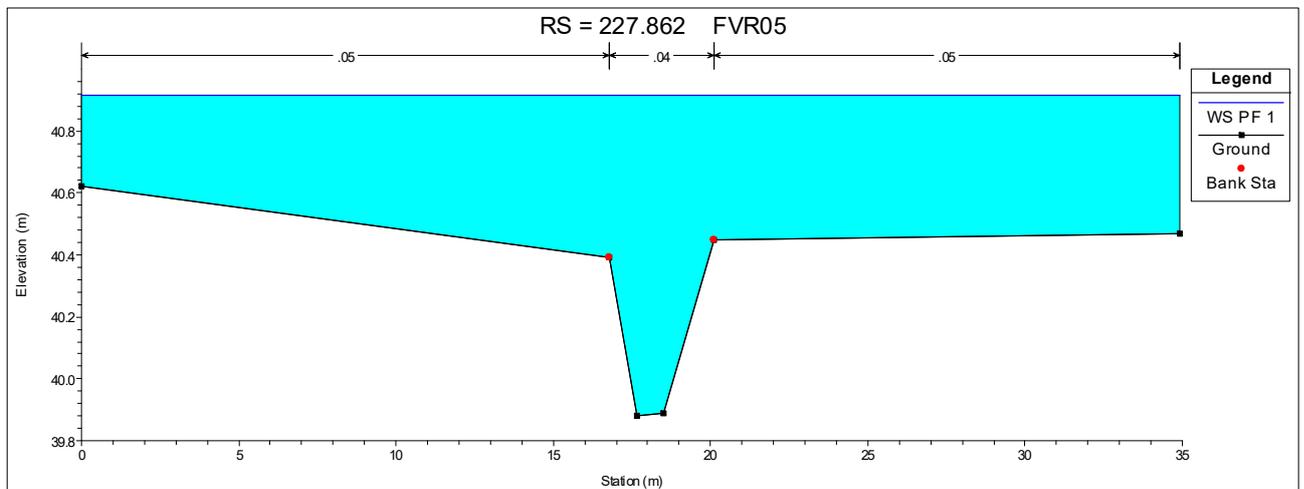


FIGURA 5b - LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO ALLA SEZIONE TRASVERSALE FVR05 A VALLE DELL'ATTRAVERSAMENTO FERROVIAIO

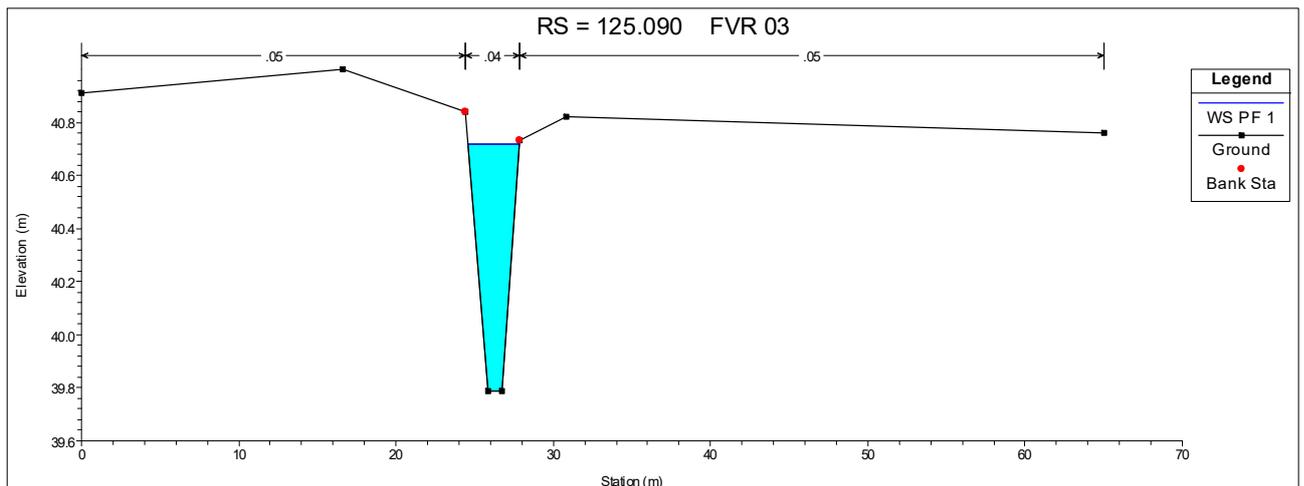


FIGURA 5b - LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO ALLA SEZIONE TRASVERSALE FVR03 A MONTE DELLA TANGENZIALE IN PROGETTO

RISULTATI DELLE ANALISI NELLO STATO DI PROGETTO

Nella configurazione di progetto si considera l'inserimento dello scatolare di progetto (TM14) al di sotto della tangenziale le cui dimensioni sono pari a 2.00x1.5m; nella modellazione numerica sono

stati analizzati altri due tombini scatoari TM 124 (dimensioni pari a 2.00x1.6m) e TM 05 (dimensioni pari a 2.00x1.5m), dimensionati per consentire il passaggio di strade di servizio; si è tenuto conto inoltre del tombino esistente (circolare di diametro pari a 1400 mm) in corrispondenza della ferrovia; si tiene infine conto del risezionamento del corso d'acqua in corrispondenza dell'attraversamento in progetto per il tratto che va dalla FVR_05 alla FVR_01.

Nella tabella seguente si riportano le dimensioni delle sezioni di progetto e dell'attraversamento rivisitato a seguito della modellazione numerica effettuata.

TABELLA 2 - CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL TRATTO DI CORSO D'ACQUA RIVISITATO A SEGUITO DELLA MODELLAZIONE.

FOSSETTA VALLE RONCOCESI			
ATTRAVERSAMENTO			
TM0124	B	H	
	2	1.6	
TM05	B	H	
	2	1.5	
TM14	B	H	
	2	1.5	
CANALE			
	B (m)	b (m)	H (m)
FVR07	NESSUNA MODIFICA		
FVR06	NESSUNA MODIFICA		
FVR05b	4	1.5	1
FVR05	4	1.5	1
FVR05c	4	1.5	1
FVR04	4	1.5	1
FVR03	5.5	3	1
FVR02	5.5	3	1
FVR01	NESSUNA MODIFICA		

La ricalibratura della canalizzazione è stata effettuata al fine di evitare l'aumento del rischio di esondazione e per consentire il passaggio della piena duecentennale con adeguato franco (previsto dalle normative vigenti e dalle prescrizioni ANAS) di sicurezza senza modificare l'altezza dell'attraversamento rispetto al progetto definitivo al fine di non determinare variazioni significative dell'infrastruttura stradale. Di seguito si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto.

TABELLA 3 - PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP.

Stato di Progetto								
River St.	Sezione Topografica	Portata (T=200)	Quota del fondo	Livelli idrometrici	Quota Energia	Pendenza Energia	Larghezza in sommità	Numero di Froud
		[m³/s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]		[m]	
246.257	FVR 07	1.75	40.09	41.1	41.18	0.008559	1.37	0.41
243		Culvert		40.93;40.78				
239.364	FVR 06	1.75	40.09	40.67	40.92	0.036449	1.37	0.93
231.614	FVR 05B	1.75	39.87	40.74	40.77	0.002313	3.67	0.32
230 Culv		Culvert		40.68;40.67				
227.862	FVR05	1.75	39.87	40.67	40.71	0.003104	3.51	0.37
184.696	FVR 04	1.75	39.81	40.53	40.58	0.004803	3.29	0.45
170 Culv		Culvert		40.42;40.42				
125.09	FVR 03	1.75	39.79	40.42	40.44	0.002363	4.57	0.33
100 Culv		Culvert		40.30;40.17				
54.264	FVR 02	1.78	39.44	40.23	40.25	0.001083	4.98	0.23
20.61	FVR 01	1.81	39.21	39.81	40.01	0.026421	2.38	1

Stato di Fatto								
River St.	Sezione Topografica	Portata (T=200)	Quota del fondo	Livelli idrometrici	Quota Energia	Pendenza Energia	Larghezza in sommità	Numero di Froud
		[m³/s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]		[m]	
246.257	FVR 07	1.75	40.09	41.1	41.18	0.008547	1.37	0.41
243		Culvert		40.93;40.81				
239.364	FVR 06	1.75	40.09	40.81	40.97	0.021008	1.37	0.68
227.862	FVR05	1.75	39.88	40.92	40.92	0.000068	34.92	0.06
184.696	FVR 04	1.75	39.81	40.87	40.91	0.002303	9.23	0.32
125.09	FVR 03	1.75	39.79	40.72	40.76	0.003321	3.27	0.37
54.264	FVR 02	1.75	39.39	40.37	40.42	0.00479	2.93	0.44
20.61	FVR 01	1.75	39.21	40.17	40.19	0.002002	42.05	0.29

In corrispondenza dei manufatti di attraversamento della strada in progetto (TM124, TM05, TM14) **il valore di portata di progetto genera un franco idraulico superiore ai 75cm**, in accordo con le prescrizioni riportate nel Capitolato d'oneri Prescrizioni per la redazione del Progetto Esecutivo ANAS. Osservando le sezioni trasversali (v. figure 7) **si evince che la canalizzazione risezionata risulta in grado di ospitare le portate di deflusso; inoltre confrontando i livelli idrometrici (riportati in tabella 3) tra lo stato di fatto e la configurazione di progetto si può affermare che la presenza dell'infrastruttura non determina un incremento della pericolosità idraulica e quindi del rischio di esondazione rispetto alla condizione attuale;** ciò in accordo con la prescrizione del Decreto VIA secondo la quale "l'infrastruttura non deve aumentare il rischio di esondazione, anche per rotte arginali, deve quindi essere garantito il deflusso delle acque al fine di non aumentare il rischio per la popolazione".

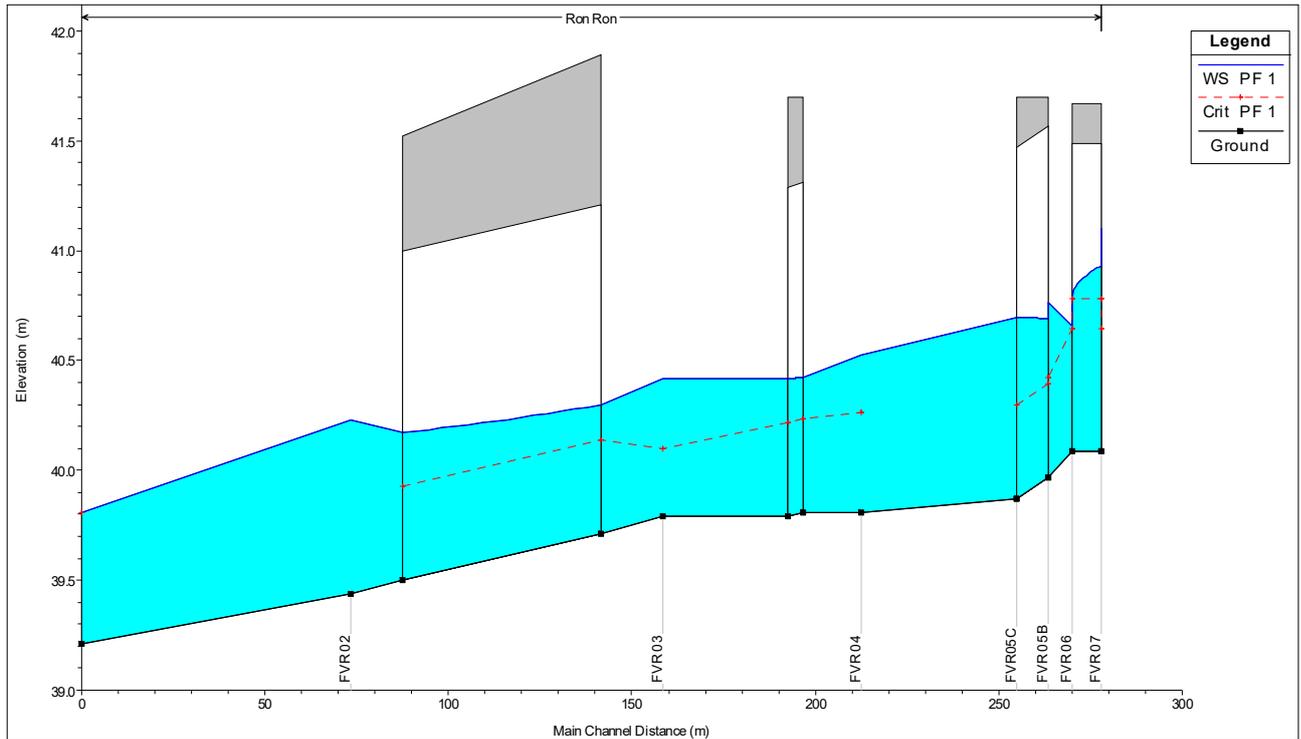


FIGURA 6 - PROFILO DI RIGURGITO NELLO STATO DI PROGETTO.

Il corso d'acqua riceve inoltre il contributo di scarico dell'impianto di depurazione per una portata complessiva di 60 l/sec che di fatto incrementa il valore della portata di progetto, per una portata complessiva $Q=1.81 \text{ m}^3/\text{sec}$. Questo modesto incremento di portata genera un aumento del profilo di rigurgito trascurabile che garantisce la compatibilità degli scarichi nel corpo idrico recettore.

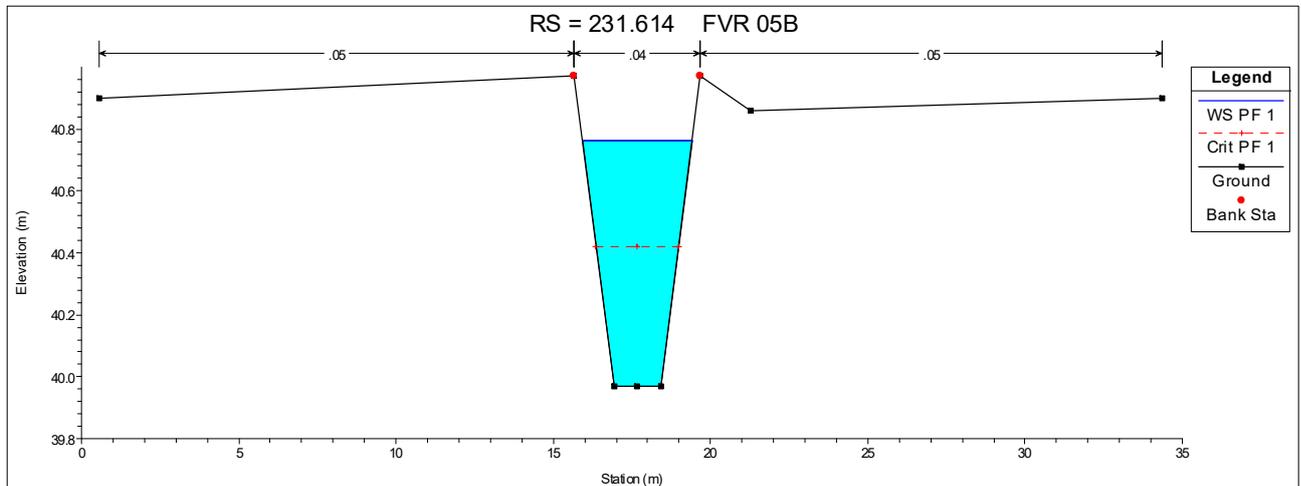


FIGURA 7a - LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO ALLA SEZIONE FVR05 NELLO STATO DI PROGETTO

FIGURA 7c - LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE DI MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO TM124 DELLA TANGENZIALE NELLO STATO DI PROGETTO.

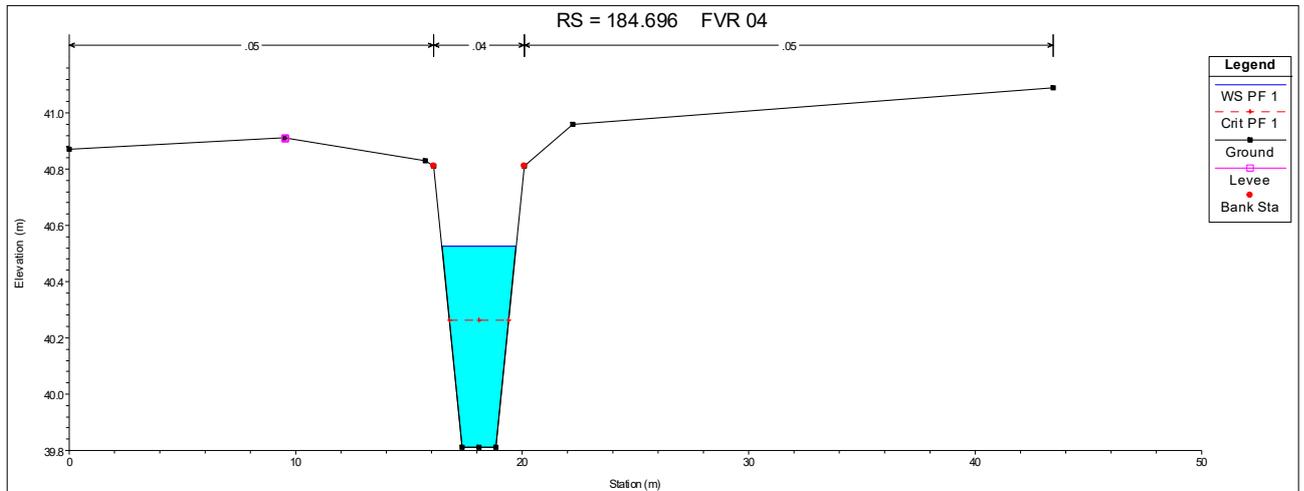


FIGURA 7d - LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO ALLA SEZIONE TRASVERSALE FVR04 NELLO STATO DI PROGETTO

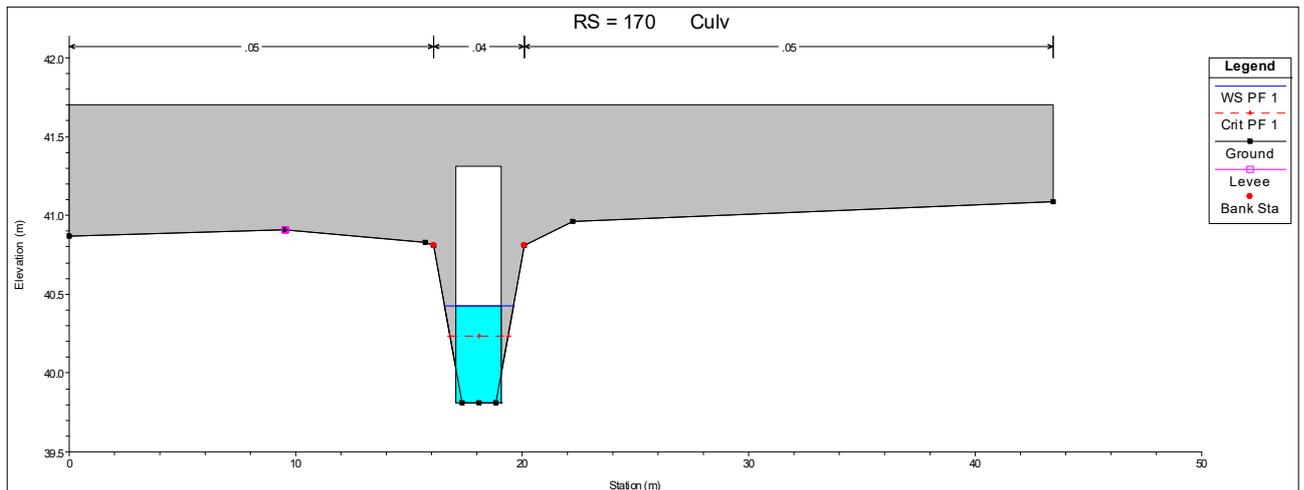


FIGURA 7e - LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE DI MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO TM05 DELLA TANGENZIALE NELLO STATO DI PROGETTO.

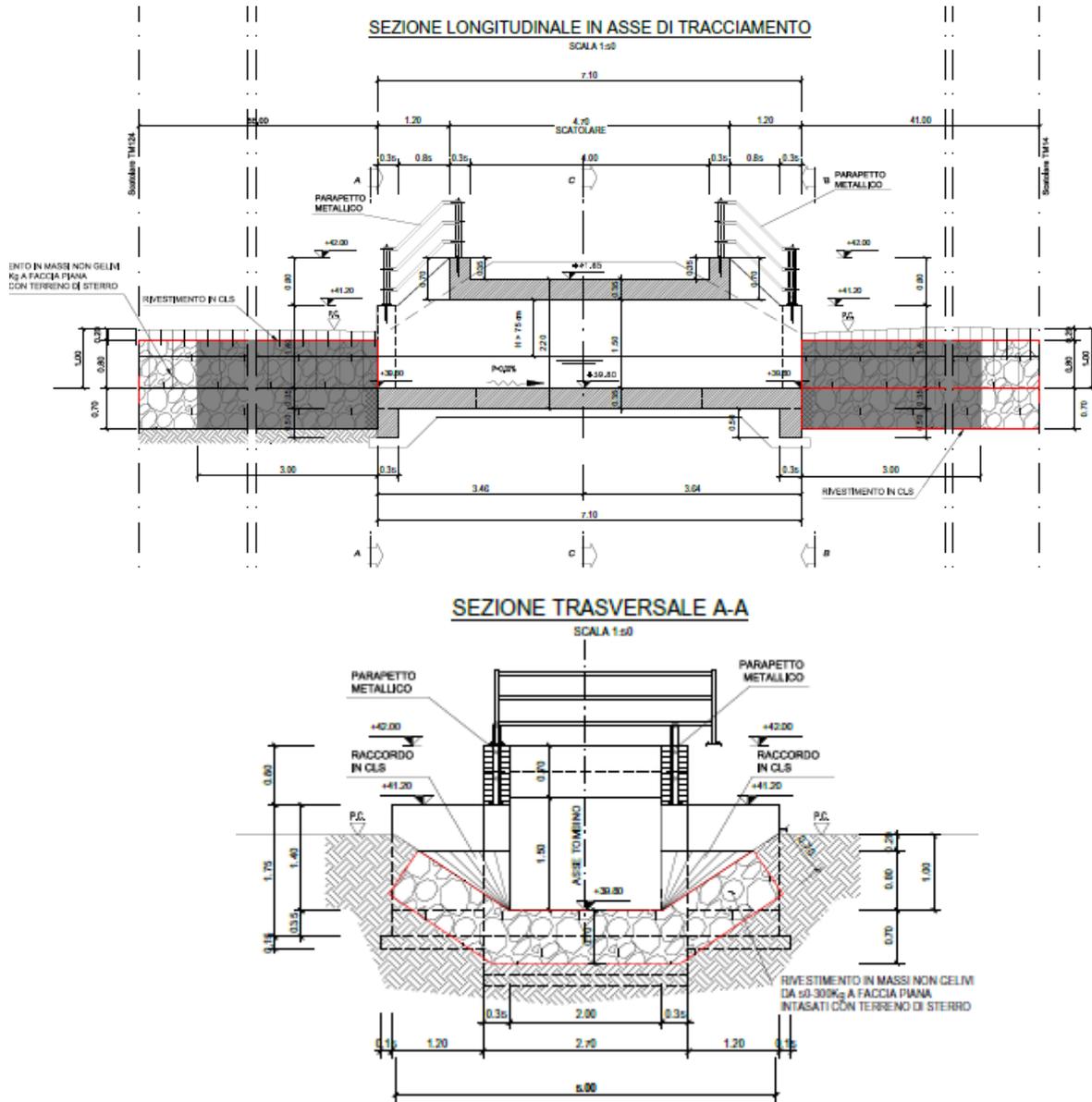


FIGURA 7f – PARTICOLARE ESECUTIVO ATTRAVERSAMENTO TM05 (S01ID00IDRDI11).

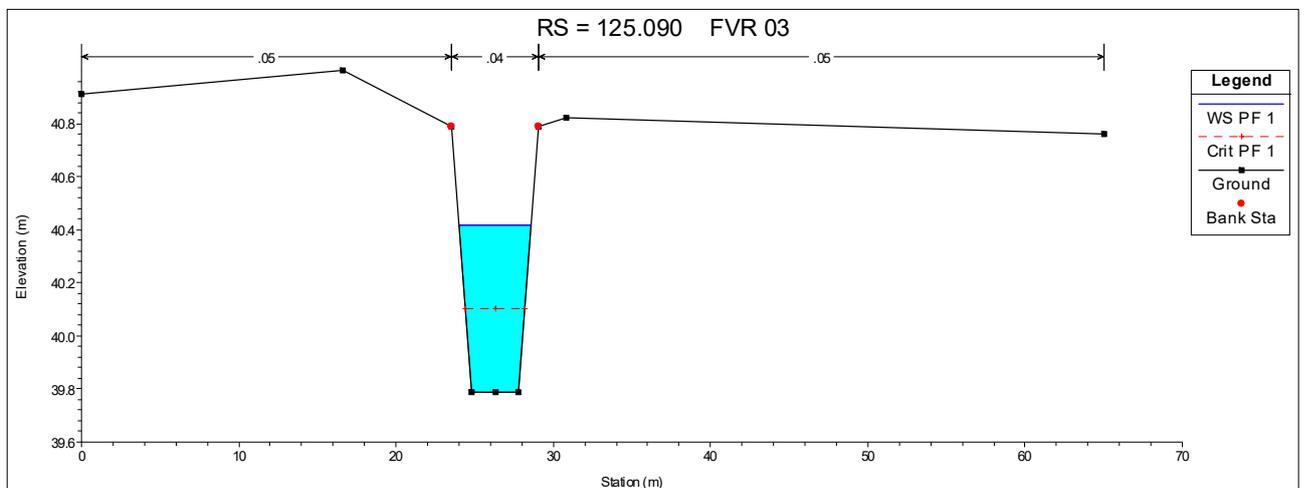


FIGURA 7g - LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO ALLA SEZIONE TRASVERSALE FVR03 NELLO STATO DI PROGETTO

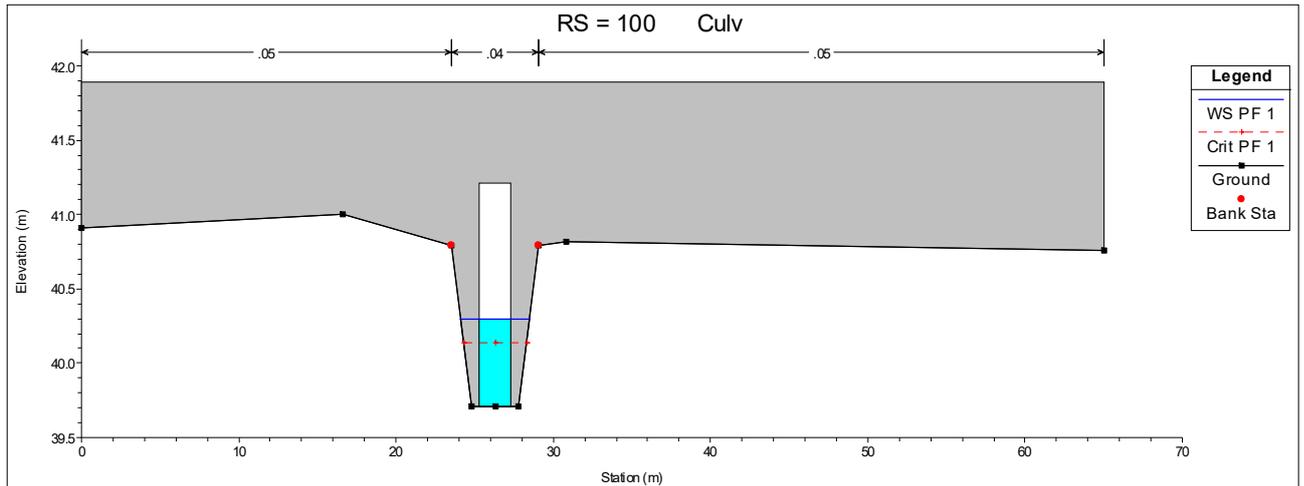


FIGURA 7h - LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE DI MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO TM14 DELLA TANGENZIALE NELLO STATO DI PROGETTO

IMBOCCO TOMBINO SCATOLARE
SEZIONE E-E' SCALA 1:50

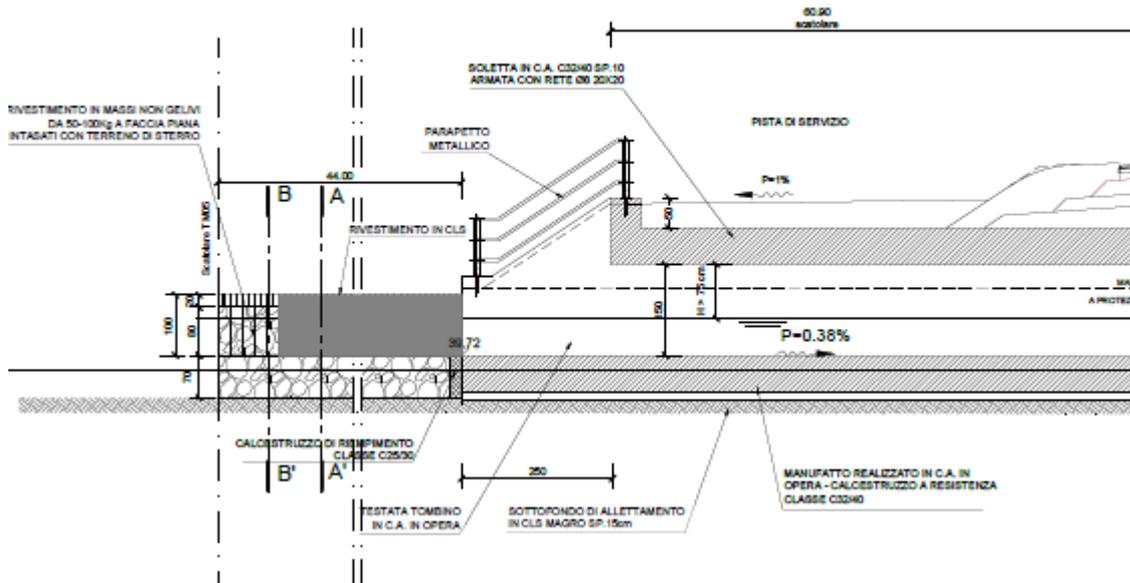


FIGURA 7i - PARTICOLARE ESECUTIVO PROFILO ATTRAVERSAMENTO TM14 (S01ID00IDRDI19).

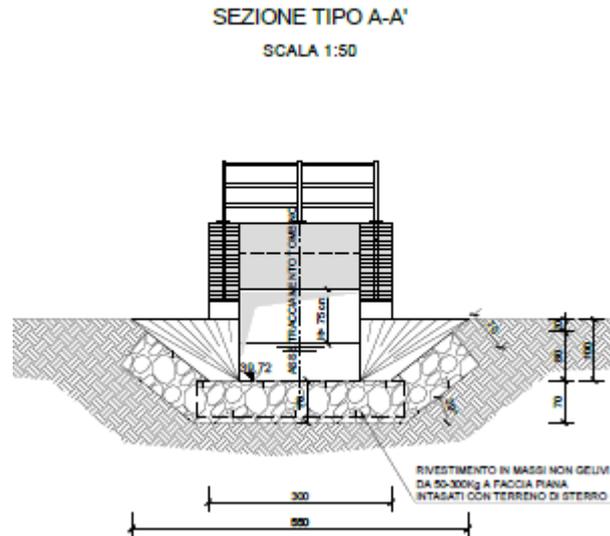


FIGURA 7I – PARTICOLARE ESECUTIVO SEZIONE ATTRAVERSAMENTO TM14 (S01ID00IDRDI19).

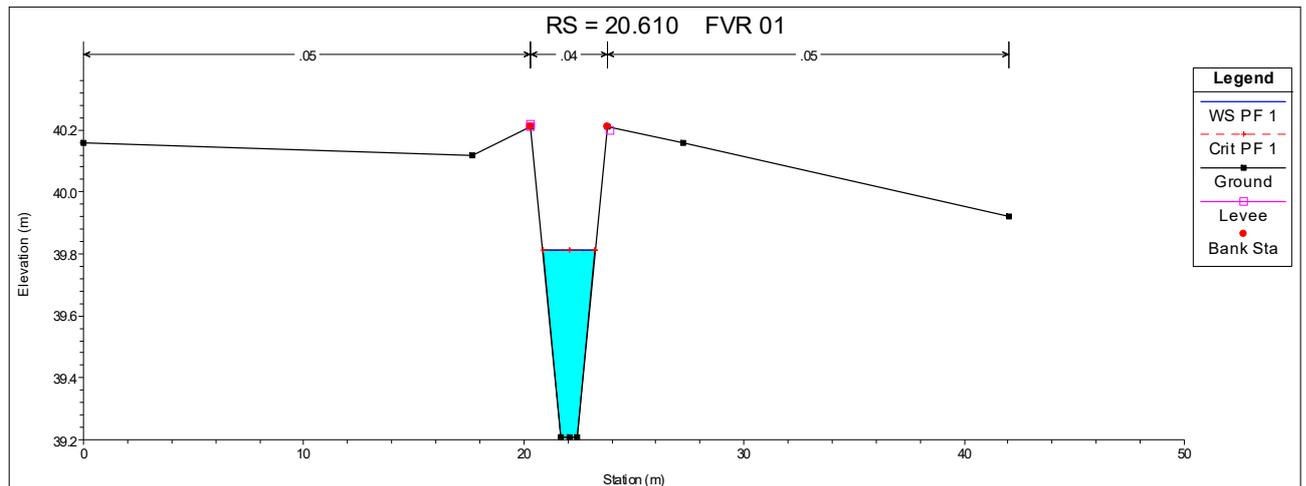


FIGURA 7m - LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE TERMNALE FVR01 NELLO STATO DI PROGETTO

4. VERIFICA ALL'EROSIONE PER TRASCINAMENTO E ROTOLAMENTO

Nel presente paragrafo si riporta la verifica all'erosione per trascinamento e rotolamento, in corrispondenza della sezione immediatamente a monte (FVR03) dell'attraversamento del Fossetta valle Roncocesi; per la parte teorica si rimanda alla relazione "premesse alle relazioni idrauliche"; si riportano di seguito quindi i risultati delle verifiche allo strisciamento ed al rotolamento, sia al fondo che sulla sponda.

a) Analisi dell'erosione al fondo mediante utilizzo dell'abaco di Shields

Nella tabella che segue si riportano le caratteristiche geometriche della sezione scelta (localizzata a valle dell'attraversamento) e le caratteristiche idrauliche per effetto della propagazione della piena duecentennale; la verifica è stata effettuata considerando il rivestimento consigliato dal consorzio di bonifica dell'Emilia Romagna, caratterizzato da massi non gelivi di peso compreso tra

50 e 300 kg e peso specifico pari a 2400 kg/m³; sulla base di tali informazioni è facile calcolare il diametro medio delle particelle pari a circa 0.5m.

Portata (m³/s)	1.75
Velocità (m/s)	0.74
Raggio idraulico (m)	0.473
Diametro particelle (m)	0.5
Peso specifico acqua (kg/m³)	1000
Peso specifico ghiaia (kg/m³)	2400
Viscosità cinematica a 20° (m² s⁻¹)	0.000001
Densità a 20° (kg m⁻⁴s²)	101.79
Pendenza del corso d'acqua θ	0.009
Tirante (m)	0.63
Pendenza linea energia J	0.002

L'applicazione delle relazioni sopra descritte fornisce i seguenti valori:

Tensione di trascinamento τ (kg/m²)	1.116
Numero di Reynolds Re*	>1000
Parametro di Shields in condizioni critiche Yc	0.056
Tensione di trascinamento in condizioni critiche τ_c (kg/m²)	39.2

da cui si evince che la tensione di trascinamento al fondo τ risulta essere minore della tensione critica di trascinamento τ_c.

b) analisi dell'erosione sulla sponda.

In tale caso è stato necessario valutare l'angolo di naturale declivio β e la pendenza della scarpata (α); come valore di angolo di naturale declivio si è utilizzato, a vantaggio di sicurezza, un valore pari a 50 gradi, considerando che per le scogliere in massi naturali di opere marittime si utilizza un valore di β=75° (Da deppo et al., 2004)¹.

Diametro particelle (m)	0.5
Pendenza scarpata α, (°)	39
Angolo di natural declivio β, (°)	50
Tensione di trascinamento τ (kg/m²)	1.12
Numero di Reynolds Re*	>1000
Parametro di Shields in condizioni critiche Yc	0.056
Tensione di trascinamento in condizioni critiche τ_c (kg/m²)	22.70

Come si può notare anche in questo caso la tensione di trascinamento al fondo τ risulta essere minore della tensione critica di trascinamento τ_c che è minore rispetto al caso precedente.

c) Analisi dell'erosione per rotolamento delle particelle.

¹ L. Da Deppo, C. Datei, P. Salandin, Sistemazione dei corsi d'acqua, Libreria Internazionale Cortina Padova, ISBN 88-7784-246-6, 2004

In tale caso è stato necessario introdurre il valore dell'angolo di Pivoting, assunto un valore pari a 50 gradi.

Angolo Pivoting ϕ (°)	50
Tensione di trascinamento (kg/m²)	1.12
Numero di Reynolds Re*	>1000
Parametro di Shields in condizioni critiche Yc	0.056
Tensione di trascinamento in condizioni critiche (kg/m²)	38.90

Come si può notare anche in questo caso, la tensione di trascinamento al fondo τ risulta essere minore della tensione critica di trascinamento $\tau_{c,no}$ che è minore rispetto al caso dello strisciamento.

d) Analisi dell'erosione per rotolamento delle particelle sulle sponde

Anche in tale caso è stato necessario utilizzare l'angolo di naturale declivio (assunto pari a 50°). Come si può notare anche in questo caso, la tensione di trascinamento al fondo τ risulta essere minore della tensione critica di trascinamento $\tau_{c,no}$ che è minore rispetto ai casi precedenti.

Angolo di natural declivio β (°)	50
Pendenza scarpata α (°)	38.65
Angolo Pivoting ϕ (°)	50
Tensione di trascinamento (kg/m²)	1.116
Numero di Reynolds Re*	>1000
Parametro di Shields in condizioni critiche Yc	0.056
Tensione di trascinamento in condizioni critiche (kg/m²)	22.53

5. MODIFICHE INTRODOTTE NEL PROGETTO ESECUTIVO PER EFFETTO DELLA OSSERVAZIONE N. 4.2 DEL CONSORZIO DI BONIFICA

. Osservazione

".....Nel tratto intercluso tra tangenziale e ferrovia si richiede il rivestimento in massi."

Modifiche introdotte nel progetto:

Il rivestimento sarà esteso per tutto il tratto compreso tra ferrovia e tangenziale; di seguito si riporta uno stralcio della tavola che riporta le suddette modifiche.

