



PROVINCIA
di GROSSETO

Area Tecnica

03399 S.R. 74 Maremmana - Realizzazione di un nuovo ponte ad
04076 una corsia di marcia alla progressiva km 35+500

PROGETTO ESECUTIVO

Allegato nr.	RELAZIONE IDRAULICA
T-2	

Il Dirigente Area Tecnica
Dott. Ing. Gianluca Monaci

Il Responsabile Unico del Procedimento
Dott. Ing. Alessandro Vichi

Il Progettista
Dott. Ing. Massimiliano Rosso

Grosseto, _____

	Copia n°

INDICE

1.	PREMESSA.....	2
2.	RIFERIMENTI PROGETTUALI.....	3
3.	SCHEMA DI CALCOLO IDRAULICO	3
4.	PARAMETRI DI SCABREZZA	4
5.	FRANCO DI SICUREZZA	5
6.	VERIFICHE IDRAULICHE	5
6.1.	PROFILO DI MOTO PERMANENTE	5
6.2.	MODELLO GEOMETRICO.....	5
6.3.	RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA.....	6

1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è l'analisi idraulica dell'intersezione tra il corso d'acqua, fosso di Pontelungo, e la Strada Regionale, SR 74 Maremmana, previsto nell'ambito dei lavori per la costruzione del nuovo ponte parallelo a quello esistente al km 30+550 in prossimità dell'abitato di Manciano e denominato ponte sul fosso di Pontelungo, allo scopo di verificare la compatibilità idraulica.

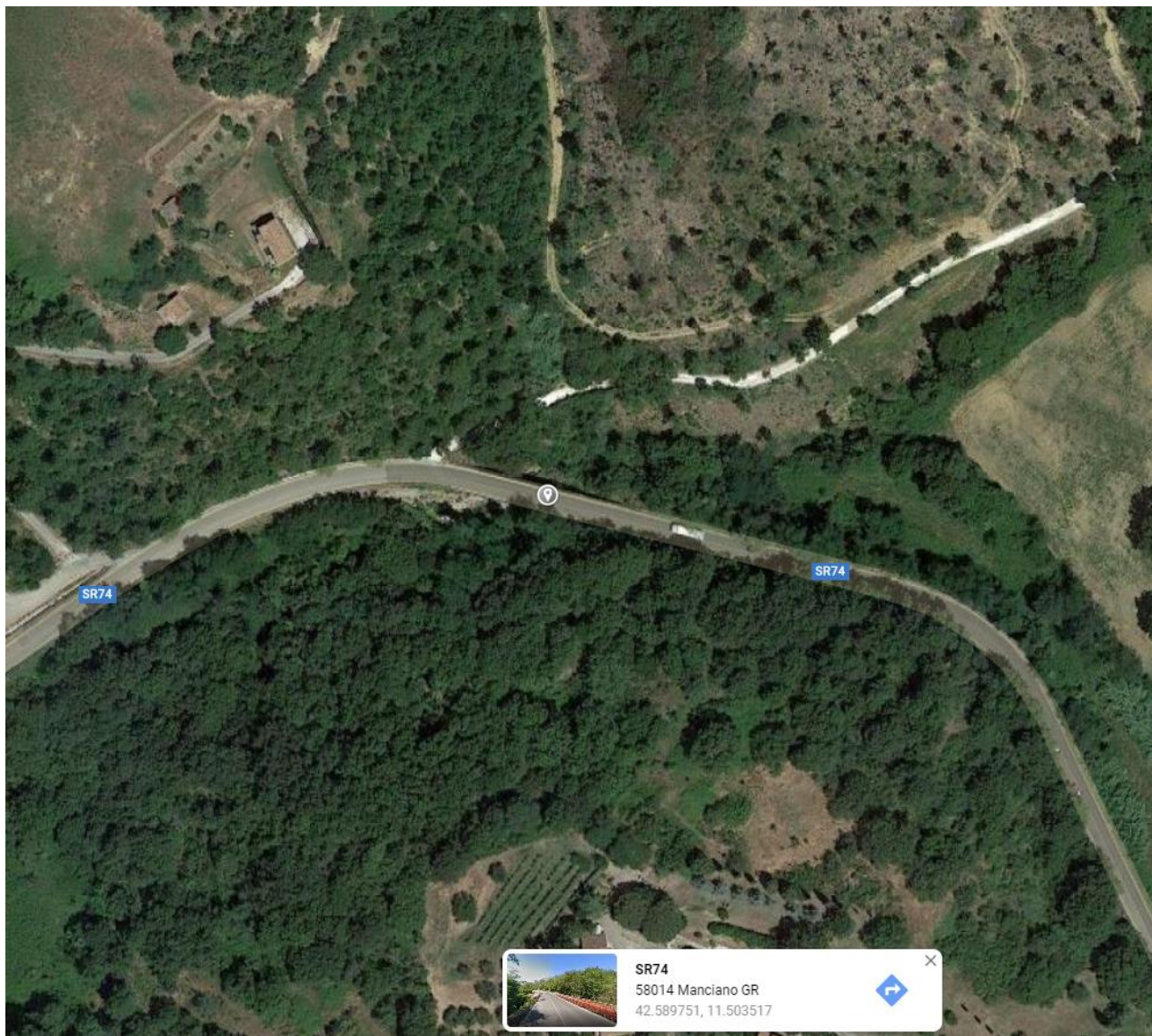


Figura 1.1: Estratto della mappa da satellite.

2. RIFERIMENTI PROGETTUALI

Per quanto riguarda lo studio idrologico ed idrogeologico del bacino del fosso di Pontelungo è stato fatto riferimento alla relazione geologico-geotecnica redatta dal Dr. Geol. Marco Sozzi in data 06 Marzo 2020.

Si riassumono di seguito i dati di progetto:

- Superficie bacino: 1.31 km²;
- Perimetro bacino: 4.78 km;
- Quota sezione di chiusura: 282.00 m.s.l.m.;
- Lunghezza asta principale: 1.92 km;
- Pendenza media fosso: 8.23%;
- Pendenza media del fosso nel tratto di intersezione con SR 74: 4.72%;
- Tempo di corrivazione (Giandotti 1934): 1.14 ore;
- Portata di piena calcolata con metodi empirici (Giandotti 1940): 46.356 m³/sec;
- Portata di piena calcolata con il metodo razionale, per un periodo di ritorno di 200 anni: 34.404 m³/sec.

3. SCHEMA DI CALCOLO IDRAULICO

Le analisi idrauliche delle opere in progetto sono state condotte applicando schemi di calcolo in moto permanente.

Le analisi idrauliche sono state condotte mediante la messa a punto ed applicazione di modelli idraulici monodimensionali basati sul codice di calcolo HEC RAS, versione 5.0.7.

4. PARAMETRI DI SCABREZZA

Nella scelta dei parametri di scabrezza utilizzati nelle verifiche idrauliche si è fatto riferimento in generale alle seguenti tabelle:

Tipo di superficie	Minimo	Normale	Massimo
ALVEI DIPIANURA			
non vegetati, rettilinei, corrente regolare	0.025	0.030	0.033
come sopra ma con pietre e alghe	0.030	0.035	0.040
non vegetati, tortuosi con molienti e rapide	0.033	0.040	0.045
come sopra ma con pietre e alghe	0.035	0.045	0.050
come sopra, in magra	0.040	0.048	0.055
non vegetati, tortuosi, pietre, molienti e rapide	0.045	0.050	0.060
molto irregolari e alghe molto fitte	0.075	0.100	0.150
ALVEI DIMONTAGNA(SPONDE CON ALBERI E CESPUGLI)			
sul fondo: ghiaia, ciotoli e massi radi	0.030	0.040	0.050
sul fondo: ciotoli e grandi massi	0.040	0.050	0.070
GOLENE EPIANEINONDABILI			
prato senza cespugli, erba bassa	0.025	0.030	0.035
prato senza cespugli, erba alta	0.030	0.035	0.050
campi incolti	0.020	0.030	0.040
coltivazioni a filari	0.025	0.035	0.045
colture di cereali in pieno sviluppo	0.030	0.040	0.050
aree con cespugli sparsi e erba alta	0.035	0.050	0.070
aree con cespugli bassi e alberi, in inverno	0.035	0.050	0.060
aree con cespugli bassi e alberi, in estate	0.040	0.060	0.080
cespugli fitti, in inverno	0.045	0.070	0.110
cespugli fitti, in estate	0.070	0.100	0.160

Figura 4.1: Valori del coefficiente di resistenza di Manning.

Data la conformazione molto variabile del sito sono state eseguite due analisi con diversi valori del coefficiente di Manning.

In prima analisi è stato utilizzato un valore pari a 0.040, corrispondente ad alvei di montagna, sponde con alberi e cespugli e sul fondo: ghiaia, ciotoli e massi radi.

Nel secondo modello è stata valutata l'incidenza del coefficiente di Manning nella modellazione utilizzando, a favore di sicurezza, un valore di 0.07, corrispondente al massimo per alvei di montagna, sponde con alberi e cespugli e sul fondo: ciotoli e grandi massi.

In entrambe le analisi è stato verificato il franco idraulico, che risulta ampiamente maggiore di 1.50 metri.

5. FRANCO DI SICUREZZA

Per la valutazione della compatibilità idraulica delle opere di progetto si è fatto riferimento alle prescrizioni generali delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), cap. 5.1.2.3 Compatibilità idraulica: *“Il franco idraulico, definito come la distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l'intradosso delle strutture, è da assumersi non inferiore a 1.5 metri...”*

6. VERIFICHE IDRAULICHE

Il tracciamento del profilo di corrente è stato condotto utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS versione 5.0.7, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers.

HEC-RAS è l'abbreviazione di Hydrologic Engineering Center's River Analysis System. Questo software consente la simulazione di flussi idrici, nell'ipotesi di monodimensionalità della corrente, sia in moto permanente che in moto vario.

Possono essere analizzate condizioni di moto in corrente lenta, condizioni di moto critiche e condizioni di regime misto.

Il codice di calcolo permette di descrivere in maniera dettagliata la geometria delle singole sezioni idrauliche tenendo conto di scabrezze differenti, non solo in diversi tratti del corso d'acqua, ma anche all'interno della stessa sezione, ad esempio per differenziare le zone golenali e il canale principale. Esso consente inoltre di modellare l'andamento meandriforme di un corso d'acqua sia in ambito monodimensionale che quasi-2D, indicando differenti lunghezze del tratto che separa due sezioni adiacenti per la golenale in sponda sinistra, la golenale in sponda destra ed il canale principale.

Il programma di calcolo opera integrando le equazioni generali del moto secondo il metodo denominato nella letteratura anglosassone “Standard Step Method”. Il processo di calcolo si sviluppa, a seconda delle caratteristiche della corrente, lenta o veloce, dalla sezione estrema di valle o dalla sezione estrema di monte dove vengono assegnate dall'utente le condizioni al contorno e procede verso l'altro estremo.

In corrispondenza dei ponti o di eventuali canali a sezione chiusa, dove i meccanismi caratterizzanti il fenomeno sono più complessi, vengono utilizzati metodi di calcolo specifici.

6.1. Profilo di moto permanente

Le simulazioni sono state condotte utilizzando il valore della portata massima lungo il percorso dell'asta fluviale, ossia il valore di portata ottenuto in corrispondenza della sezione di chiusura del bacino idrografico analizzato.

6.2. Modello geometrico

La valutazione dei profili in condizione di moto permanente è stata effettuata a partire dalla base topografica del luogo. Pertanto sulla base delle informazioni plano altimetriche determinate tramite rilievo è stato ricavato il modello geometrico, base di input per il software HEC-RAS.

6.3. Risultati della modellazione idraulica

Nel seguito, si riportano i risultati dello studio idraulico, effettuato in condizioni di moto permanente.

Tali verifiche hanno consentito, grazie all'ausilio del software HEC-RAS, di definire le caratteristiche proprie del deflusso e, in particolare, il massimo livello idrico raggiunto in ogni sezione, oltre che la pendenza della linea dell'energia, la velocità media della corrente, la larghezza del pelo libero, il numero di Froude della corrente, ecc..

Tutte queste informazioni sono indicate sotto forma numerica nella tabella riassuntiva seguente, in cui sono riportati i dati relativi ai principali parametri idraulici desunti dal calcolo al passaggio della portata di progetto.

Il calcolo è stato svolto in condizioni di moto permanente utilizzando il valore della portata di piena desunto dallo studio idrologico del bacino (Vedi capitolo 2. Riferimenti progettuali).

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: PONTELUNGO Reach: PONTELUNGO Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (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)	Froude # Chl
PONTELUNGO	8	PF 1	46.36	-9.49	-7.61	-7.20	-6.34	0.047218	4.99	9.30	9.88	1.64
PONTELUNGO	7	PF 1	46.36	-9.70	-7.73	-7.72	-7.18	0.016465	3.27	14.19	13.15	1.00
PONTELUNGO	6	PF 1	46.36	-10.03	-7.68	-8.06	-7.37	0.007127	2.47	18.77	12.91	0.65
PONTELUNGO	5.53	PF 1	46.36	-9.95	-7.60	-8.32	-7.45	0.002848	1.69	27.40	16.60	0.42
PONTELUNGO	5.52		Bridge									
PONTELUNGO	5.51	PF 1	46.36	-10.25	-8.56	-8.23	-7.61	0.026029	4.31	10.75	8.34	1.21
PONTELUNGO	5	PF 1	46.36	-10.47	-8.28	-8.28	-7.68	0.016850	3.44	13.49	11.45	1.01
PONTELUNGO	4.53	PF 1	46.36	-10.60	-8.64	-8.42	-7.73	0.029861	4.21	11.01	10.62	1.32
PONTELUNGO	4.52		Bridge									
PONTELUNGO	4.51	PF 1	46.36	-11.16	-8.27	-8.98	-8.05	0.004119	2.09	22.16	13.47	0.52
PONTELUNGO	4	PF 1	46.36	-11.70	-8.88	-8.87	-8.14	0.018532	3.83	12.11	8.44	1.02
PONTELUNGO	3	PF 1	46.36	-12.70	-11.16	-10.42	-8.62	0.096814	7.06	6.57	5.77	2.11
PONTELUNGO	2	PF 1	46.36	-14.28	-12.74	-11.83	-9.43	0.123557	8.07	5.75	4.92	2.38
PONTELUNGO	1	PF 1	46.36	-14.39	-12.98	-12.35	-10.86	0.082081	6.46	7.18	7.49	2.11

Tabella 6.3.1: Risultati.

Le sigle sono relative a:

- Q Total: portata totale espressa in m³/sec;
- Min Ch El: Quote del fondo dell'alveo;
- W.S. Elev: Quota del pelo libero;
- Crit W.S.: Quota critica del pelo libero;
- E.G. Elev: Quota della linea dell'energia;
- E.G. Slope: Pendenza della linea dell'energia;
- Vel Chnl: Velocità media della corrente nell'alveo;
- Flow area: Area totale della sezione liquida effettiva;
- Top Width: Larghezza superficiale della sezione liquida;
- Froude: Numero di Froude.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti in forma grafica:

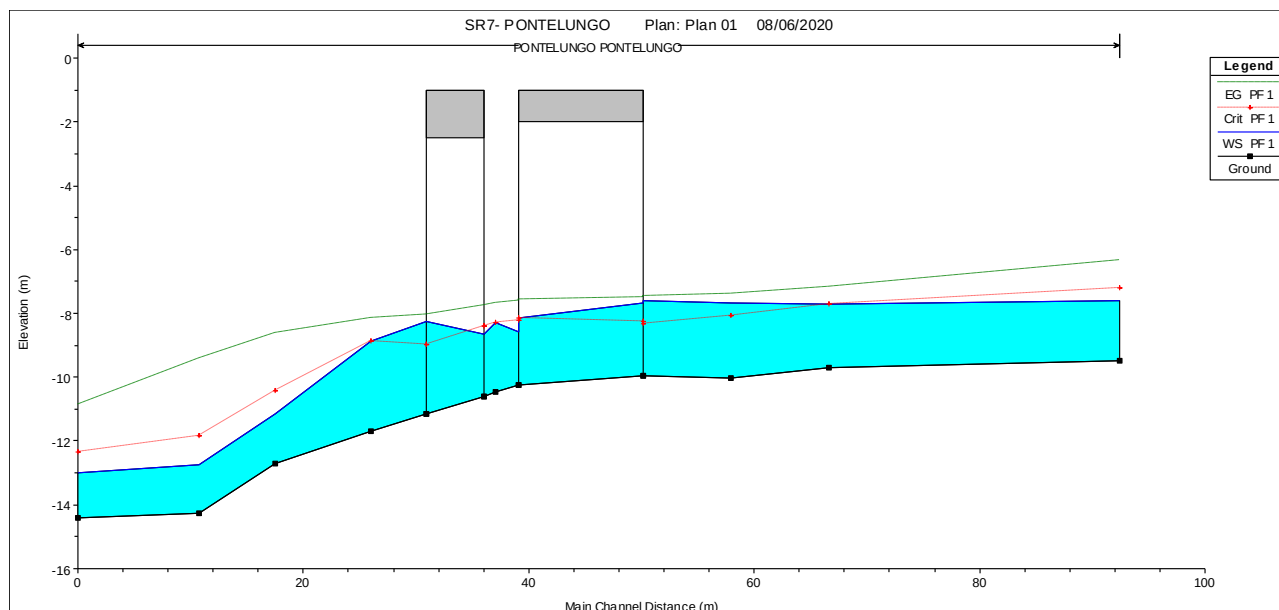


Figura 6.3.1: Profilo longitudinale.

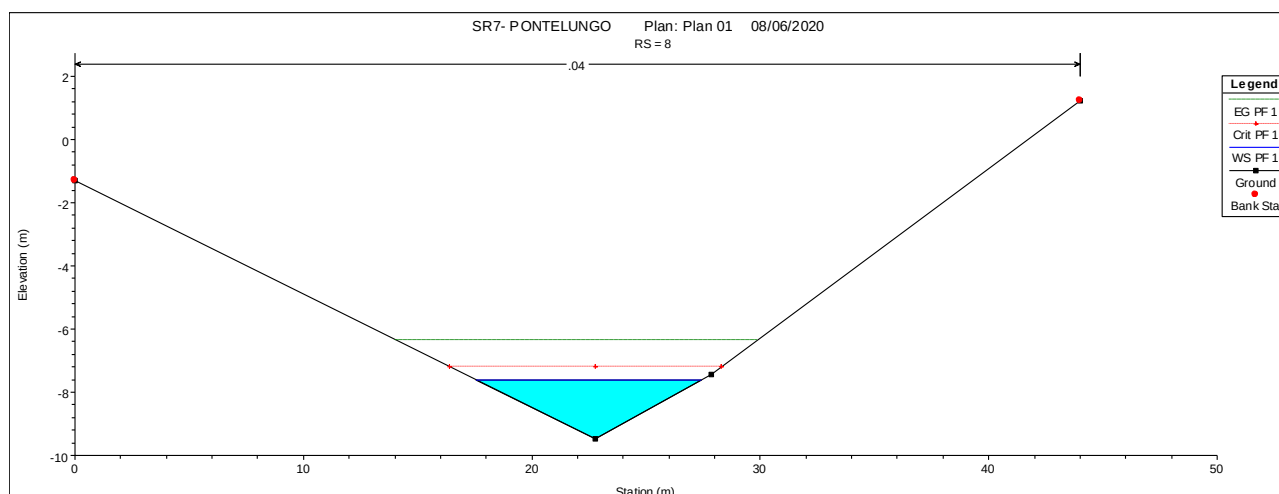


Figura 6.3.2: Sezione trasversale 8.

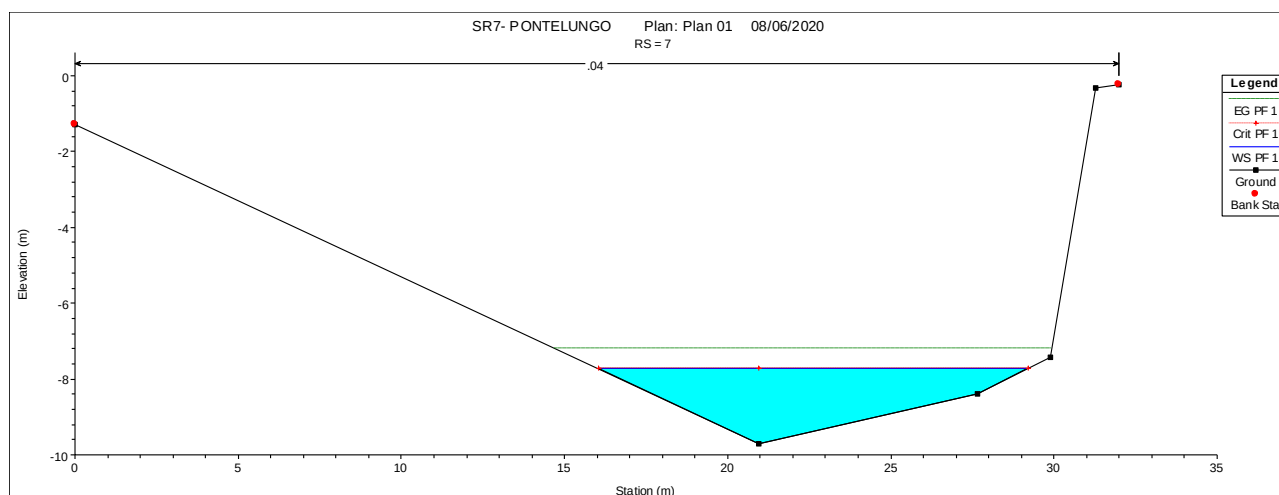


Figura 6.3.3: Sezione trasversale 7.

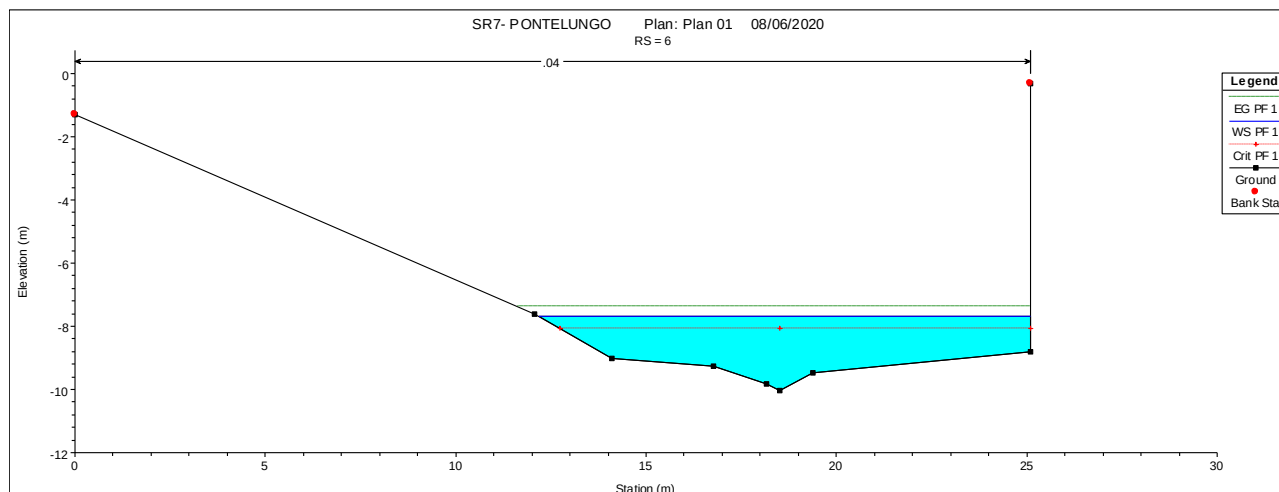


Figura 6.3.4: Sezione trasversale 6.

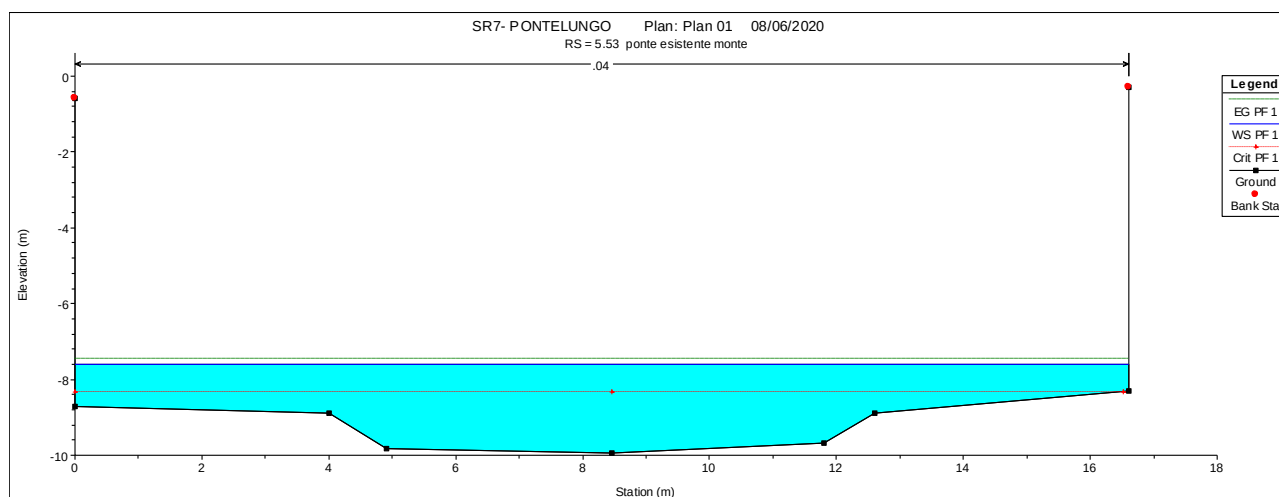


Figura 6.3.5: Sezione trasversale 5.53.

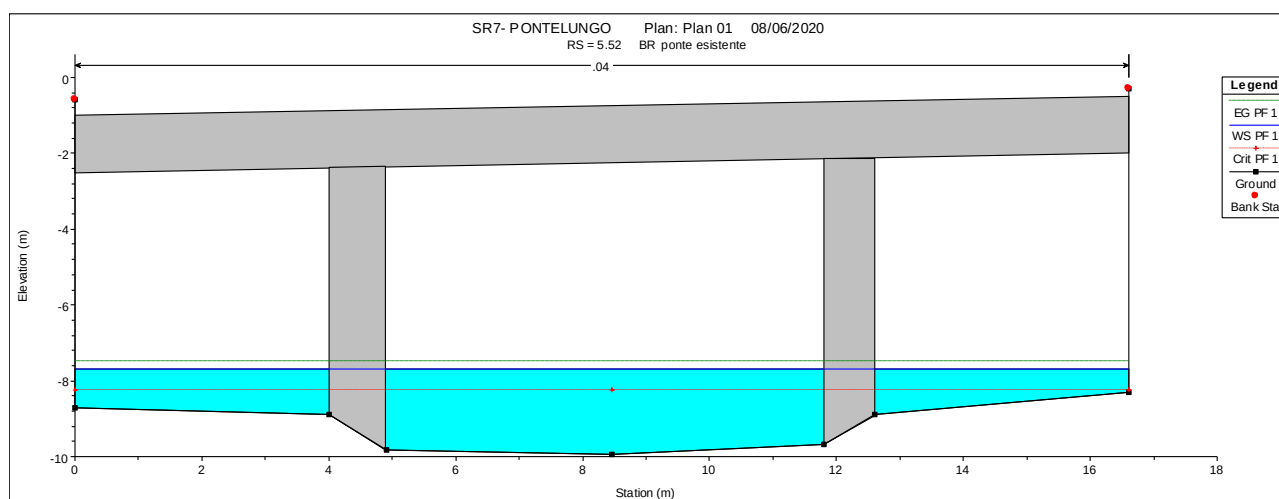


Figura 6.3.6: Sezione trasversale 5.52-monte.

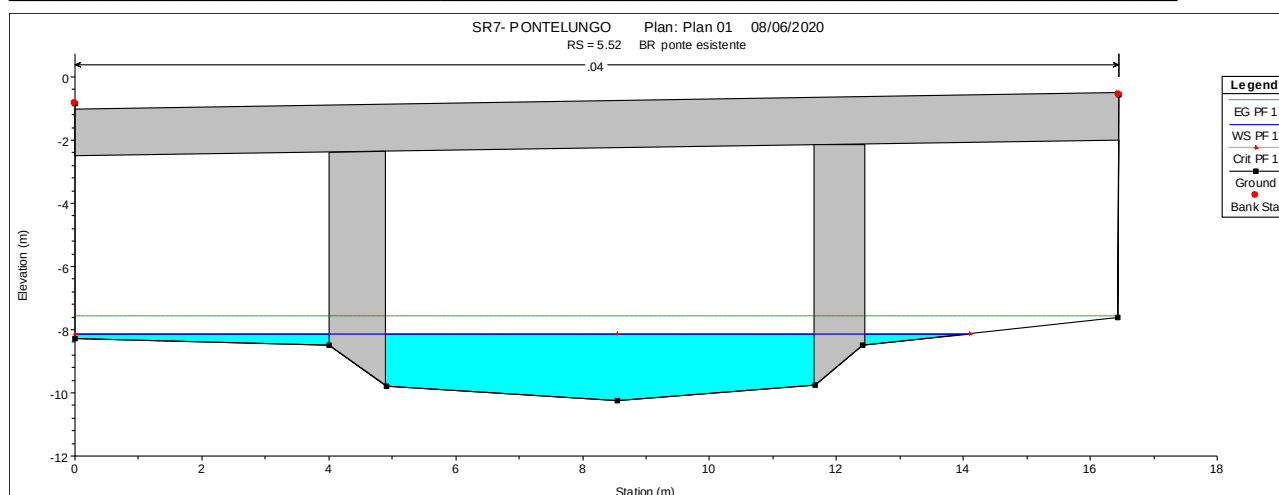


Figura 6.3.7: Sezione trasversale 5.52-valle.

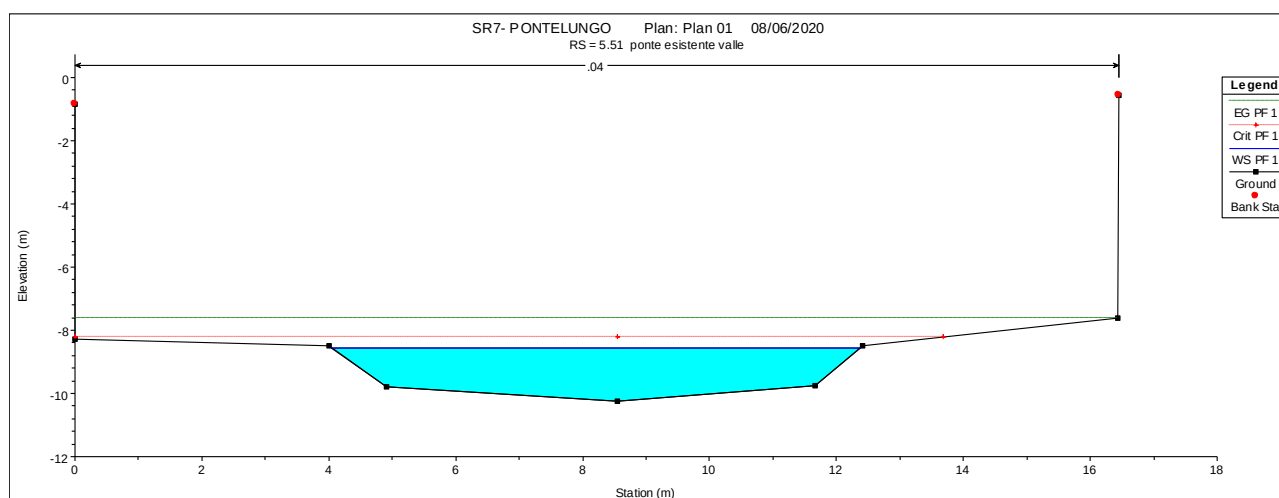


Figura 6.3.8: Sezione trasversale 5.51.

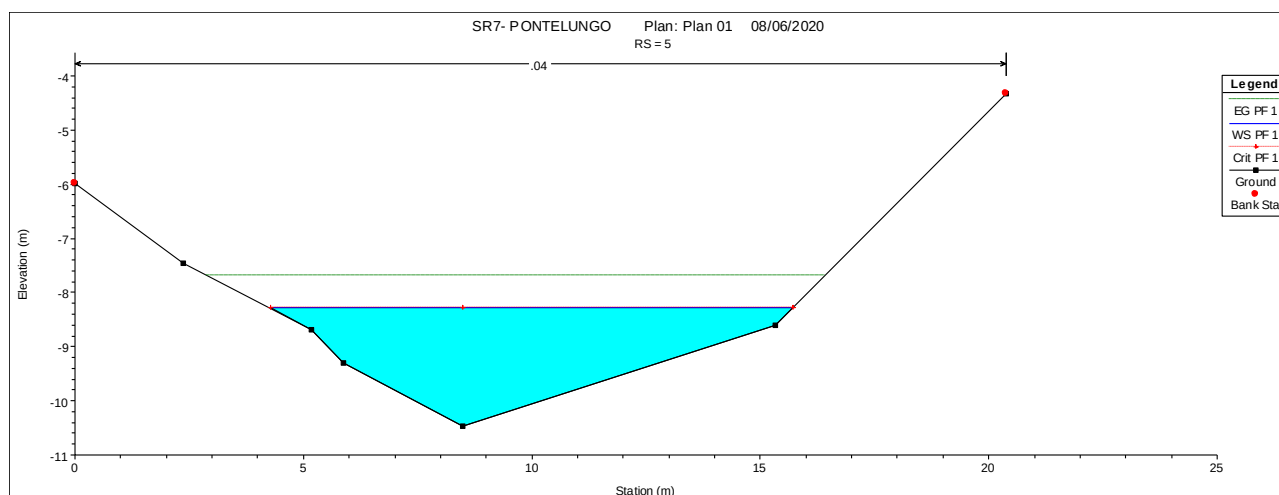


Figura 6.3.9: Sezione trasversale 5.

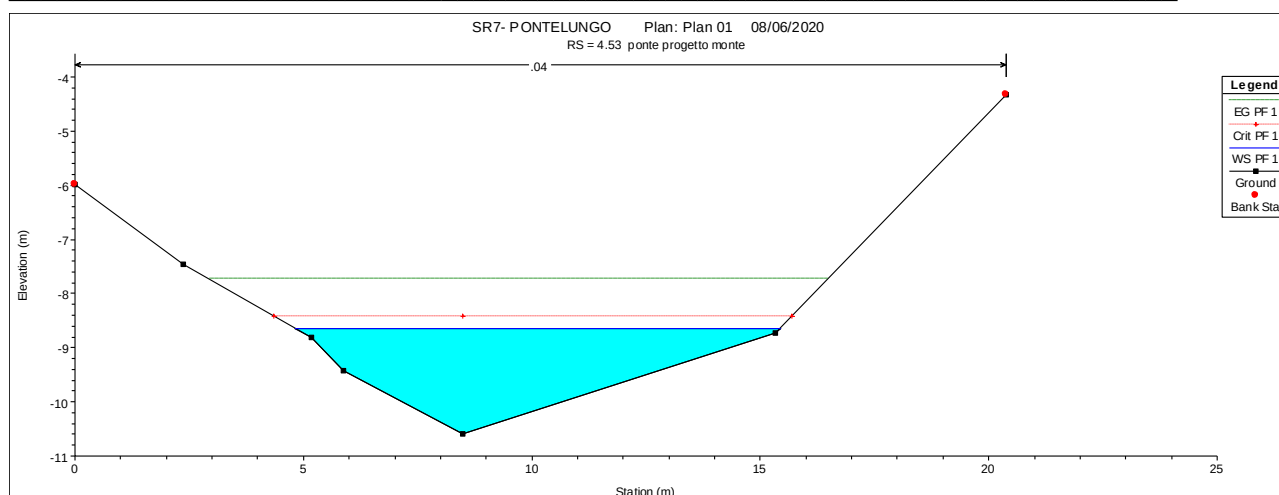


Figura 6.3.10: Sezione trasversale 4.53.

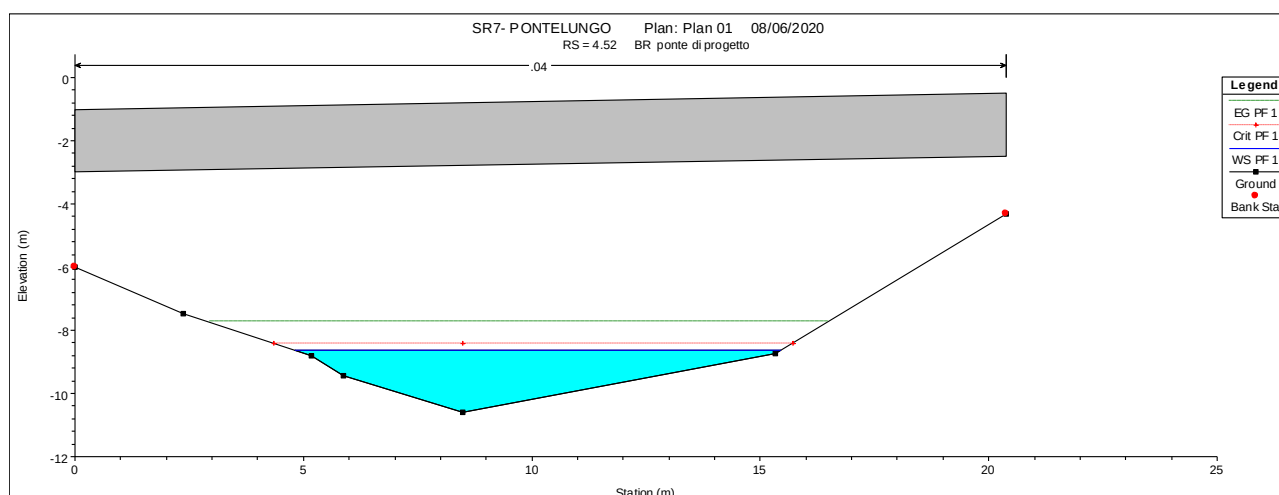


Figura 6.3.11: Sezione trasversale 4.52-monte.

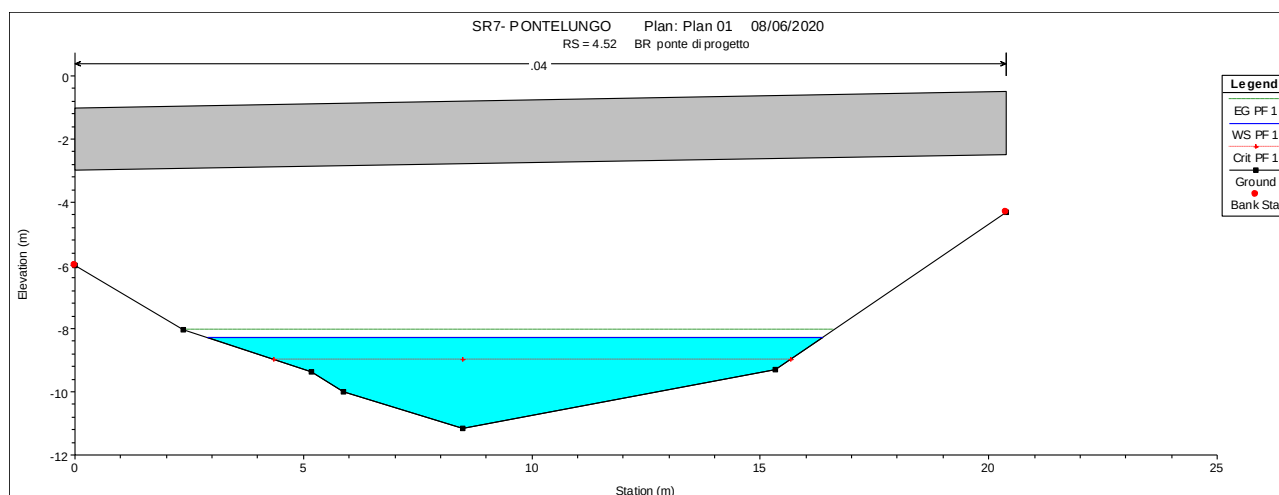


Figura 6.3.12: Sezione trasversale 4.52-valle.

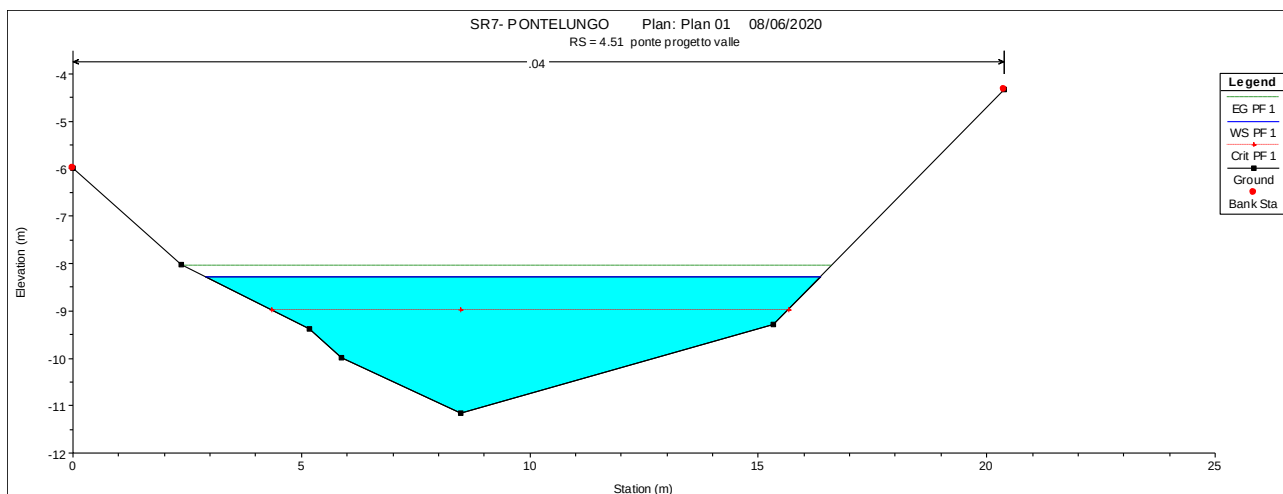


Figura 6.3.13: Sezione trasversale 4.51.

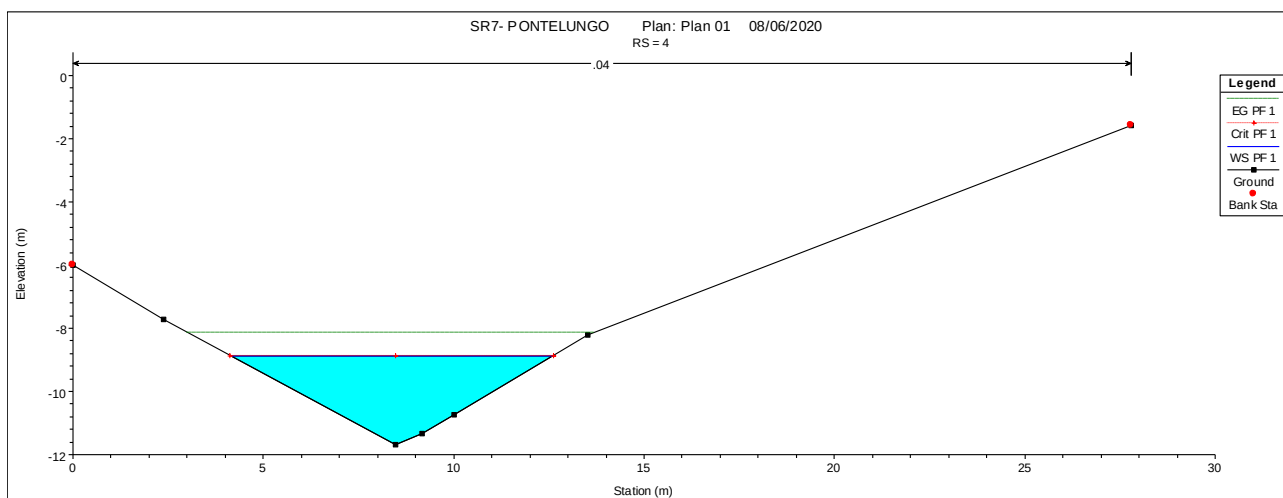


Figura 6.3.14: Sezione trasversale 4.

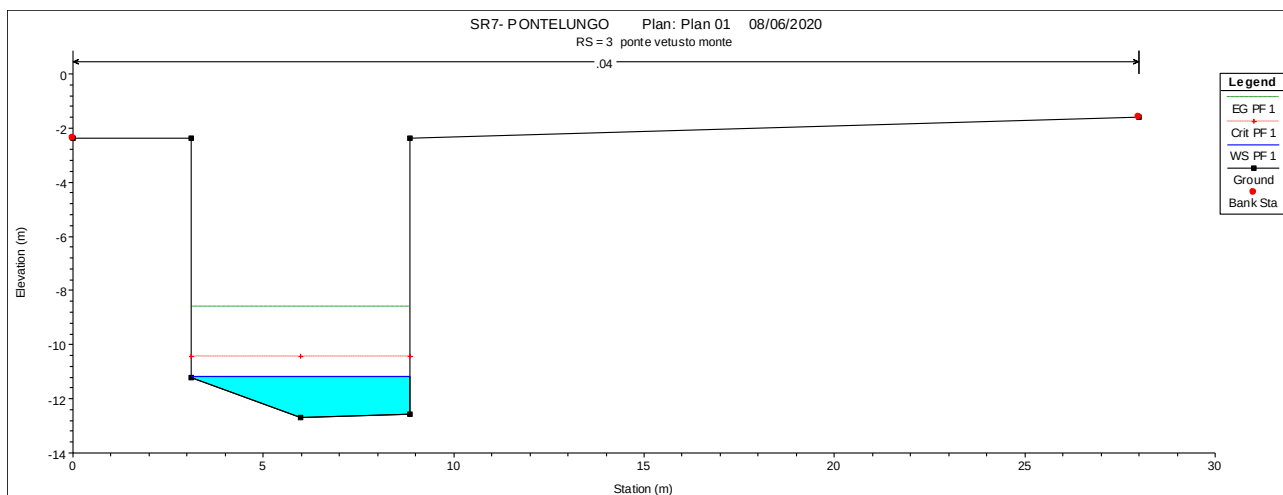


Figura 6.3.15: Sezione trasversale 3.

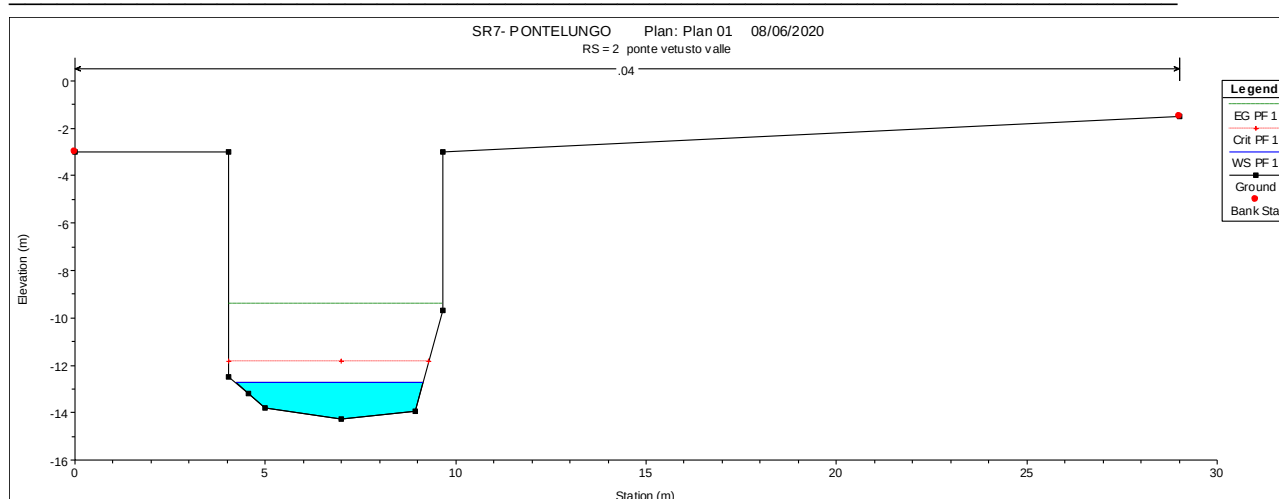


Figura 6.3.16: Sezione trasversale 2.

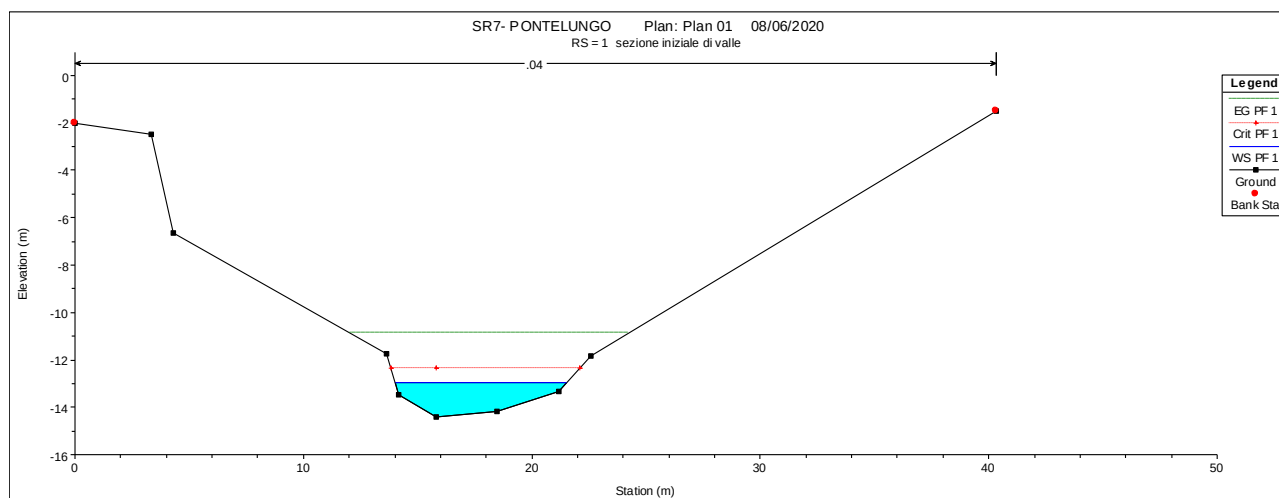


Figura 6.3.17: Sezione trasversale 1.

Come si evince dai risultati, il franco idraulico minimo sul nuovo ponte in progetto, relativo alla sezione 4.52-valle, è pari a 5.27 metri; risulta quindi ampiamente maggiore del limite imposto da normativa di 1.50 metri.

Per completezza si riportano i risultati d'interesse relativi alla modellazione con coefficiente di Manning maggiorato, pari a 0.07.

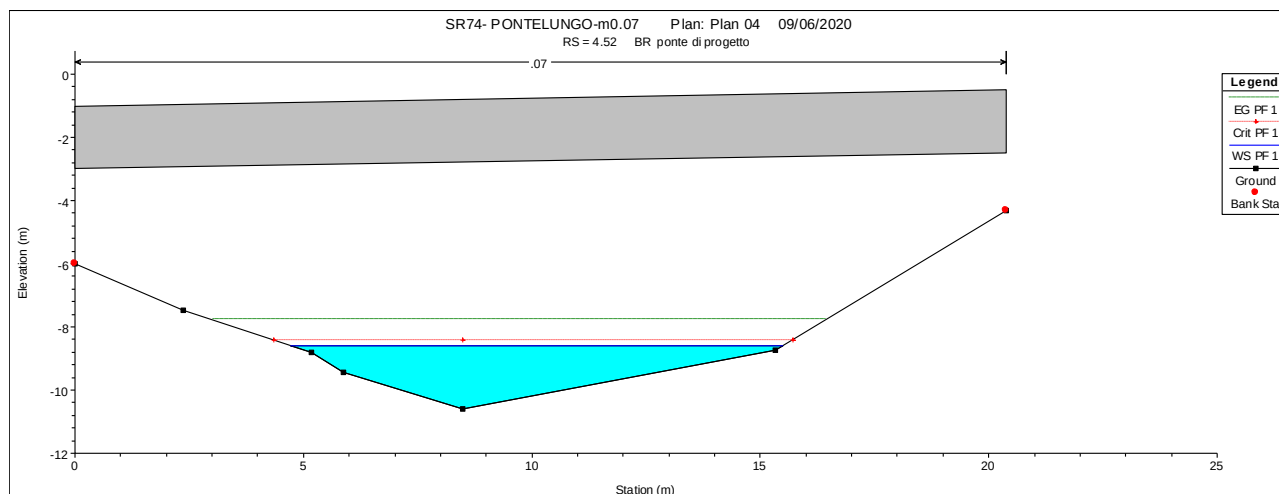


Figura 6.3.19: Sezione trasversale 4.52-monte; coefficiente di Manning 0.07.

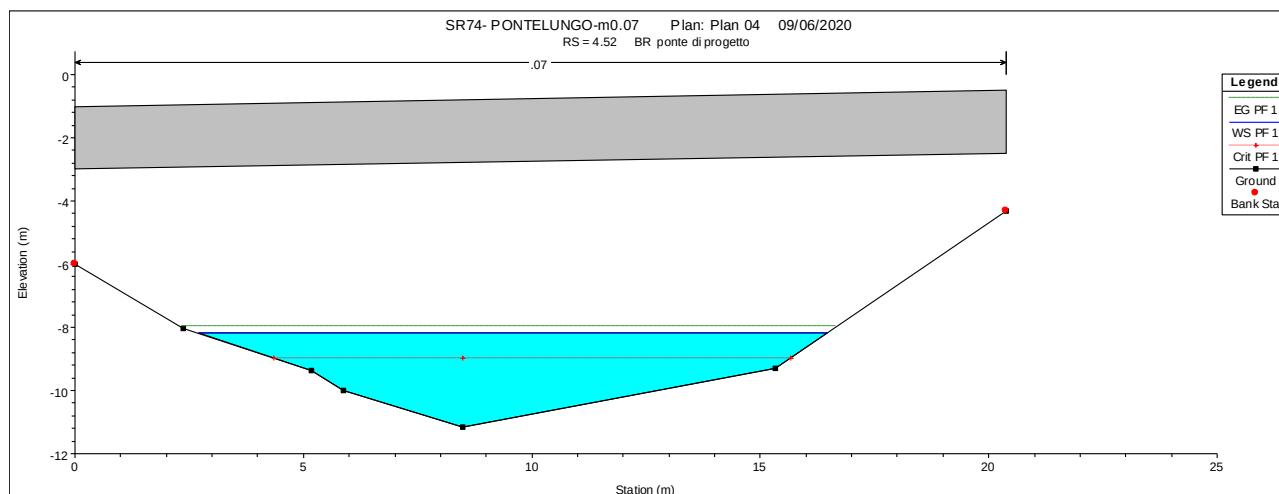


Figura 6.3.20: Sezione trasversale 4.52-valle; coefficiente di Manning 0.07.

Con l'aumento del coefficiente di Manning si riscontra un leggero aumento della quota del pelo libero.

La verifica del franco idraulico è ancora ampiamente soddisfatta, risultando un franco minimo di 5.18 metri, relativo sempre alla sezione 4.52-valle.