

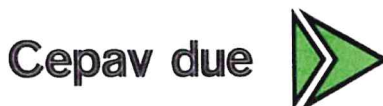
COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



### INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA      Tratta MILANO – VERONA  
Lotto funzionale Brescia-Verona

### PROGETTO ESECUTIVO

IN77 - PONTE SCAT. CANALE DI SOMMACAMPAGNA PK 148+839,037

### RELAZIONE IDRAULICA

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio <b>Cepav due</b>  <i>Consorzio Cepav due          Il Direttore del Consorzio          (Ing. T. Taranta)</i>  Data: _____	Valido per costruzione   Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	R I	I N 7 7 0 6	0 0 1	A

PROGETTAZIONE						
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data
A	Emissione	ZIFFERERO	31/08/18	AIELLO	31/08/18	31/08/18
B						
C						



CIG. 751447334A

File: \NORT1EE2RIIN7706001A\_02.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RI IN 77 06 001

Rev.  
A

Foglio  
2 di 31

## INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1. DOCUMENTI REFERENZIATI .....	4
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	5
4. STUDIO DEI PROFILI IN MOTO PERMANENTE.....	9
4.1. METODO DI CALCOLO UTILIZZATO.....	9
4.2. DETTAGLI TECNICI DELLA MODELLAZIONE.....	9
5. ALLEGATO 1 – PROFILO IDRAULICO.....	14
6. ALLEGATO 2 – TABELLA RIASSUNTIVA.....	16
7. ALLEGATO 3 – SEZIONI IDRAULICHE .....	17

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RI IN 77 06 001

Rev.  
A

Foglio  
3 di 31

## 1. PREMESSA

La presente relazione riguarda l'intervento di realizzazione del ponte scatolare ubicato alla prog. Km 148+839,037 della linea AV/AC Torino-Venezia Tratta Milano – Verona Lotto funzionale Brescia-Verona.

L'intervento rientra all'interno del Comune di Sommacampagna in Provincia di Verona, ed ha lo scopo di garantire la continuità idraulica del Canale consortile di Sommacampagna, altrimenti interrotto sia dalla linea ferroviaria AV/AC di progetto, sia dalla linea Interconnessione Verona Merci ad essa affiancata.

Il progetto esecutivo viene sviluppato sulla base delle soluzioni e delle scelte già individuate in sede di progettazione definitiva, previa verifica e aggiornamento dei dati al contorno effettuata in coordinamento con i tecnici incaricati della progettazione. Opportuni aggiornamenti progettuali, rispetto alla fase precedente, sono stati introdotti a risposta delle eventuali necessità occorse, dettate da variazioni geometriche apportate alle strutture.

La presente relazione riporta le premesse, le modalità realizzative e le conclusioni dello studio idraulico realizzato nel tratto in oggetto, al fine di valutare l'efficacia degli interventi proposti in progetto nella loro globalità.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RI IN 77 06 001

Rev.  
A

Foglio  
4 di 31

## **2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

### **2.1. Documenti Referenziati**

Nella presente relazione, si è fatto riferimento ai seguenti documenti del progetto esecutivo:

Rif. [1] IN0R11EE2P7IN7700001 – PLANIMETRIA STATO DI FATTO

Rif. [2] IN0R11EE2L8IN7706001 – PLANIMETRIA E PROFILO IDRAULICO

Rif. [3] IN0R11EE2WZIN7700001 – SEZIONI TIPO – TAV. 1/3

Rif. [4] IN0R11EE2WBIN7700002 – SEZIONI TIPO – TAV. 2/3

Rif. [5] IN0R11EE2WBIN7700001 – SEZIONI TIPO – TAV. 3/3

Rif. [6] IN0R11EE2W9IN7700001 – SEZIONI TRASVERSALI

### 3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Nello stato attuale il Canale di Sommacampagna (vedi Rif. [1]) sottopassa la linea storica Milano-Venezia attraverso un sifone DN2500 di lunghezza pari a 53,50 m.



**Figura 1 - Sifone esistente**

Subito a valle del sifone è presente un ponte-canale, poggiato sulla testa del fosso.



**Figura 2 - Ponte-canale esistente (Canale 6)**

Il nuovo attraversamento (Figura 3 - Planimetria di confronto stato di fatto – progetto) verrà realizzato poco più a monte dell'attraversamento esistente con l'inserimento di uno scatolare, che sarà in parte gettato in opera (sotto la linea AV/AC) e in parte a spinta (sotto la linea storica).

Per garantire la continuità idraulica del Canale 6 (Figura 2 - Ponte-canale esistente (Canale 6)), gestito dal Consorzio di Bonifica Veronese, è prevista la realizzazione di un nuovo ponte-canale a monte del sottopasso poderale, che sarà però oggetto di altro intervento.

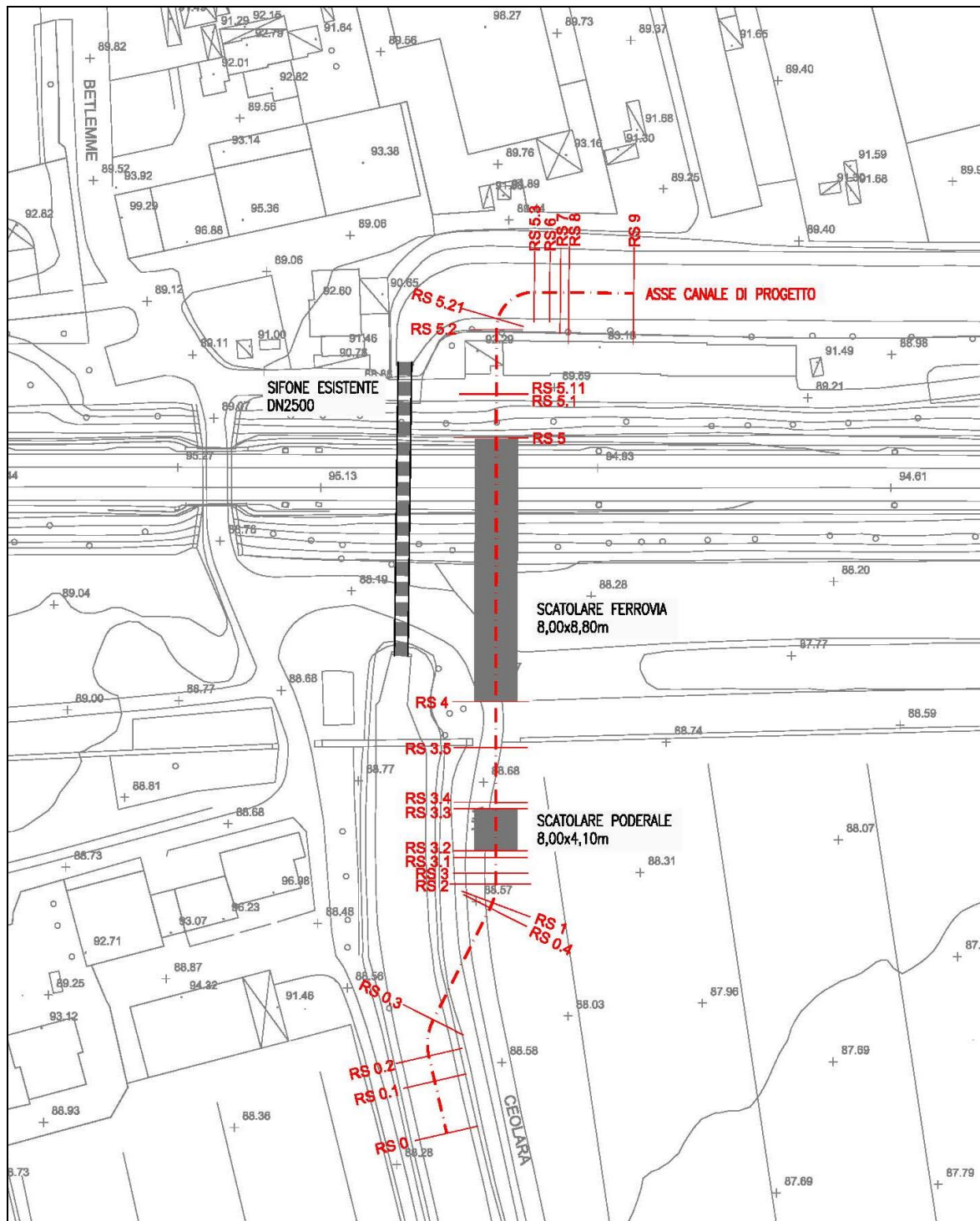


Figura 3 - Planimetria di confronto stato di fatto – progetto

Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
11Codifica Documento  
E E2 RI IN 77 06 001Rev.  
AFoglio  
7 di 31

Nel primo tratto il canale esistente verrà rivestito mantenendo la sezione trapezia attuale (larghezza al fondo 4,00 m, altezza 3,00 m, vedi Rif. [5]) per poi passare ad una sezione rettangolare (larghezza variabile da 15,00 a 8,00 m, altezza 3,00 m) prima di entrare nello scatolare ferroviario (larghezza 8,00 m, altezza 8,80 m). A valle un tombino rettangolare (larghezza 8,00 m, altezza 4,10 m) permette il passaggio sotto la viabilità poderale e infine una sezione trapezia (larghezza al fondo 4,00 m, altezza 2,80 m, vedi Rif. [5]) si ricollega al canale esistente. Nel tratto tra i due scatolari la sezione è di tipo rettangolare (larghezza 8,00 m, altezza variabile da 9,98 a 4,50 m). Per i tipologici delle sezioni di carpenteria si rimanda agli elaborati dedicati (vedi Rif. [3] e Rif. [4]).

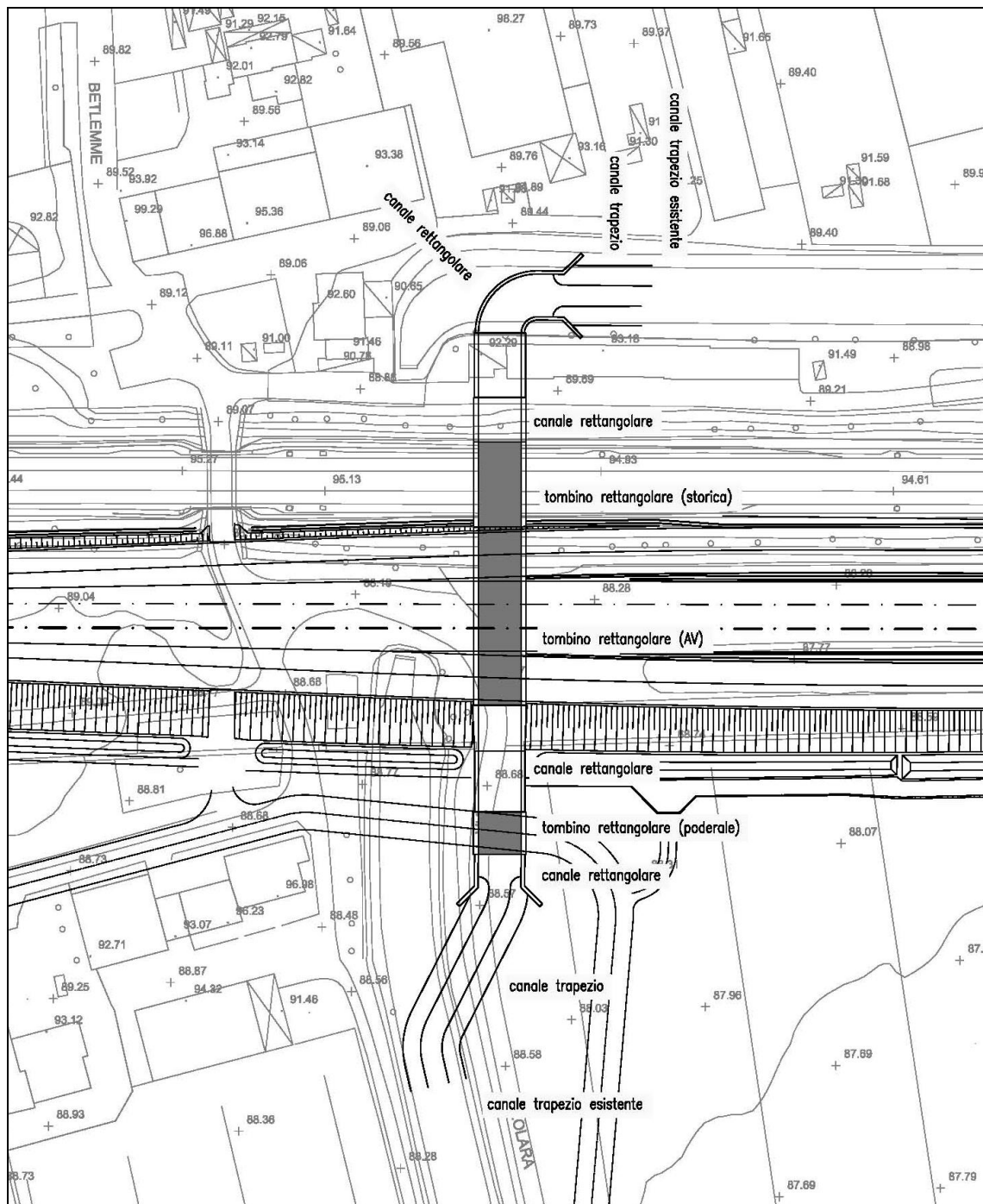


Figura 4 - Planimetria di progetto

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RI IN 77 06 001

Rev.  
A

Foglio  
8 di 31

L'intero intervento copre una lunghezza di circa 185 m.

I tratti dismessi del canale esistente verranno interrati, per un tratto di circa 25 m a monte dell'attraversamento e per un tratto di circa 60 m a valle.

Il canale è di tipo regimentato ed è gestito dal Consorzio di bonifica Veronese. La portata a regime è di 16 m<sup>3</sup>/s. La pendenza del fondo è molto ridotta, compresa tra lo 0,012% e lo 0,018%. Per la scabrezza si assume un valore di Gauckler-Strickler pari a 65 m<sup>1/3</sup>/s, che corrisponde a un coefficiente di Manning pari a 0,015.



## 4. STUDIO DEI PROFILI IN MOTO PERMANENTE

### 4.1. Metodo di calcolo utilizzato

La zona del corso d'acqua interessata dagli attraversamenti ferroviari è stata modellata utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS della U.S. ARMY CORPS of ENGINEERS.

In questa sede le caratteristiche di detto codice (unidimensionale in moto permanente o gradualmente variabile) si considerano già note trattandosi praticamente dello standard internazionale di riferimento nella materia.

### 4.2. Dettagli tecnici della modellazione

Le fasi necessarie allo studio del comportamento idraulico, derivato dalla realizzazione delle opere di progetto, sono le seguenti:

- determinazione delle lunghezze totali di sviluppo dei tratti di asta del canale necessarie alla completa descrizione dell'effettivo comportamento idraulico;
- identificazione e determinazione delle sezioni per la rappresentazione dei fenomeni idraulici occorrenti in situazioni di piena;
- costruzione, tramite il programma di calcolo, del profilo di pelo libero in condizioni di moto stazionario gradualmente variato per la situazione attuale;
- costruzione del profilo di pelo libero in condizioni di moto stazionario gradualmente variato, per la situazione successiva all'intervento; questa situazione vede la presenza delle opere di progetto, e la sistemazione del tratto dell'alveo e delle sponde.

Come già sopra indicato, il tratto studiato è lungo circa 185 m. La pendenza longitudinale dell'asta del canale varia tra lo 0,012% e lo 0,018%.

Sono state inserite 24 sezioni trasversali del canale (vedi Figura 3 - Planimetria di confronto stato di fatto – progetto e Rif. [2]), necessarie a definire la geometria dell'intero intervento. Tra alcune di esse è stato necessario far elaborare al programma delle sezioni di interpolazione, per poter rendere la reale variazione tra i diversi tipi di sezione.

In corrispondenza alle opere di attraversamento (scatolare poderale e scatolare ferroviario), sono state considerate le sezioni aggiuntive necessarie per poter definire meglio le condizioni del moto.

Una volta operata la scelta delle sezioni da inserire nel modello, sono stati scelti gli opportuni coefficienti associati.

Le perdite di carico per attrito del fondo sono regolate dai coefficienti di Manning, mentre le perdite per restringimento ed allargamento sono stimate usando coefficienti di contrazione ed espansione del moto della corrente.

Come coefficienti di contrazione ed espansione sono stati utilizzati rispettivamente valori pari a 0,1 e 0,3.

Per quanto riguarda il coefficiente di attrito è stato assunto il valore del coefficiente di Manning pari a  $n = 0,015$ .

Oltre ai dati relativi alle caratteristiche geometriche delle sezioni ed alla loro mutua distanza, ai coefficienti d'attrito ed altri coefficienti di perdite ed ai valori di portata, per l'applicazione del codice di calcolo (HecRAS) sono

necessarie anche le condizioni al contorno: altezza del pelo libero in sezione a monte e altezza del pelo libero in sezione a valle. Nel caso in esame, considerando che il Canale risulta avere nel tratto in esame sempre caratteristiche di corrente lenta, è stato necessario determinare l'altezza d'acqua in sezione a valle (RS 0) come condizione di contorno.

In mancanza di altri dati, come condizione al contorno nella sezione di valle (RS 0), è stata assegnata la quota d'acqua pari a quella di moto uniforme con la pendenza di fondo pari a 0,0176%, tenendo conto della pendenza media dell'alveo a valle del tratto di studio.

Trattandosi di un canale regimentato non si è ritenuto di procedere con la modellazione della situazione ante-operam, anche in considerazione del fatto che le opere in progetto verranno realizzate sul tratto di canale deviato e le opere di attraversamento esistenti verranno dismesse.

È stato invece elaborato il profilo in condizioni di moto permanente per la portata a regime di 16 m<sup>3</sup>/s nella situazione di progetto (post-operam).

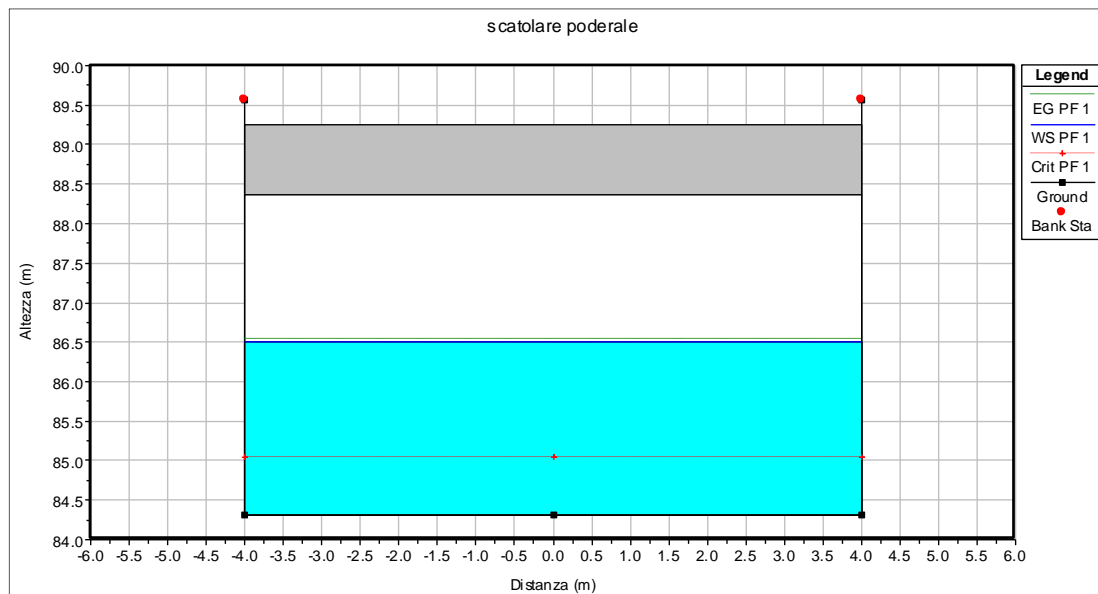
Nella tabella che segue si riportano i valori calcolati per ogni sezione inserita.

River Station	Q Total (m <sup>3</sup> /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 (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
9	16.00	84.33	86.52		86.58	0.000176	1.07	14.90	9.60	0.28
8	16.00	84.33	86.52		86.57	0.000173	1.07	15.00	9.65	0.27
7	16.00	84.33	86.51		86.57	0.000178	1.11	14.41	8.00	0.26
6	16.00	84.33	86.52		86.57	0.000117	0.91	17.59	8.00	0.20
5.3	16.00	84.32	86.52		86.57	0.000117	0.91	17.60	8.00	0.20
5.21	16.00	84.32	86.52		86.57	0.000117	0.91	17.60	8.00	0.20
5.2	16.00	84.32	86.52		86.57	0.000117	0.91	17.60	8.00	0.20
5.11	16.00	84.32	86.52		86.56	0.000116	0.91	17.61	8.00	0.20
5.1	16.00	84.32	86.52		86.56	0.000116	0.91	17.61	8.00	0.20
5	16.00	84.32	86.52	85.06	86.56	0.000116	0.91	17.61	8.00	0.20
4.21	Culvert									
4	16.00	84.31	86.51		86.55	0.000117	0.91	17.57	8.00	0.20
3.5	16.00	84.31	86.51		86.55	0.000117	0.91	17.57	8.00	0.20
3.4	16.00	84.31	86.50		86.55	0.000117	0.91	17.58	8.00	0.20
3.3	16.00	84.31	86.50	85.05	86.55	0.000117	0.91	17.58	8.00	0.20
3.21	Culvert									
3.2	16.00	84.31	86.49		86.54	0.000118	0.91	17.51	8.00	0.20
3.1	16.00	84.31	86.49		86.54	0.000118	0.91	17.51	8.00	0.20
3	16.00	84.30	86.49		86.54	0.000118	0.91	17.52	8.00	0.20
2	16.00	84.30	86.47		86.53	0.000185	1.13	14.21	8.00	0.27
1	16.00	84.30	86.47		86.53	0.000182	1.09	14.70	9.53	0.28
0.4	16.00	84.30	86.47		86.53	0.000184	1.09	14.64	9.51	0.28
0.3	16.00	84.30	86.47		86.53	0.000184	1.09	14.62	9.50	0.28
0.2	16.00	84.30	86.47		86.53	0.000184	1.09	14.62	9.49	0.28
0.1	16.00	84.30	86.46		86.53	0.000184	1.09	14.62	9.49	0.28
0	16.00	84.30	86.46	85.33	86.52	0.000176	1.07	14.89	9.64	0.28

**Tabella 1 - Tabella output profilo**

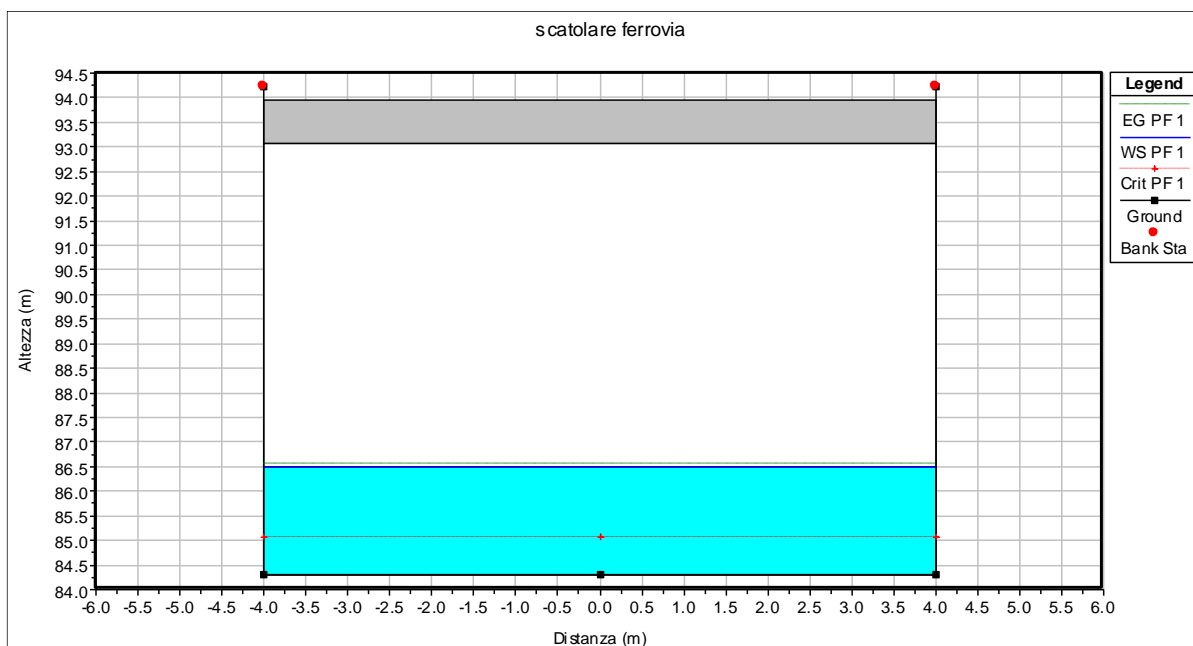
Di seguito si analizzano i franchi ottenuti lungo tutto il tratto di canale interessato dall'intervento. Le sezioni trasversali ubicate ed i relativi franchi sono rappresentate nel dettaglio nell'elaborato dedicato (vedi Rif. [6]). Le sezioni riportate nella presente relazione sono invece quelle modellate dal programma Hec-RAS.

All'interno dello scatolare sotto la viabilità poderale risulta una quota del pelo libero variabile tra 86,49 e 86,50 m s.l.m. (vedi Tabella 1 - Tabella output profilo). La quota dell'intradosso della soletta superiore dello scatolare di progetto è pari a 88,36 m s.l.m.. Di conseguenza risulta un franco idraulico pari a 1,86 m.



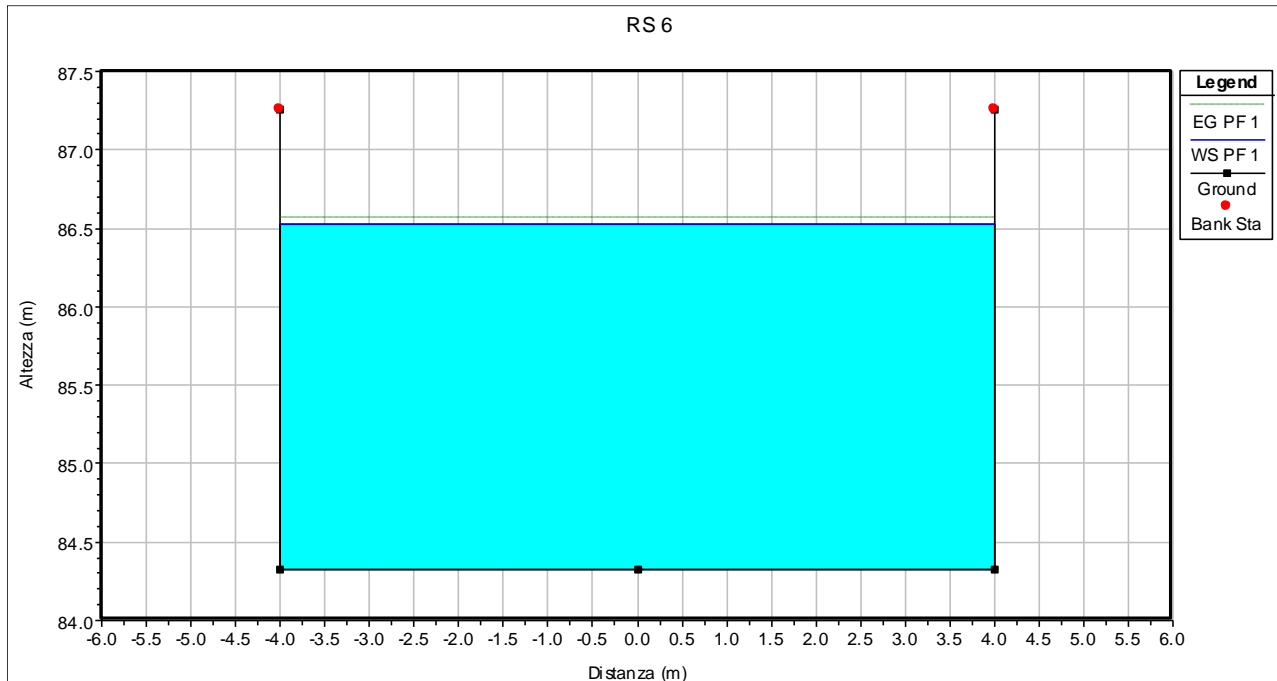
**Figura 5 - Sezione trasversale in corrispondenza dello scatolare poderale**

All'interno dello scatolare sotto la ferrovia risulta invece una quota del pelo libero compresa tra 86,51 e 86,52 m s.l.m. (vedi Tabella 1 - Tabella output profilo), mentre la quota dell'intradosso della soletta superiore è 93,07 m s.l.m., da cui risulta un franco idraulico di 6,55 m.



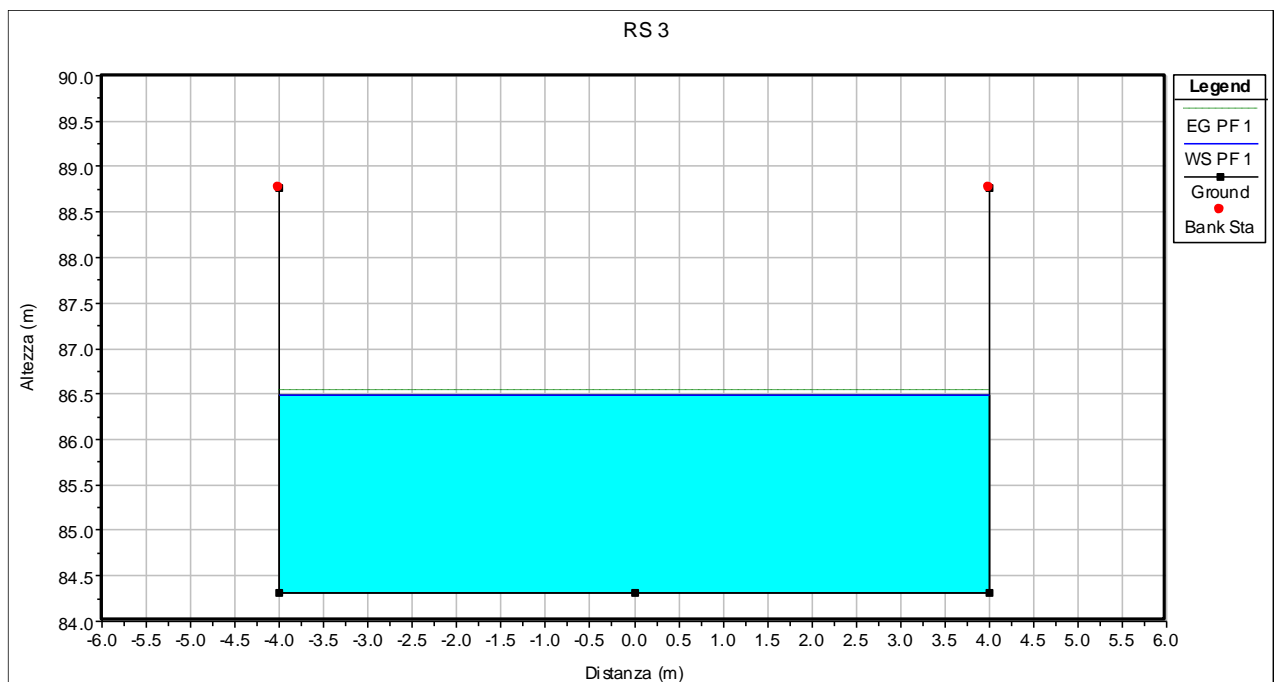
**Figura 6 - Sezione trasversale in corrispondenza dello scatolare ferroviario**

I tratti di canale a sezione rettangolare presentano tutti una larghezza del fondo pari a 8,00 m e un'altezza minima dei muri laterali pari a 3,00 m, cui corrisponde una quota in sommità di 87,26 m s.l.m.; la quota del pelo libero nella sezioni corrispondente (RS 6) risulta pari a 86,52 m s.l.m.. Di conseguenza il franco minimo è di 0,74 m.



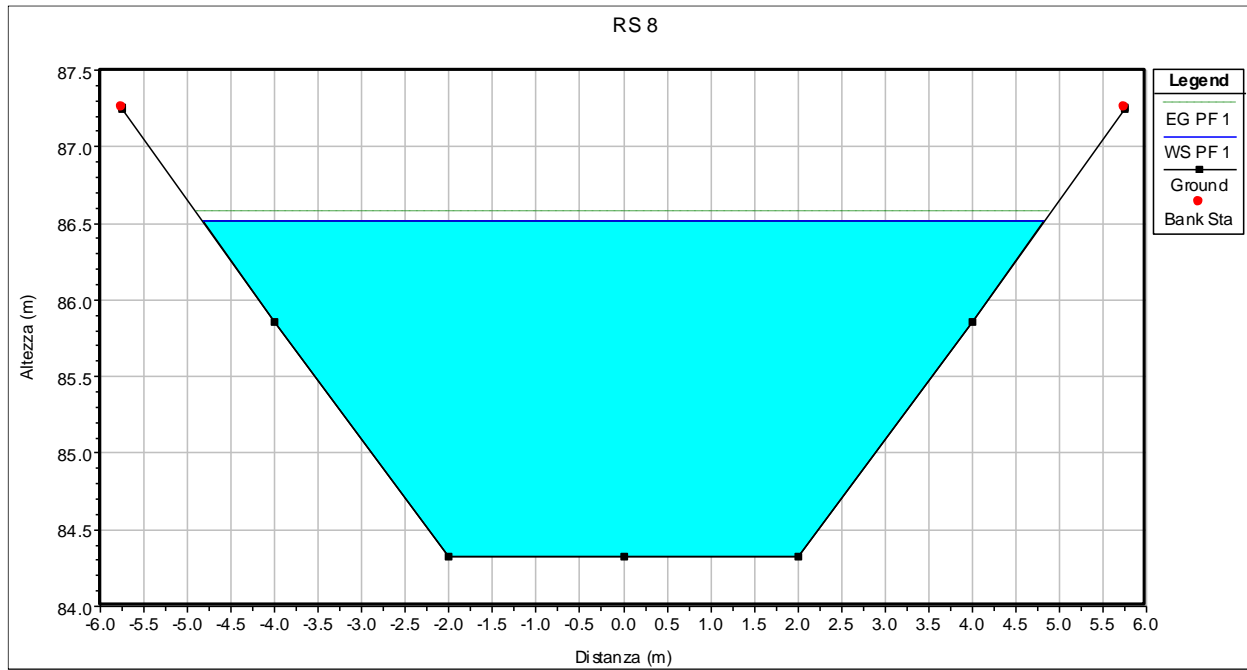
**Figura 7 - Sezione trasversale con muri a U - tratto di monte**

A valle invece la quota di sommità dei muri di sponda è 88,76 m e la quota del pelo libero 86,49 m s.l.m. (RS 3), da cui risulta un franco di 2,27 m.

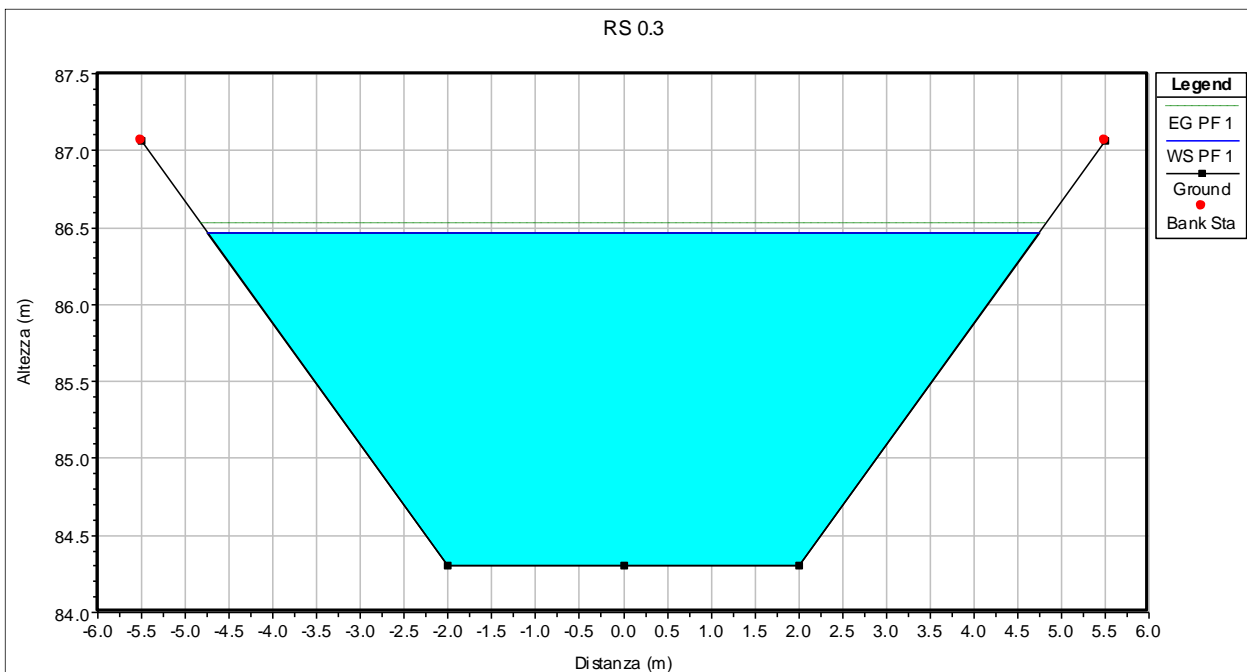


**Figura 8 - Sezione trasversale con muri a U - tratto di valle**

Nei tratti di canale a sezione trapezia il franco idraulico minimo risulta di 0,73 m nel tratto di monte e di 0,59 m nel tratto di valle.



**Figura 9 - Sezione trasversale trapezia - tratto di monte**



**Figura 10 - Sezione trasversale trapezia - tratto di valle**

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RI IN 77 06 001

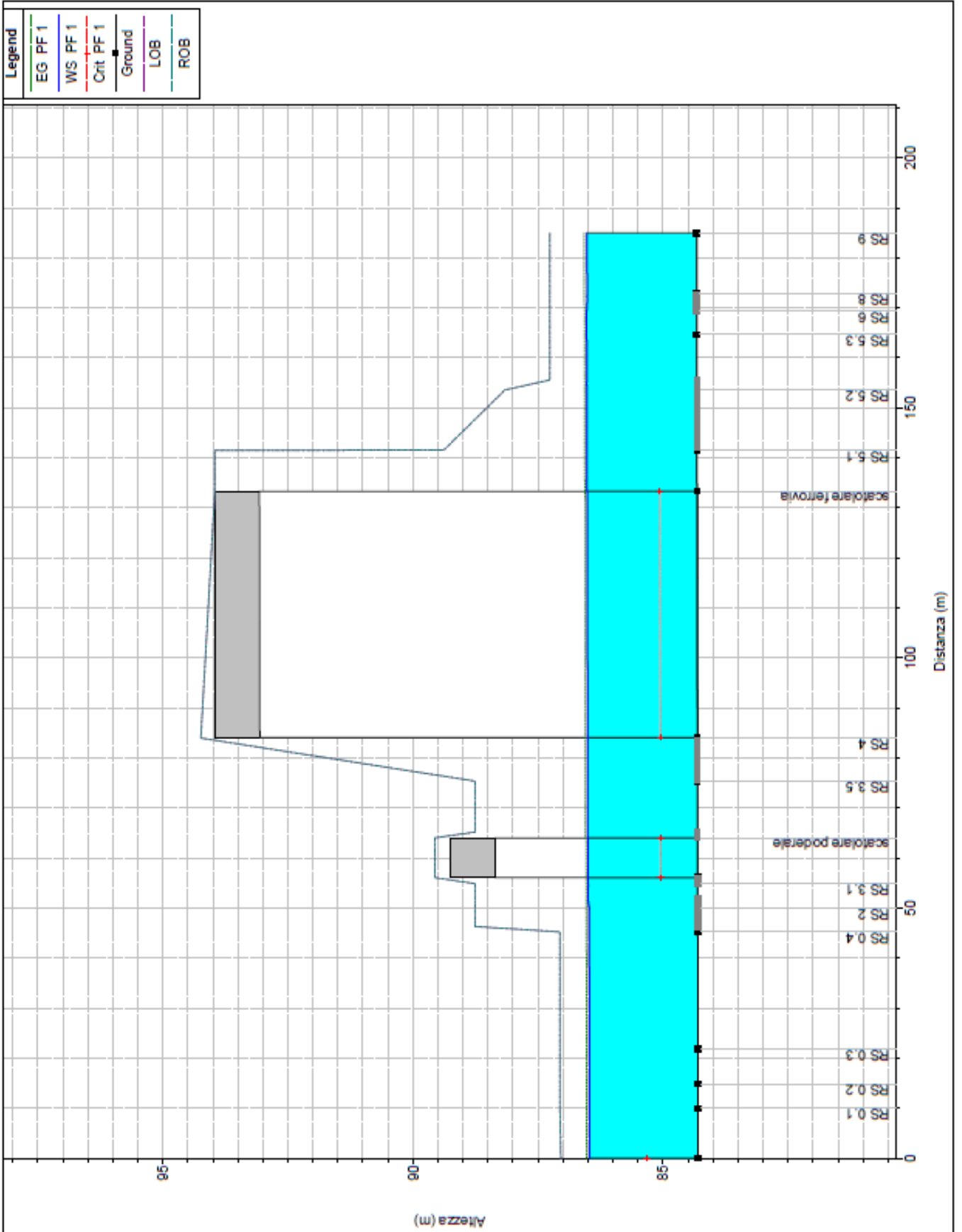
Rev.  
A

Foglio  
14 di 31

## 5. ALLEGATO 1 – PROFILO IDRAULICO

Legenda:

- EG PF1 = linea dell'energia
- WS PF1 = pelo libero
- Crit PF1 = altezza critica
- Ground = fondo
- LOB = sponda sinistra
- ROB = sponda destra
- PF1 = profilo di progetto di riferimento, corrispondente alla portata  $Q = 16\text{m}^3/\text{s}$



## 6. ALLEGATO 2 – TABELLA RIASSUNTIVA

Legenda:

- River Sta = sezione
- Q total = portata totale
- Min. Ch. El. = quota minima del canale (fondo)
- W.S. Elev. = quota del pelo libero
- Crit. W.S. = quota altezza critica
- E.G. Elev. = quota livello energetico
- E.G. Slope = gradiente energetico (pendenza della linea dell'energia)
- Vel. Chnl = velocità
- Flow Area = area liquida
- Top Width = larghezza sommità
- Froude # Chl = numero di Froude

HEC-RAS Plan: Plan 06 River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: PF 1

Reach	River Sta	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
Reach 1	9	16.00	84.33	86.52		86.58	0.000176	1.07	14.90	9.60	0.28
Reach 1	8	16.00	84.33	86.52		86.57	0.000173	1.07	15.00	9.65	0.27
Reach 1	7	16.00	84.33	86.51		86.57	0.000178	1.11	14.41	8.00	0.26
Reach 1	6	16.00	84.33	86.52		86.57	0.000117	0.91	17.59	8.00	0.20
Reach 1	5.3	16.00	84.32	86.52		86.57	0.000117	0.91	17.60	8.00	0.20
Reach 1	5.21	16.00	84.32	86.52		86.57	0.000117	0.91	17.60	8.00	0.20
Reach 1	5.2	16.00	84.32	86.52		86.57	0.000117	0.91	17.60	8.00	0.20
Reach 1	5.11	16.00	84.32	86.52		86.56	0.000116	0.91	17.61	8.00	0.20
Reach 1	5.1	16.00	84.32	86.52		86.56	0.000116	0.91	17.61	8.00	0.20
Reach 1	5	16.00	84.32	86.52	85.06	86.56	0.000116	0.91	17.61	8.00	0.20
Reach 1	4.21	Culvert									
Reach 1	4	16.00	84.31	86.51		86.55	0.000117	0.91	17.57	8.00	0.20
Reach 1	3.5	16.00	84.31	86.51		86.55	0.000117	0.91	17.57	8.00	0.20
Reach 1	3.4	16.00	84.31	86.50		86.55	0.000117	0.91	17.58	8.00	0.20
Reach 1	3.3	16.00	84.31	86.50	85.05	86.55	0.000117	0.91	17.58	8.00	0.20
Reach 1	3.21	Culvert									
Reach 1	3.2	16.00	84.31	86.49		86.54	0.000118	0.91	17.51	8.00	0.20
Reach 1	3.1	16.00	84.31	86.49		86.54	0.000118	0.91	17.51	8.00	0.20
Reach 1	3	16.00	84.30	86.49		86.54	0.000118	0.91	17.52	8.00	0.20
Reach 1	2	16.00	84.30	86.47		86.53	0.000185	1.13	14.21	8.00	0.27
Reach 1	1	16.00	84.30	86.47		86.53	0.000182	1.09	14.70	9.53	0.28
Reach 1	0.4	16.00	84.30	86.47		86.53	0.000184	1.09	14.64	9.51	0.28
Reach 1	0.3	16.00	84.30	86.47		86.53	0.000184	1.09	14.62	9.50	0.28
Reach 1	0.2	16.00	84.30	86.47		86.53	0.000184	1.09	14.62	9.49	0.28
Reach 1	0.1	16.00	84.30	86.46		86.53	0.000184	1.09	14.62	9.49	0.28
Reach 1	0	16.00	84.30	86.46	85.33	86.52	0.000176	1.07	14.89	9.64	0.28



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RI IN 77 06 001

Rev.  
A

Foglio  
17 di 31

## **7. ALLEGATO 3 – SEZIONI IDRAULICHE**

Legenda:

- EG PF1 = linea dell'energia
- WS PF1 = pelo libero
- Crit PF1 = altezza critica
- Ground = fondo
- Bank Sta = ciglio sponda
- PF1 = profilo di progetto di riferimento, corrispondente alla portata  $Q = 16\text{m}^3/\text{s}$

Doc. N.

Progetto  
INOR

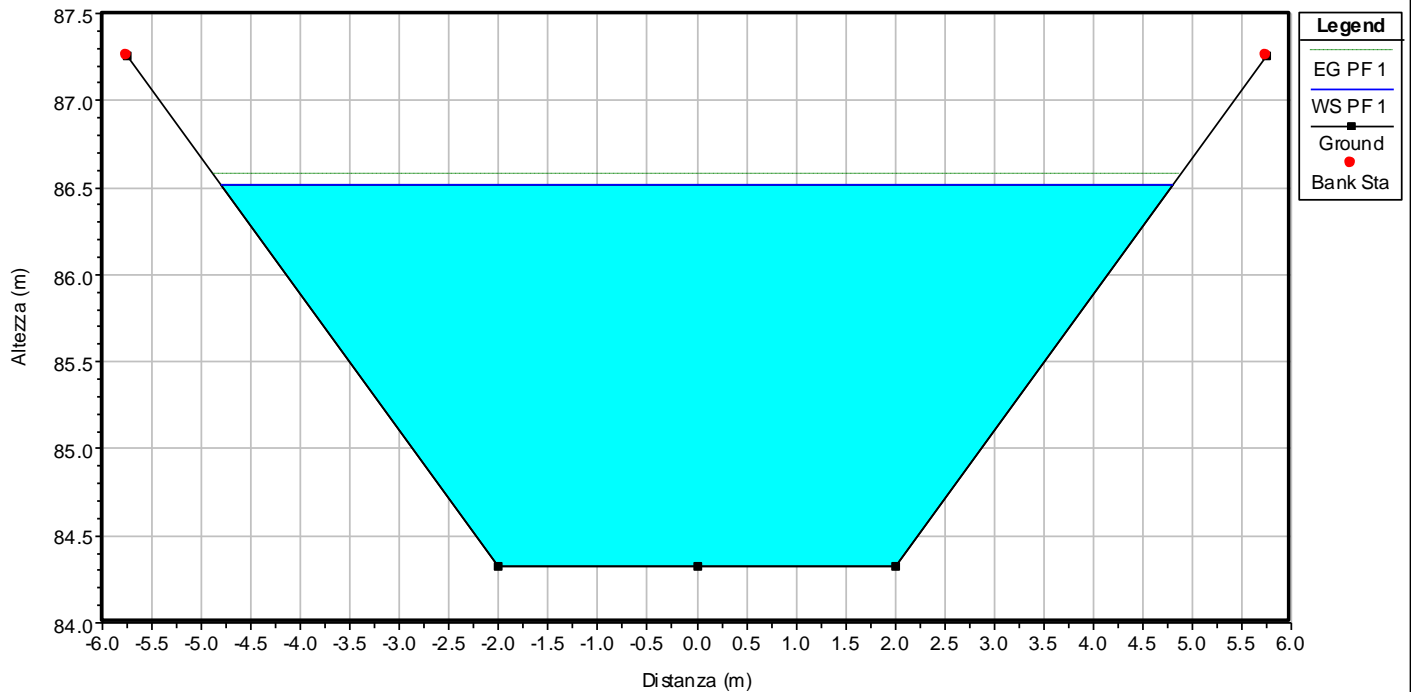
Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RI IN 77 06 001

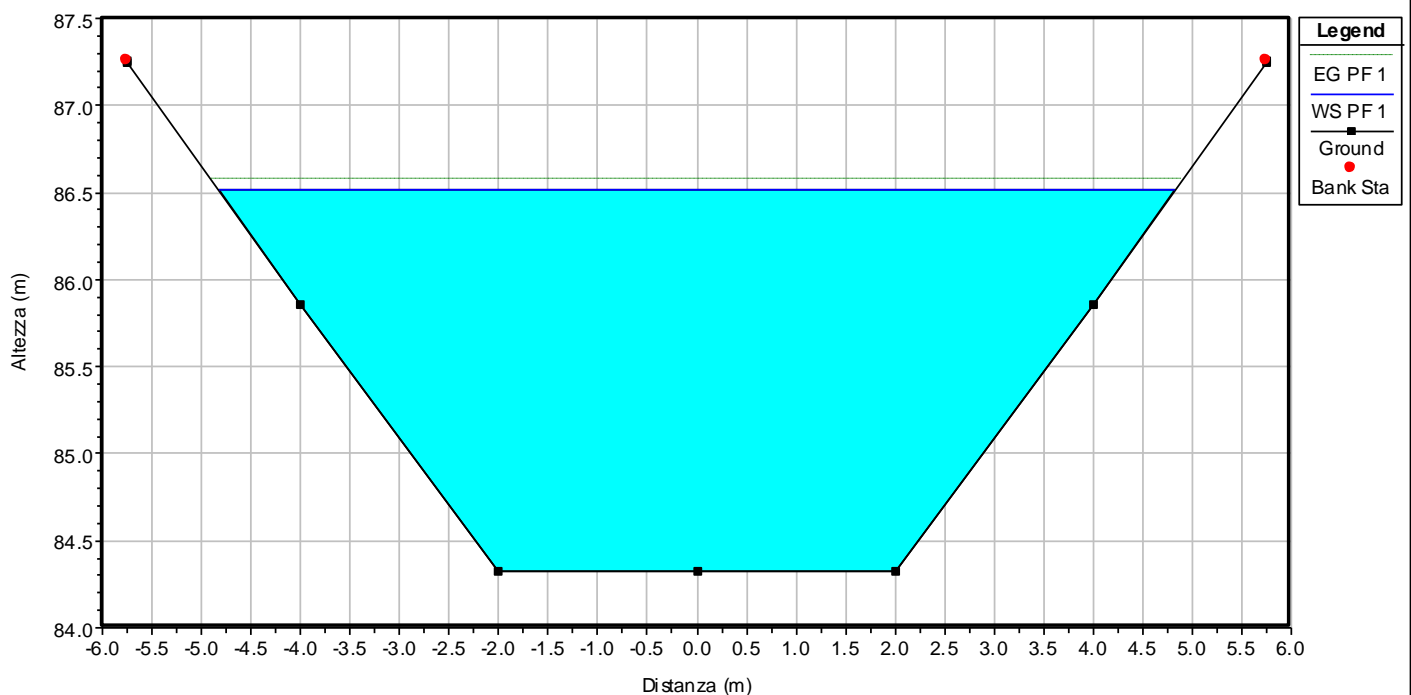
Rev.  
A

Foglio  
18 di 31

RS 9



RS 8



Doc. N.

Progetto  
INOR

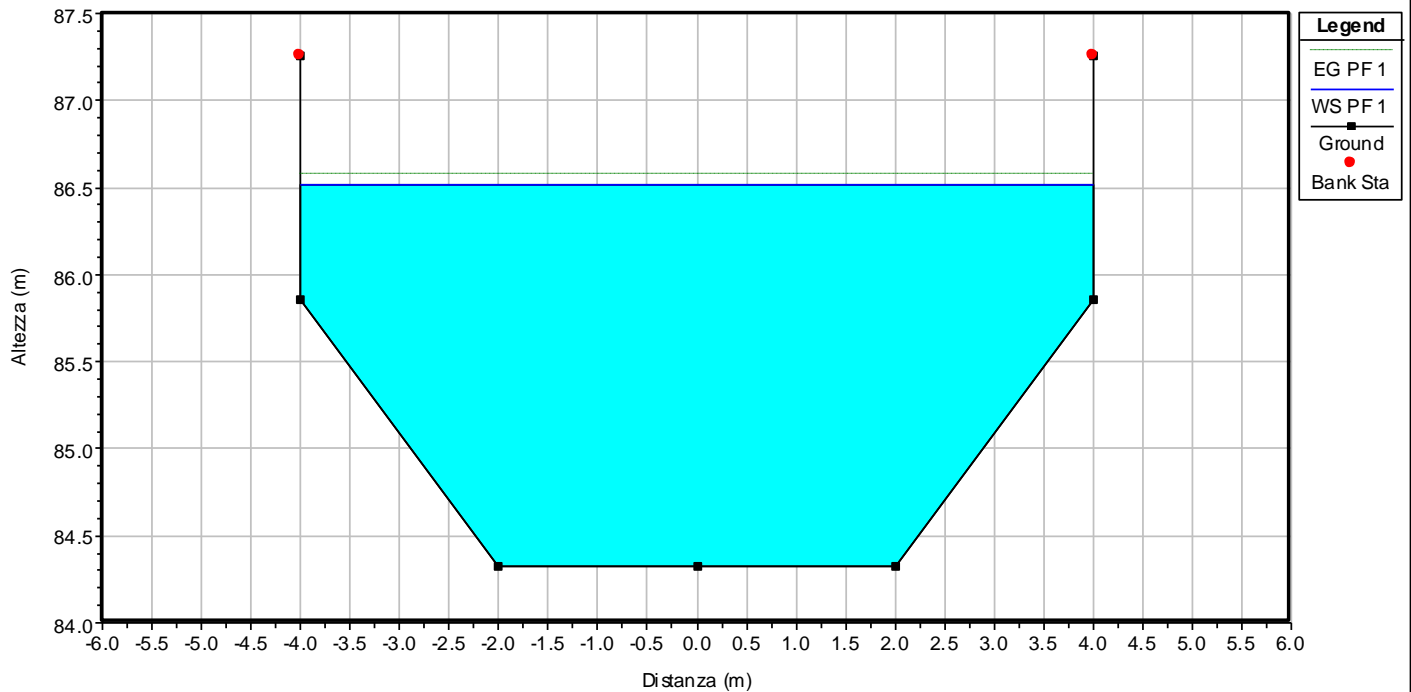
Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RI IN 77 06 001

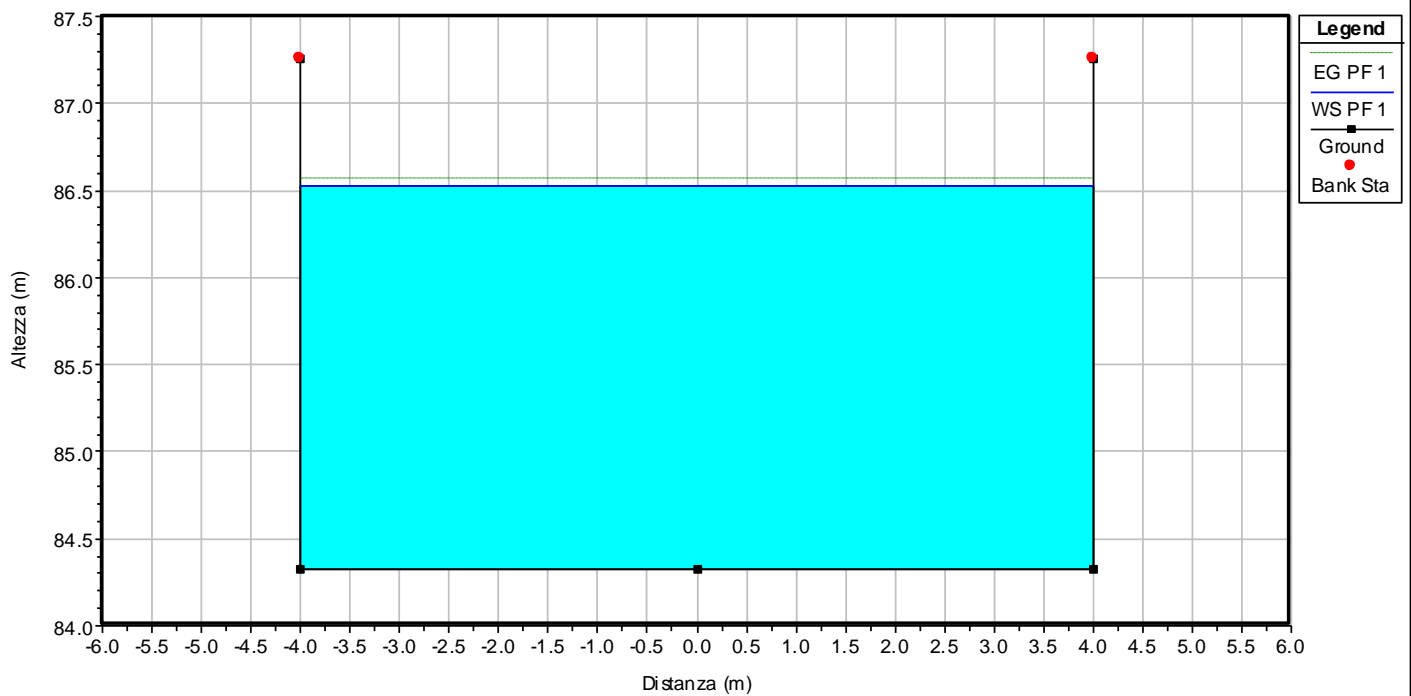
Rev.  
A

Foglio  
19 di 31

RS 7



RS 6



Doc. N.

Progetto  
INOR

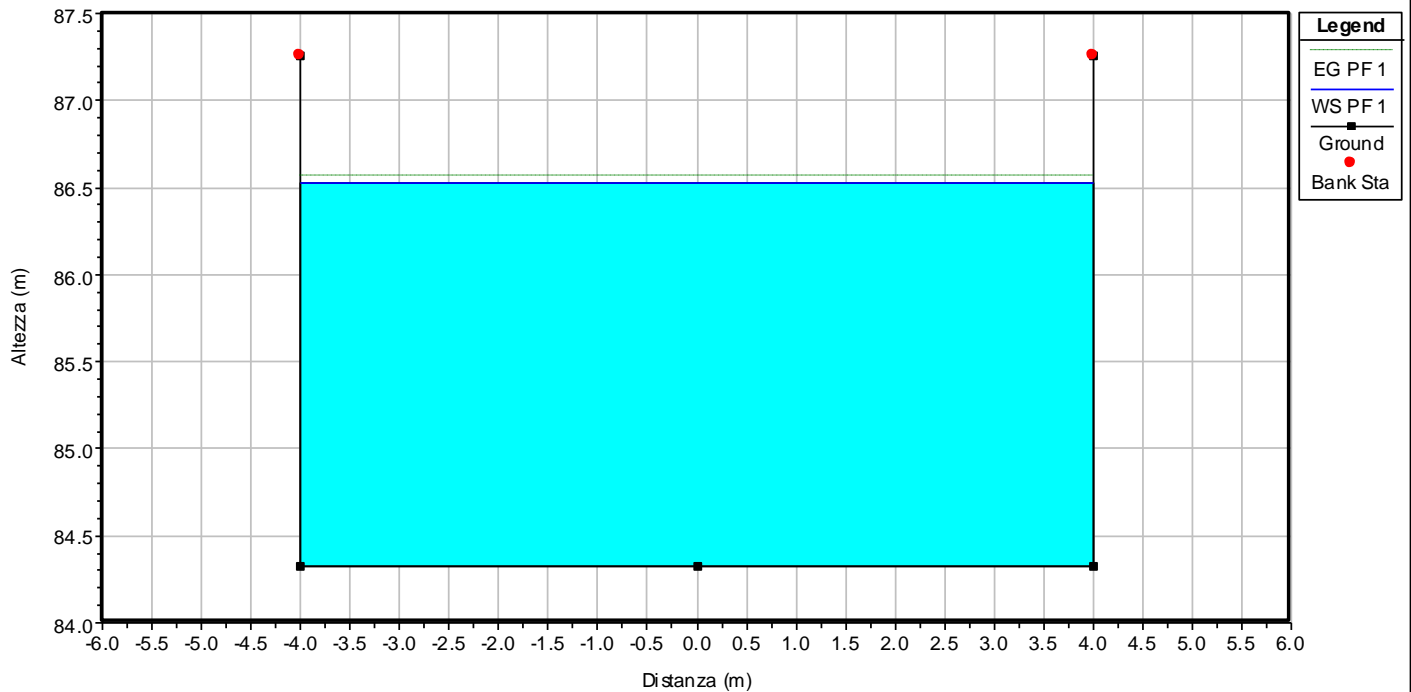
Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RI IN 77 06 001

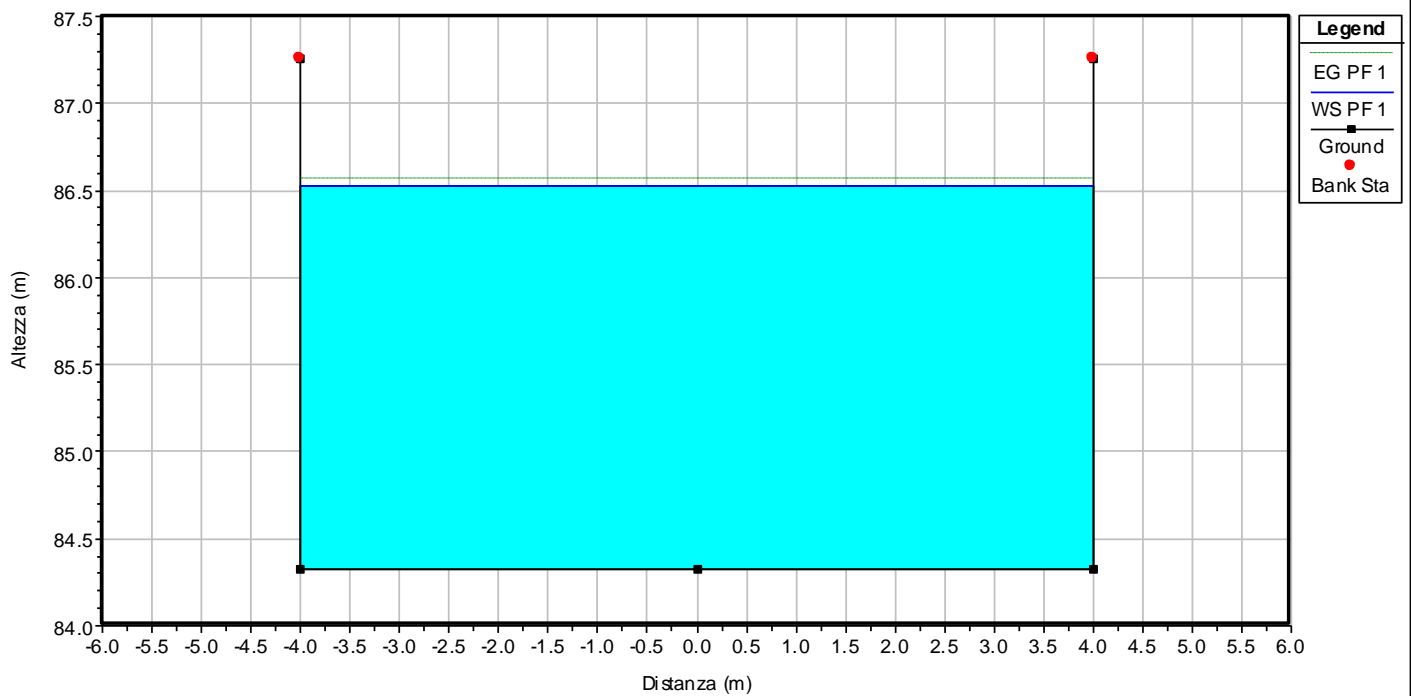
Rev.  
A

Foglio  
20 di 31

RS 5.3



RS 5.21



Doc. N.

Progetto  
INOR

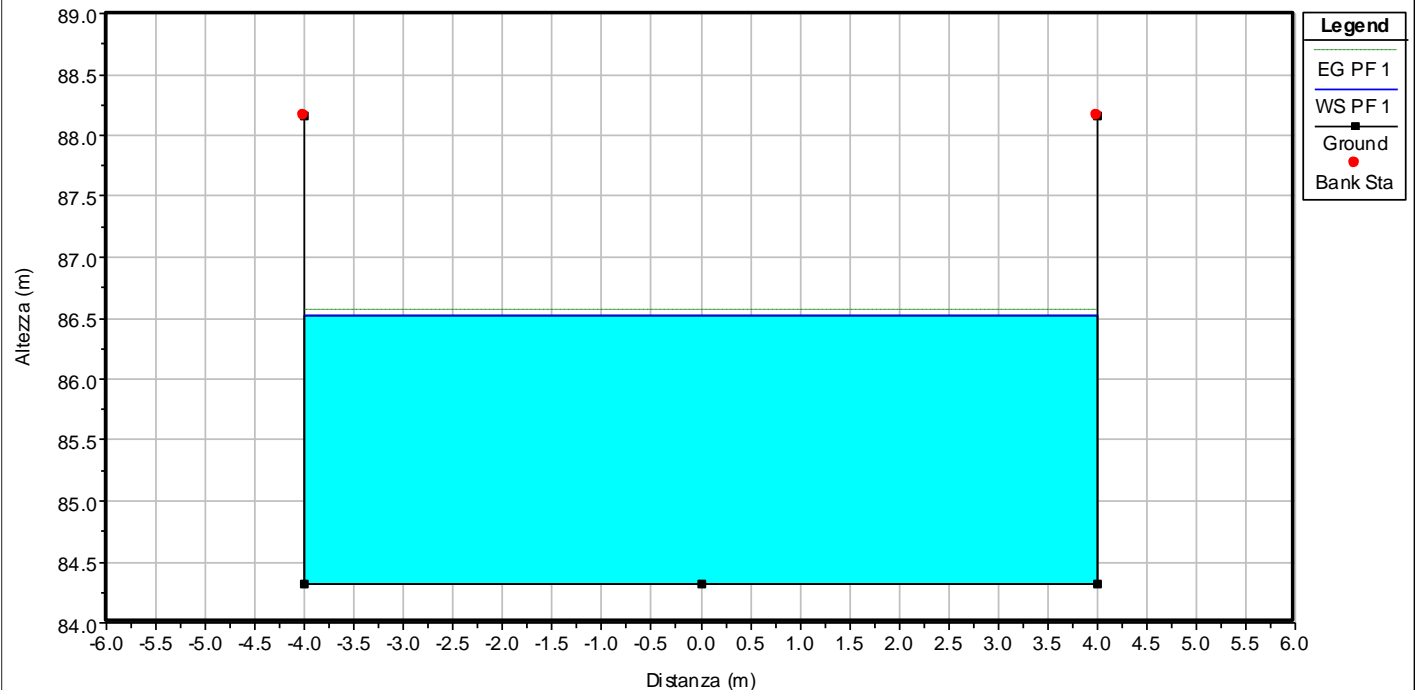
Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RI IN 77 06 001

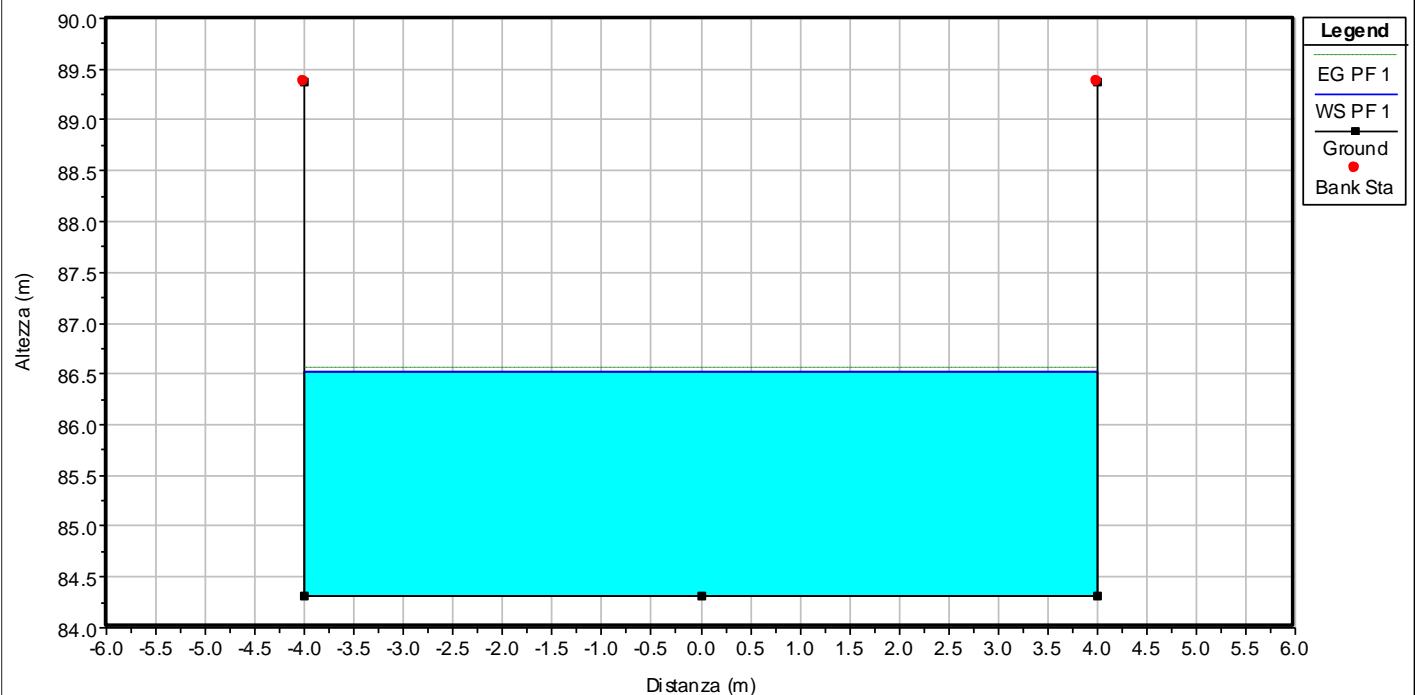
Rev.  
A

Foglio  
21 di 31

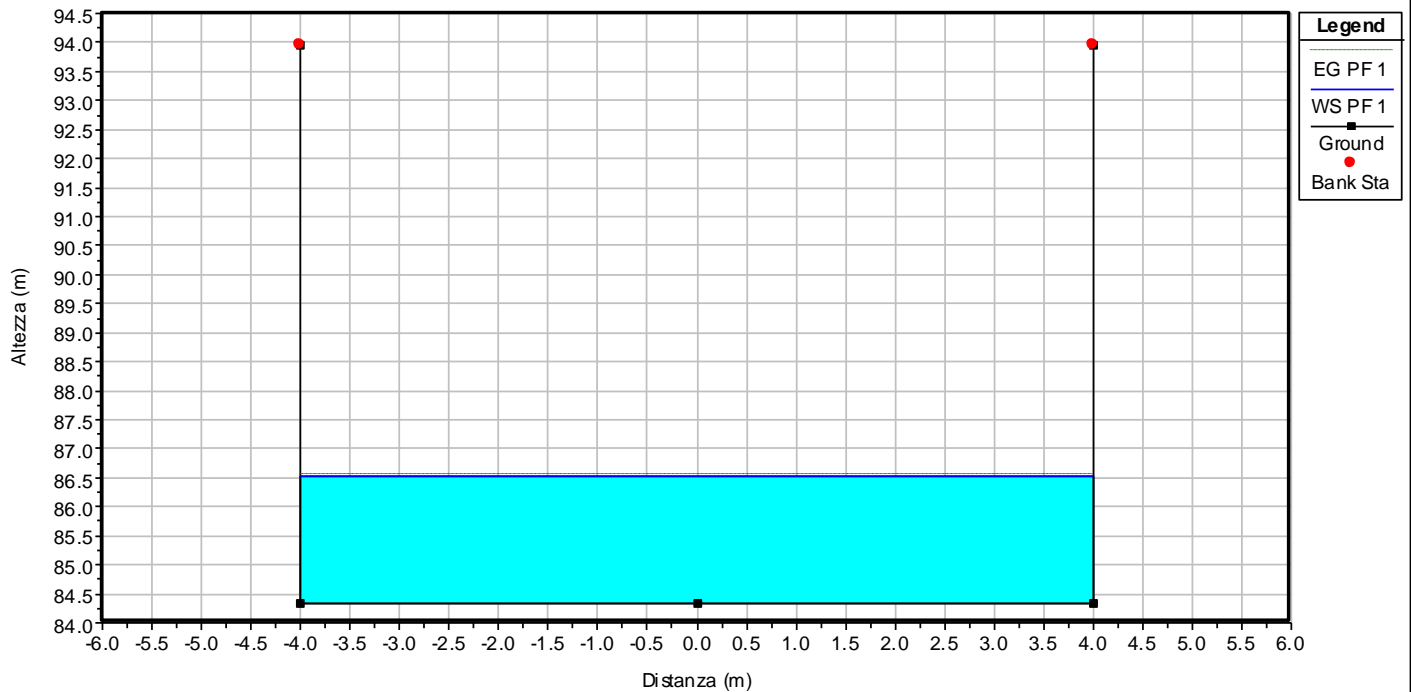
RS 5.2



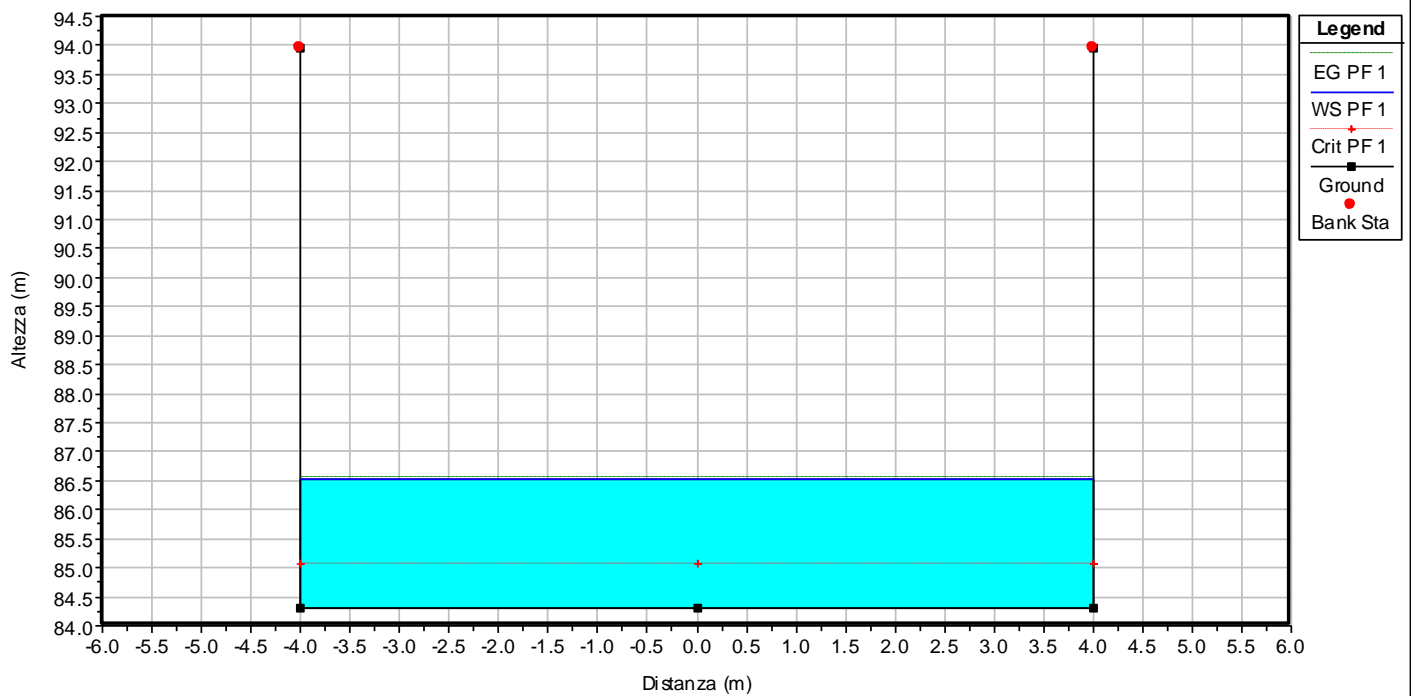
RS 5.11



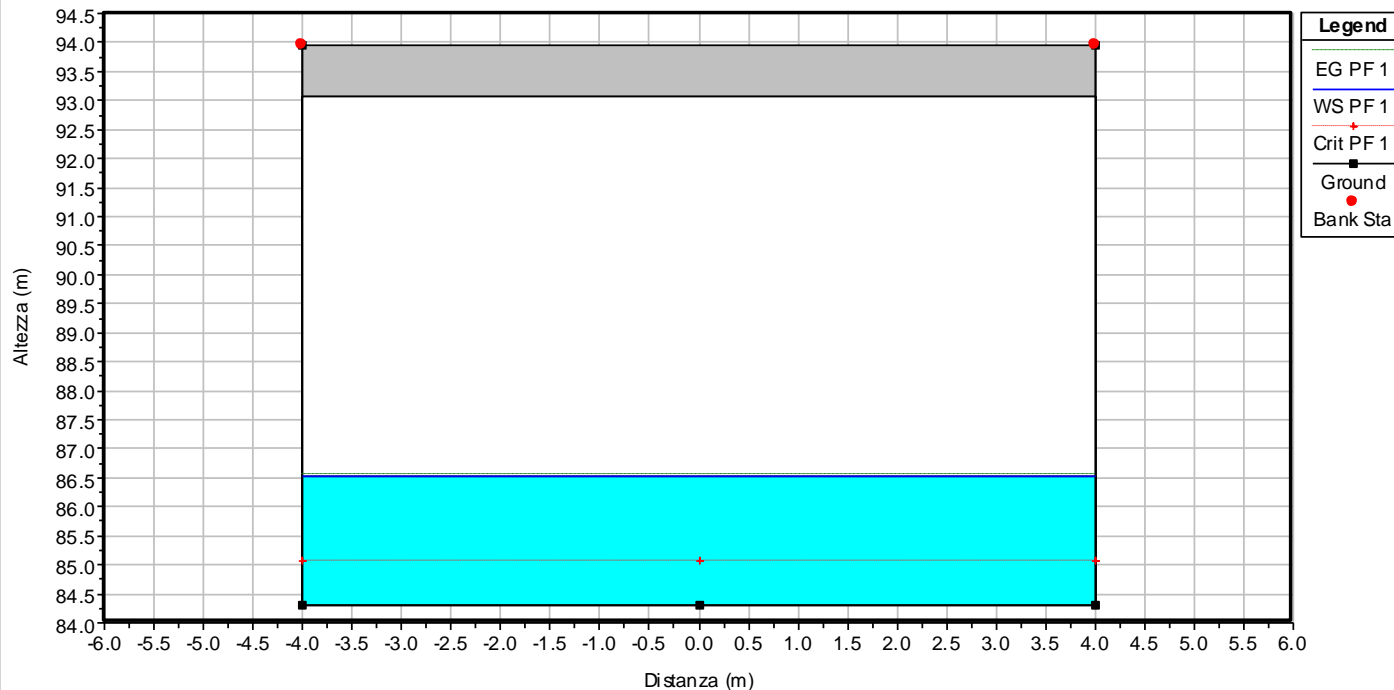
RS 5.1



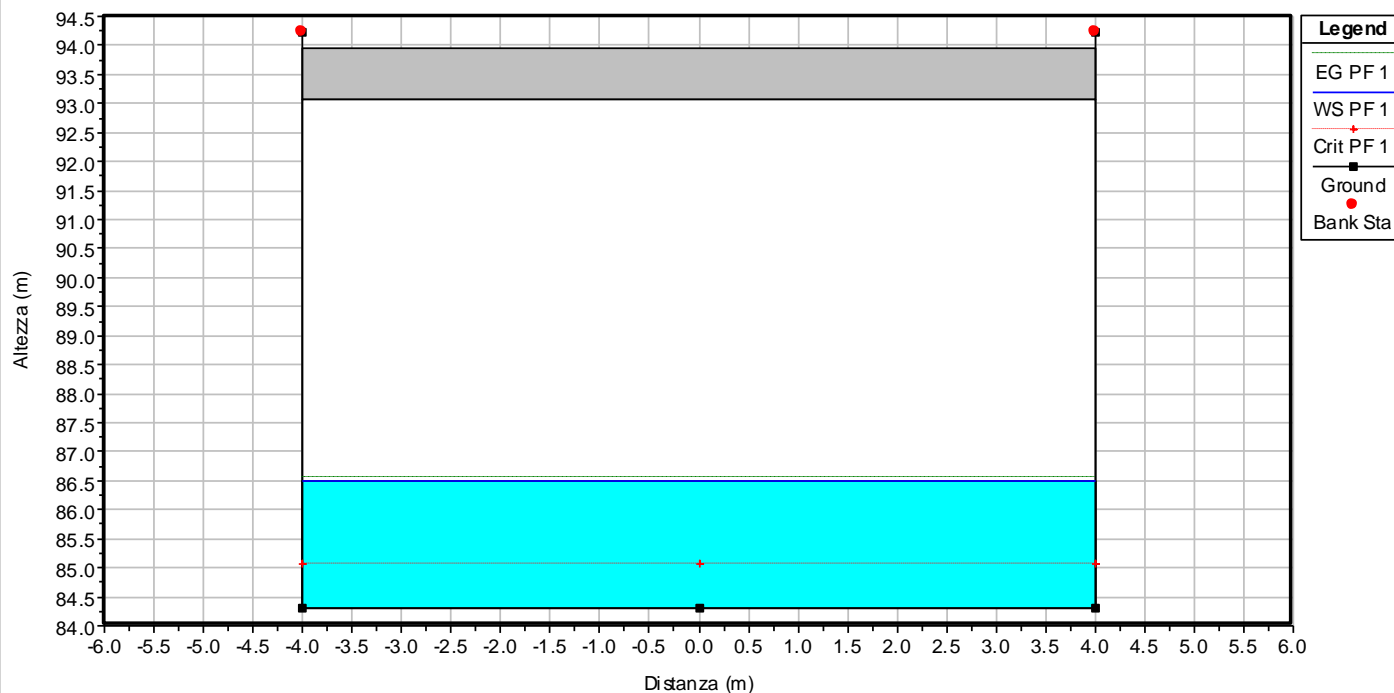
RS 5



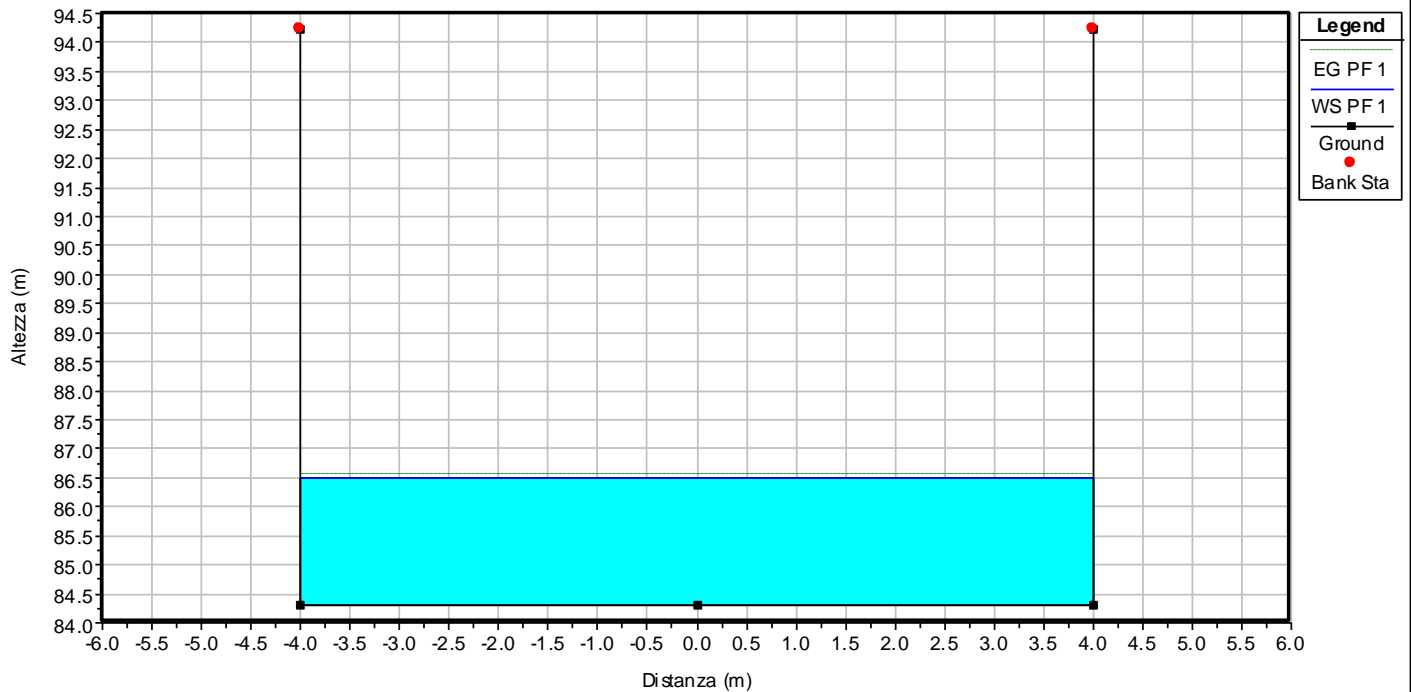
scatolare ferrovia - sezione di monte



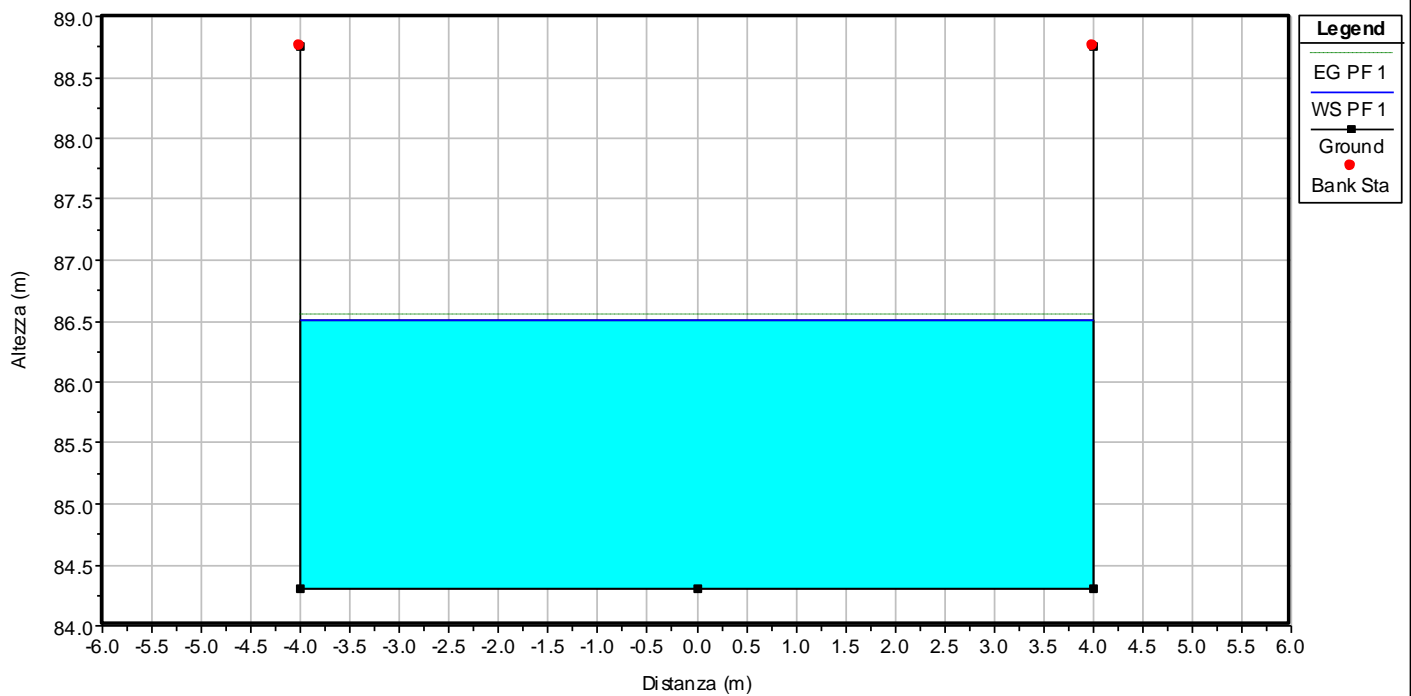
scatolare ferrovia - sezione di valle



RS 4

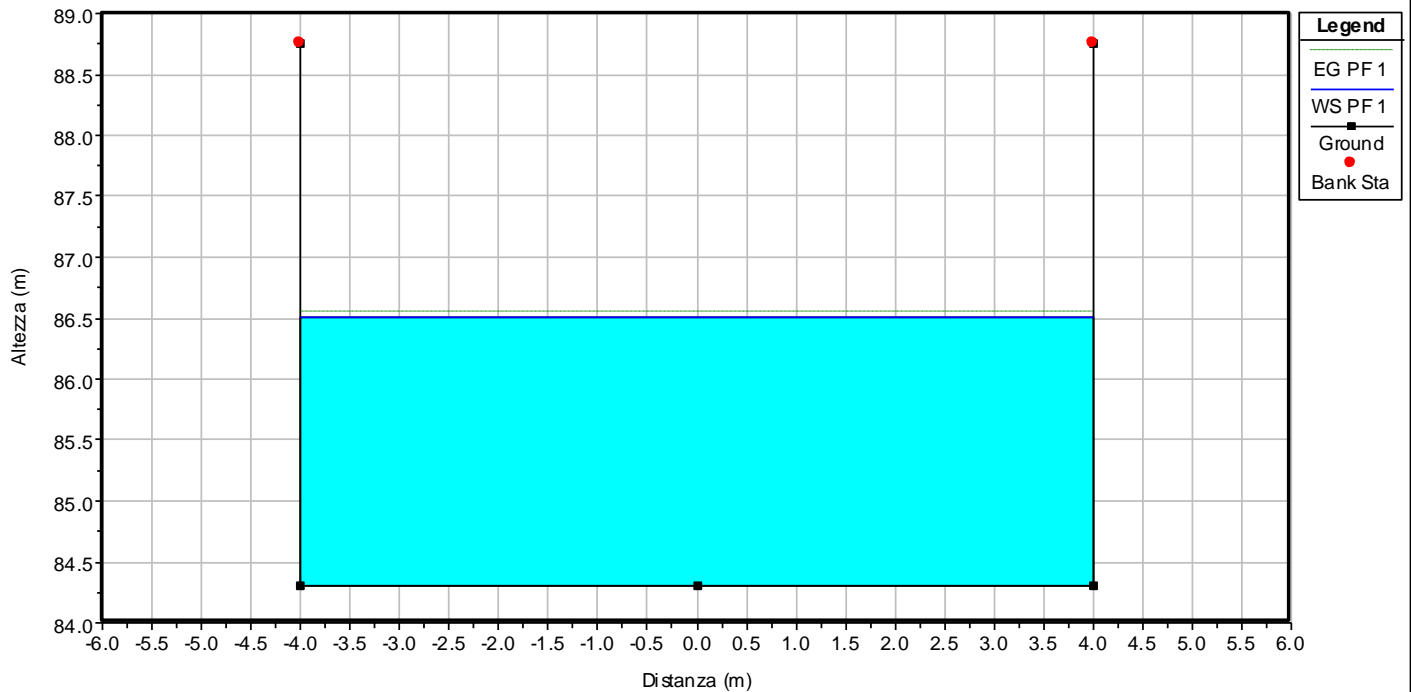


RS 3.5

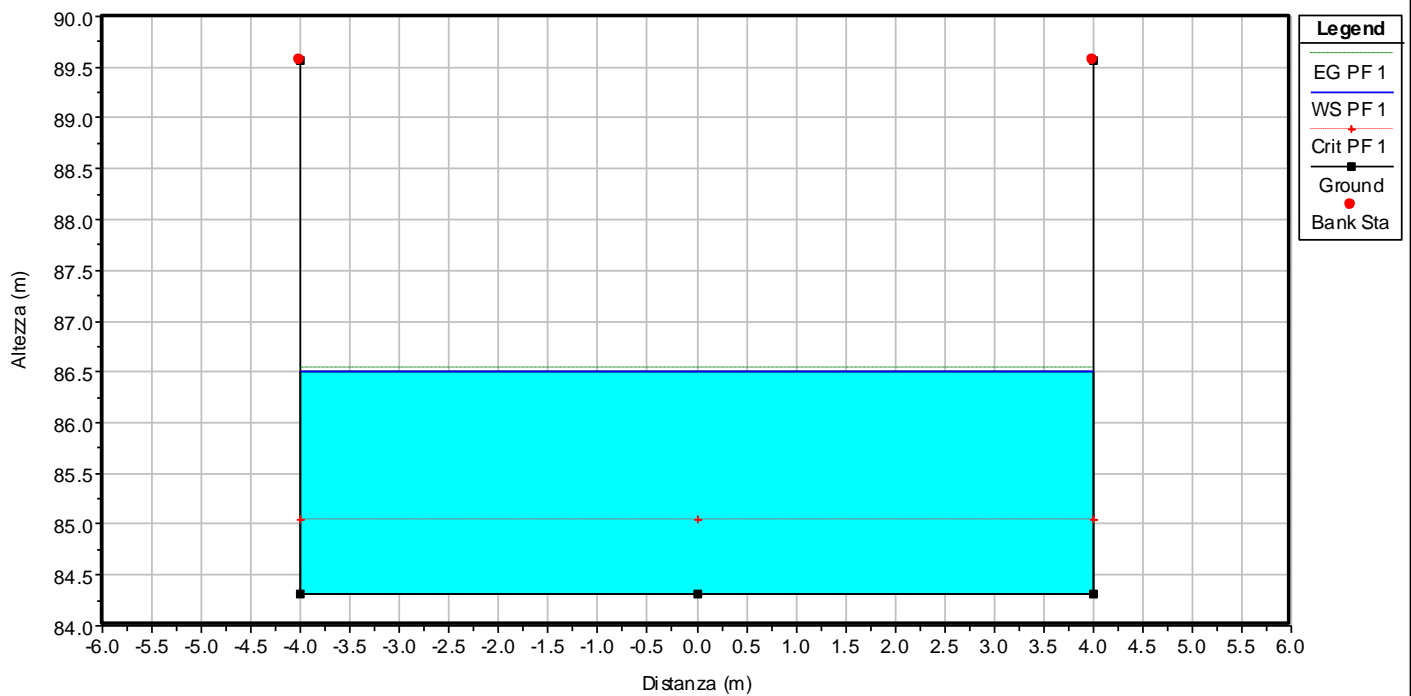




RS 3.4



RS 3.3



Doc. N.

Progetto  
INOR

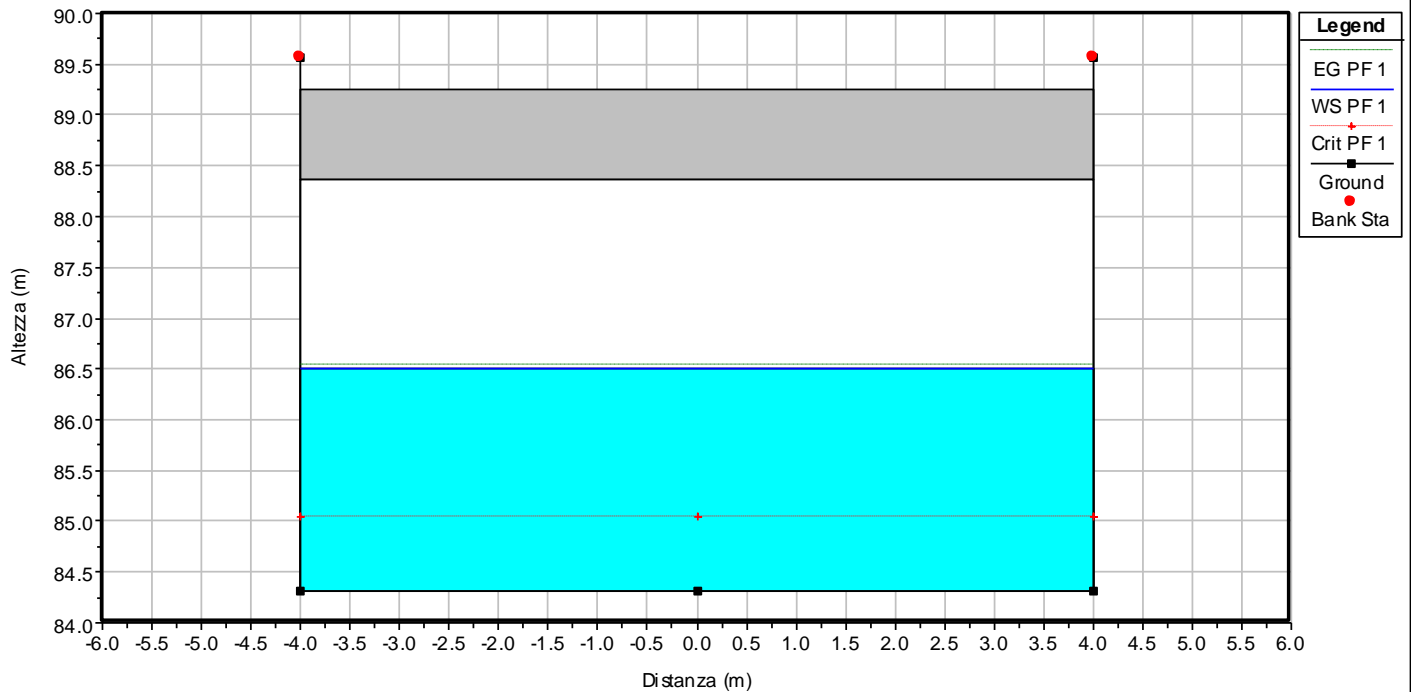
Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RI IN 77 06 001

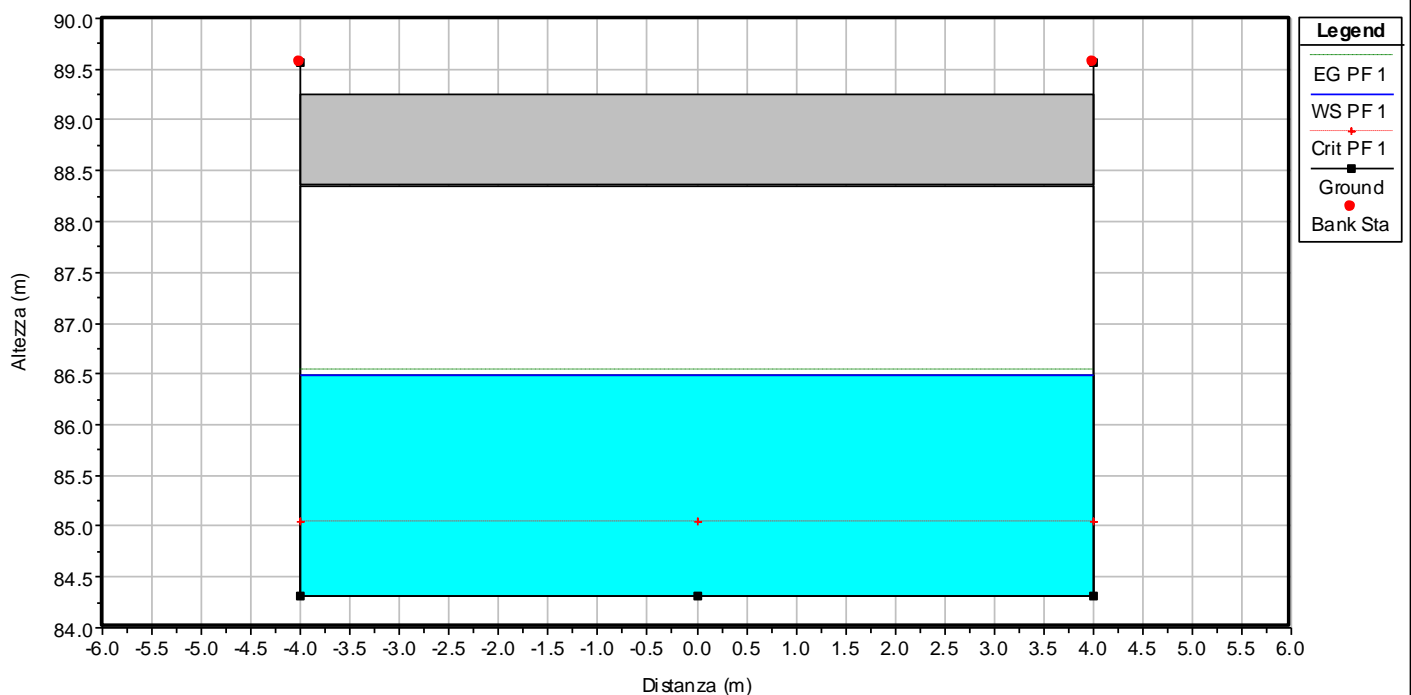
Rev.  
A

Foglio  
26 di 31

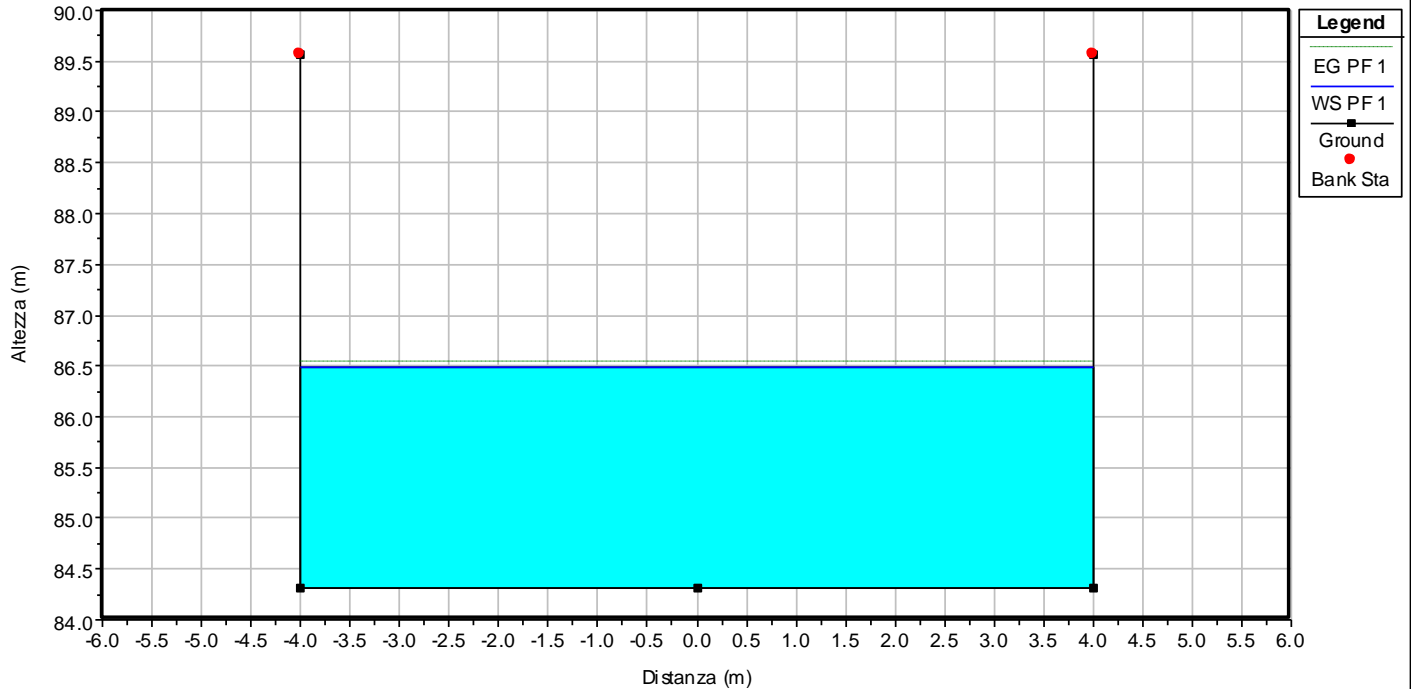
scatolare poderale - sezione di monte



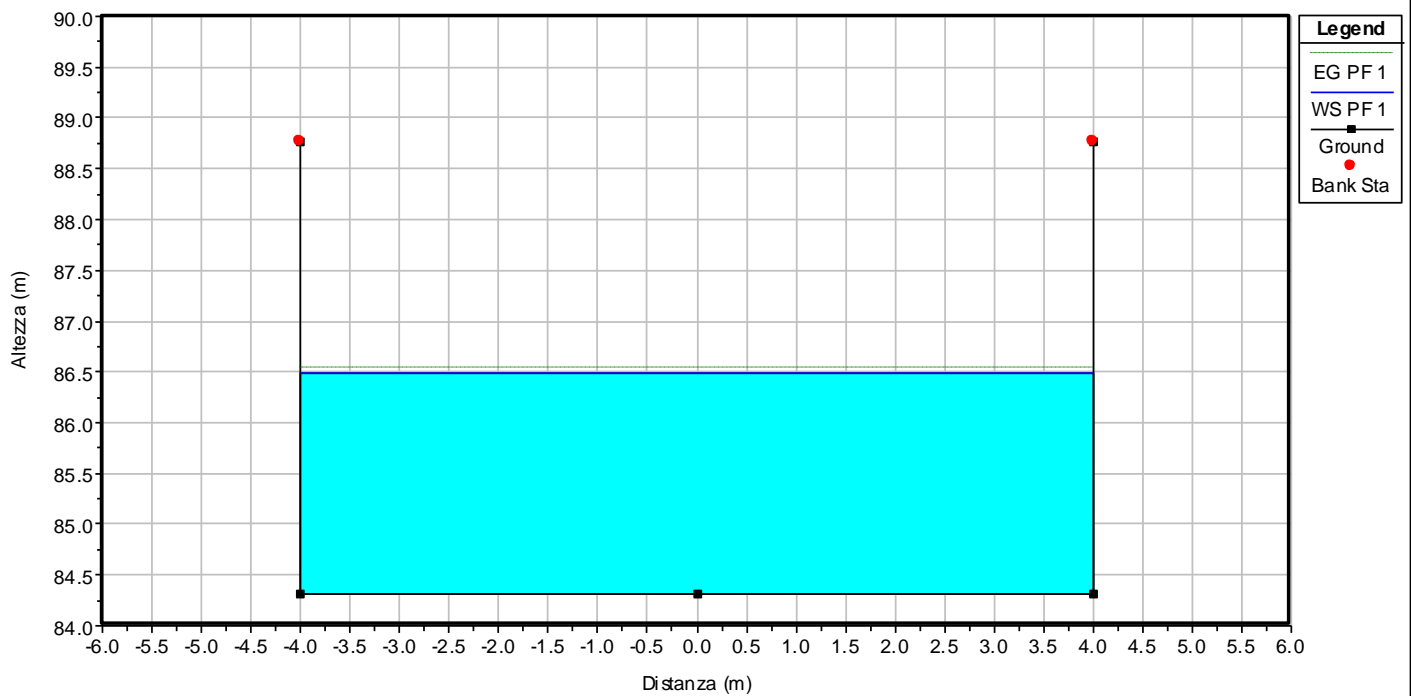
scatolare poderale - sezione di valle



RS 3.2



RS 3.1



Doc. N.

Progetto  
INOR

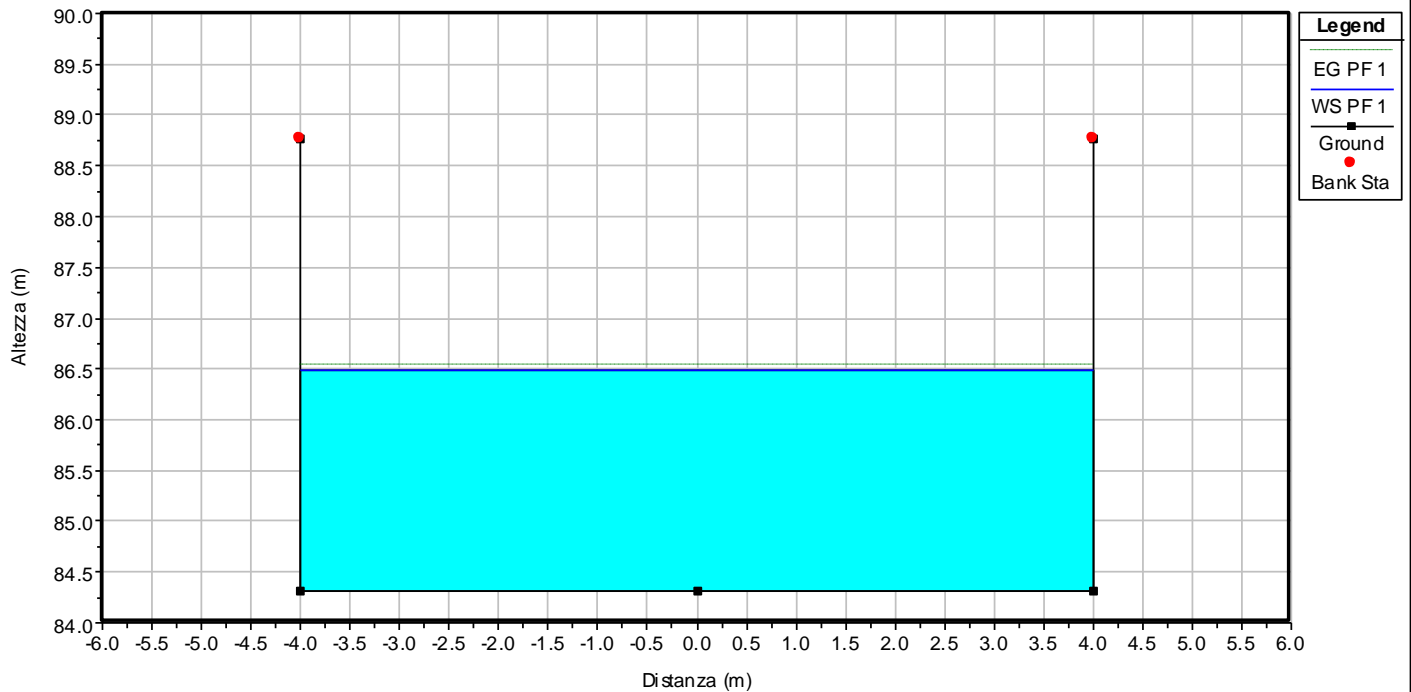
Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RI IN 77 06 001

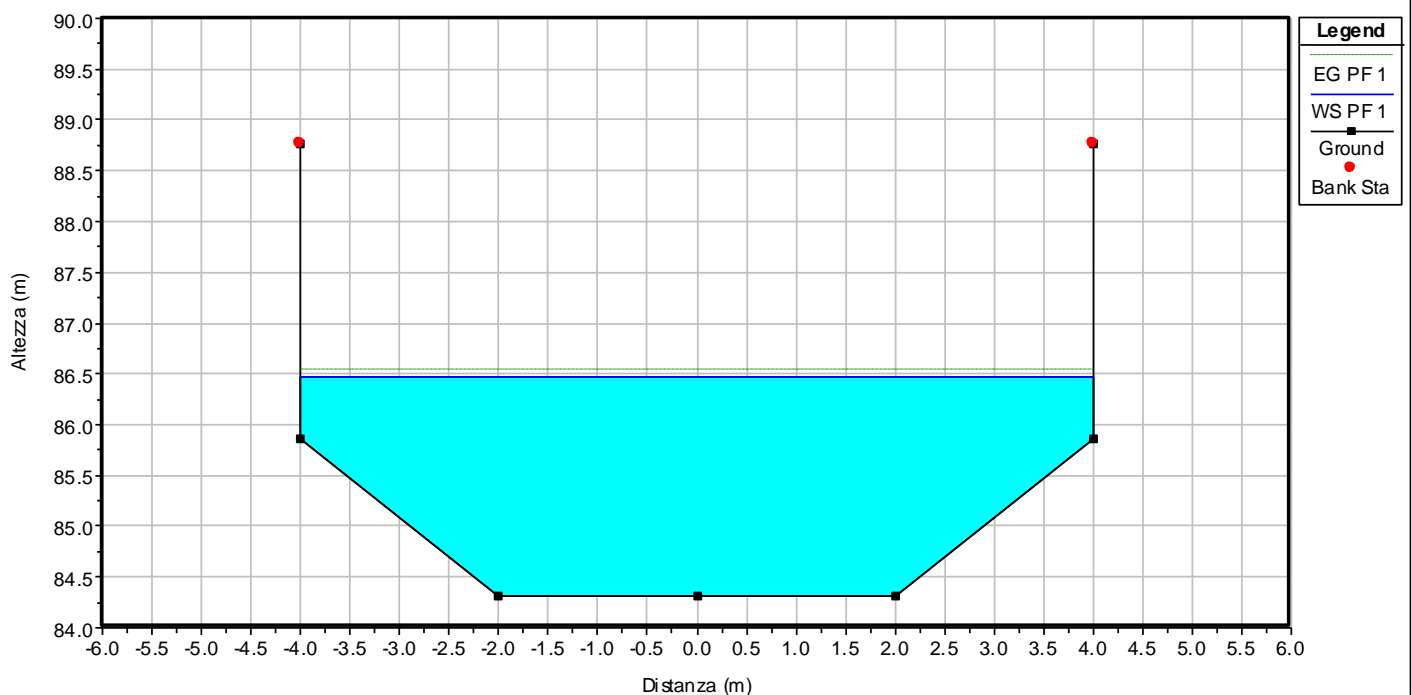
Rev.  
A

Foglio  
28 di 31

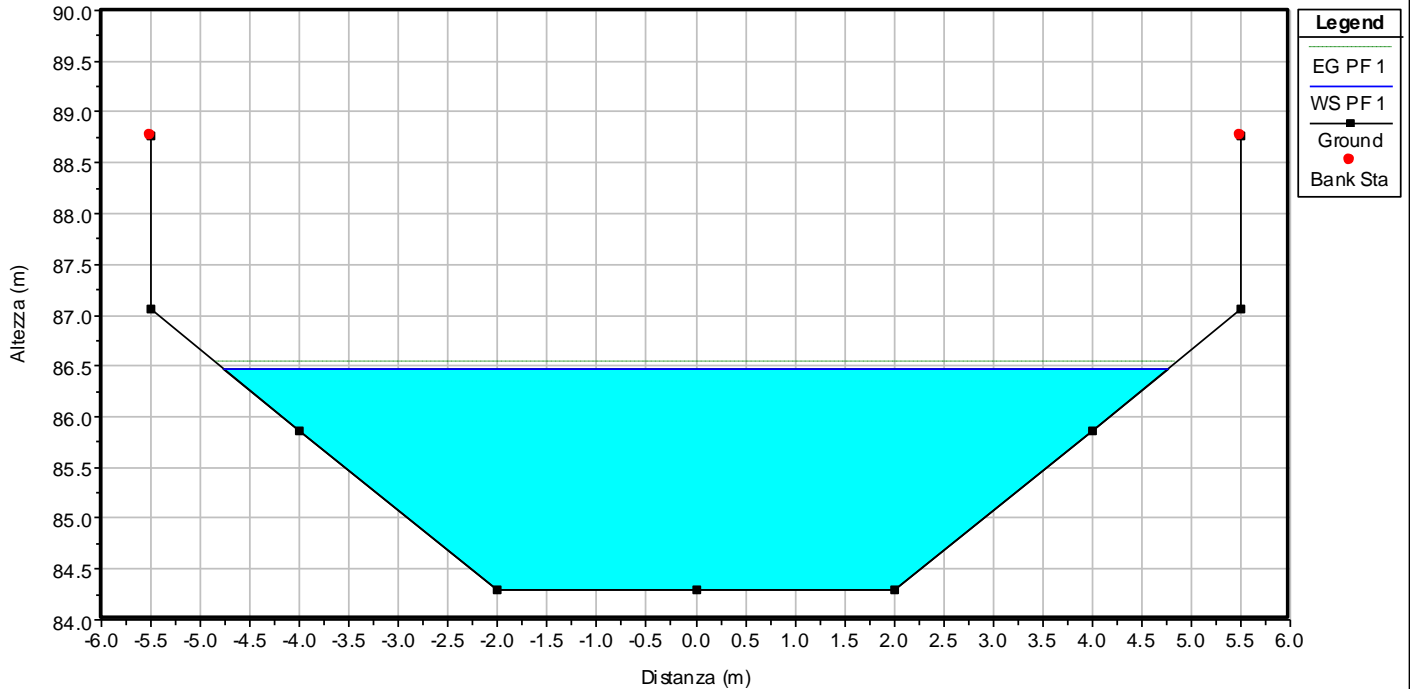
RS 3



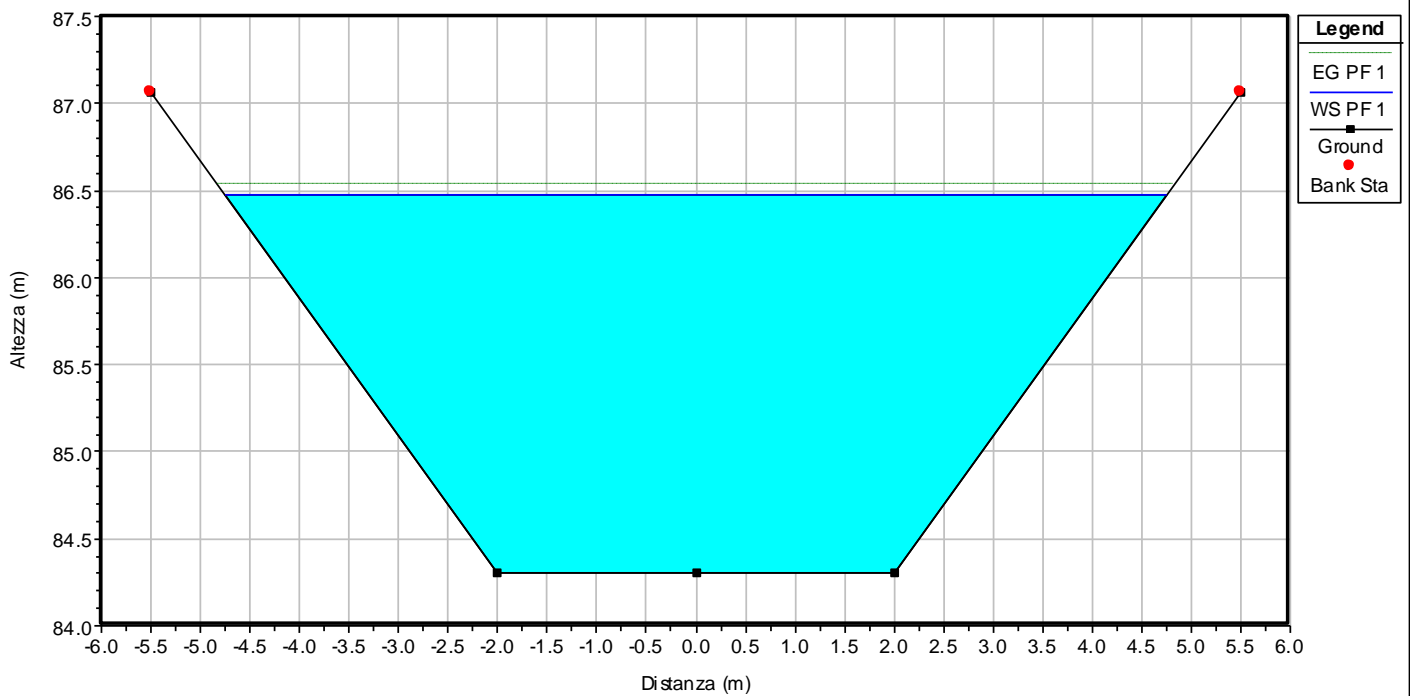
RS 2



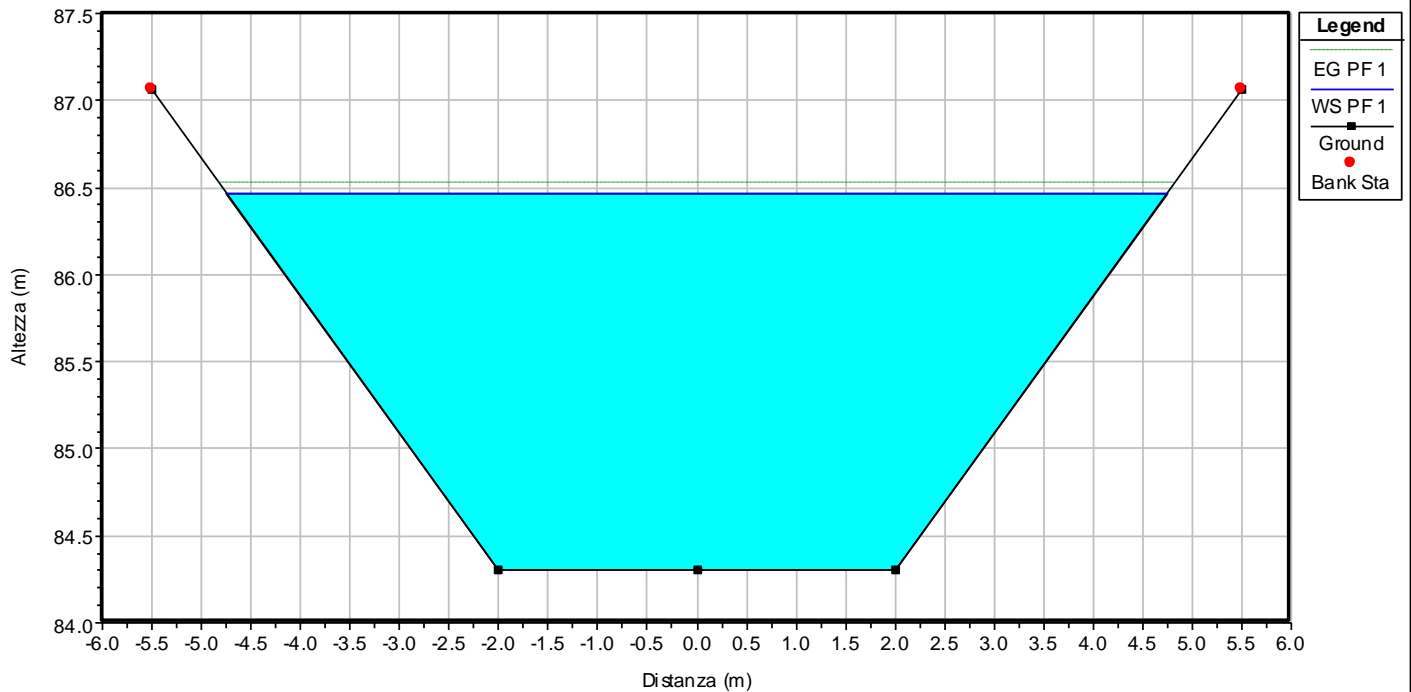
RS 1



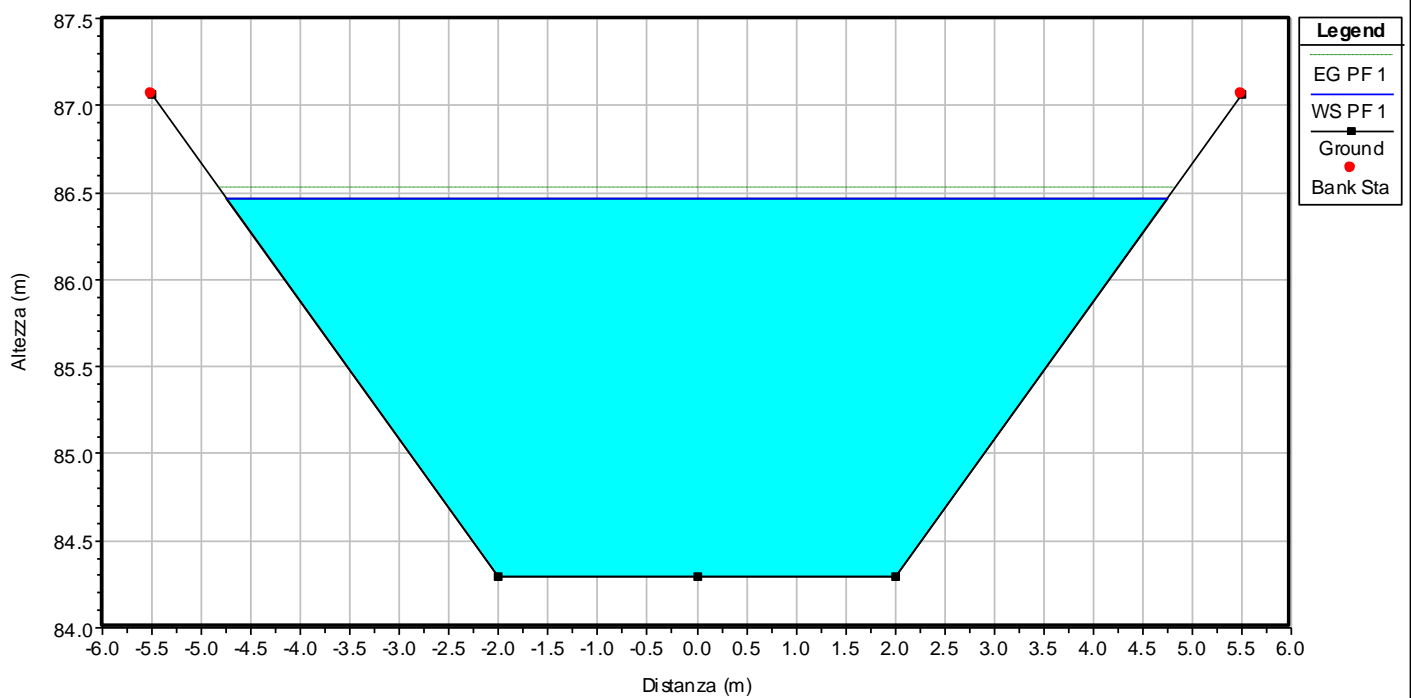
RS 0.4



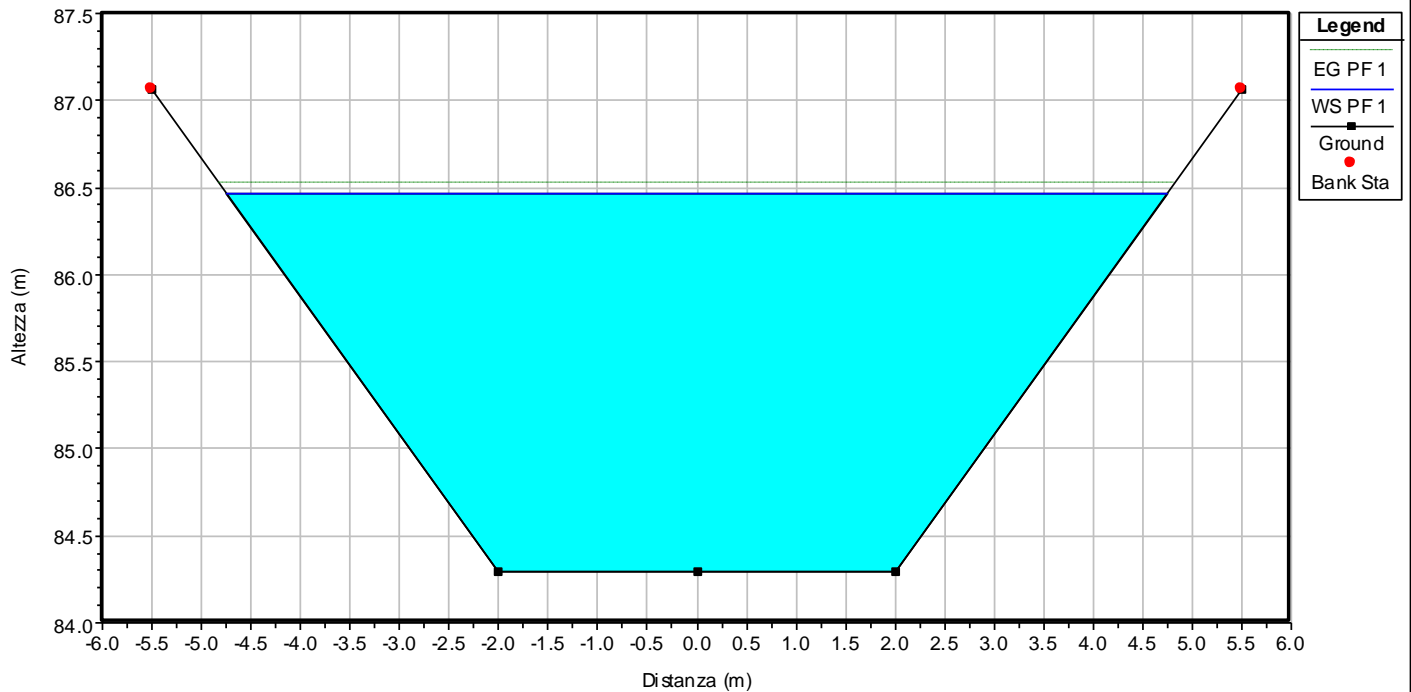
RS 0.3



RS 0.2



RS 0.1



RS 0

