



COMUNE DI GENOVA

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA CALATA AD USO CANTIERISTICA NAVALE ALL'INTERNO DEL PORTO PETROLI DI GENOVA SESTRI PONENTE E SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO MOLINASSI

PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO

LOTTO 1 - LOTTO 2 II STRALCIO FASE 2 - LOTTO 3

RELAZIONE IDRAULICA

PROGETTISTA INCARICATO DAL COMUNE DI GENOVA

SCALA:



Stantec S.p.A. Centro Direzionale Milano 2 - Palazzo Canova 20090 Segrate (Milano)
Tel. +39 02 94757240 Fax. +39 02 26924275
www.stantec.com

-

COMMESSA	APPALTO	FASE	TIPO DOC.	DISCIP.	GRUPPO	CONS.	REV
4 5 5 0 3 3 0 7	B	P D	R	I D R	D	0 0 2	F0

PROGETTAZIONE :

Rev.	Descrizione Emissione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data
F0	Prima Emissione	E.Sangiovanni	04/06/2021	G.Lonardini	04/06/2021	G. Sembenelli	04/06/2021

IL PROGETTISTA



Dott. Ing. G. Sembenelli

VERIFICATO :

VALIDATO : COMUNE DI GENOVA



IL RUP

Dott. Arch. R. Valcalda

ASSISTENTI AL RUP

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	INTRODUZIONE	5
3.	PRESCRIZIONI E OSSERVAZIONI INERENTI AGLI ASPETTI IDRAULICI E RELATIVE RISPOSTE	7
3.1.	INTRODUZIONE	7
3.2.	PROT. N. 2018/G13.15.5/15.127 – AGGIORNAMENTO DELLE PORTATE DEL RIO S. MICHELE	8
3.2.1.	<i>Verifica dei valori di portata di stato di fatto</i>	8
3.2.2.	<i>Verifica dei valori di portata di stato di progetto</i>	10
3.3.	PARENE NUMERO: 169 – VERIFICA ASSOGGETTABILITÀ A VIA.....	11
3.3.1.	<i>Uso del suolo (pag. 16)</i>	11
3.3.2.	<i>Osservazione Regione Liguria (pag. 24)</i>	14
3.3.3.	<i>Osservazioni finali (pag. 25)</i>	15
3.4.	PROT. n. 2019/G13.12.3/276 – OSSERVAZIONI VARIE	16
4.	PER LA RISPOSTA SI RIMANDA AL CAPITOLO 3.3.1.CARATTERISTICHE DEL BACINO DEL RIO SAN MICHELE	19
5.	DOCUMENTI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	21
6.	ANALISI IDRAULICA DELLO STATO DI FATTO RIPISTA NEL PIANO DI BACINO	27
7.	MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO.....	29
8.	DESCRIZIONE DELLE OPERE PREVISTE NELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO E RISULTATI DELLE VERIFICHE IDRAULICHE.....	32
9.	CONSIDERAZIONI FINALI IN MERITO ALLO STUDIO IDRAULICO DEL RIO MOLINASSI	43

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Multedo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

1. PREMESSA

Il presente progetto definitivo è relativo al pacchetto di interventi denominato “Nuova calata ad uso cantieristica navale all’interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del Rio Molinassi”.

Il progetto in generale consiste nella creazione di una nuova piattaforma industriale, ubicata tra il pontile Delta del Porto Petroli di Multedo e l’area Fincantieri a Sestri Ponente, per il trasferimento delle attività industriali di Fincantieri attualmente collocate a nord della ferrovia. L’intervento consente di migliorare la logistica delle aree cantieristiche che, in tale modo, risulterebbero tutte concentrate lungo il lato mare del tracciato ferroviario, così determinando un utilizzo più efficace e razionale delle aree industriali.

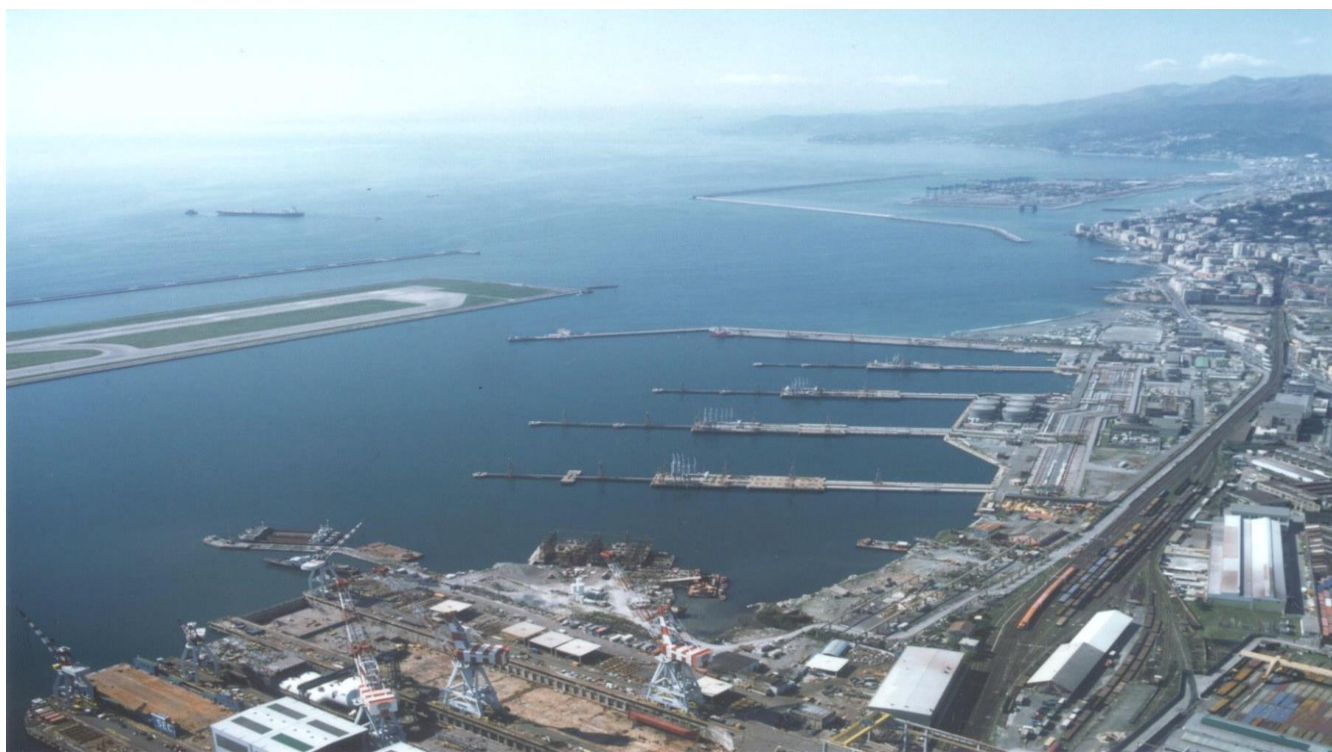




Figura 1: Vista area della nuova calata a mare

L’area oggetto di riempimento è interessata dalla foce di un rio, denominato rio Molinassi, che attualmente presenta una situazione di elevata pericolosità per insufficienza delle sezioni e che, nell’ambito degli interventi in progetto, verrà deviato nel tratto terminale, adeguandone al contempo la sezione idraulica.

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Multedo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

L'intero progetto può essere suddiviso in tre Ambiti Funzionali.

La realizzazione dei suddetti Ambiti, sebbene relativi ad opere funzionalmente distinte ed indipendenti, risulta essere reciprocamente vincolata da alcuni aspetti, debitamente trattati nella documentazione progettuale.

L'**Ambito 1** riguarda le opere relative alla deviazione e sistemazione idraulica del rio Molinassi, nella tratta compresa tra la sezione di via Negroponte e la foce; a sua volta è costituito da due sotto ambiti riconducibili in:

- Adeguamento del tratto esistente del rio Molinassi con inserimento di una briglia idraulica (tratto che si sviluppa da via Negroponte fino a piazza Clavarino);
- Nuovo alveo del rio Molinassi (tratto che si estende da Piazza Clavarino fino alla nuova foce posta a levante del pontile Delta di Porto Petroli).

Esso riguarda inoltre le opere relative alla costruzione di una serie di briglie lungo il Rio Molinassi, nella tratta compresa tra la sezione di Via Negroponte e Piazza Cosma Clavarino.



L'**Ambito 2** riguarda la realizzazione di una nuova cassa di colmata ubicata tra il Porto Petroli di Genova-Multedo ed i bacini di carenaggio dello stabilimento Fincantieri di Genova-Sestri Ponente.

L'**Ambito 3** ("Spostamento cooperative pescatori"), riguarda la realizzazione del nuovo porto pescatori alla foce del Rio S. Michele in sostituzione dell'esistente porto pescatori che dovrà essere spostato per consentire la realizzazione della nuova cassa di colmata.

Da un punto di vista della suddivisione in lotti funzionali il progetto è stato ripartito come riportato in Tabella 1.

Tabella 1: Ripartizione del progetto in Lotti e Ambiti

Lotto	Descrizione	Ambito
Lotto 1	Adeguamento dell'alveo rio Molinassi da via Negroponte alla nuova foce posta in corrispondenza del pontile Delta di Porto Petroli e nuova banchina pescatori	1 e 3
Lotto 2 – I Stralcio	Demolizione porzioni di banchine portuali (già realizzato)	2
Lotto 2 – II Stralcio – Fase 1	Realizzazione della cassa di colmata (in fase di realizzazione)	2
Lotto 2 – II Stralcio – Fase 2	Completamento delle opere della cassa di colmata	2
Lotto 3	Nuova briglia selettiva sull'alveo del Rio Molinassi	1

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Multedo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

2. INTRODUZIONE

La presente relazione presenta il calcolo del profilo idraulico dello stato di progetto del tratto terminale del Rio San Michele (per una estensione di circa 95 m nel tratto compreso tra la Sez. MIC S1 e MIC S4, entrambe sezioni idrauliche di stato di fatto e presentate nella Carta delle tracce delle sezioni idrauliche e dei tratti indagati allegata al Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico – Ambito 12 e 13) mediante l’ausilio del programma di modellazione idraulica HEC-RAS, basandosi sulle ipotesi di moto permanente. Lo studio idraulico viene sviluppato nell’ambito del Progetto complessivo di realizzazione *“della nuova calata ad uso cantieristica navale all’interno del porto Petroli di Genova Sestri Ponente e della sistemazione idraulica del Rio Molinassi”* – Lotto 1 – Ambito 3. Come già anticipato in Premessa, il progetto complessivo prevede lo sviluppo anche del progetto Pescatori per la ricollocazione delle cooperative di Pescatori che sono attualmente ubicate in corrispondenza della futura foce del rio Molinassi.

La ricollocazione delle cooperative di Pescatori è prevista in due distinte porzioni di terreno separate tra loro dalla sopraelevata ferrovia della linea Genova-Ventimiglia, messe in comunicazione da un sottopasso carrabile e alle quali si accede attraverso una piccola strada semi-privata, da Via Prà. La prima area, detta “a monte” consiste in un triangolo di terra di circa 800 mq, attualmente senza alcun utilizzo, libera da opere edificate e in sostanziale stato di abbandono, e ospiterà rimesse, magazzini e aree aperte di lavoro per le cooperative di pescatori concessionarie. La seconda invece, detta area “a mare”, verrà attribuita in concessione alle cooperative da parte dell’Autorità di Sistema Portuale di Genova e si trova al di là del sottopasso ferroviario. Essa include attualmente una banchina e uno specchio d’acqua di circa 1600 mq in cui verranno eseguite delle opere in c.a. e dove troveranno sede gli scaletti per l’accesso a mare delle barche, i pontili, alcuni magazzini, ambienti di lavoro, e gli spazi per le attività di carenaggio delle barche. Gli interventi da attuare nell’area “a mare” includono la sistemazione idraulica del tratto terminale del Rio San Michele con inserimento di una soglia idraulica per la protezione della foce del rio dal trasporto solido. In linea con quanto previsto dal Piano di Bacino, l’intervento prevede anche la sistemazione delle sponde arginali al fine di rispettare il valore del franco idraulico secondo quanto previsto dalle norme di attuazione del Piano di Bacino (approvate con D.G.P. n. 171 del 22.11.2011 e modificate con D.P.G. n. 124 del 22.09.2014).



COMUNE DI GENOVA



Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Multedo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)



Relazione idraulica



Figura 2: Ricollocamento della cooperativa Pescatori con indicazione del Rio San Michele

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

3. PRESCRIZIONI E OSSERVAZIONI INERENTI AGLI ASPETTI IDRAULICI E RELATIVE RISPOSTE

3.1. INTRODUZIONE

Si riportano di seguito le risposte alle osservazioni di vari Enti relative al progetto di ricollocazione del porto pescatori e di sistemazione idraulica del tratto terminale del Rio San Michele, entrambi facenti parte del progetto *“Nuova calata ad uso cantieristica navale all’interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del Rio Molinassi.*

Di seguito i riferimenti agli elaborati contenenti le osservazioni dei vari Enti a cui viene data risposta nel presente capitolo. Ogni osservazione sarà poi trattata nel dettaglio nei capitoli a seguire.

- Data: 26 gennaio 2021.

Protocollo numero: 2018/G13.12.5/15-127

Oggetto: Indicazioni per adeguamento progettuale.

Ente: Regione Liguria – Dipartimento Ambiente e Protezione Civile – Settore Assetto del Territorio, Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Settentrionale.

Note: ricalcolo della portata del rio S. Michele seguendo l’impostazione descritta nella Relazione Generale degli Ambiti Regionali di Bacino 12 e 13 entrata in vigore con BURL n. 31 del 31/07/2019 – parte II considerando i risultati dello studio effettuato dal Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale dell’Università di Genova e resi disponibili nella presente nota.

- Data: 15 febbraio 2021.

Parere numero: 169

Oggetto: Verifica di assoggettabilità alla VIA dell’Intervento di ricollocamento delle Cooperative Pescatori Muledo, interferenti con la nuova foce del Rio Molinassi, presso il sito di Genova-Prà. ID_VIP: 5680.



Ente: Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Commissione Tecnica di Verifica dell’Impatto Ambientale – VIA e VAS.

Note: risposta alle osservazioni relative agli argomenti inerenti con gli aspetti idraulici.

- Data: 24 marzo 2021.

Protocollo n.: 2019/G13.12.3/276

Oggetto: Osservazioni varie.

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

Ente: Regione Liguria – Dipartimento Ambiente e Protezione Civile – Settore Difese del Suolo Genova.

Note: risposta alle osservazioni relative agli argomenti inerenti con gli aspetti idraulici.

3.2. PROT. N. 2018/G13.15.5/15.127 – AGGIORNAMENTO DELLE PORTATE DEL RIO S. MICHELE

3.2.1. Verifica dei valori di portata di stato di fatto



In riferimento alla nota protocollo numero 2018/G13.15.5/15.127, con oggetto “Progetto definitivo della nuova calata ad uso cantieristica navale all’interno di Porto Petroli e della contestuale sistemazione idraulica del rio Molinassi – indicazioni per adeguamento progettuale”, si è provveduto ad eseguire il ricalcolo delle portate del rio S.Michele seguendo l’impostazione descritta nella Relazione Generale degli Ambiti Regionali di Bacino 12 e 13 entrata in vigore con BURL n. 31 del 31/07/2019 – parte II (nel seguito chiamata “Relazione Generale ambito 12 e 13”), considerando i risultati dello studio effettuato dal Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale dell’Università di Genova e resi disponibili nella nota sopra richiamata.

In dettaglio, per il calcolo della portata al colmo di piena di progetto si è fatto riferimento ai metodi illustrati nel capitolo 2.9 della relazione Generale ambito 12 e 13. Relativamente ai bacini idrografici appartenenti all’area 6, nel quale rientra il rio S. Michele, il calcolo è effettuato tramite il “Metodo CIMA” e la “Formula Razionale”. L’immagine seguente riporta le caratteristiche del Bacino del rio S.Michele e le portate calcolate con entrambi i metodi per assegnati tempi di ritorno.

BACINO DEL RIO S.MICHELE			
Bacino del rio S. Michele			
Area	Km ²	0.618	
Longitudine		8°48'	
Lunghezza	Km	1.4	
Pendenza media	%	8	
CN		92	
UA	m ³ s ⁻¹ km ²	9.53	

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	CIMA	Razionale	
Q5	8	-	m ³ s ⁻¹
Q10	11	-	m ³ s ⁻¹
Q30	17	-	m ³ s ⁻¹
Q50	20	18	m ³ s ⁻¹
Q100	25	-	m ³ s ⁻¹
Q200	30	22	m ³ s ⁻¹
Q500	36	25	m ³ s ⁻¹

Figura 3: Caratteristiche e portate del bacino del rio S. Michele (fonte: Relazione Generale degli Ambiti Regionali di Bacino 12 e 13)

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

Con riferimento al tempo di ritorno di 200 anni, il **metodo CIMA** calcola la portata al colmo (pari a **30 m³/s**) tramite una formula indipendente dalle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica e quindi svincolata dall'altezza di precipitazione stimata in funzione della durata e del tempo di ritorno di un dato evento meteorico. La portata così stimata, riportata a pag. 146 della Relazione Generale Ambito 12 e 13, rimane quindi invariata rispetto alla richiesta di aggiornamento dei nuovi dati pluviometrici calcolati dall'Università di Genova.

Per quanto riguarda, invece, il calcolo della portata al colmo con l'utilizzo della **formula Razionale**, esso prevede l'utilizzo dall'altezza di precipitazione. Si riporta di seguito uno stralcio dell'applicazione del metodo Razionale per le aree 6 (area nella quale ricade il Rio San Michele), come descritto nel capitolo 2.9.3 della Relazione Generale ambito 12 e 13:

2.9.3. Aree 1, 3 e 6

Il calcolo delle portate al colmo per diversi periodi di ritorno, per i bacini appartenenti alle aree 1, 3 e 6 è stato effettuato mediante la formula "razionale":

$$Q(T) = \frac{C \cdot A \cdot h(T, t_c)}{t_c}$$

dove t_c (ore) rappresenta il tempo di corrivazione del bacino, h (mm) l'altezza critica di precipitazione che nella formulazione del metodo corrisponde al tempo di corrivazione t_c , A (km²) la superficie del bacino, C il "coefficiente di deflusso".

Data la forte pendenza dei versanti dei rii presi in considerazione il tempo di corrivazione è valutabile mediante la semplice formula sperimentale di Viparelli:

$$t_c = \frac{L}{v}$$

dove L rappresenta la lunghezza dell'asta e v la velocità media di percorrenza dell'asta.



Per i bacini appartenenti alle aree 1 e 3 è stato assunto un coefficiente di deflusso C pari a 0.8 e una velocità media di percorrenza dell'asta v pari a 1 m/s.

Per i bacini appartenenti all'area 6, caratterizzati da una forte urbanizzazione e da lunghi tratti d'alveo tombinati, è stato assunto un coefficiente di deflusso C pari a 1. Per il tempo di corrivazione è stata invece assunta la seguente relazione:

$$t_c = \frac{L}{v} + \Delta t_c$$

dove Δt_c rappresenta il tempo di introduzione in rete, assunto in questo caso pari a 10 minuti, mentre la velocità media di percorrenza dell'asta v [m/s] è stata assunta pari a 1.5 m/s.

Figura 4: Estratto dalla Relazione Generale degli Ambiti Regionali di Bacino 12 e 13 per il calcolo della portata al colmo tramite la formula razionale

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Mulredo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

Utilizzando i parametri a ed n riportati nella tabella seguente per tempo di ritorno T pari a 200 anni (pag. 116 Relazione Generale ambito 12 e 13):

<i>N.S. delle Grazie: parametri della curva di possibilità pluviometrica $h(d,T)=ad^n$ per durate superiori a 1 h</i>							
T [anni]	5	10	25	50	100	200	500
a	49.8	61.1	72.1	86.1	96.5	107.2	120.8
n	0.35	0.36	0.38	0.39	0.40	0.40	0.43

Figura 5: Parametri per la stima delle CPP relativi alla stazione pluviometrica Nostra Signora delle Grazie (fonte Relazione Generale degli Ambiti Regionali di Bacino 12 e 13)

Si pone in evidenza che, a differenza di quanto riportato in capitolo 2.9.3 e a seguito di chiarimento con il Dipartimento Ambiente e Protezione civile Settore Assetto del territorio della Regione Liguria che ha redatto la Relazione Generale Ambito 12 e 13, il valore di portata, Q_t (indicato nel documento e posto pari a 22 m³/s) è stato ottenuto utilizzando i valori di coefficiente di deflusso e di velocità media di percorrenza dell'asta quelli utilizzati nei bacini 1 e 3 ed in particolare rispettivamente $C = 0,8$ e $V = 1$. (non quelli definiti per il bacino 6, ovvero $C=1,0$ e $V= 1,5$).

3.2.2. Verifica dei valori di portata di stato di progetto



Sulla base delle ipotesi sopra menzionate, si è quindi calcolata la nuova altezza di precipitazione per il tempo di ritorno di progetto, pari a 200 anni, tramite la forma monomia riportata nell'allegato al protocollo numero 2018/G13.15.5/15.127 con i nuovi dati elaborati dal Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale dell'Università di Genova. La stazione pluviometrica di riferimento considerata per l'elaborazione è quella di "Madonna delle Grazie".

Stazione	Quota [m slm]	Long	Lat	N	n	a_1 [mm/h ⁿ]	K	α	ϵ
					[-]		[-]	[-]	[-]
Madonna delle Grazie	145	8.74155	44.43429	45	0.326	46.7	-0.156	0.347	0.737

Figura 6: Nuovi parametri per il calcolo delle CPP riferiti alla stazione pluviometria N. S. delle Grazie

I dati utilizzati per il calcolo della portata al colmo con riferimento al progetto in esame sviluppato sono i seguenti:

- Area del bacino: 0.618 km²;
- Lunghezza dell'asta: 1.400 km;
- Tempo di corrivazione: 2000 secondi;
- Altezza di precipitazione (T 200 anni): 127,47 mm.

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

La portata risultante applicando la Formula Razionale risulta quindi pari a **31.5 m3/s**.

La nuova portata al colmo di progetto, relativa a un tempo di ritorno pari a 200 anni per le verifiche idrauliche delle opere, risulta simile al valore considerato con il metodo CIMA per T200 e pari a 30 m3/s. Si rimanda al capitolo 5 dove si riportano le informazioni estratte dalla relazione generale degli ambiti 12 e 13 e quindi anche la tabella riassuntiva delle portate al colmo al variare del tempo di ritorno.



La portata finale utilizzata per le verifiche idrauliche è dunque pari a 31.5 m3/s ricalcolata considerando l'aggiornamento delle curve di possibilità pluviometrica.

3.3. PARENE NUMERO: 169 – VERIFICA ASSOGGETTABILITÀ A VIA

Si riporta quanto citato nel protocollo con riferimento alle questioni inerenti agli aspetti idraulici.

3.3.1. Uso del suolo (pag. 16)

[...] La Regione Liguria, nelle sue osservazioni, circa la componente suolo, evidenzia che per quanto riguarda gli interventi che interessano il tratto terminale del rio San Michele, limitrofo all'area destinata alla ricollocazione delle Cooperative, gli stessi non presentano particolari criticità e siccome sono limitati al tratto focivo del torrente e finalizzati a un diverso utilizzo delle aree demaniali marittime limitrofe, non risultano soggetti al parere di compatibilità ex art. 17 comma 2 della Normativa di Piano di Bacino. Considerata la tipologia dell'intervento, va verificata, tuttavia, la necessità di acquisire contributo istruttorio e/o parere di compatibilità da parte dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale per la valutazione della compatibilità degli interventi proposti nel quadro di sistemazione complessiva del rio San Michele, come anche evidenziato nel parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Dal punto di vista autorizzativo, la progettazione necessita di revisioni e approfondimenti che potranno successivamente essere portati all'attenzione della Conferenza dei Servizi, riguardanti in particolare: la plateazione del fondo alveo nel tratto terminale; la revisione della scelta progettuale che prevede una quota sommitale dell'argine sinistro superiore alla quota della difesa spondale destra esistente nel tratto terminale; la previsione di realizzare una cassa di sedimentazione sempre nel tratto terminale di rio San Michele (con necessaria individuazione, in sede di progettazione definitiva, di un responsabile della manutenzione della vasca nonché della quota del fondo alveo, considerato che la progettazione ne prevede l'abbassamento rispetto alla condizione attuale); l'installazione del manufatto previsto in sponda sinistra (nel cosiddetto "ambito a valle"), che qualora costituisca un volume edilizio potrebbe non risultare compatibile con l'art. 5 del regolamento generale n. 3/2011, in quanto ricadente all'interno della fascia di inedificabilità assoluta del rio San Michele. Pertanto, la Regione non rileva motivi ostativi alla realizzazione del progetto, salvo le

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

modifiche segnalate, che risultano necessarie per il rilascio delle autorizzazioni di competenza regionale in conformità alla normativa vigente [...].

Di seguito l'elenco delle modifiche segnalate con la relativa proposta di risoluzione:

- la plateazione del fondo alveo nel tratto terminale;

Come si nota nella figura seguente, il tratto terminale ha n.3 diverse plateazioni di fondo: dalla sez. 4 alla sez. 8, al di sotto dell'attraversamento ferroviario, si prevede una soletta scatolare in calcestruzzo, dalla sez. 8 alla sez. 11 (soglia idraulica) si prevedono dei materassini tipo Reno, tratto in cui si prevede l'accumulo di materiale e necessari ad evitare l'eventuale erosione del fondo, dalla sez. 11 alla sez. 12 un fondo alveo con blocchi in calcestruzzo per evitare lo scavo della corrente a valle della soglia (si rimanda al capitolo 8).

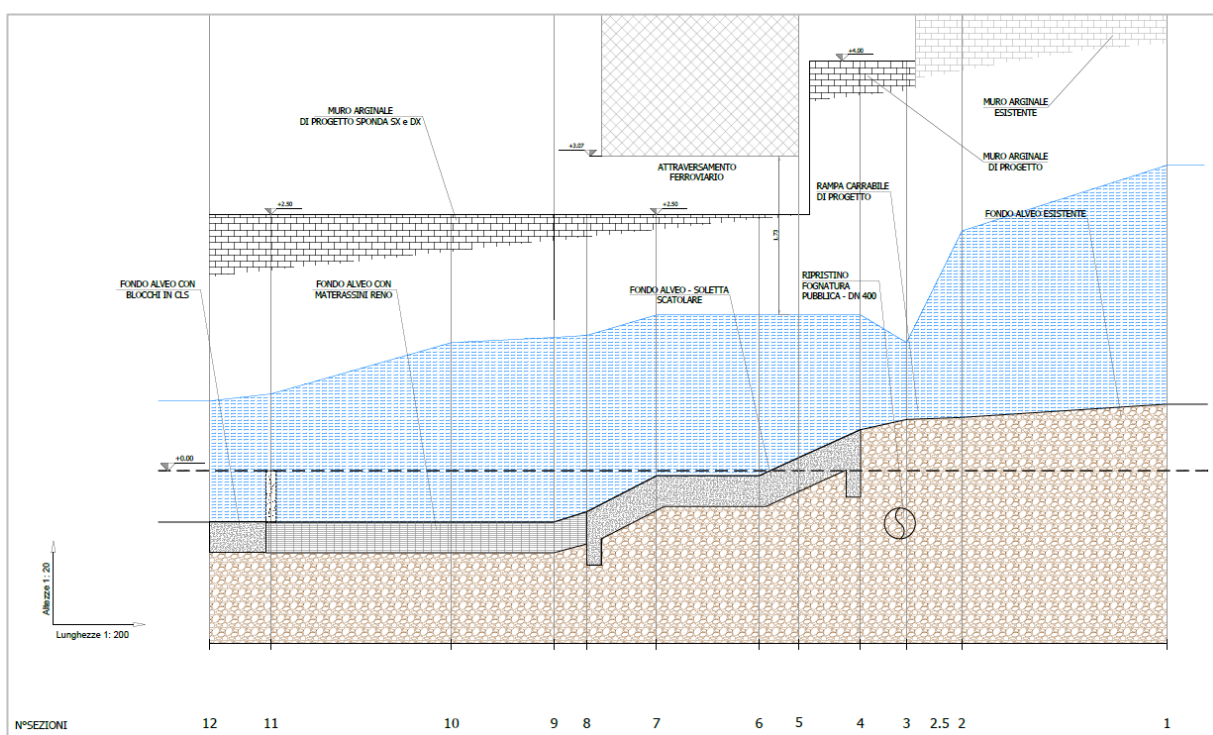


Figura 7: Stralcio del profilo idraulico aggiornato dove si notano le diverse plateazioni

- la revisione della scelta progettuale che prevede una quota sommitale dell'argine sinistro superiore alla quota della difesa spondale destra esistente nel tratto terminale;

L'osservazione è stata recepita e la sponda destra è stata alzata alla medesima quota della sponda sinistra, pari a 2.5 m s.l.m. Tale quota è raggiunta, come mostrato nella figura di seguito (sezione 11 di esempio), con l'aggiunta di un muro di sponda lungo il profilo esterno

della scogliera. Tale quota in sponda destra permette di garantire il rispetto del franco idraulico alla portata di tempo di ritorno di 20 anni.

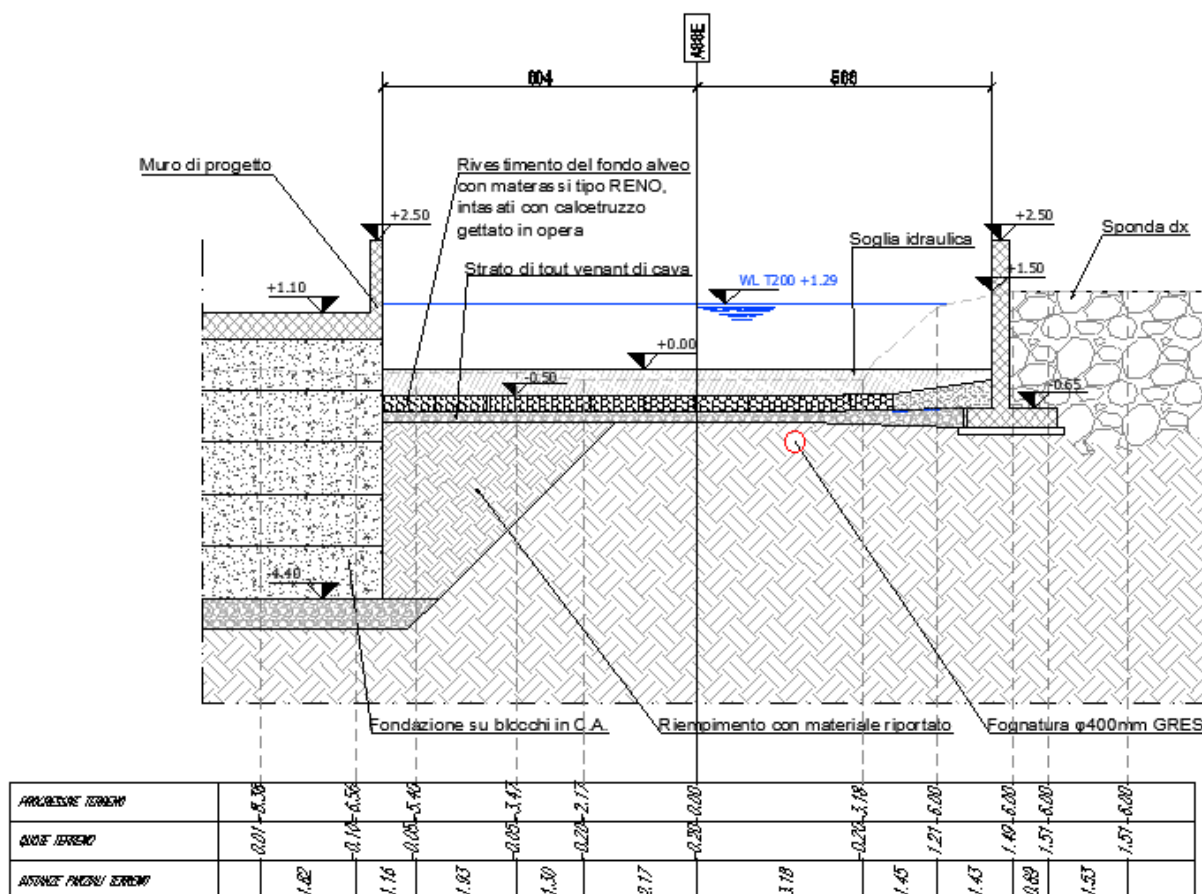




Figura 8: Stralcio dell'aggiornamento della sponda in destra idraulica tramite inserimento di un muro di sponda (sezione 11)

- la previsione di realizzare una cassa di sedimentazione sempre nel tratto terminale di rio San Michele (con necessaria individuazione, in sede di progettazione definitiva, di un responsabile della manutenzione della vasca nonché della quota del fondo alveo, considerato che la progettazione ne prevede l'abbassamento rispetto alla condizione attuale);

Allo stato attuale sono in corso di finalizzazione da parte della Stazione Appaltante (Comune di Genova) le convenzioni con l'Autorità Portuale di Genova per l'individuazione del responsabile della manutenzione della vasca.

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Multedo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

- *l'installazione del manufatto previsto in sponda sinistra (nel cosiddetto "ambito a valle"), che qualora costituisca un volume edilizio potrebbe non risultare compatibile con l'art. 5 del regolamento generale n. 3/2011, in quanto ricadente all'interno della fascia di inedificabilità assoluta del rio San Michele;*

L'osservazione è stata recepita e i volumi edilizi più prossimi alla sponda del Rio sono stati posizionati ad una distanza pari a 10 m dal piede esterno dell'arginatura in sponda sinistra, come mostrato nella figura seguente.

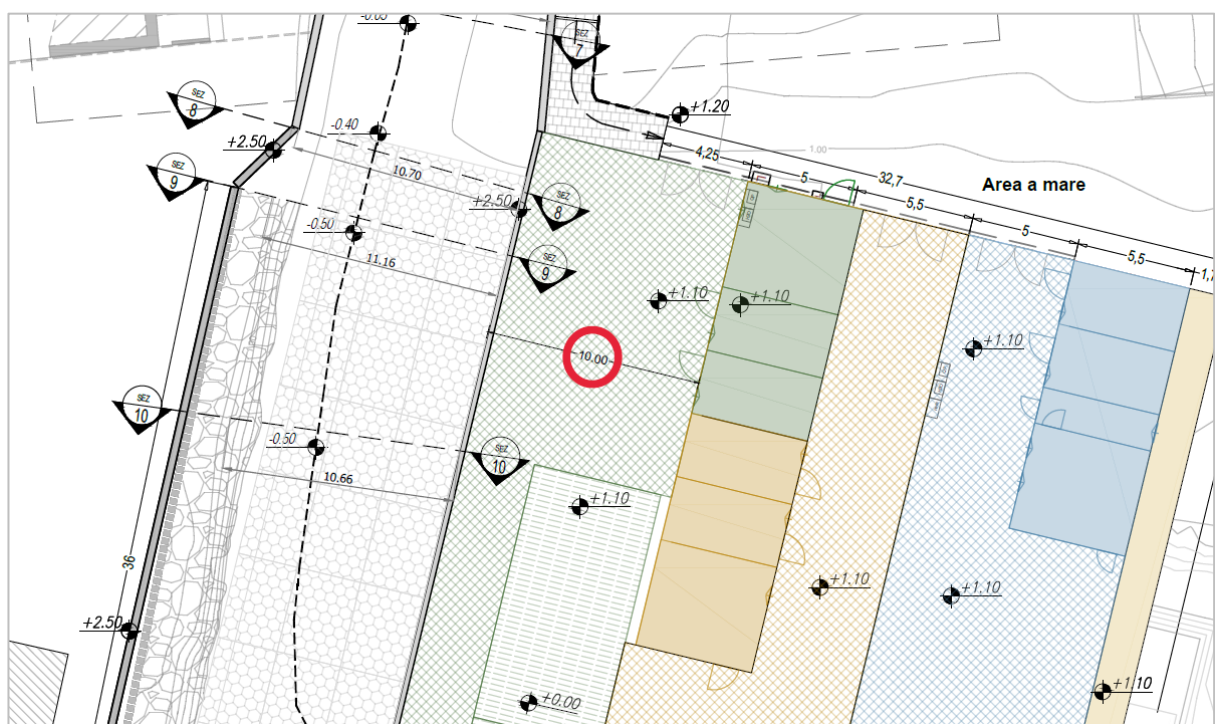




Figura 9: Stralcio dell'aggiornamento della nuova predisposizione dei fabbricati a servizio dei pescatori

3.3.2. Osservazione Regione Liguria (pag. 24)

[...] La Regione Liguria, a conclusione dell'attività istruttoria svolta, afferma che "non sono emersi potenziali impatti significativi per nessuno dei comparti analizzati". Dall'analisi condotta e sopra riportata, "sono segnalati accorgimenti e raccomandazioni per i comparti suolo, biodiversità e paesaggio e sono anticipate alcune richieste di revisione e approfondimento per il comparto difesa del suolo, proprie delle successive fasi autorizzative in sede di conferenza dei servizi; a tal riguardo si segnala l'opportunità di anticipare, già in questa fase di valutazione, quelle che sono da ritenersi le due modifiche più significative segnalate per la difesa del suolo relative alla necessità di rivedere la scelta progettuale degli argini, che al momento presentano differenti quote sommitali per le sponde

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

dx e sx, e la localizzazione di quei manufatti che risultano collocati nella fascia di inedificabilità assoluta del rio San Michele”; [...].

Per le risposte alle presenti osservazioni si veda quanto riportato nel capitolo 3.3.1.

3.3.3. Osservazioni finali (pag. 25)

[...]



- *Appare, a tale proposito, di primaria importanza che siano date risposte dal Proponente alle istanze di approfondimento sollevate da Regione Liguria, ARPAL e MIBACT in merito a:*
 - *l'attuale soluzione progettuale di sistemazione idraulica del Rio San Michele che prevede una quota sommitale dell'argine sinistro superiore alla quota della difesa spondale destra, la quale risulta essere priva di franco idraulico; di conseguenza il riempimento in sponda sinistra genera un allungamento della foce del torrente, con orientamento diverso rispetto al molo attuale; la scelta progettuale relativa alla localizzazione del manufatto nella sponda sinistra appare in contrasto con la Regolamentazione Regionale che esclude in modo assoluto l'edificabilità all'interno della fascia del rio San Michele; per la soluzione progettuale della nuova configurazione delle difese spondali sarà comunque opportuno acquisire il parere dell'Autorità di bacino distrettuale;*

[...]

- *appare, inoltre, sempre di primaria importanza, che siano forniti dal Proponente ulteriori approfondimenti in merito a:*
 - *studio delle alternative che, oltre a considerare l'opzione zero, comprenda anche diverse configurazioni e soluzioni progettuali per gli interventi in progetto;*

[...]

In merito alle sopracitate osservazioni si risponde che, relativamente al primo punto si rimanda alla risposta al capitolo 3.3.1; relativamente al secondo punto si pone pertanto la necessità di ricollocare queste attività in un'area individuata nel corso degli anni dagli enti coinvolti in Prà (Genova); tale area è stata infatti data a disposizione dal Comune (area a terra) e dall'Autorità di Sistema Portuale (area a mare) in modo da essere utilizzabile prima del completamento della realizzazione delle nuove opere previste in di Porto Petroli. L'opzione zero non risulta percorribile in quanto interferente con le opere complessive del ribaltamento a mare di Fincantieri.

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

3.4. PROT. n. 2019/G13.12.3/276 – OSSERVAZIONI VARIE

Si riportano di seguito le osservazioni, con le relative risposte, attinenti il Rio San Michele.

•

-Rio San Michele.

Per quanto attiene all'intervento che riguarda il rio San Michele si osserva che il citato parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici evidenzia la necessità di inserire le opere previste nel progetto definitivo in esame nell'ambito di un quadro organico, pertanto soggetto a valutazione da parte dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, previo accertamento che le portate di piena siano state valutate anche tenendo conto degli eventi alluvionali degli ultimi anni. In tal senso si osserva che l'allegato alla nota prot. 58350 del 16.02.2021 del Comune di Genova, assunta al protocollo regionale al n. PG/2021/58293, non fornisce alcuna precisazione in merito alla portata di piena del rio San Michele.



Allo stato attuale, la Carta delle Fasce di Inondabilità n.6 del Piano di Bacino Ambito 12-13 vigente mostra che la cosiddetta "area a monte" non risulta essere inondabile, pertanto i volumi edilizi in previsione nell'area, essendo ubicati a distanza superiore a 10 m dal limite del corso d'acqua, sono ammissibili per quanto riguarda gli aspetti di competenza dello scrivente Settore. È sottinteso che una eventuale revisione da parte dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale delle aree inondabili associate allo stato attuale, basata sul rilievo aggiornato ed in conseguenza di una modifica del valore di portata di piena del rio San Michele, può comportare diverse considerazioni.

Risposta: come riportato nel capitolo 3.2.2, la nuova portata calcolata con la formula Razionale tenendo in considerazione le nuove LSSP risulta pari a 31.5 m³/s, molto simile alla portata precedente calcolata con il metodo CIMA pari a 30 m³/s. Le variazioni delle aree inondabili **nel tratto in esame considerato non subiscono variazioni**. Anzi, la modifica delle sezioni dell'alveo e il loro allargamento portano beneficio al defluire della portata garantendo nel tratto interessato dagli interventi di questo progetto i franchi idraulici per il passaggio della portata con tempo di ritorno duecentennale.

•

In merito si precisa che la plateazione del fondo alveo nel tratto terminale risulta ammissibile, ai sensi dell'art. 7 comma 1) let c del Regolamento Regionale n.3/2011 e ss.mm.ii, ove sia necessaria per la sistemazione idraulica del rio, secondo il progetto complessivo di cui sopra.

Risposta: la plateazione sarà realizzata secondo quanto riportato nella risposta del capitolo 3.3.1 e nei successivi capitoli del presente documento;

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

Dalla disamina degli elaborati emerge nel tratto terminale si prevede una quota sommitale dell'argine sinistro superiore alla quota della difesa spondale destra esistente. In tal senso si evidenzia che la sponda destra risulta essere priva di franco idraulico e che il riempimento in sponda sinistra genera un allungamento della foce del torrente San Michele con orientamento diverso rispetto al molo attuale. Si ricorda che, in generale, non è ammissibile la realizzazione di una difesa spondale a quota superiore rispetto alla quota della difesa opposta, a meno di motivazioni che giustifichino la scelta, purché, comunque, l'intervento non comporti un aggravio di rischio rispetto lo stato attuale.

Risposta: come riportato nel capitolo 3.3.1, la quota della difesa spondale destra è stata modificata con un valore pari a +2.5 m s.l.m., pari a quello in sinistra idraulica.



Si prende atto della previsione di realizzare una cassa di sedimentazione nel tratto terminale del Rio San Michele e si evidenzia che, per quanto non si rilevino elementi ostativi dal punto di vista del deflusso della piena, la cassa non ha alcuna finalità inerente alla sicurezza idraulica ed è connessa alla scelta progettuale di riempimento in sponda sinistra. Dovrà pertanto essere precisato nell'ambito del progetto definitivo il soggetto responsabile della manutenzione della vasca nonché dell'alveo, considerato che la progettazione ne prevede l'abbassamento rispetto alla condizione attuale, al fine di garantire il rispetto della configurazione di progetto, e i relativi oneri.

Risposta: si rimanda al capitolo 3.3.1.

Non è chiara la coerenza delle caratteristiche del percorso pedonale con l'art. 5 del Regolamento Regionale n. 3/2011 e ss.mm.ii. e con gli indirizzi in materia di autorizzazioni idrauliche di cui alla DGR 1205/2019, pertanto sarà necessaria una precisazione in tal senso.

L'Art.5 ("interventi nelle fasce di inedificabilità assoluta") comma 2:

"sono fatti salvi, previa autorizzazione della Provincia, gli interventi di realizzazione di strade di interesse pubblico, purché non interferenti con la sicurezza delle opere di protezione presenti e con la possibilità di attività di manutenzione degli alvei e delle opere stesse, né pregiudichino l'eventuale sistemazione definitiva del corso d'acqua.

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

Sulla base di quanto riportato nel comma 3 art. 5, l'ingresso pedonale, nel caso in cui fosse considerato come "strada" e di "interesse pubblico", può essere realizzato dal momento che, sebbene rientri all'interno della fascia di tutela di 10 m, non interferisce con la sicurezza le opere di protezione spondali e garantisce, oltretutto, un accesso per le attività di manutenzione dell'alveo.



Per quanto riguarda le autorizzazioni idrauliche riportate nel DGR 1205/2019, si riporta quanto segue:

4.2 Limiti fasce di tutela ex art. 4, c.2, R.R. 3/2011

La possibilità di misurare i limiti delle fasce di tutela prescindendo dal limite demaniale qualora più esterno delle opere di difesa, è connessa al fatto che esistano opere di difesa realizzate a fini di messa in sicurezza che, anche sulla base dei relativi progetti di sistemazione idraulica complessivi, si configurino come definitive (smaltimento della portata 200-ennale con adeguato franco, in relazione alle condizioni di pericolosità residua), tali da rendere le aree demaniali esterne definitivamente scollegate dall'alveo. Il disposto della lettera b) del comma 2 dell'art. 4, ai fini della misura delle distanze per la fascia di inedificabilità, è, pertanto, applicabile anche laddove ci siano opere strutturali che rispondano a quanto sopra, pur quando non definibili strutturalmente come "argini" in rilevato rispetto al piano di campagna

Le nuove arginature previste per il tratto terminare del rio S.Michele permettono lo smaltimento della portata 200-ennale rispettando il franco idraulico richiesto dalla normativa Regionale. Il passaggio pedonale risulta esterno a tali argini.

- Si evidenzia infine che l'installazione del manufatto previsto in sponda sinistra nel cosiddetto "ambito a valle", qualora costituisca un volume edilizio, non appare compatibile con l'art. 5 del Regolamento Regionale n. 3/2011 e ss.mm.ii., in quanto ricadente all'interno della fascia di inedificabilità assoluta del rio San Michele.

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Multedo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

4. PER LA RISPOSTA SI RIMANDA AL CAPITOLO 3.3.1.CARATTERISTICHE DEL BACINO DEL RIO SAN MICHELE

Il rio S. Michele drena una superficie complessiva pari a 0.6 kmq alla foce. Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Prà, in località Vignolo, a quota 120 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 1.4 km in direzione N-S, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, a Prà, in Comune di Genova. Il bacino del rio S. Michele è delimitato a ponente ed a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente San Pietro ed a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Grillè - S. Antonio. La pendenza media dell'asta è pari a circa il 9%. Il bacino del rio San Michele è caratterizzato da una forte urbanizzazione. Nella parte a monte del tracciato autostradale, le pendenze medie dei versanti variano generalmente tra il 20% ed il 50%. Nella parte a valle del tracciato le pendenze si riducono generalmente al di sotto del 20%. Ad esclusione dei primi 400 m. dove il rio scorre in un'incisione naturale, il corso d'acqua si presenta generalmente tombinato. A valle dell'incrocio tra via Ungaretti e via Quasimodo, il rio percorre un breve tratto a cielo aperto e poi rientra in tombinatura sotto via G. Ratto per proseguire tombinato quasi fino a mare. La tombinatura interessa via G. Ratto, S.S. Aurelia, la linea ferroviaria Genova-Ventimiglia e l'area portuale Terminal container. Le dimensioni della tombinatura all'imbocco sono di circa 3 m di larghezza e di 2 m di altezza. Il rio S.Michele è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

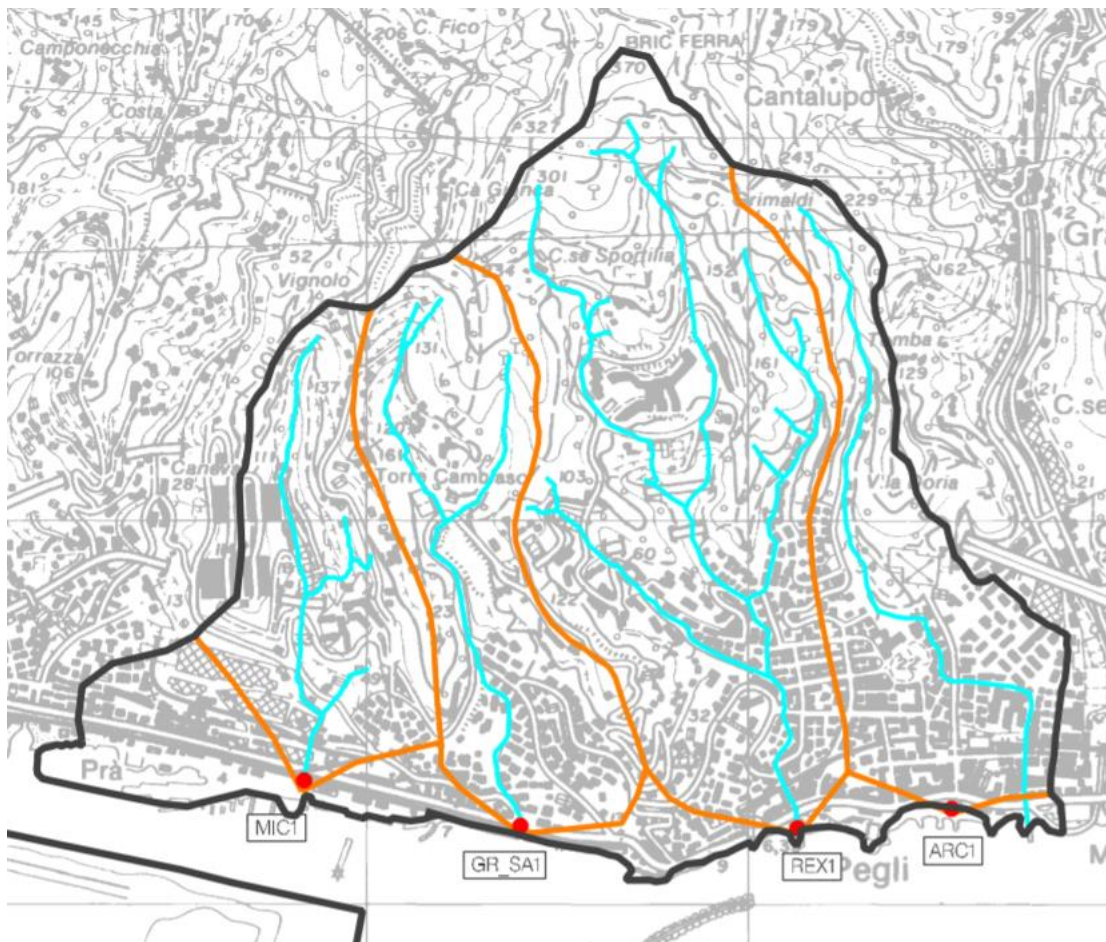


COMUNE DI GENOVA

Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Mulredo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)



Relazione idraulica





Sezione di chiusura	Torrente	Superficie sottesa alla sez. di chiusura (Km ²)	Portate di piena al colmo (m ³ /s)		
			T = 50 anni	T = 200 anni	T = 500 anni
GIU1	Rio S. Giuliano	1,1	36	53	63
MAD1	Rio Madonnette	0,9	30	43	52
MIC1	San Michele	0,618	20	30	36
GR_SA1	Grille'-S. Antonio	0,639	21	31	37
REX1(**)	Rexello	1,413	47	68	81
REX1(***)	Rexello	1,413	27	43	56
ARC1(**)	Rio Archetti	0,47	16	23	27
ARC1(***)	Rio Archetti	0,47	9	16	20
ROS1	Rio Rostan	0,547	18	26	32
ZAN1	Zanina-Marotto	0,676	22	32	39
MOL1	Molinassi	1,982	66	95	114
CAN1	Cantarena	1,58	52	76	91
MAGG1	Rio Maggiore	0,6	20	29	35
RON1	Rio Roncallo	0,643	21	31	37

(**) i valori di portata del T. Rexello e T. Archetti sono calcolati senza scolmatore

(***) i valori di portata del T. Rexello e T. Archetti sono calcolati con scolmatore in funzione

Figura 10: Dettaglio della Carta dei sottobacini e di ubicazione delle sezioni di chiusura allegata al Piano di Bacino (Ambito 12 e 13) con indicazione delle portate di piena al colmo per il Rio San Michele

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

5. DOCUMENTI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione idraulica è relativa alla progettazione definitiva della messa in sicurezza del tratto terminale del rio San Michele. Gli interventi oggetto del presente progetto prevedono:

- l'inserimento di una soglia idraulica come misura di protezione della foce dal trasporto solido;
- l'adeguamento delle sponde arginali e delle sezioni idrauliche al fine di garantire la messa in sicurezza del tratto terminale con riferimento alla portata di progetto avente tempo di ritorno di 200 anni (T200 pari a 30 m³/s).

Come sopra accennato, il Rio S. Michele è stato studiato dal punto di vista idrologico/idraulico nell'ambito del "Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico" per gli ambiti regionali di bacino n. 12 e 13. Nel seguito si riporta la carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate come individuate dal Piano di Bacino per gli ambiti di interesse.

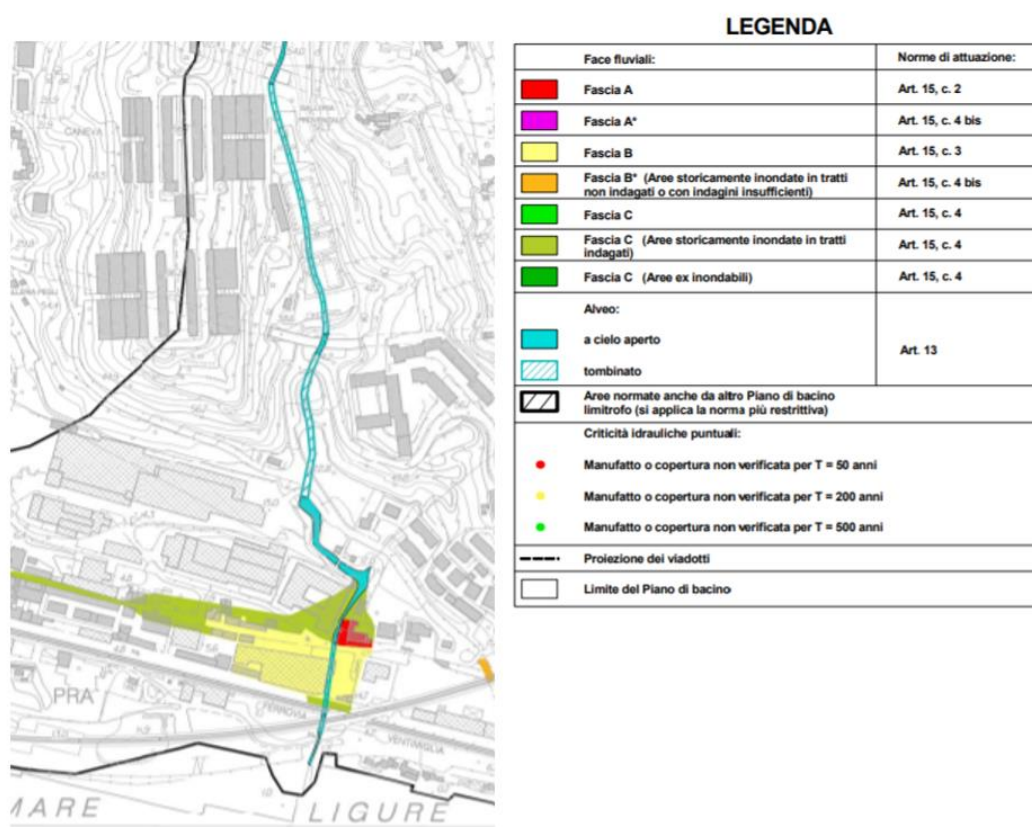




Figura 11: Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico – Ambito 12 e 13 – Carta delle fasce di inondabilità – Entrata in vigore BURL n. 31 del 31.07.2019, Parte II

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Multedo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

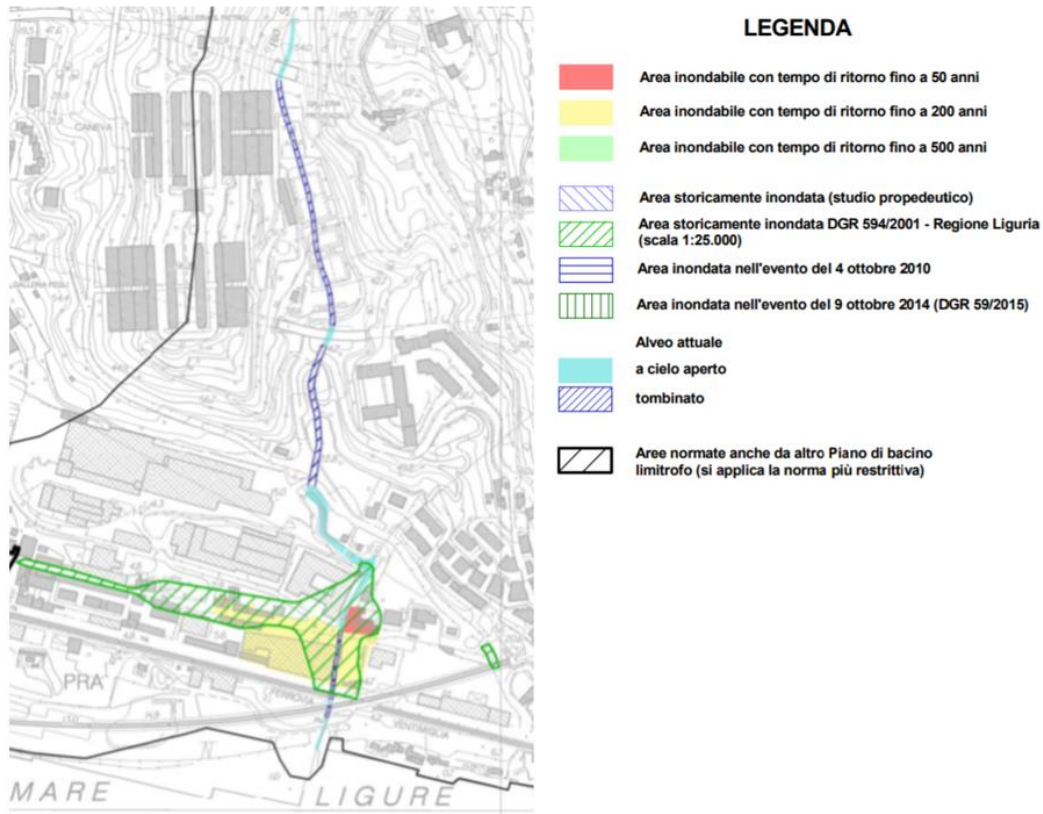




Figura 12: Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico – Ambito 12 e 13 – Carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate – Entrata in vigore BURL n. 31 del 31.07.2019, Parte II

Come testimoniato dagli stralci sopra presentati, il tratto di bacino più critico non rientra nell'area oggetto di intervento in quanto la modellazione idraulica ha interessato solo il tratto terminale del rio (tratto a cielo aperto).

Si riportano di seguito le previsioni di intervento per la sistemazione del rio San Michele, previste nel documento "Piano degli interventi di Mitigazione del Rischio" entrato in vigore con BURL n. 31 del 31.07.2019 Parte II:

- Sistemazione del nodo relativo alla viabilità connessa al guado a monte della tombinatura sottostante Via Ratto e la linea ferroviaria Genova-Ventimiglia (A6-ID22);
- Spostamento della tubazione di diametro mm.750 attraversante il rio alla foce che intralcia il libero deflusso delle portate di massima piena (A6-ID24);
- Intervento congiunto ai precedenti è la pulizia dell'alveo. Dovrà essere prevista anche un'azione costante di pulizia dell'alveo, da specificarsi a cura dell'Ente competente dei proprietari frontisti e dei concessionari.

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

Per la modellazione idraulica del Rio, nell'ambito del presente progetto, i valori di portata riportati in Tabella 2 sono stati desunti dal documento "Piano di bacino Stralcio per la tutela del rischio idrogeologico" entrato in vigore con BURL n. 31 del 31.07.2019 Parte II.

Tabella 2: Portate per assegnato tempo di ritorno, valutate per il bacino del Rio San Michele

Tempo di ritorno [anni]	Tr 50	Tr 200	Tr 500
Portata in afflusso [m3/s]	20	30	36

Tuttavia, come riportato nel capitolo 3.2.2, la portata di progetto con tempo di ritorno di 200 anni è stata ricolcata considerando l'aggiornamento delle curve di possibilità pluviometrica. La portata utilizzata per le verifiche idrauliche è dunque pari a **31.5 m3/s**.

Tabella 3: Portate per assegnato tempo di ritorno, aggiornate per il bacino del Rio San Michele secondo le indicazioni fornite dal

Tempo di ritorno [anni]	Tr 50	Tr 200	Tr 500
Portata in afflusso [m3/s]	22,8	31,5	38,4

Di seguito si riporta la sintesi delle norme di attuazione del Piano di Bacino (approvate con D.G.P. n. 171 del 22.11.2011 e modificate con D.P.G. n. 124 del 22.09.2014).



- **Art 7 Portata di piena di progetto**

La portata di piena da assumere nella progettazione relativa ad opere strutturali è quella con tempo di ritorno duecentennale ($T=200$) indicata nelle relazioni generali dei Piani. Tale valore di portata può essere motivatamente modificato al sopravvenire di nuove evidenze scientifiche o di studi idrologici più dettagliati. [...]

- **Allegato 3 – Indirizzi tecnici per la redazione di studi idraulici**

1. Parametri di scabrezza

Nella modellazione di moto permanente monodimensionale il parametro di scabrezza rappresenta, per il tronco fluviale compreso fra due sezioni di calcolo, oltre alla natura e alle condizioni dell'alveo e delle sponde, macroresistenze dovute alla variabilità longitudinale della geometria o a possibili variazioni brusche del perimetro bagnato al crescere della portata; ciò assume particolare rilevanza nei casi in cui il rilievo delle sezioni disponibile non sia fitto lungo il corso d'acqua. In questi casi, il parametro di scabrezza deve tener conto di molteplici processi di resistenza e dovrebbe essere

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica



assunto superiore (inferiore in termini di Gauckler-Strickler) a quanto detterebbero condizioni solo locali dell'alveo. I parametri di scabrezza da utilizzare nel calcolo idraulico devono tenere conto delle reali e documentabili condizioni di manutenzione del corso d'acqua, anche prevedibili per le condizioni di futuro esercizio. Tali valori di parametro di scabrezza devono essere desunti da quelli individuati dalla tabella seguente (per semplicità riportati solo in termini di scabrezza di Gauckler-Strickler), tenendo conto che gli stessi dovrebbero essere considerati valori massimi non superabili. Scostamenti rispetto a tali valori, di entità in ogni caso modeste (non superiori al 10%), devono essere adeguatamente motivati, sulla base di specifiche considerazioni ed approfondimenti tecnici, anche in relazione alle specifiche situazioni di disponibilità di dati di dettaglio e di caratteristiche geometriche e condizioni dell'alveo e del bacino sotteso. In particolare, nel caso dei corsi d'acqua con trasporto solido influenzato da fenomeni franosi, devono essere utilizzati i parametri di scabrezza più cautelativi.

Tabella 4: Parametri di Scabrezza previsti nelle norme di attuazione del Piano di Bacino

Descrizione corso d'acqua	Coeff. di scabrezza di Gauckler-Strickler K_s ($m^{1/3}s^{-1}$)
Tratti di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in	25-30
Corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo	30-35
Tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati (e/o platee) in buono stato	35-40
Corsi d'acqua con fondo ed argini totalmente cementati in ottimo stato ed assenza di manufatti (tubi, cavi, ecc.) o discontinuità interferenti con le acque	40-45

2. Franchi idraulici

Tutte le opere devono avere franchi adeguati rispetto al livello di piena previsto per la portata duecentennale, portata di riferimento per la progettazione di opere idrauliche od opere interferenti con l'alveo. La previsione di adeguati franchi tra la sommità arginale o l'intradosso delle strutture in progetto ed il previsto livello della piena di riferimento, è necessaria per garantire il corretto funzionamento delle opere in questione ed assicurare il deflusso della portata di progetto con un adeguato coefficiente di sicurezza, tenendo conto di tutte le incertezze legate alla modellazione idrologico-idraulica (concettuale, matematica e numerica) e ai vari fenomeni che possono occorrere durante l'evento di piena, dei quali la modellazione non può tenere solitamente conto. Alla loro valutazione devono concorrere considerazioni sia relative alla tipologia di opera e alla sua rilevanza determinata anche in funzione della vulnerabilità delle zone limitrofe, sia relative alle caratteristiche cinetiche della corrente, con la fondamentale distinzione dei casi di correnti lente e di correnti veloci. I franchi idraulici non devono essere inferiori ai valori indicati nella tabella

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

seguinte, assumendo come riferimento il valore maggiore tra quelli contrassegnati con le lettere (a) e con (b).

Tabella 5: Valutazione del franco idraulico come riportato nelle norme di attuazione del Piano di Bacino

Franco idraulico: valore maggiore tra (a) e (b)			
		Reticolo principale e secondario	Reticolo minore
a)		$U^2/2g$	0,5 $U^2/2g$
b)	I. argini e difese spondali	cm. 50/100	cm 50
	II. ponti e strutture di attraversamento fino a estensioni longitudinali di m. 12	cm. 100/150	cm 75
	III. coperture o tombinate (ove ammesse), ponti e strutture di attraversamento di estensione oltre m. 12	cm. 150/200	cm 100



dove:

- il termine $U^2/2g$ rappresenta il carico cinetico della corrente con U velocità media della corrente (m/s) e g accelerazione di gravità (m/s^2),

- i due valori estremi per il reticolo principale e secondario corrispondono rispettivamente a bacini poco dissestati con previsione di modesto trasporto solido ed a bacini molto dissestati con previsione di forte trasporto solido in caso di piena, e/o a bacini di maggiore o minore estensione. Per le opere di cui al punto III, nel caso di modesta rilevanza dell'opera stessa e di bacini ben sistemati, il valore minimo del franco come sopra indicato può essere derogato dall'amministrazione competente fino a 100 cm, sulla base di adeguate valutazioni come riportato nel seguito. Per estensione longitudinale si intende l'estensione dell'opera misurata parallelamente alla direzione della corrente. Per opere non ortogonali alla direzione della corrente si valuta come estensione la distanza, sempre misurata in senso parallelo alla corrente, tra il lembo più a monte e quello più a valle dell'opera stessa. Nel caso di ponti ad arco o comunque con intradosso non rettilineo, il valore del franco deve essere assicurato per almeno 2/3 della luce e comunque per almeno 40 m, nel caso di luci superiori a tale valore.

Infine, si riporta una sintesi del regolamento 16.03.2016, n. 1 che modifica il regolamento regionale 14.07.2011, n. 3 (regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua).

- **Art 3 (Definizioni)**

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

[...]

- 1) *reticolo idrografico di primo livello: porzione del reticolo idrografico comprendente le aste fluviali con bacino sotteso con superficie maggiore di 1 Km²;*

[...]

- **Art. 7 (interventi negli alvei dei corsi d'acqua)**

- 1) *Ferme restando le normative in materia di autorizzazioni e polizia idraulica ex R.D. n. 523/1904 e le relative competenze attribuite alle amministrazioni provinciali, negli alvei dei corsi d'acqua non sono consentiti i seguenti interventi, fatti salvi quelli necessari ad ovviare a situazioni di pericolo ed a tutelare la pubblica incolumità:*

a) interventi che comportino ostacolo o interferenza al regolare deflusso delle acque di piena, che interferiscano con gli interventi di messa in sicurezza previsti dai piani di bacino, o che precludano la possibilità di attenuare o di eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio, nonché il deposito di materiali di qualsiasi genere;

b) interventi di restringimento o rettificazione degli alvei; su specifica deroga da parte della Provincia, possono essere autorizzati, in contesti di tessuto urbano consolidato, interventi previsti nell'ambito della progettazione complessiva ed organica di interventi finalizzati alla messa in sicurezza del corso d'acqua, compatibile con i piani di bacino, purché non comportino alcun aggravio alle condizioni di deflusso;



c) plateazioni o impermeabilizzazioni continue del fondo alveo dei corsi d'acqua di origine naturale, salvo il caso in cui siano previsti come misura necessaria in un progetto complessivo ed organico finalizzato alla messa in sicurezza del corso d'acqua, in tratti ricadenti in contesti di tessuto urbano consolidato e in assenza di interventi alternativi;

d) reinalveazioni e deviazioni dell'alveo dei corsi d'acqua, salvo il caso in cui siano previsti come misura necessaria in un progetto complessivo ed organico finalizzato alla messa in sicurezza del corso d'acqua, nonché in caso di:

- 1) *corsi d'acqua di originale naturale classificati come reticolo minuto;*

- 2) *corsi d'acqua di origine artificiale, quali canali di bonifica, scoli artificiali, canali già oggetto di precedenti deviazioni, etc., a condizione che ne sia dimostrata la funzionalità idraulica secondo i criteri dei piani di bacino, sia assicurato il superamento dell'eventuale situazione di pericolosità precedente e sia valutata la possibilità di ripristino di sezioni a cielo libero laddove fossero presenti tombinature o coperture.*

[...]

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

6. ANALISI IDRAULICA DELLO STATO DI FATTO RIPORTA NEL PIANO DI BACINO

Il Rio San Michele, nel Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico – Ambito 12 e 13, è stato indagato tramite una verifica in moto permanente nel suo tratto finale per una estensione di circa 450 m.

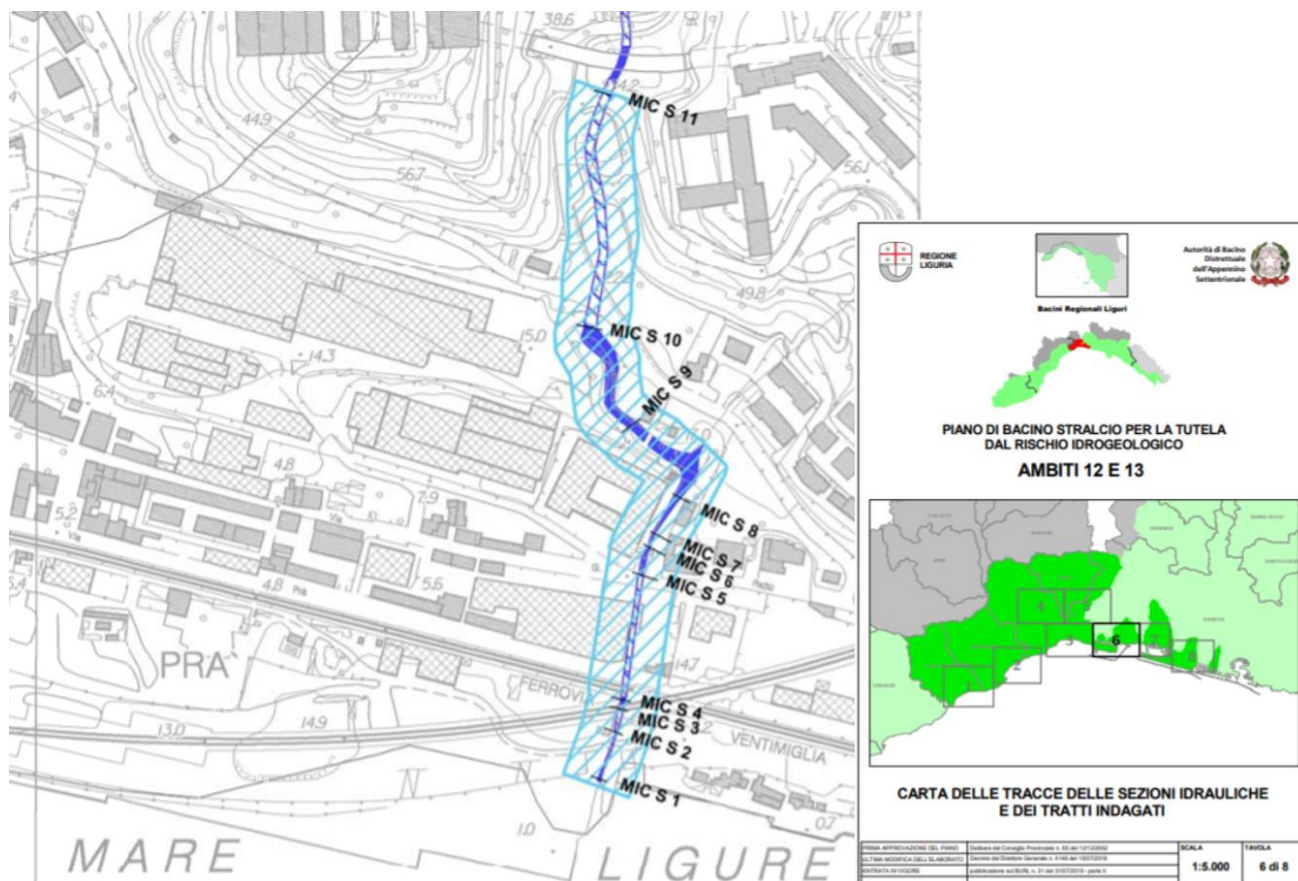


Figura 13: Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico – Ambito 12 e 13 – Carta delle tracce delle sezioni idrauliche e dei tratti indagati

Per il calcolo dei profili di rigurgito sono stati adottati come parametri di scabrezza di Manning, i valori di $n=0.025 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ per il tratto plateato che si estende dall'imbocco della tombinatura fino alla sezione MIC S8 e $n=0.033 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ per i restanti tratti. Come condizioni al contorno alle sezioni di estremità sono state utilizzate le profondità critiche.

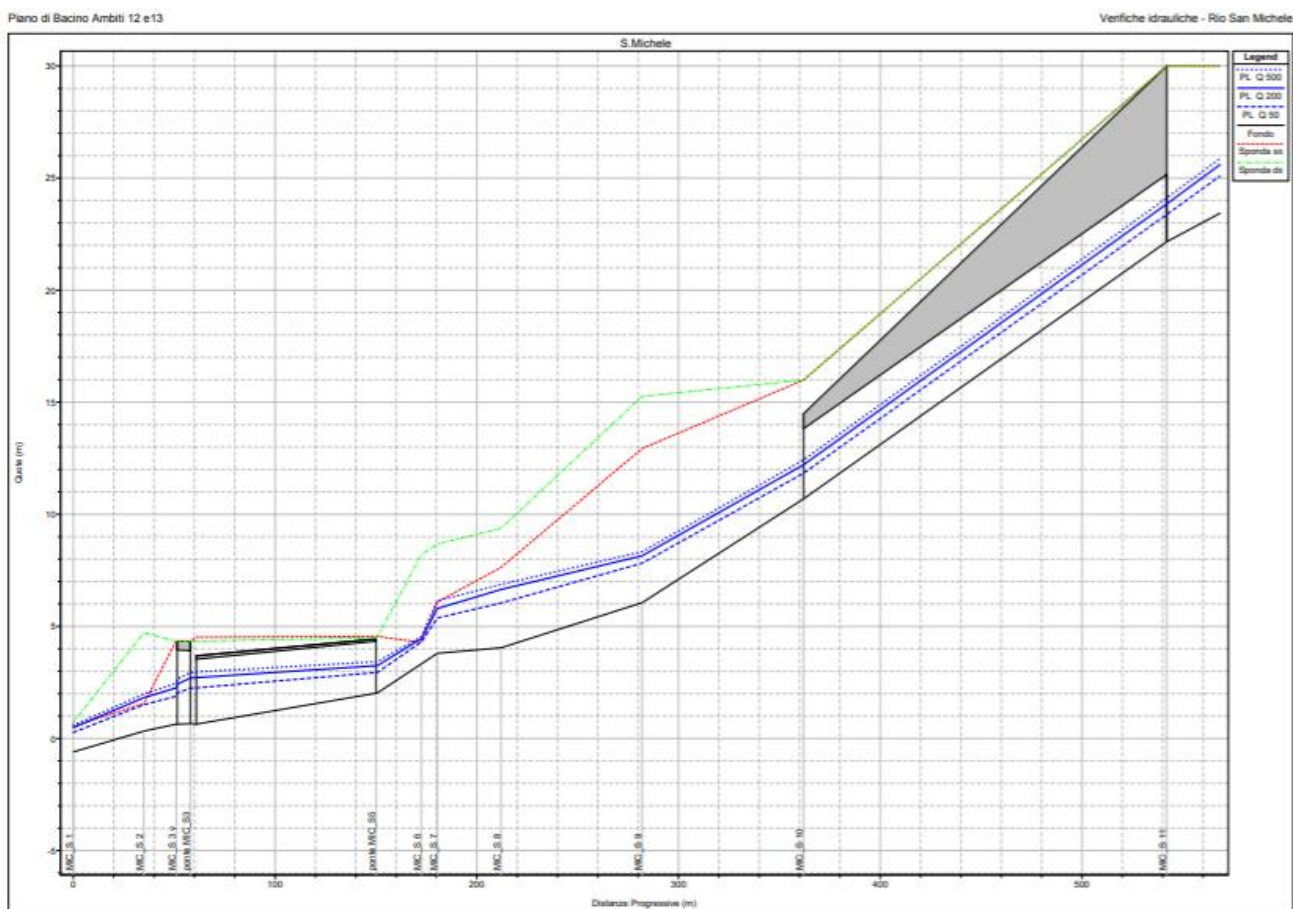


COMUNE DI GENOVA

Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Mulredo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)



Relazione idraulica





Approvato con D.C.P. n. 28 del 28-03-2007

Pagina 2 di 11

Figura 14: Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico – Ambito 12 e 13 – Allegati tecnici – Verifiche idrauliche – Rio San Michele: profilo idraulico stato di fatto

Il profilo idraulico mostra come il deflusso, per le portate con tempo di ritorno pari a 50, 200 e 500 anni avviene, prevalentemente, in condizioni di corrente veloce. In corrispondenza dell'attraversamento ferroviario, all'altezza della sezione idraulica MIC S3, per la portata con tempo di ritorno 200 anni, attualmente, il franco idraulico (pari a 1.5 m secondo quanto indicato da Tab. 3 del presente documento per ponti o attraversamenti con estensione longitudinale < 12 m), alle condizioni attuali, non è rispettato in quanto le sezioni mostrano una quota di intradosso dell'attraversamento pari a circa 3.90 m s.l.m. ed un W.L., in corrispondenza della sezione MIC S3m, di 2.71 m s.l.m..

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

7. MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO

Il profilo idraulico del tratto del Rio S. Michele oggetto del presente progetto è stato determinato mediante l'utilizzo del software *HEC RAS "River Analysis System"* versione 4.1.0 (U.S.Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center) nelle condizioni di moto permanente monodimensionale.



La procedura alla base del calcolo si basa sulla soluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia. Le perdite di carico valutate sono quelle di attrito (equazione di Manning) e quelle causate dalla contrazione o espansione delle sezioni (tramite un coefficiente che moltiplica la variazione dell'altezza cinetica). L'equazione della quantità di moto è utilizzata nei punti dove il profilo del pelo libero subisce brusche variazioni. Questo si verifica, in condizioni di regime misto (*Mixed Flow*), nei punti di passaggio da corrente veloce (*Supercritical Flow*) a corrente lenta (*Subcritical Flow*), oppure in corrispondenza di ponti o delle confluenze di più rami di una rete. Ai fini del presente studio idraulico, considerando la pendenza del tratto del rio in esame ed essendo il fondo alveo rivestito in CLS (valore di scabrezza di Manning minore rispetto ad un alveo naturale), le simulazioni idrauliche sono state eseguite in condizioni di regime misto, in modo tale che il software potesse gestire situazioni di corrente lenta e veloce contemporaneamente in tratti diversi del corso d'acqua, risalti idraulici e passaggi da corrente lenta a corrente veloce.

Di seguito si riporta il significato dei termini utilizzati dal programma di calcolo e ripresi nel presente documento, in particolare:

- River Sta = numero progressivo della sezione oggetto dell'elaborazione;
- Q_{total} = portata di calcolo;
- Min Ch El = quota di fondo alveo;
- W.S. Elev. = altezza idrometrica calcolata;
- E.G. Slope = pendenza motrice;
- Vel Chnl = velocità di deflusso;
- Froude # Chl = numero di Froude della corrente.

Affinché il modello riproducesse nel modo più accurato possibile la realtà, sono state impostate le seguenti condizioni al contorno, in particolare:

- portata al colmo costante in tutto il tratto pari al valore di 31.5 m³/s calcolato nel capitolo 3.2.2 con le nuove curve di possibilità pluviometrica;
- pendenza di fondo alveo a monte del tratto tombinato (condizione calcolata con riferimento alle sezioni idrauliche presentate negli allegati tecnici del Piano di Bacino). Sono state inoltre

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Multedo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

incluse nel modello costruito in HEC RAS le sezioni MIC_S8, MIC_S7, MIC_S6 e MIC_S5 desunte dalla verifica idraulica dello stato di fatto documentata nel Piano di Bacino. Le sezioni sopra elencate sono tutte ubicate a monte dell'area di intervento, così da considerare l'influenza di monte idraulico.

- altezza idrometrica di valle (zona portuale) pari a +0.68 (livello del mare per Tr 5 anni – dato mareografo di Genova).

Inoltre, prima dell'implementazione del modello, è stato svolto, nel mese di Gennaio 2020, su richiesta della scrivente, un rilievo topografico e batimetrico dell'area oggetto di intervento (sia dell'area "a monte" sia dell'area "a mare"). In particolare, per il Rio San Michele il rilievo topografico ha permesso di ricostruire lo stato di fatto rilevando i dati di seguito elencati:

- la quota della testa del muro (espressa in m s.l.m.) che argina l'alveo esistente, sia di sponda destra sia di sponda sinistra.
- la quota (espressa in m s.l.m.) dell'alveo ai piedi dei muri arginali, sia di sponda destra sia di sponda sinistra;
- la quota (espressa in m s.l.m.) di fondo alveo;
- la larghezza della sezione (in m).

La distanza media fra due sezioni consecutive inserite nel modello, è pari a 9 m. Per valutare tale distanza è stato applicato il seguente criterio geometrico:



$$\Delta x = \frac{0.15D}{S_o}$$

dove:

- Δx è la distanza tra due sezioni consecutive [m];
- D è distanza tra la quota di fondo alveo e la quota delle sponde [m];
- S_o è la pendenza media dell'alveo [l].

Al fine di rappresentare al meglio le singolarità geometriche (cambi di pendenza, allargamenti e/o restringimenti delle sezioni trasversali, salti di fondo e tratti in curva) la distanza sopra calcolata è stata diminuita laddove necessario.

Come già sopra menzionato, per quanto riguarda le perdite di carico, il codice di calcolo le valuta sulla base dei valori assegnati ai seguenti parametri:

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

- Scabrezza (perdite distribuite per attrito);
- Parametri di contrazione ed espansione (perdite localizzate dovute all'allargamento e/o al restringimento della larghezza dell'alveo).

Lungo il Rio, con riferimento all'elaborato di progetto PD_D_IDR_006_0, è stato assegnato un coefficiente di scabrezza di Manning pari a:

- 0.033 m^{-1/3}s tra la Sez. 1 alla Sez. 4 come da studio dello stato di fatto nel Piano di Bacino;
- 0.025 m^{-1/3}s per il tratto plateato che si estende tra la Sez. 4 e la Sez. 8 (dove il fondo alveo sarà costituito dalla soletta dello scatolare);
- 0.028 m^{-1/3}s tra la Sez.8 e la Sez. 12 dove è prevista l'installazione di materassini Reno ,

Per quanto riguarda invece i coefficienti di espansione e/o contrazione, sono stati utilizzati i valori di contrazione e/o espansione suggeriti da manuale per correnti lenti (si veda la tabella sottostante).

Tabella 6: Coefficienti di contrazione ed espansione per correnti lente – Rif.: US Army Corps of Engineers, HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic reference Manual, Version 4.1, January 2010

	Contraction	Expansion
No transition loss computed	0.0	0.0
Gradual transitions	0.1	0.3
Typical Bridge sections	0.3	0.5
Abrupt transitions	0.6	0.8



COMUNE DI GENOVA

Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Multedo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)



Relazione idraulica

8. DESCRIZIONE DELLE OPERE PREVISTE NELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO E RISULTATI DELLE VERIFICHE IDRAULICHE

Attualmente il tratto del Rio San Michele interessato dal presente progetto è il tratto terminale del rio stesso, a cielo aperto, compreso tra la foce e la sezione a valle del tratto tombinato, all'altezza di Via Prà.



Figura 15: Area di intervento sistemazione idraulica del Rio San Michele

Tra la foce e l'attraversamento ferroviario, il fondo alveo non si presenta plateato. Attualmente si rileva una forte presenza sia di pietrame sia di materiale vegetale, in particolare al di sotto dell'attraversamento RFI.



COMUNE DI GENOVA

Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Multedo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)



Relazione idraulica

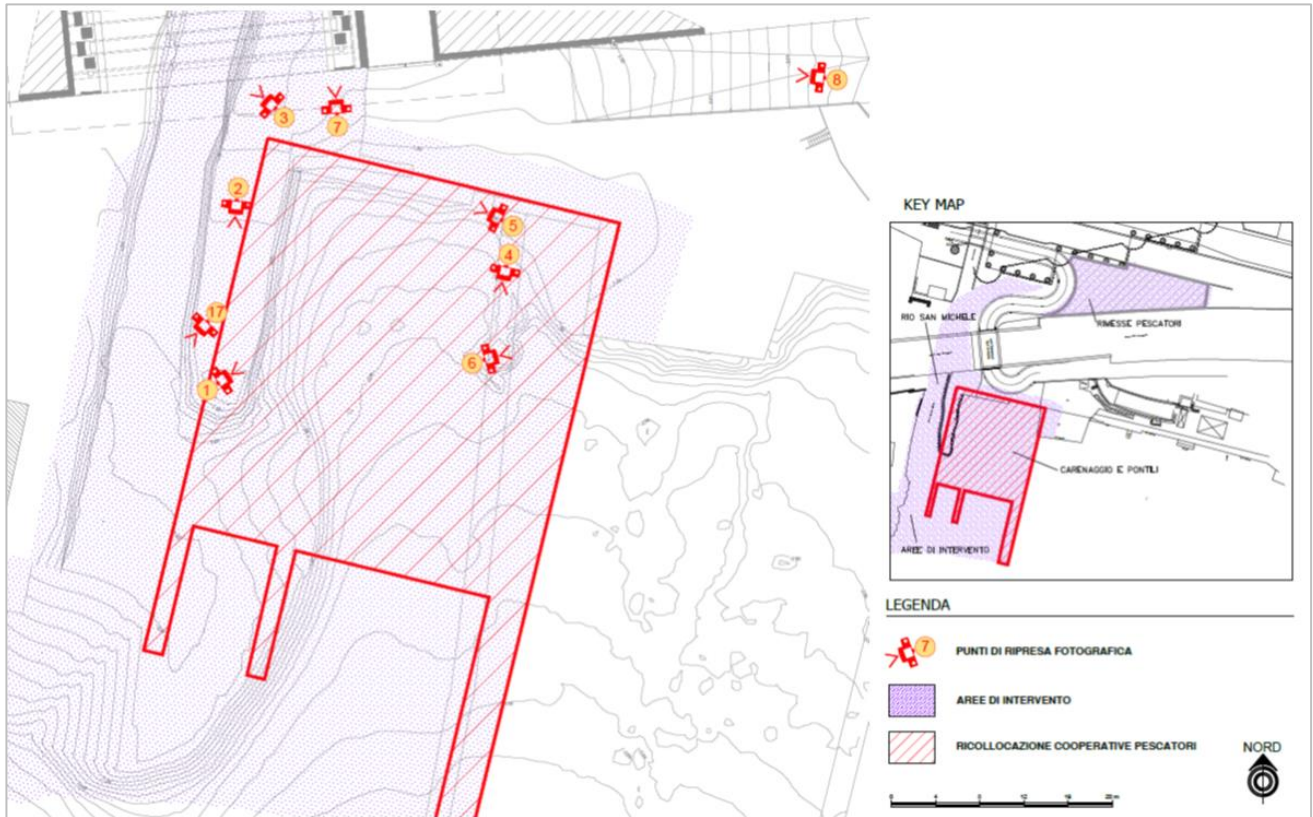


Figura 16: Punti di ripresa fotografica dell'area di intervento



COMUNE DI GENOVA

Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Multedo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)



Relazione idraulica



DETRITI FOCE RIO SAN MICHELE



PENNELLO SPONDA RIO SAN MICHELE



RIO SAN MICHELE SOTTO RFI





PONTILE ESISTENTE



BANCHINA ESISTENTE



AREA CARENAGGIO ESISTENTE

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Multedo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)</p>
	<p>Relazione idraulica</p>



La verifica del profilo idraulico di progetto è stata completata utilizzando il software HEC RAS. Ai fini del presente studio idraulico, in accordo con gli allegati tecnici del piano di bacino regionale, le simulazioni idrauliche sono state eseguite in condizioni di moto in regime misto, in modo tale che il software potesse gestire situazioni di corrente lenta e veloce contemporaneamente in tratti diversi del corso d'acqua, risalti idraulici e passaggi da corrente lenta a corrente veloce.

Gli interventi di sistemazione idraulica, oggetto del seguente appalto, includono:

- Allargamento della sezione idraulica utile ed abbassamento del fondo alveo per ridurre il W.L. relativo alla portata duecentennale;
- Realizzazione di una soglia idraulica, realizzata per mezzo di gabbioni in pietrame intasati con calcestruzzo per innescare un regime di moto in corrente lenta e favorire il deposito del trasporto solido, in linea all'alveo, prima dell'arrivo alla foce.



COMUNE DI GENOVA

Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Multedo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)



Relazione idraulica

- Adeguamento dei muri arginali in accordo con quanto prescritto nelle norme di attuazione allegata alla normativa regionale vigente per il rispetto dei franchi idraulici;
- Realizzazione di un tratto scatolare, in calcestruzzo armato, nel tratto terminale del Rio;
- Realizzazione di una rampa di accesso dei mezzi di pulizia in alveo per la manutenzione dell'alveo e la rimozione dei sedimenti.

Si riportano, nelle figure sottostanti, le indicazioni in pianta delle sezioni utilizzate e il profilo idraulico di progetto ottenuto tramite software HEC RAS per la portata duecentennale, in condizioni di regime misto.

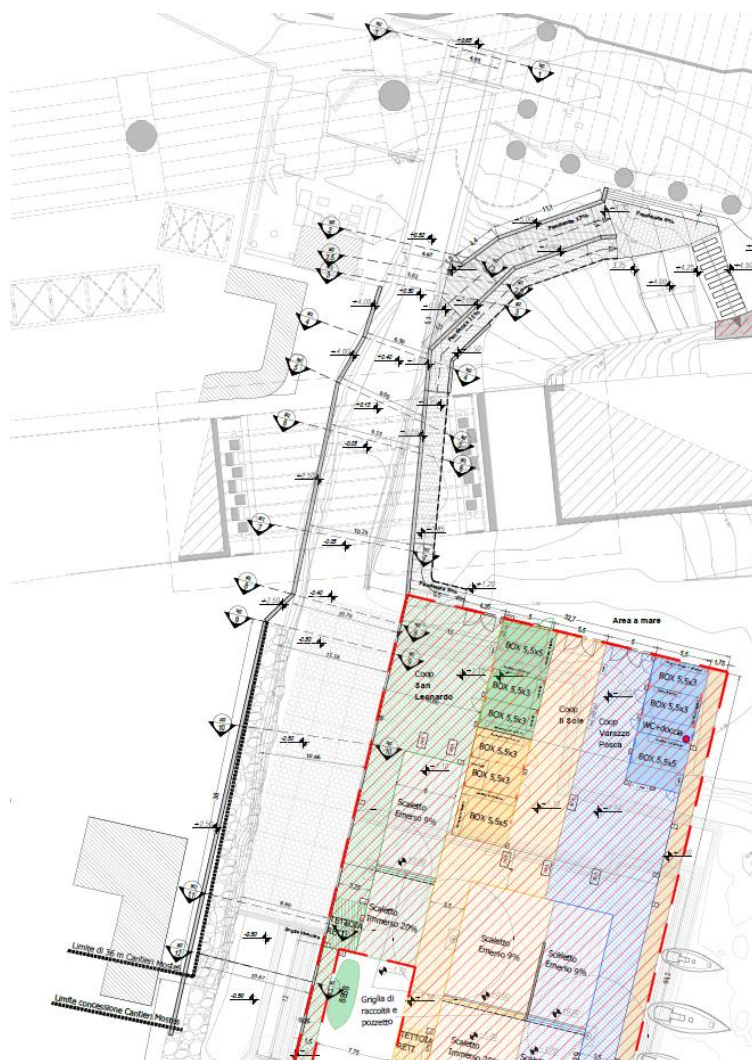


Figura 17: Sistemazione idraulica Rio San Michele con indicazione delle sezioni idrauliche di progetto



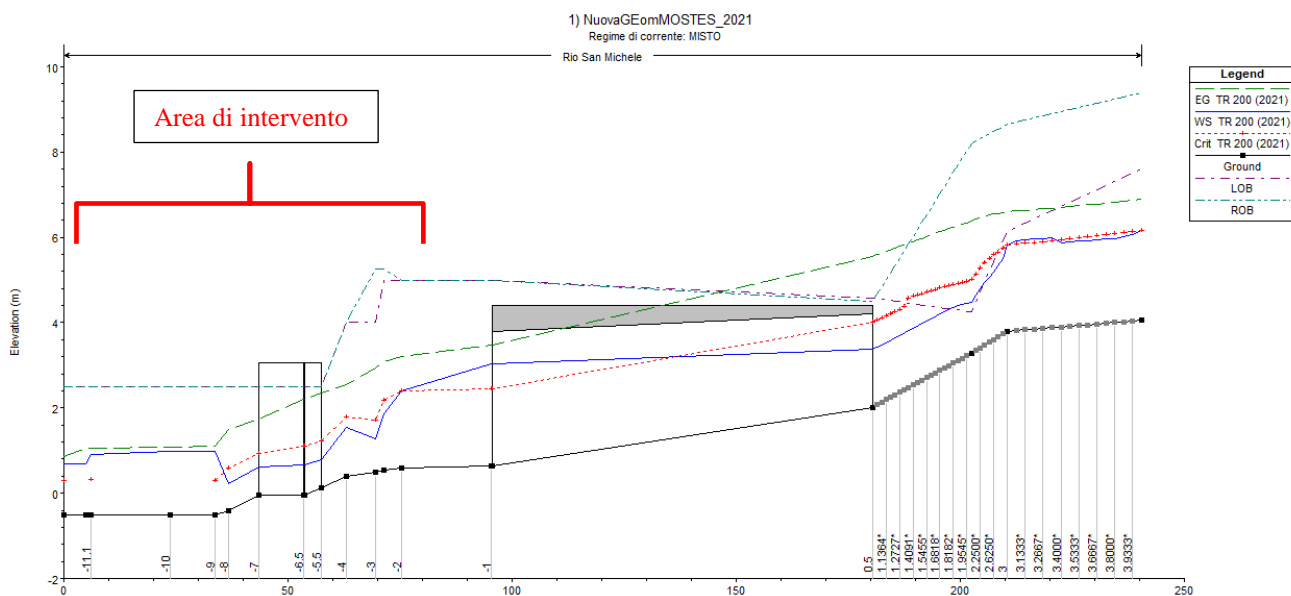
 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Multedo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

Figura 18: Dettaglio del profilo longitudinale calcolato dal software HEC RAS in regime di corrente lenta nell'ipotesi di funzionamento a stramazzo dell'opera di progetto



Il profilo idraulico mostra come il deflusso pari a 31.5 m³/s, per la portata con tempo di ritorno pari 200 anni, avviene, prevalentemente, in condizioni di corrente veloce. Si segnala un passaggio da corrente veloce a corrente lenta a valle dell'attraversamento ferroviario (tra la Sez. 7 e la Sez. 8) dove il fondo alveo sarà costituito da soletta in calcestruzzo.

Come sopra anticipato, in corrispondenza della Sez. 11, verrà realizzata una soglia idraulica per mezzo di gabbioni in pietrame intasati con calcestruzzo. La quota di sommità dei gabbioni sarà pari a +0.00 m s.l.m. mentre la quota di fondo alveo -0.5 m s.l.m. (50 cm di altezza).

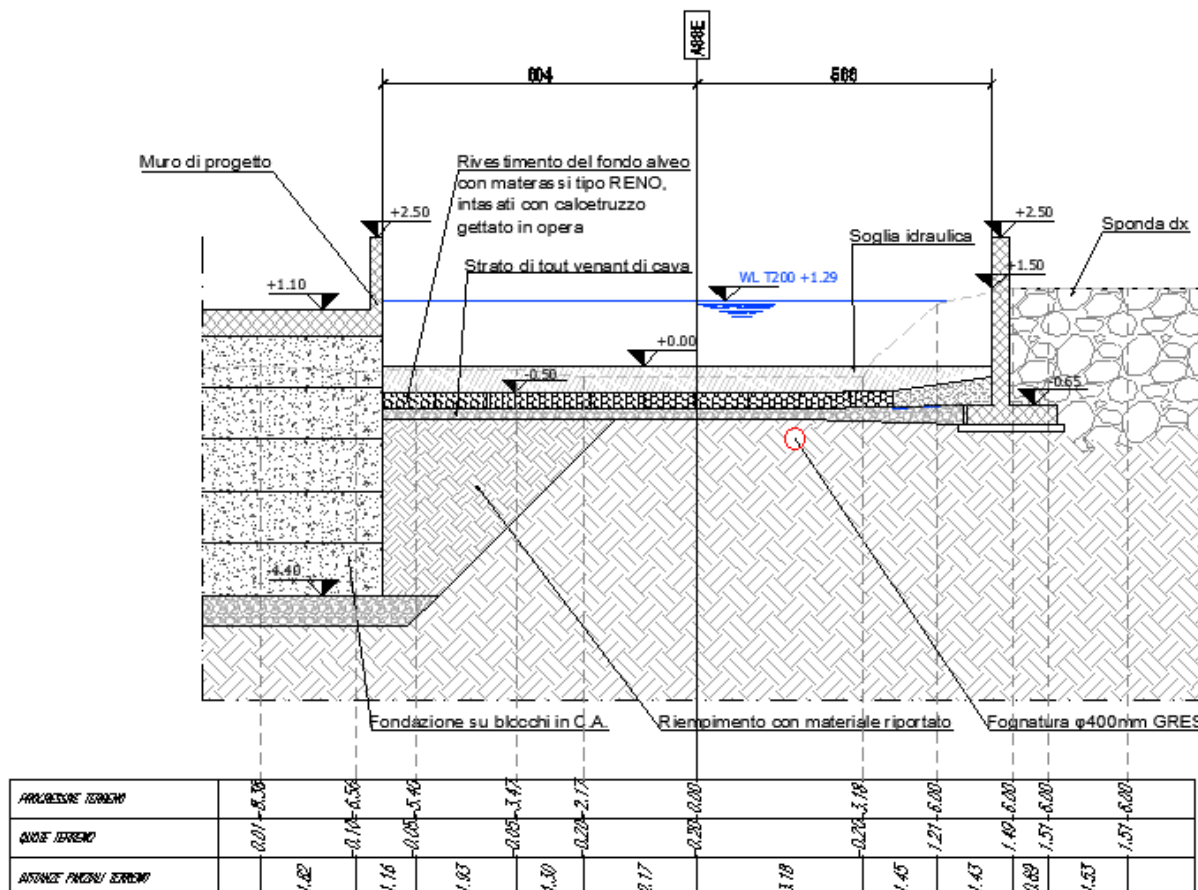


Figura 19: Sezione idraulica del Rio San Michele con indicazione della soglia idraulica

La funzione della soglia idraulica sarà quella di consentire il deposito, in linea all'alveo, a monte dell'opera stessa, del materiale trasportato dalla corrente, grazie alla diminuzione di velocità della corrente rispetto allo stato di fatto.

Come descritto al paragrafo precedente, il Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico per gli ambiti regionali di bacino n. 12 e 13 contiene la verifica idraulica dello stato di fatto del Rio San Michele: nell'area in cui verrà realizzata la soglia idraulica viene calcolata una velocità pari a 4.37 m/s (Sez. MIC_S2), di molto superiore rispetto alla velocità di progetto in corrispondenza della Sez. 11 e pari a 1.81 m/s. A valle della soglia i risultati documentano un incremento della velocità (Sez.10 1.76 m/s; Sez.11 1.81 m/s; Sez. 12 2.66 m/s). L'eventuale scavo che si potrebbe verificare a valle della soglia idraulica è stato calcolato con la relazione di Schocklitsch, utilizzando per i coefficienti e gli esponenti i valori riportati in Figura 13. Per il valore di d_{90} (150 mm), in mancanza di analisi granulometriche del materiale trasportato dal Rio San Michele, è stato fatto riferimento ai risultati delle indagini completate per il Rio Molinassi.

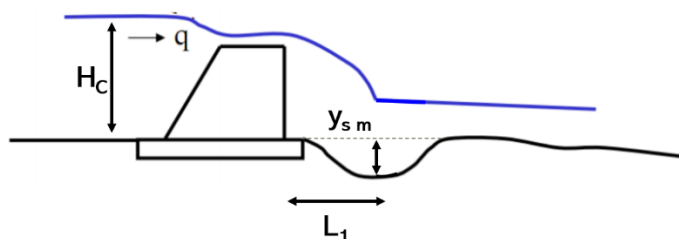
$$y_{sm} = c_w \frac{(h_m - h_v)^{m_1} q^{m_2}}{d_{90}^{m_3}} h_v^{m_4} - h_v$$

	c_w	m_1	m_2	m_3	m_4
Schocklitsch [1932]	0.52	0.2	0.57	0.32	0
Veronese [1937]	0.2	0.225	0.54	0.42	0
Eggenberg e Müller [1944]	1.44	0.5	0.6	0.40	0
Mason e Arumugan [1985]	3.27	0.05	0.6	0.40(*)	0.15

(*) si tratta del diametro medio \bar{d} e non del d_{90}

Figura 20: Formula di Schocklitsch

L'estensione dell'area da proteggere, a valle della soglia, è stata calcolata utilizzando le formule per lo studio del gorgo a valle delle briglie:



$$L_1 = 3.55y_c + 0.34H_c \text{ dove } y_c = (q^2/g)^{1/3}$$

Dai calcoli effettuati risulta uno scavo medio pari a 58 cm (valore massimo 1.15 m ottenuto con i coefficienti e gli esponenti di Schocklitsch; valore minimo 15 cm ottenuto con i coefficienti e gli esponenti di Veronese). Al fine di garantire la stabilità della soglia, è stato stabilito di posare in alveo n. 24 blocchi in calcestruzzo che copriranno complessivamente un'area di 43 m² (L₁ = 4.26 m). I blocchi avranno dimensioni in pianta 2.15 m x 1 m ed un'altezza di 30 cm (si rimanda alle tavole civili per maggiori dettagli in merito).

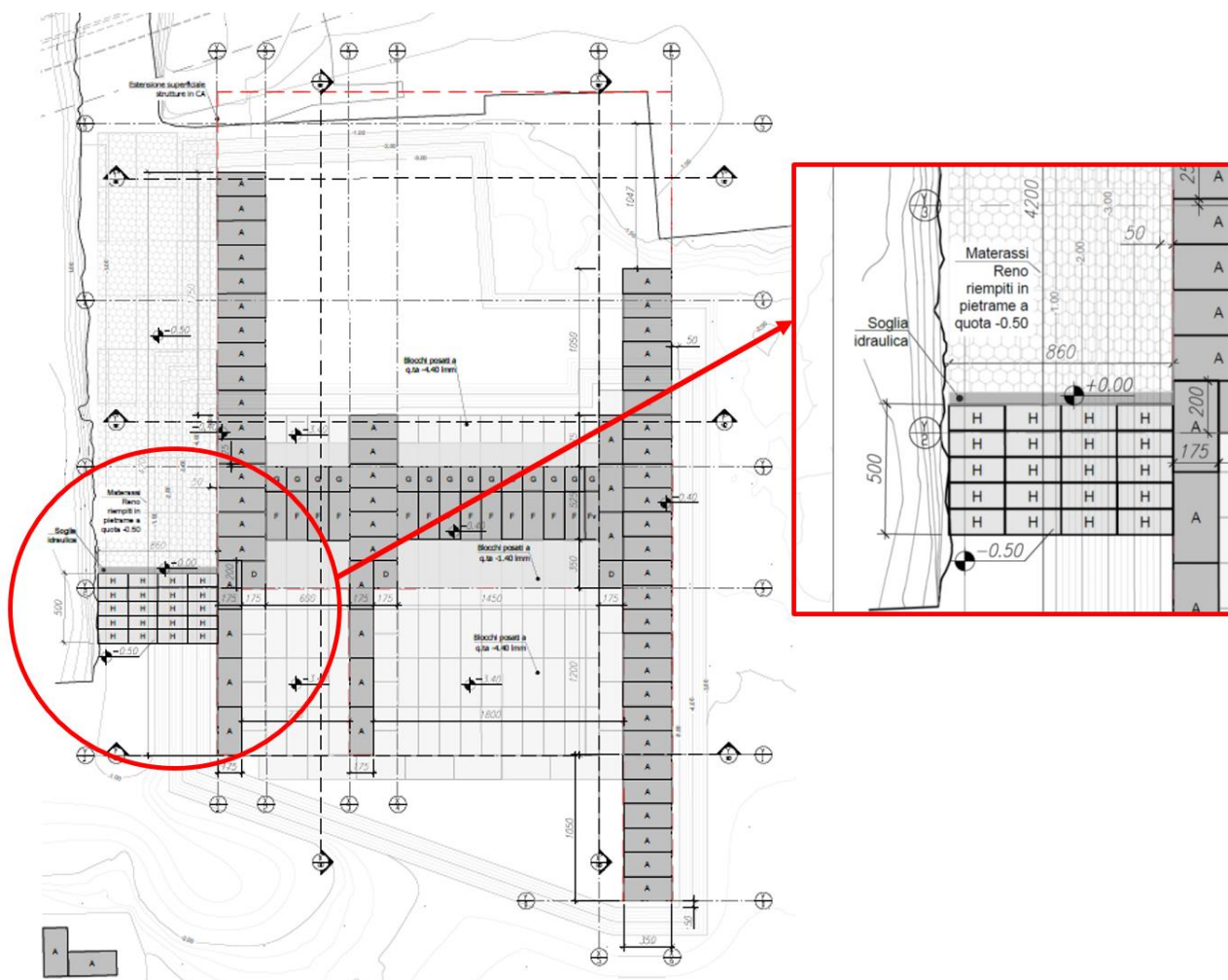




Figura 21: Dettaglio tavole civili. Blocchi in CLS Tipo H da posare a valle della soglia idraulica

Per consentire il deposito della maggiore volumetria possibile di solidi sospesi e materiale, non avendo disponibilità di aree limitrofe al tracciato del rio dove realizzare un allargamento significativo delle sezioni idrauliche esistenti, si è scelto di abbassare l'attuale fondo alveo, limitatamente al tratto compreso tra l'attraversamento ferroviario Genova-Ventimiglia e la foce. L'intervento prevede, partendo della quota rilevata di fondo alveo a circa 25 m a valle dell'uscita del tratto tombinato (+0.5 m s.l.m. in corrispondenza della Sez. 3), di realizzare un nuovo fondo alveo con una pendenza media pari a circa 4%. Nel tratto finale del Rio (da valle della Sez. 8, in corrispondenza della progressiva 34.45 m), tratto in cui verrà realizzato uno scatolare in CA, il fondo alveo (quota di progetto -0.5 m s.l.m.) sarà conseguentemente plateato. Secondo la configurazione descritta, la volumetria utile a monte della soglia di protezione idraulica è pari a circa 185 m³. Per la manutenzione dell'alveo e la rimozione dei sedimenti, il progetto prevede la realizzazione di una rampa per l'accesso dei mezzi di pulizia in alveo.

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Mulredo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

Per la valutazione delle quote dei muri arginali di progetto, per ogni sezione, in accordo con quanto prescritto nel Piano di bacino, il valore minimo imposto dalle Norme di Attuazione è stato confrontato con l'altezza cinetica e la condizione più conservativa, sommata al WL calcolato dal modello. Nel seguito si riporta la tabella estratta dal software HEC RAS che presenta i parametri calcolati dal modello.

Tabella 7: Risultati del modello idraulico implementato in HEC RAS (T=200 anni)

HEC-RAS Plan: NuovaGEomMOSTES_2021 River: Rio Reach: San Michele Profile: TR_200 (2021)											Reload Dat	
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
San Michele	4	31.50	4.05	6.15	6.15	6.89	0.009064	3.81	8.27	5.70		1.01
San Michele	3	31.50	3.80	5.83	5.83	6.60	0.010472	3.88	8.12	5.30		1.00
San Michele	2	31.50	3.28	4.49	5.01	6.39	0.042204	6.27	5.35	8.10		2.21
San Michele	1	31.50	2.02	3.37	4.01	5.55	0.037562	6.55	4.81	4.02		1.91
San Michele	0.5	Bridge										
San Michele	-1	31.50	0.65	3.05	2.44	3.47	0.007385	2.89	10.92	4.95		0.62
San Michele	-2	31.50	0.59	2.39	2.40	3.21	0.018495	4.00	7.87	4.95		1.01
San Michele	-2.5	31.50	0.55	1.87	2.18	3.07	0.032829	4.86	6.48	5.37		1.41
San Michele	-3	31.50	0.50	1.26	1.72	2.94	0.079494	5.73	5.50	9.21		2.37
San Michele	-4	31.50	0.40	1.55	1.79	2.55	0.014929	4.42	7.13	6.38		1.33
San Michele	-5	31.50	0.13	0.78	1.22	2.36	0.041186	5.56	5.66	9.05		2.25
San Michele	-5.5	Bridge										
San Michele	-6	31.50	-0.05	0.66	1.10	2.19	0.036796	5.49	5.74	8.28		2.11
San Michele	-6.5	Bridge										
San Michele	-7	31.50	-0.05	0.61	0.94	1.75	0.028709	4.74	6.65	10.36		1.89
San Michele	-8	31.50	-0.40	0.23	0.59	1.50	0.043489	5.00	6.30	10.70		2.08
San Michele	-9	31.50	-0.50	0.98	0.30	1.10	0.001395	1.52	20.68	14.01		0.40
San Michele	-10	31.50	-0.50	0.97		1.08	0.001220	1.43	21.99	14.93		0.38
San Michele	-11	31.50	-0.50	0.91	0.32	1.05	0.001796	1.67	18.83	13.40		0.45
San Michele	-11.1	Inl Struct										
San Michele	-12	31.50	-0.50	0.68	0.30	0.87	0.002812	1.91	16.53	14.01		0.56

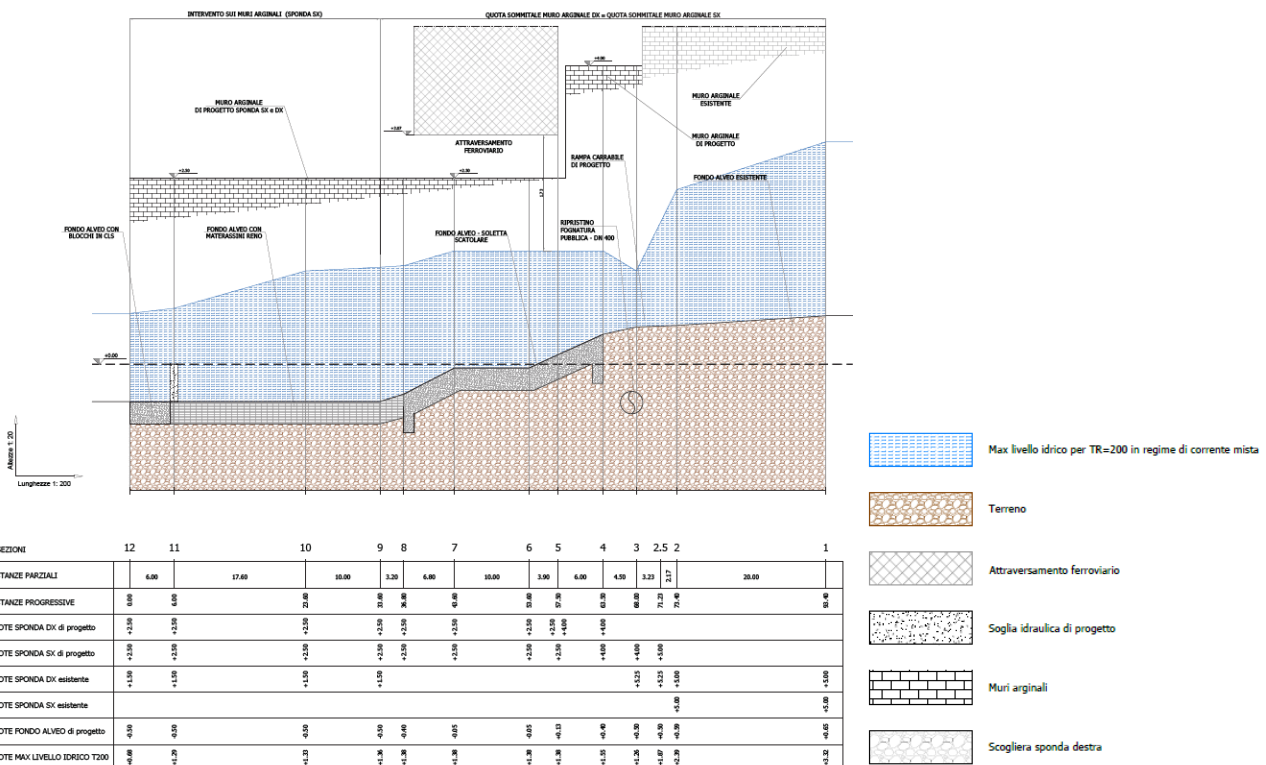




Figura 22: Profilo idraulico di progetto

 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Mulredo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

Al fine di valutare l'effetto del deposito dei sedimenti sul valore del W.L., è stata eseguita una simulazione idraulica, imponendo pieno riempimento dell'area a monte della soglia idraulica. I risultati mostrano che, anche nel caso di pieno riempimento, l'altezza di pelo libero è contenuta all'interno delle sponde arginali di progetto.

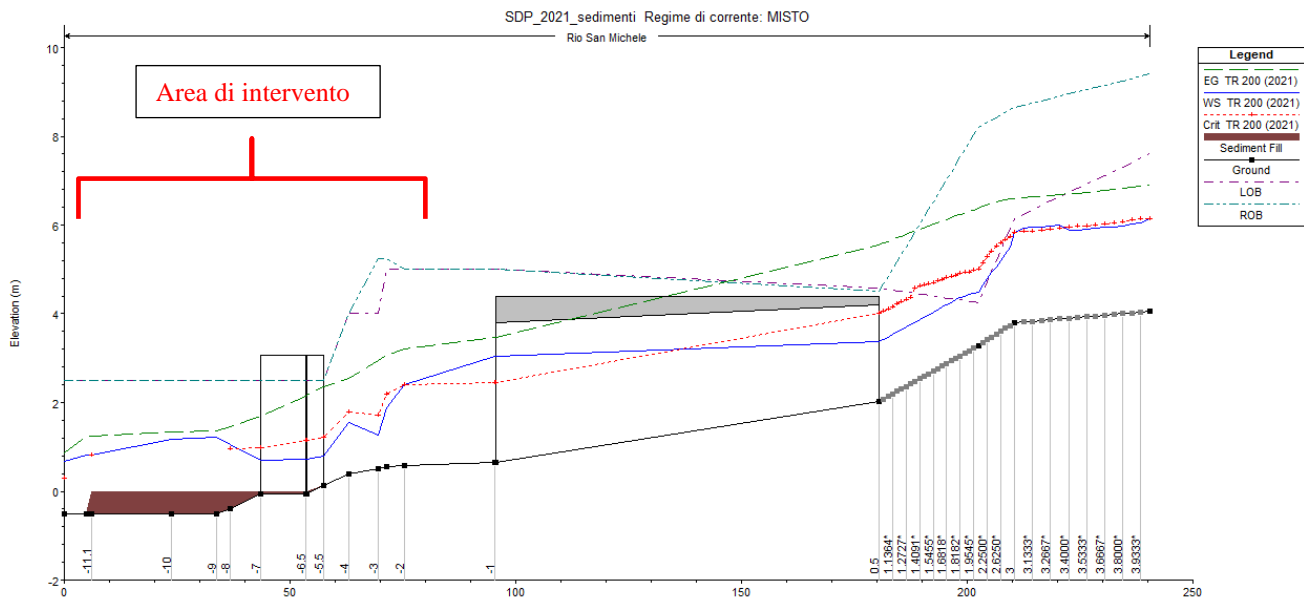




Figura 23: Condizione di pieno riempimento

Tabella 8: Risultati del modello idraulico implementato in HEC RAS in condizioni di pieno riempimento del tratto del rio San Michele a monte della soglia idraulica

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
San Michele	4	31.50	4.05	6.15	6.15	6.89	0.009064	3.81	8.27	5.70	1.01
San Michele	3	31.50	3.80	5.83	5.83	6.60	0.010472	3.88	8.12	5.30	1.00
San Michele	2	31.50	3.28	4.49	5.01	6.39	0.042204	6.27	5.35	8.10	2.21
San Michele	1	31.50	2.02	3.37	4.01	5.55	0.037562	6.55	4.81	4.02	1.91
San Michele	0.5	Bridge									
San Michele	-1	31.50	0.65	3.05	2.44	3.47	0.007385	2.89	10.92	4.95	0.62
San Michele	-2	31.50	0.59	2.39	2.40	3.21	0.018495	4.00	7.87	4.95	1.01
San Michele	-2.5	31.50	0.55	1.87	2.18	3.07	0.032829	4.86	6.48	5.37	1.41
San Michele	-3	31.50	0.50	1.26	1.72	2.94	0.079494	5.73	5.50	9.21	2.37
San Michele	-4	31.50	0.40	1.55	1.79	2.55	0.014929	4.42	7.13	6.38	1.33
San Michele	-5	31.50	0.13	0.78	1.22	2.36	0.041186	5.56	5.66	9.05	2.25
San Michele	-5.5	Bridge									
San Michele	-6	31.50	0.00	0.73	1.15	2.15	0.040840	5.28	5.97	8.32	1.99
San Michele	-6.5	Bridge									
San Michele	-7	31.50	0.00	0.70	0.99	1.68	0.028439	4.39	7.18	10.36	1.68
San Michele	-8	31.50	0.00	1.05	0.96	1.45	0.007287	2.80	11.26	10.70	0.87
San Michele	-9	31.50	0.00	1.21		1.37	0.002255	1.74	18.07	14.93	0.51
San Michele	-10	31.50	0.00	1.18		1.34	0.002462	1.79	17.57	14.93	0.53
San Michele	-11	31.50	0.00	0.82	0.82	1.24	0.009677	2.86	11.03	13.40	1.01
San Michele	-11.1	Inl Struct									
San Michele	-12	31.50	-0.50	0.68	0.30	0.87	0.002812	1.91	16.53	14.01	0.56



 COMUNE DI GENOVA	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

9. CONSIDERAZIONI FINALI IN MERITO ALLO STUDIO IDRAULICO DEL RIO MOLINASSI

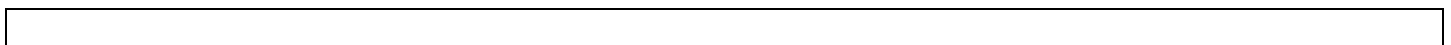
Il tracciamento del profilo idraulico riportato negli elaborati grafici di progetto è stato effettuato tenendo in considerazione il risultato più critico tra la simulazione effettuata con il software HEC-RAS ed i calcoli puntuali: il franco idraulico di progetto consente di rispettare i valori imposti dai vincoli normativi vigenti (*"Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico"* per gli ambiti regionali di bacino n. 12 e 13).



Al fine di provvedere ad una corretta gestione della manutenzione del rio, sarà necessario effettuare monitoraggi, inizialmente con cadenza semestrale (per poi adeguarli in funzione dei dati reali raccolti durante le osservazioni in campo una volta che il nuovo tracciato sarà a regime) in modo da programmare la pulizia dell'alveo. In particolare, si suggerisce di effettuare ricognizioni al termine di ogni evento di piena a carattere significativo.

Le sezioni pressoché rettangolari lungo tutto il tratto terminale del Rio, previste nel presente progetto, consentono la manutenzione del rio con mezzi leggeri che potranno accedere all'alveo grazie alla rampa di accesso di progetto.

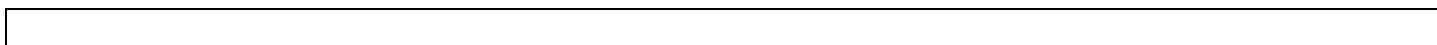
 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

ALLEGATI





 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Muledo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

1. TABELLA RISULTATI DI CALCOLO DEL SOFTWARE HEC RAS

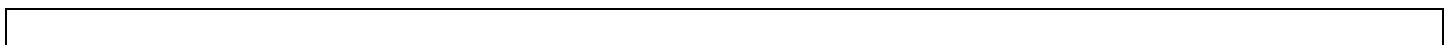


HEC-RAS Plan: NuovaGEomMOSTES_2021 River: Rio Reach: San Michele

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
San Michele	4 MIC_S8	31.50	4.05	6.15	6.15	6.89	0.009064	3.81	8.27	5.70	1.01
San Michele	4 MIC_S8	38.40	4.05	6.36	6.36	7.20	0.009240	4.06	9.45	5.70	1.01
San Michele	4 MIC_S8	22.80	4.05	5.84	5.84	6.46	0.009126	3.49	6.53	5.34	1.01
San Michele	3 MIC_S7	31.50	3.80	5.83	5.83	6.60	0.010472	3.88	8.12	5.30	1.00
San Michele	3 MIC_S7	38.40	3.80	6.05	6.05	6.92	0.010649	4.14	9.27	5.30	1.00
San Michele	3 MIC_S7	22.80	3.80	5.80	5.80	6.22	0.005791	2.86	7.97	5.30	0.75
San Michele	2 MIC_S6	31.50	3.28	4.49	5.01	6.39	0.042204	6.27	5.35	8.10	2.21
San Michele	2 MIC_S6	38.40	3.28	4.59	5.16	6.71	0.041849	6.67	6.15	8.10	2.22
San Michele	2 MIC_S6	22.80	3.28	4.34	4.78	5.98	0.044804	5.76	4.18	8.10	2.24
San Michele	1 MIC_S5	31.50	2.02	3.37	4.01	5.55	0.037562	6.55	4.81	4.02	1.91
San Michele	1 MIC_S5	38.40	2.02	3.58	4.26	5.92	0.035211	6.77	5.67	4.05	1.83
San Michele	1 MIC_S5	22.80	2.02	3.09	3.65	5.03	0.041929	6.18	3.69	3.97	2.05
San Michele	0.5	Bridge									
San Michele	-1	31.50	0.65	3.05	2.44	3.47	0.007385	2.89	10.92	4.95	0.62
San Michele	-1	38.40	0.65	3.33	2.66	3.83	0.007914	3.11	12.33	4.95	0.63
San Michele	-1	22.80	0.65	2.65	2.13	2.98	0.006635	2.54	8.96	4.95	0.60
San Michele	-2	31.50	0.59	2.39	2.40	3.21	0.018495	4.00	7.87	4.95	1.01
San Michele	-2	38.40	0.59	2.63	2.63	3.55	0.018714	4.25	9.03	4.95	1.01
San Michele	-2	22.80	0.59	2.09	2.09	2.75	0.017942	3.60	6.34	4.95	1.02
San Michele	-2.5	31.50	0.55	1.87	2.18	3.07	0.032829	4.86	6.48	5.37	1.41
San Michele	-2.5	38.40	0.55	2.05	2.40	3.41	0.032803	5.17	7.43	5.37	1.40
San Michele	-2.5	22.80	0.55	1.63	1.88	2.62	0.033272	4.40	5.18	5.37	1.43
San Michele	-3	31.50	0.50	1.26	1.72	2.94	0.079494	5.73	5.50	9.21	2.37
San Michele	-3	38.40	0.50	1.35	1.87	3.26	0.078258	6.13	6.27	9.21	2.37
San Michele	-3	22.80	0.50	1.15	1.52	2.49	0.077541	5.13	4.45	8.71	2.29
San Michele	-4	31.50	0.40	1.55	1.79	2.55	0.014929	4.42	7.13	6.38	1.33
San Michele	-4	38.40	0.40	1.73	1.98	2.84	0.014587	4.67	8.22	6.38	1.31
San Michele	-4	22.80	0.40	1.33	1.53	2.14	0.015172	3.98	5.72	6.38	1.34
San Michele	-5	31.50	0.13	0.78	1.22	2.36	0.041186	5.56	5.66	9.05	2.25
San Michele	-5	38.40	0.13	0.88	1.38	2.65	0.039205	5.89	6.52	9.05	2.22
San Michele	-5	22.80	0.13	0.65	1.02	1.96	0.044387	5.05	4.51	9.05	2.29
San Michele	-5.5	Bridge									
San Michele	-6	31.50	-0.05	0.66	1.10	2.19	0.036796	5.49	5.74	8.28	2.11
San Michele	-6	38.40	-0.05	0.76	1.27	2.48	0.035251	5.82	6.60	8.33	2.09
San Michele	-6	22.80	-0.05	0.51	0.88	1.78	0.039347	4.99	4.57	8.22	2.14
San Michele	-6.5	Bridge									
San Michele	-7	31.50	-0.05	0.61	0.94	1.75	0.028709	4.74	6.65	10.36	1.89
San Michele	-7	38.40	-0.05	0.68	1.08	2.06	0.030589	5.20	7.38	10.36	1.97
San Michele	-7	22.80	-0.05	0.51	0.75	1.34	0.025397	4.04	5.64	10.36	1.75
San Michele	-8	31.50	-0.40	0.23	0.59	1.50	0.043489	5.00	6.30	10.70	2.08
San Michele	-8	38.40	-0.40	0.30	0.73	1.80	0.044678	5.42	7.08	10.70	2.13
San Michele	-8	22.80	-0.40	0.12	0.41	1.11	0.042675	4.40	5.18	10.70	2.02
San Michele	-9	31.50	-0.50	0.98	0.30	1.10	0.001395	1.52	20.68	14.01	0.40
San Michele	-9	38.40	-0.50	1.13	0.41	1.27	0.001537	1.68	22.79	14.01	0.42
San Michele	-9	22.80	-0.50	0.79	0.14	0.87	0.001116	1.26	18.06	14.01	0.36
San Michele	-10	31.50	-0.50	0.97		1.08	0.001220	1.43	21.99	14.93	0.38
San Michele	-10	38.40	-0.50	1.12		1.25	0.001338	1.58	24.25	14.93	0.40
San Michele	-10	22.80	-0.50	0.79		0.86	0.000980	1.19	19.18	14.93	0.33
San Michele	-11	31.50	-0.50	0.91	0.32	1.05	0.001796	1.67	18.83	13.40	0.45
San Michele	-11	38.40	-0.50	1.04	0.44	1.22	0.002000	1.86	20.67	13.40	0.48
San Michele	-11	22.80	-0.50	0.74	0.16	0.83	0.001398	1.37	16.58	13.40	0.39
San Michele	-11.1	Inl Struct									
San Michele	-12	31.50	-0.50	0.68	0.30	0.87	0.002812	1.91	16.53	14.01	0.56
San Michele	-12	38.40	-0.50	0.68	0.41	0.96	0.004179	2.32	16.53	14.01	0.68
San Michele	-12	22.80	-0.50	0.68	0.14	0.78	0.001473	1.38	16.53	14.01	0.41

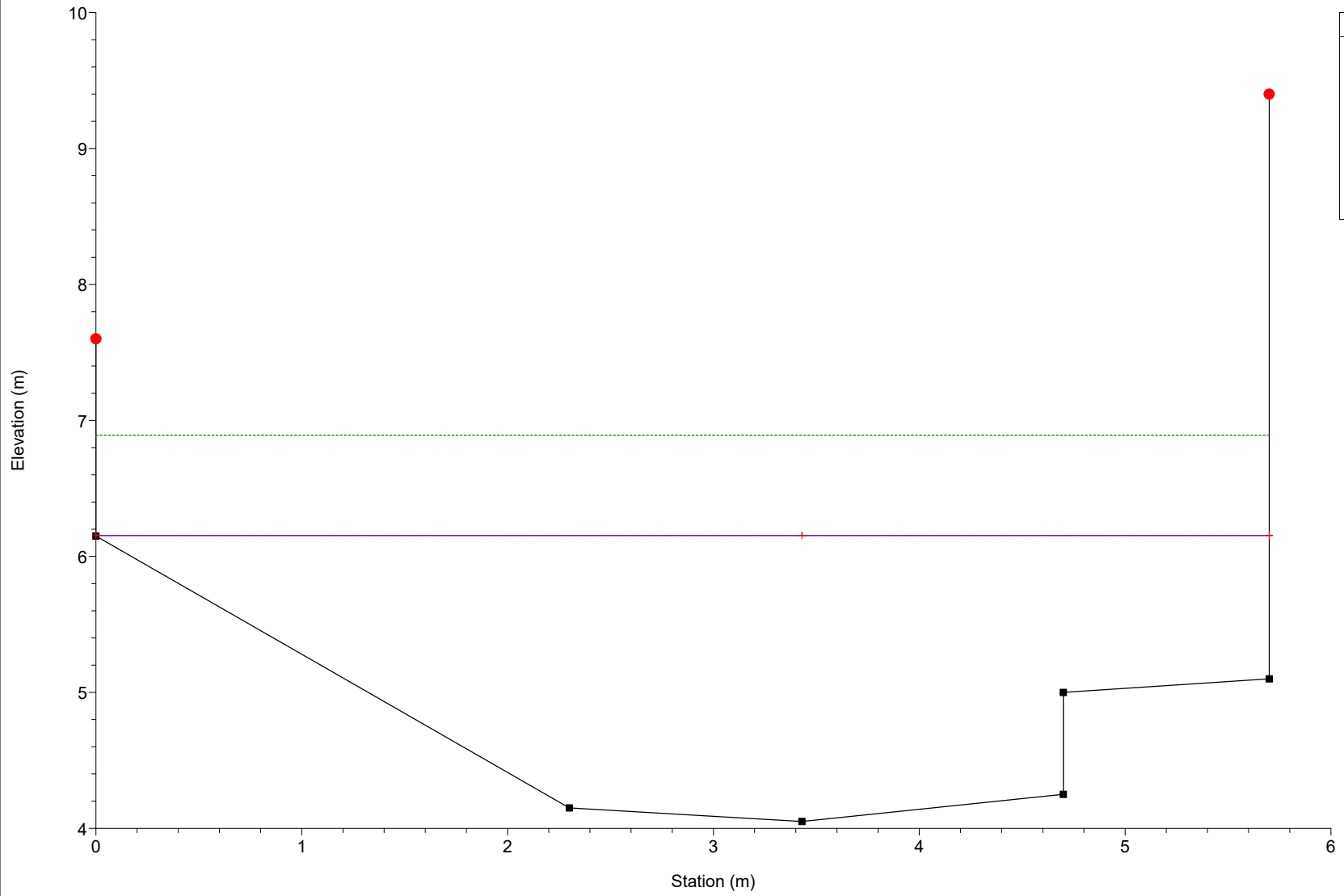
 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Multedo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

2. SEZIONI IDRAULICHE IMPLEMENTATE NEL SOFTWARE HEC RAS



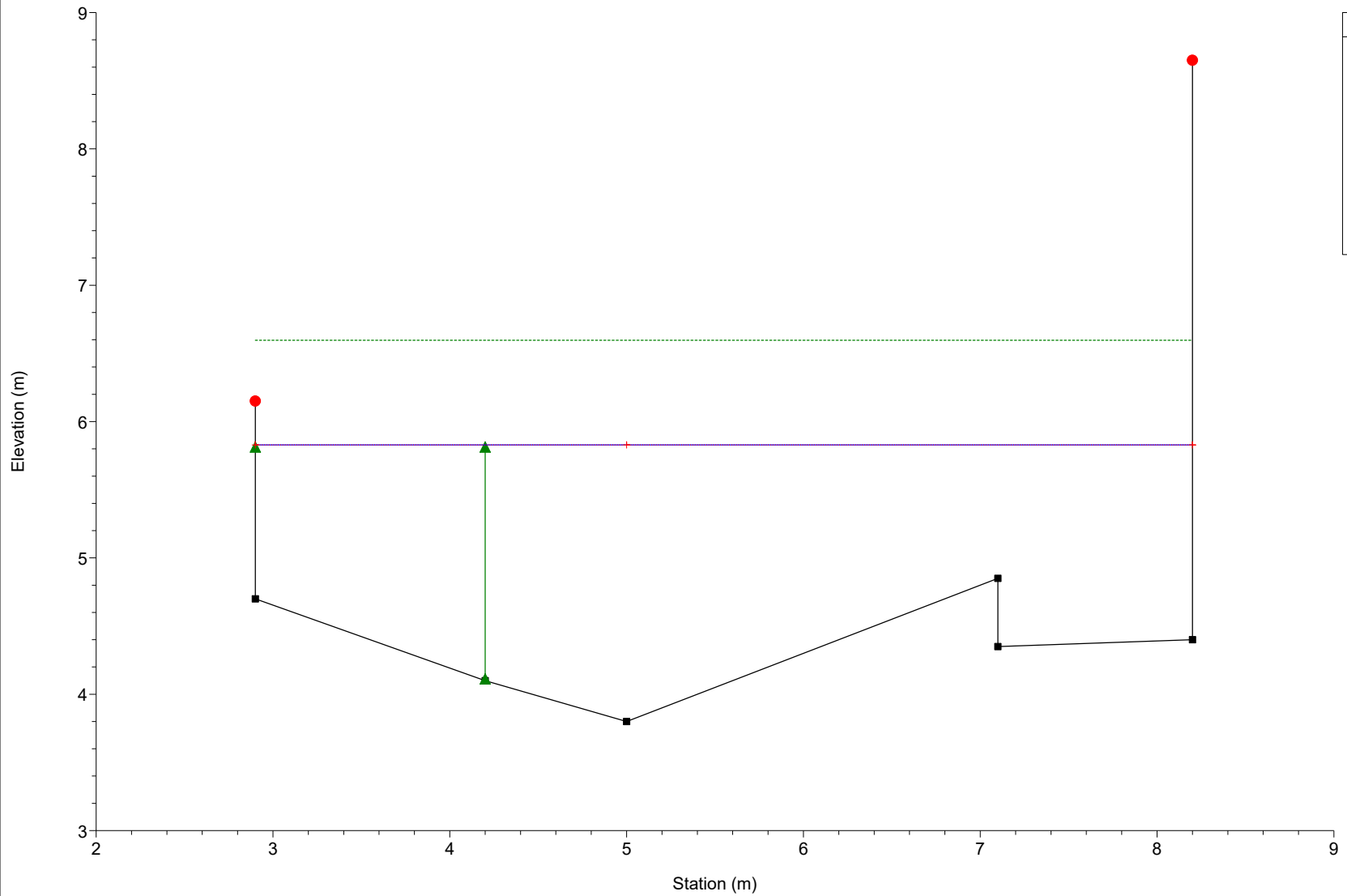
SDP_2021_NuovaGEomMOSTES
RS = 4 MIC_S8 Regime di corrente: MISTO

Legend	
EG TR 200 (2021)	
WS TR 200 (2021)	
Crit TR 200 (2021)	
Ground	
Bank Sta	



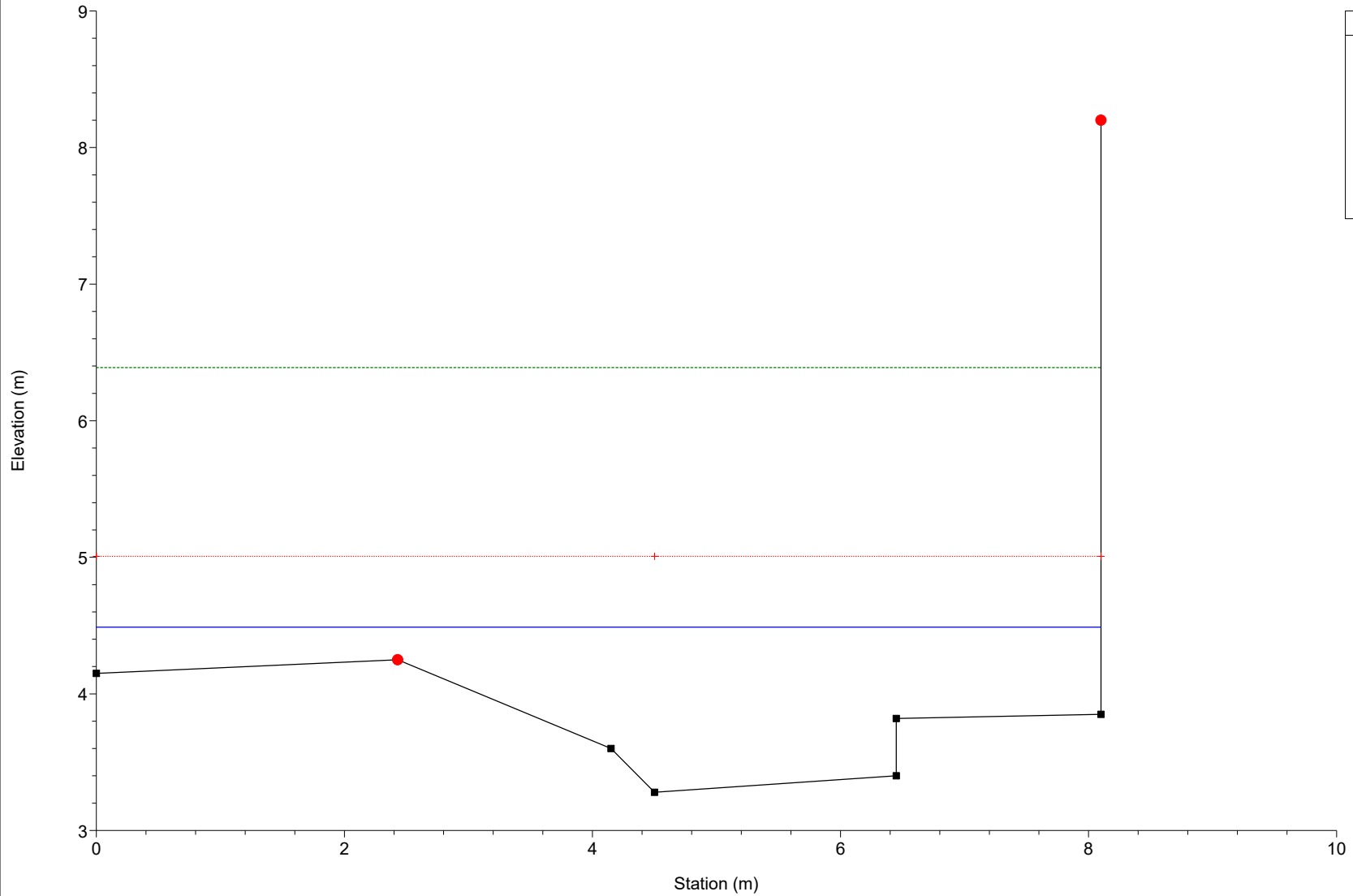
SDP_2021_NuovaGEomMOSTES
RS = 3 MIC_S7 Regime di corrente: MISTO

Legend
EG TR 200 (2021)
WS TR 200 (2021)
Crit TR 200 (2021)
Ground
Ineff
Bank Sta



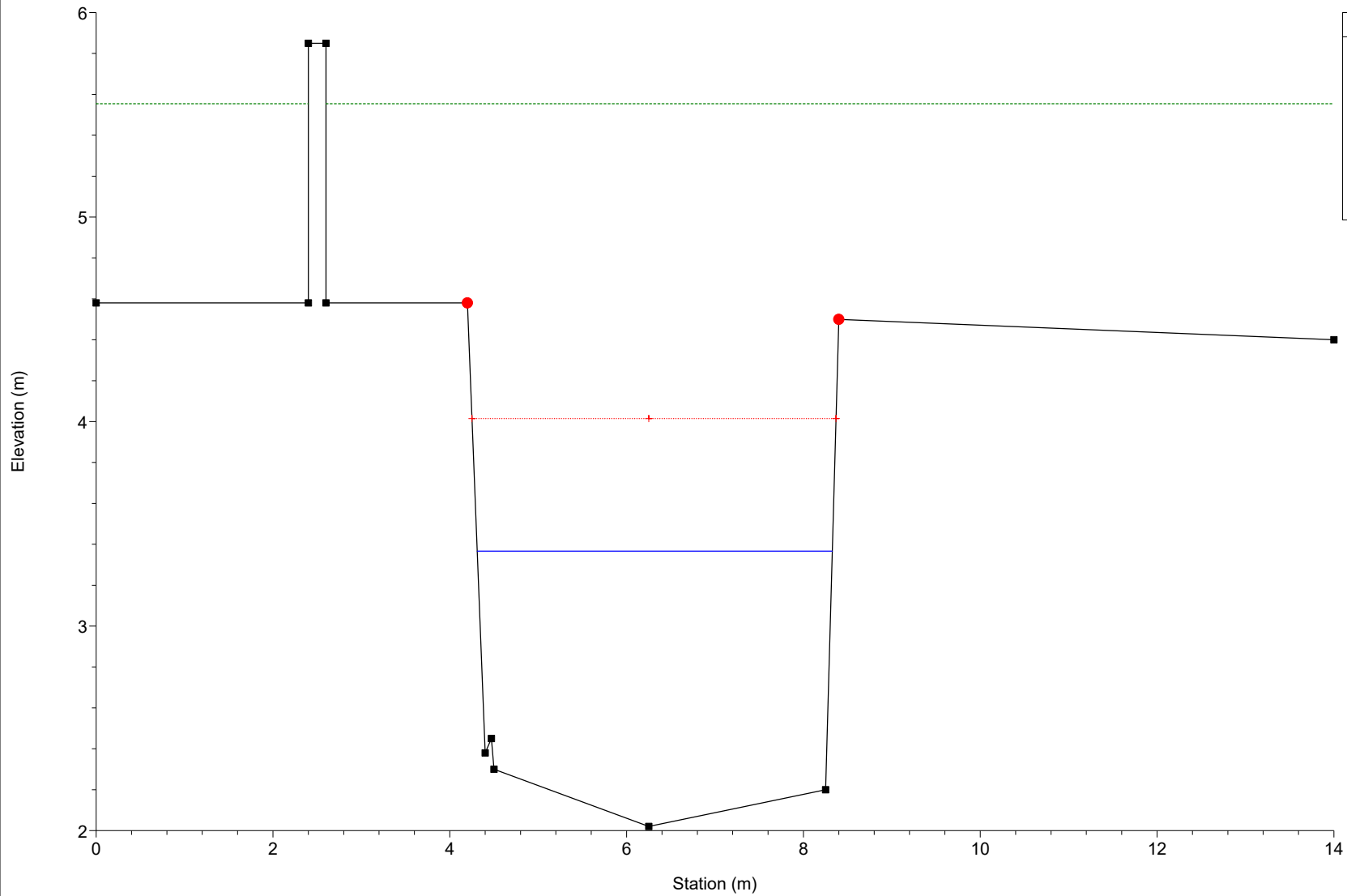
SDP_2021_NuovaGEomMOSTES
RS = 2 MIC_S6 Regime di corrente: MISTO

Legend	
EG TR 200 (2021)	
Crit TR 200 (2021)	
WS TR 200 (2021)	
Ground	
Bank Sta	



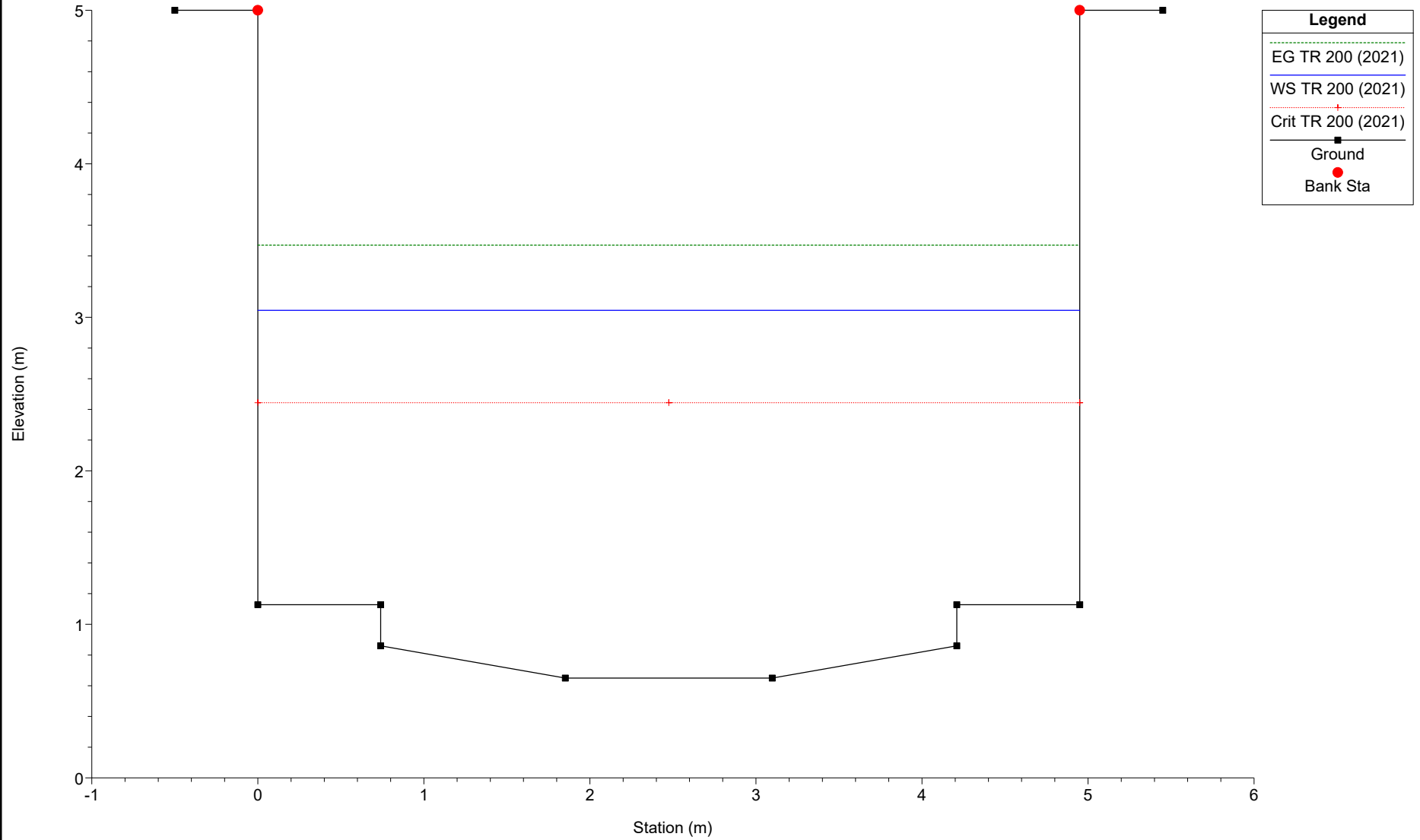
SDP_2021_NuovaGEomMOSTES
RS = 1 MIC_S5 Regime di corrente: MISTO

Legend	
EG TR 200 (2021)	
Crit TR 200 (2021)	
WS TR 200 (2021)	
Ground	
Bank Sta	



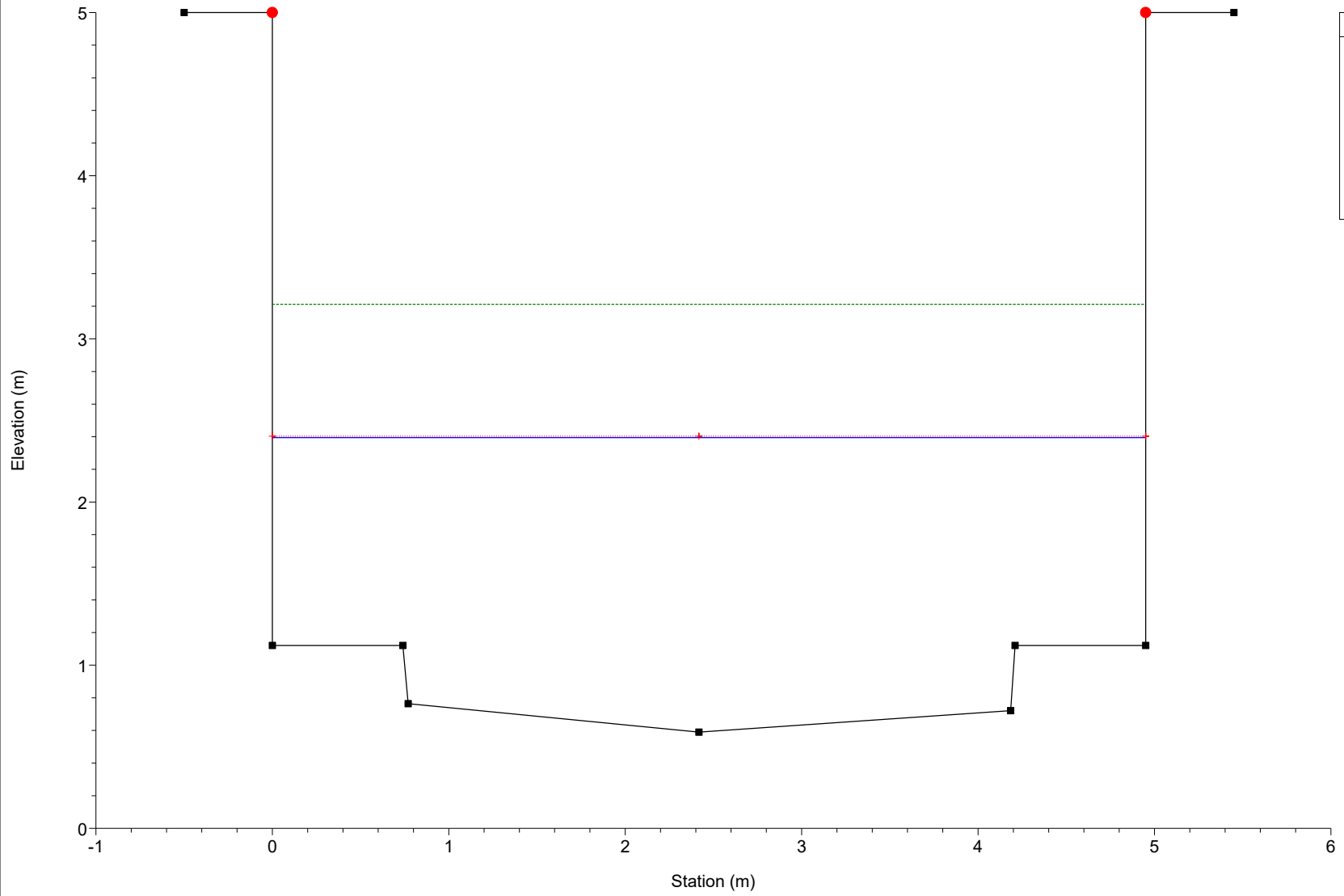
SDP_2021_NuovaGEomMOSTES

RS = -1 Regime di corrente: MISTO



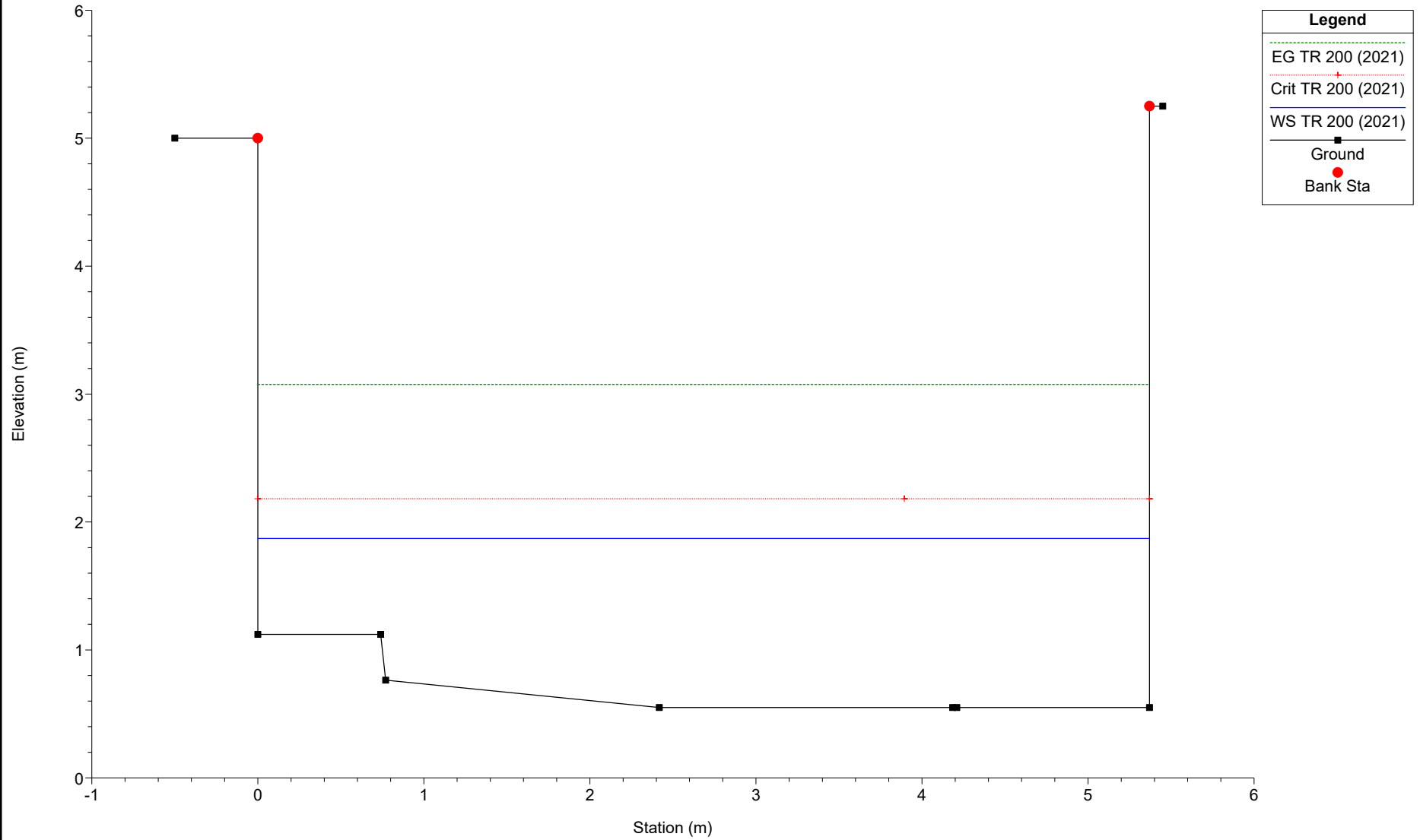
SDP_2021_NuovaGEomMOSTES
RS = -2 Regime di corrente: MISTO

Legend	
EG TR 200 (2021)	
Crit TR 200 (2021)	
WS TR 200 (2021)	
Ground	
Bank Sta	



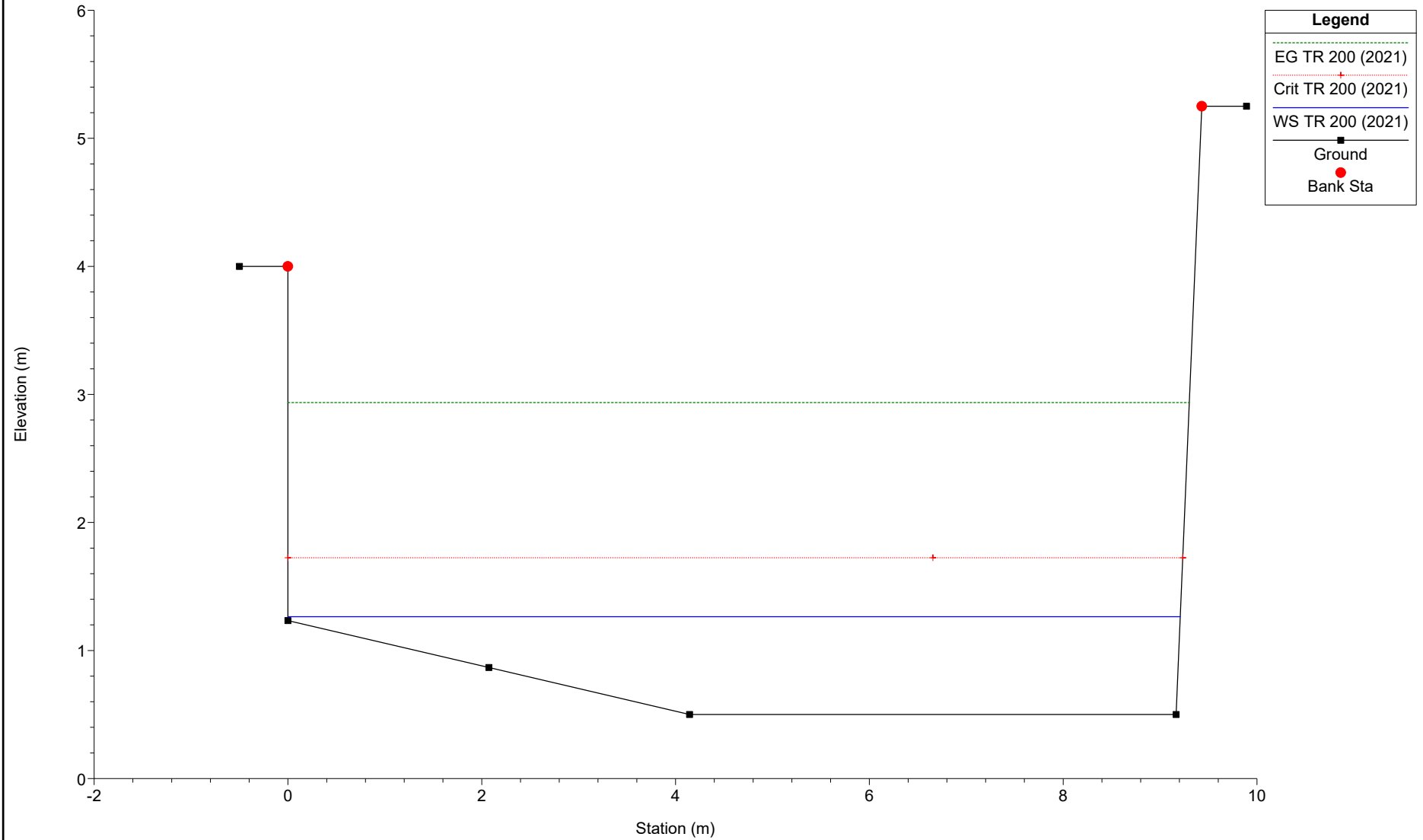
SDP_2021_NuovaGEomMOSTES

RS = -2.5 Regime di corrente: MISTO



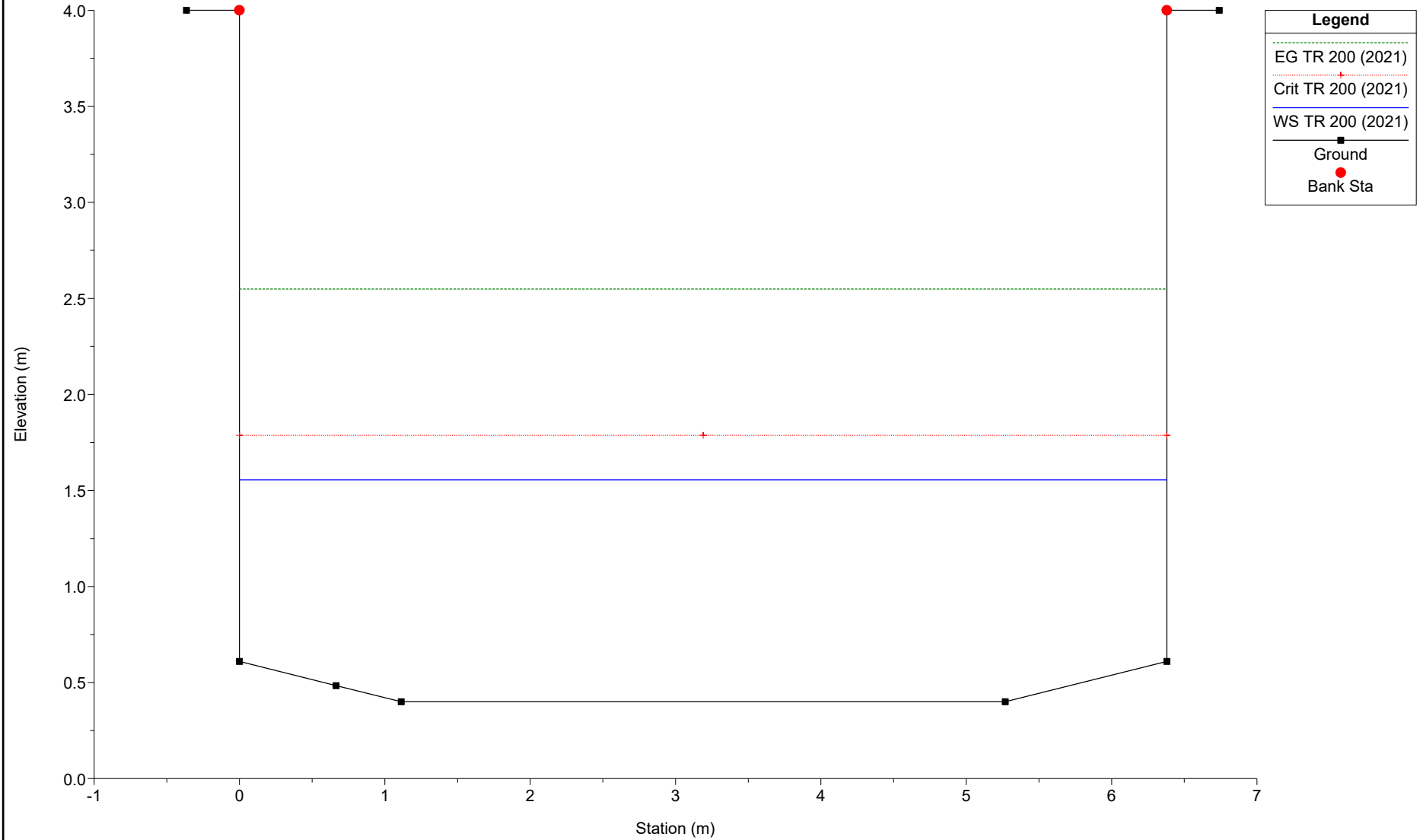
SDP_2021_NuovaGEomMOSTES

RS = -3 Regime di corrente: MISTO



SDP_2021_NuovaGEomMOSTES

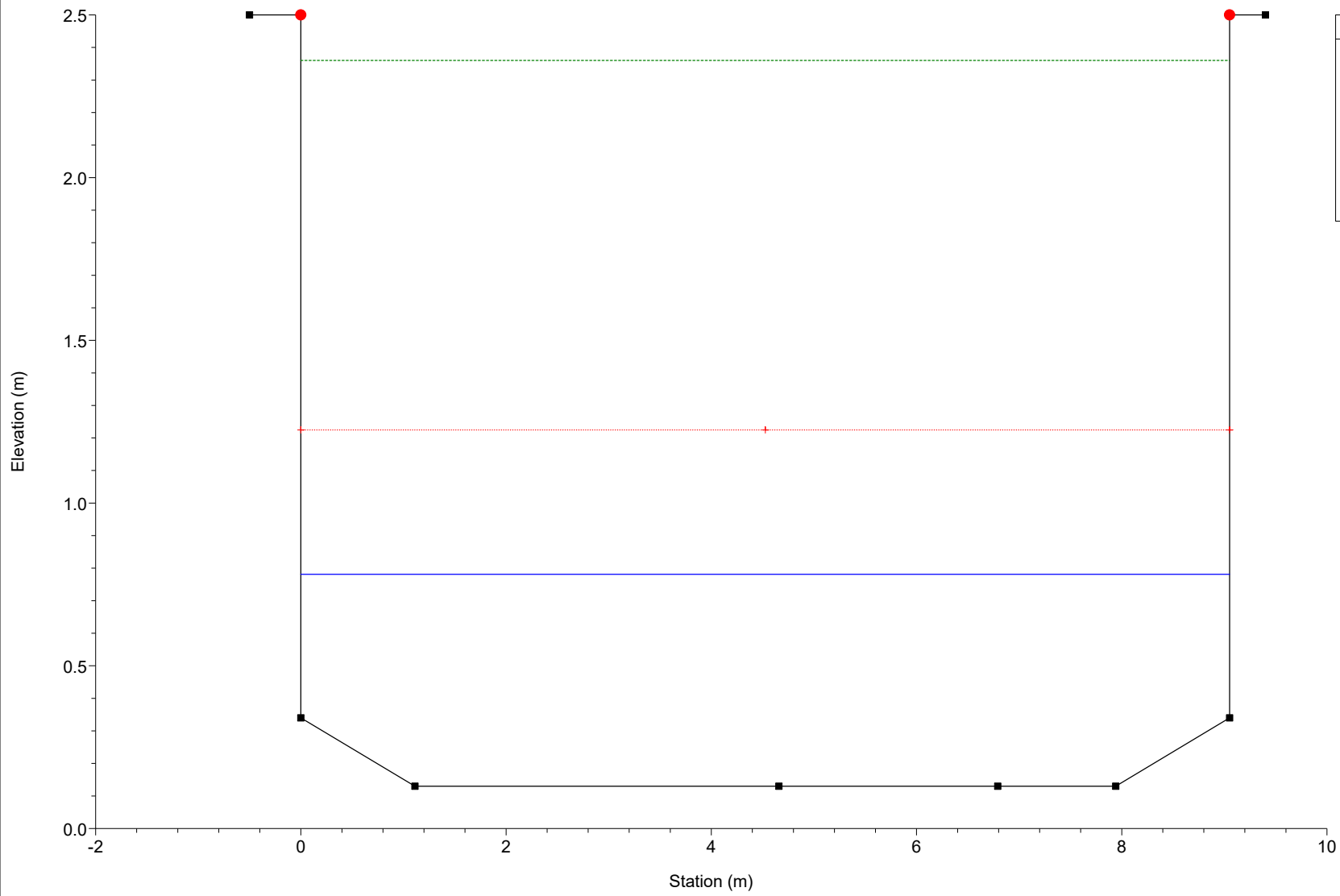
RS = -4 Regime di corrente: MISTO



SDP_2021_NuovaGEomMOSTES

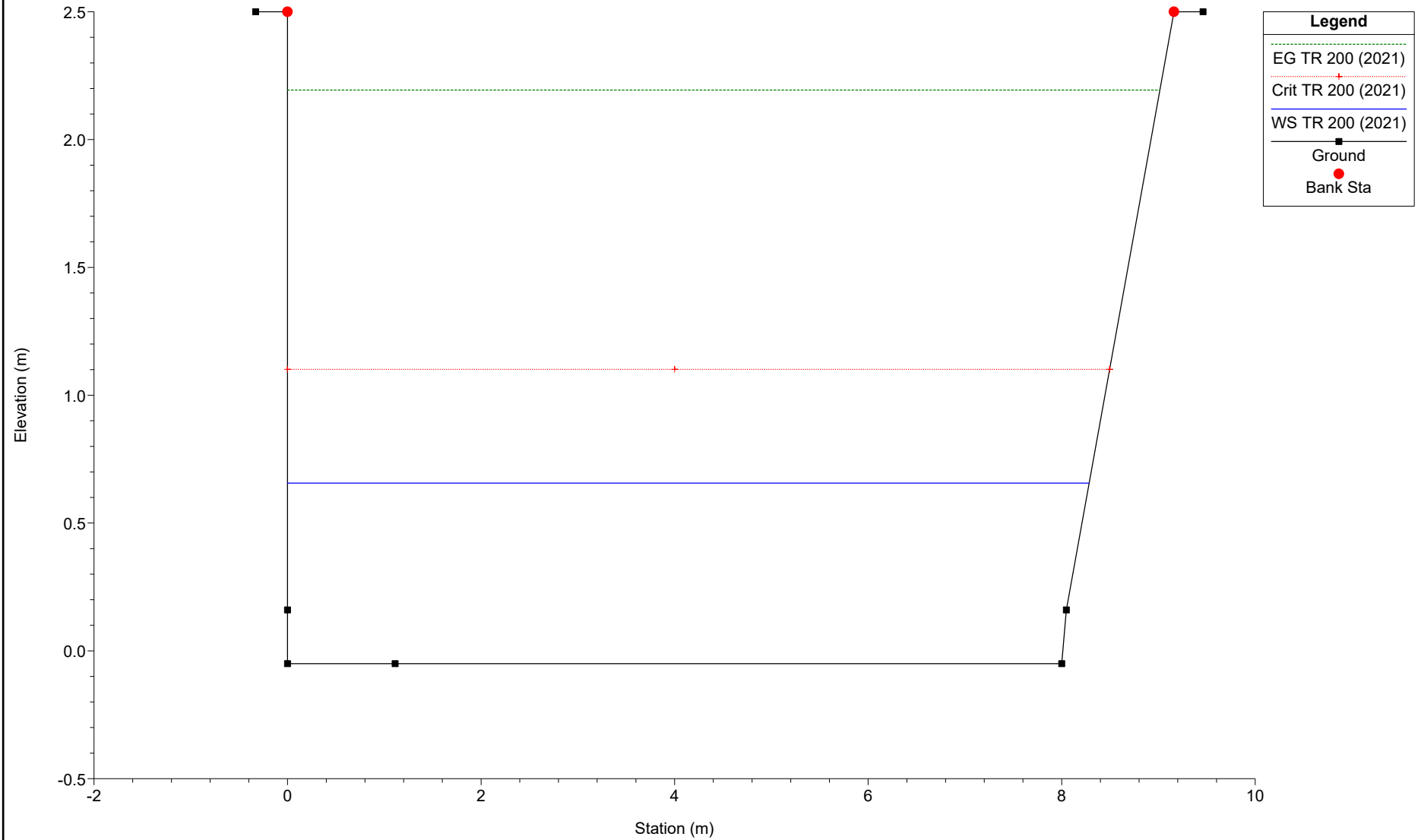
RS = -5 Regime di corrente: MISTO

Legend	
EG TR 200 (2021)	
Crit TR 200 (2021)	
WS TR 200 (2021)	
Ground	
Bank Sta	



SDP_2021_NuovaGEomMOSTES

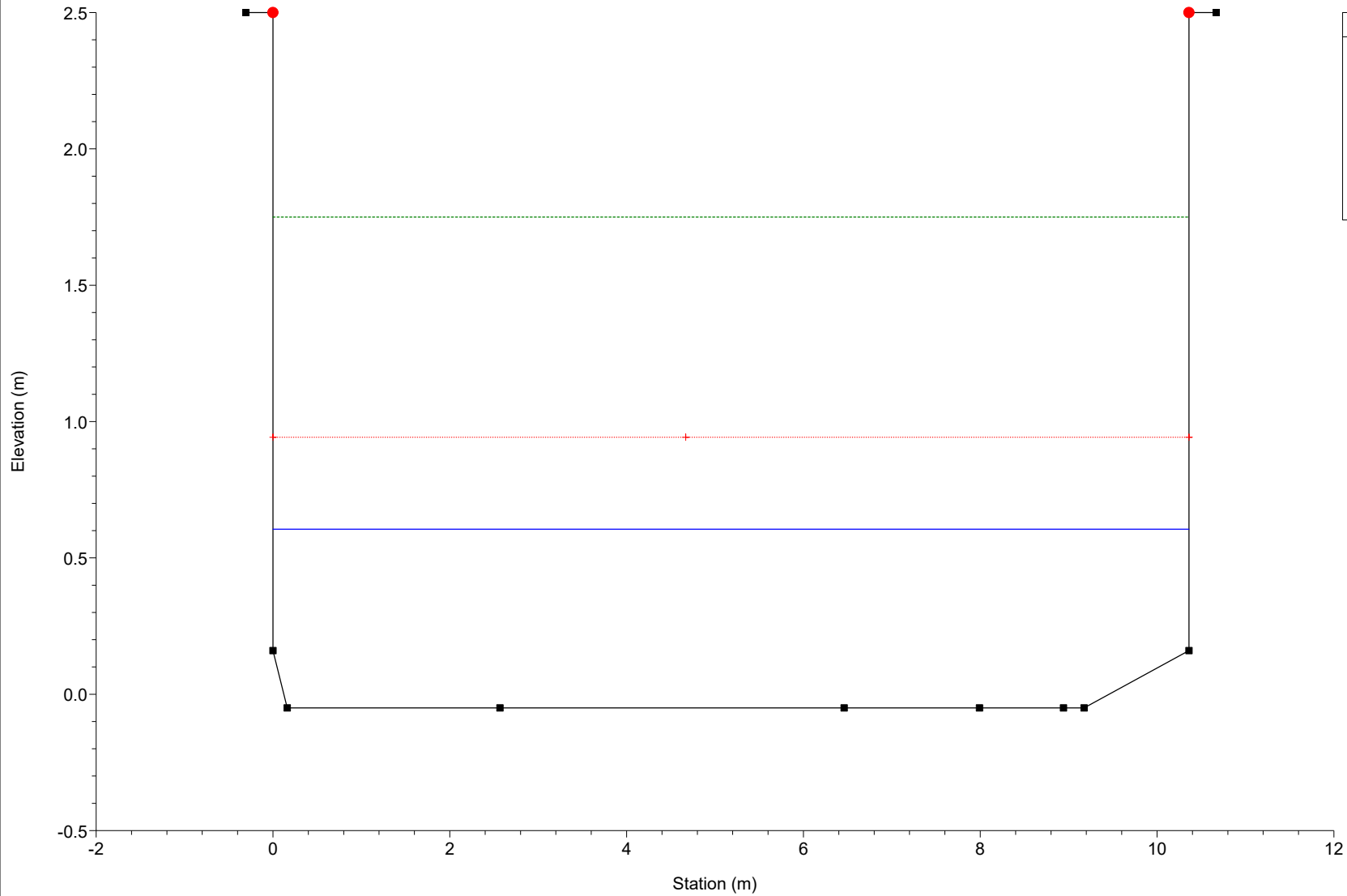
RS = -6 Regime di corrente: MISTO



SDP_2021_NuovaGEomMOSTES

RS = -7 Regime di corrente: MISTO

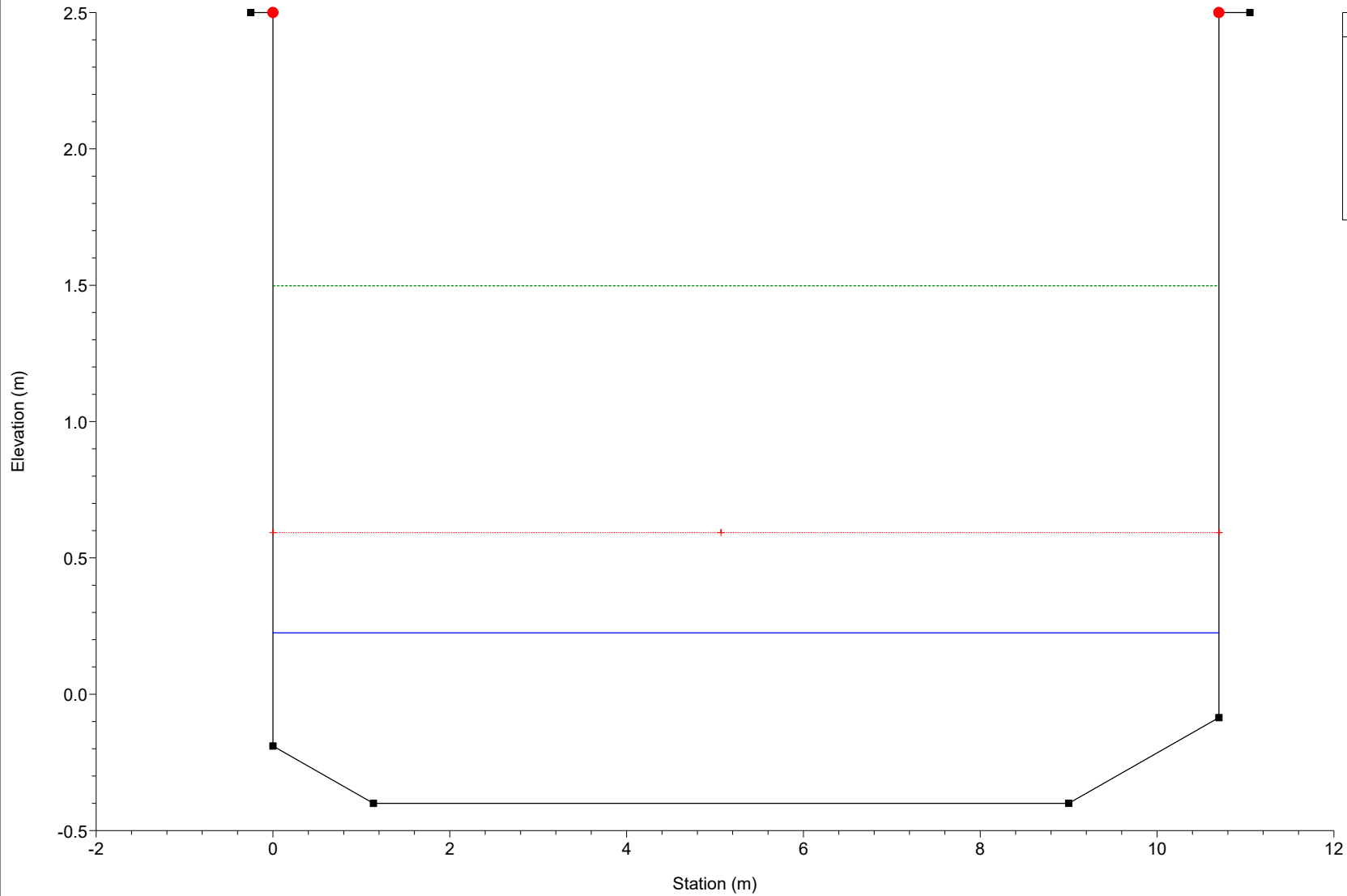
Legend	
EG TR 200 (2021)	
Crit TR 200 (2021)	
WS TR 200 (2021)	
Ground	
Bank Sta	



SDP_2021_NuovaGEomMOSTES

RS = -8 Regime di corrente: MISTO

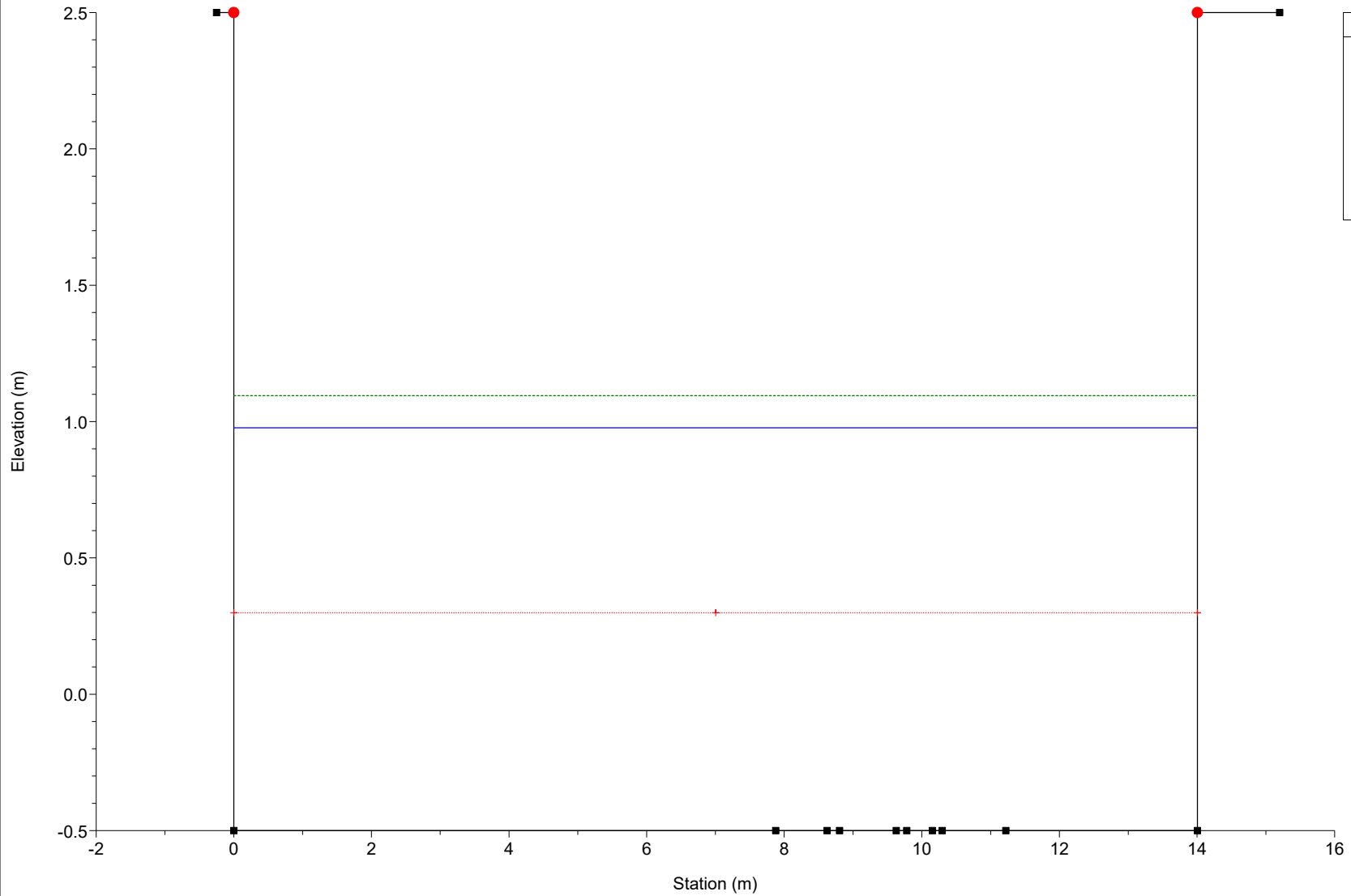
Legend	
EG TR 200 (2021)	
Crit TR 200 (2021)	
WS TR 200 (2021)	
Ground	
Bank Sta	



SDP_2021_NuovaGEomMOSTES





RS = -9 Regime di corrente: MISTO

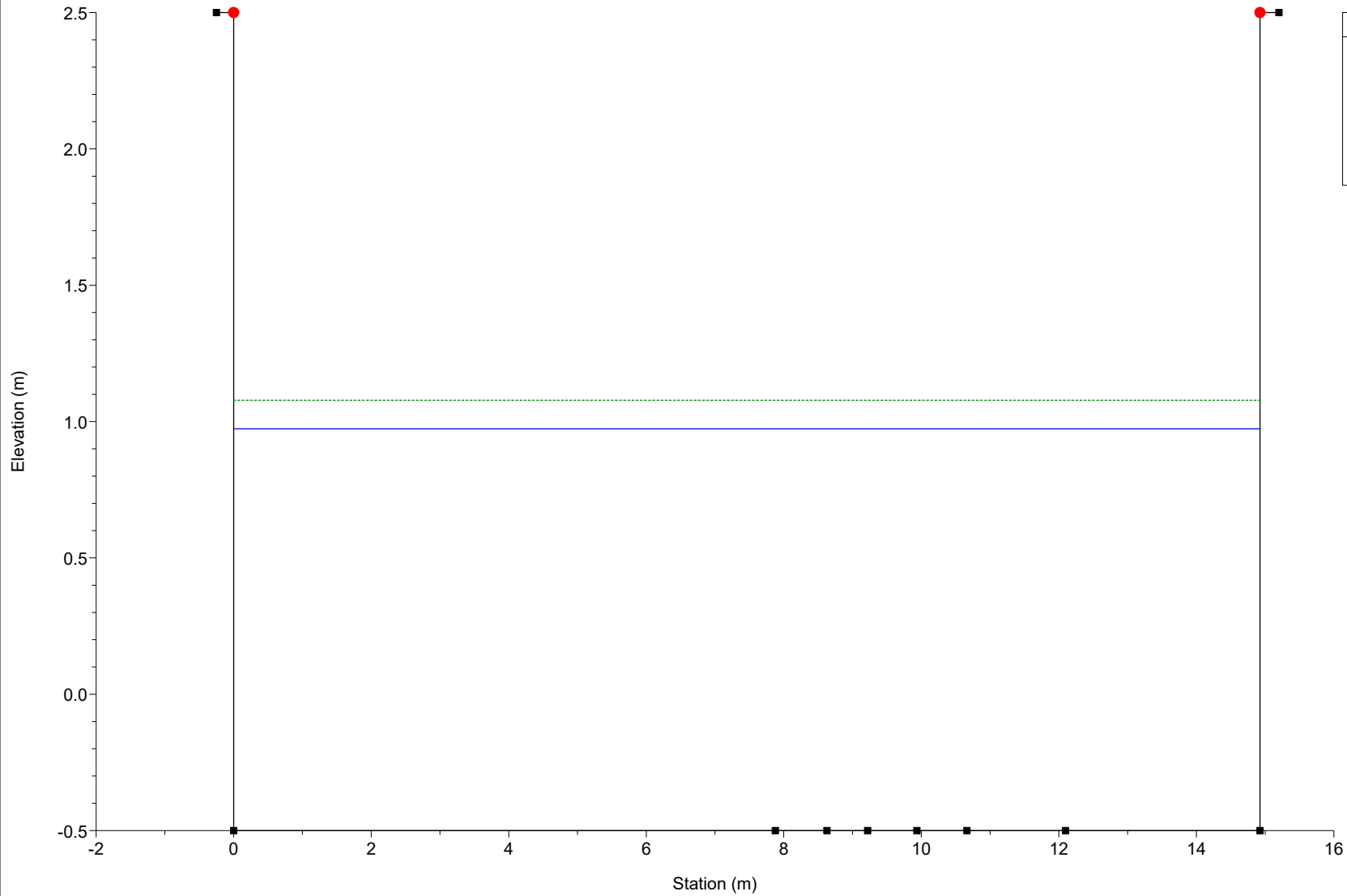
Legend	
EG TR 200 (2021)	
WS TR 200 (2021)	
Crit TR 200 (2021)	
Ground	
Bank Sta	



SDP_2021_NuovaGEomMOSTES

RS = -10 Regime di corrente: MISTO

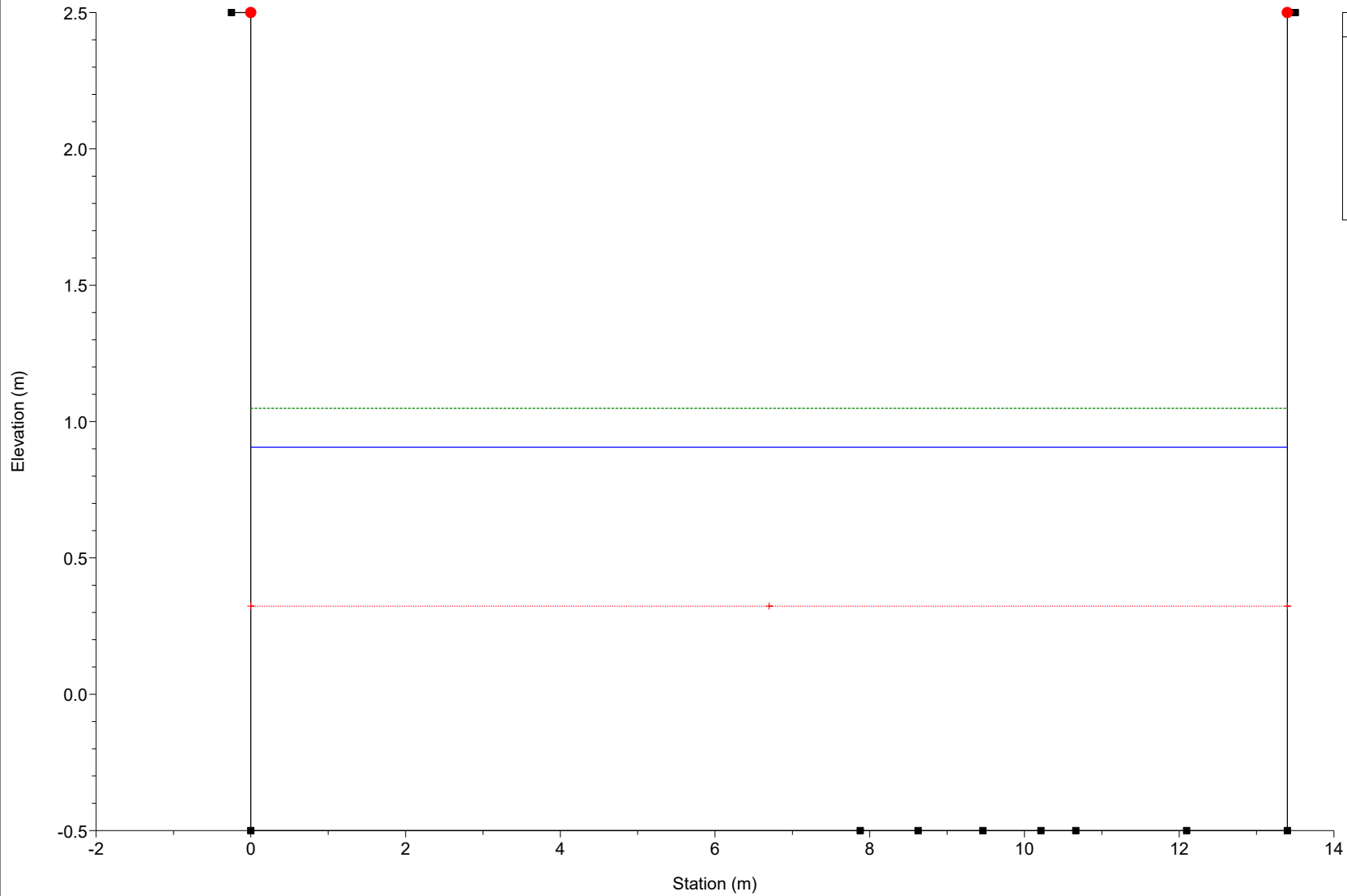
Legend	
EG TR 200 (2021)	
WS TR 200 (2021)	
Ground	
Bank Sta	



SDP_2021_NuovaGEomMOSTES

RS = -11 Regime di corrente: MISTO

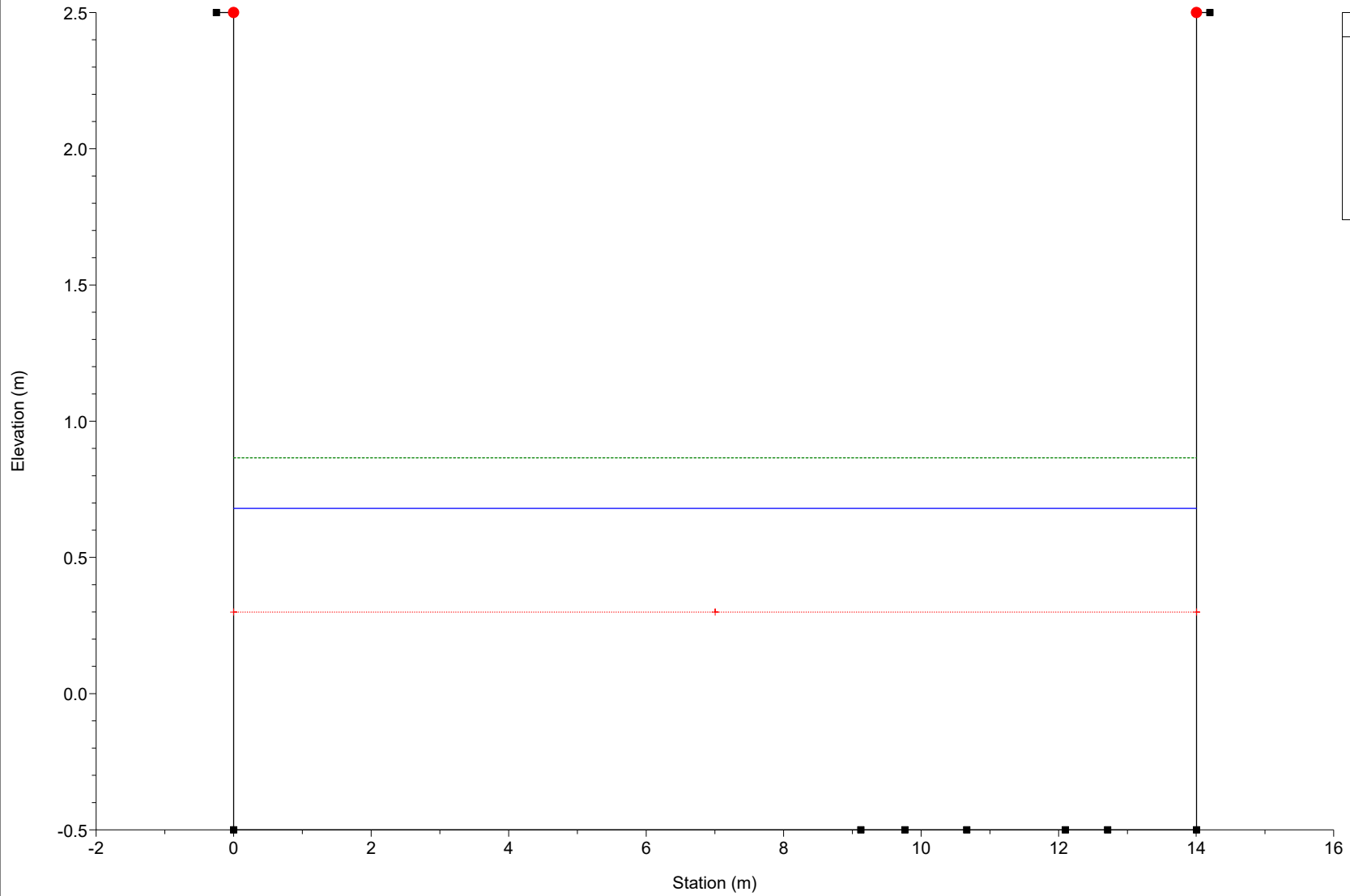
Legend	
EG TR 200 (2021)	
WS TR 200 (2021)	
Crit TR 200 (2021)	
Ground	
Bank Sta	





SDP_2021_NuovaGEomMOSTES

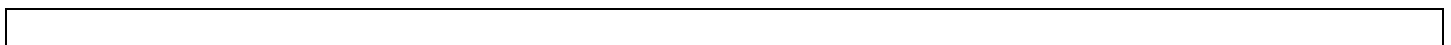
RS = -12 Regime di corrente: MISTO

Legend	
EG TR 200 (2021)	
WS TR 200 (2021)	
Crit TR 200 (2021)	
Ground	
Bank Sta	

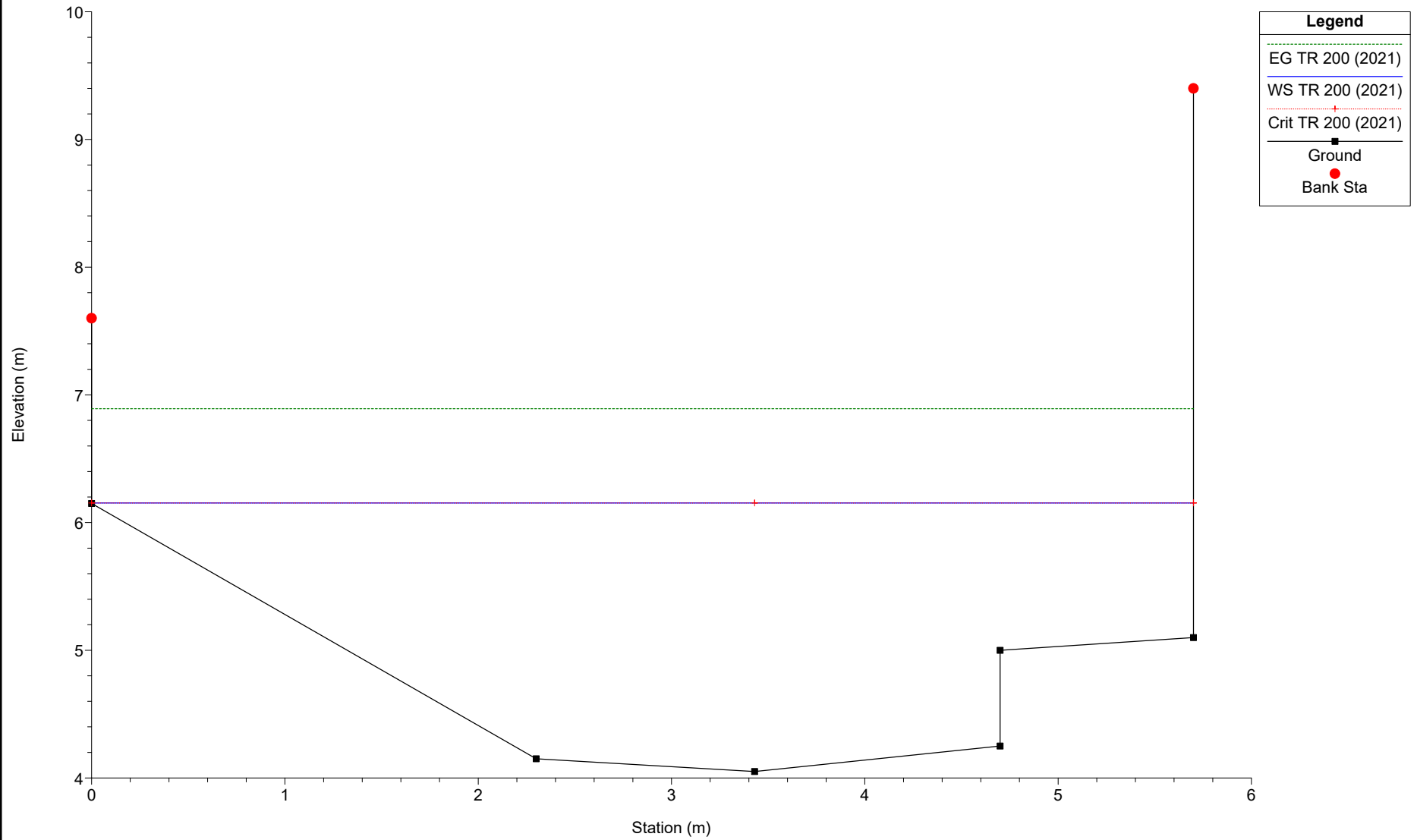


 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	Progettazione definitiva per appalto integrato e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione delle opere di adeguamento del tratto terminale del Rio Molinassi con spostamento Cooperativa Pescatori Multedo interferenti con la foce Rio Molinassi (Lotto 1) e alla Briglia selettiva (Lotto 3)
	Relazione idraulica

3. SEZIONI IDRAULICHE IMPLEMENTATE NEL SOFTWARE HEC RAS IN CONDIZIONI DI PIENO RIEMPIMENTO DEL TRATTO DEL RIO SAN MICHELE A MONTE DELLA SOGLIA IDRAULICA

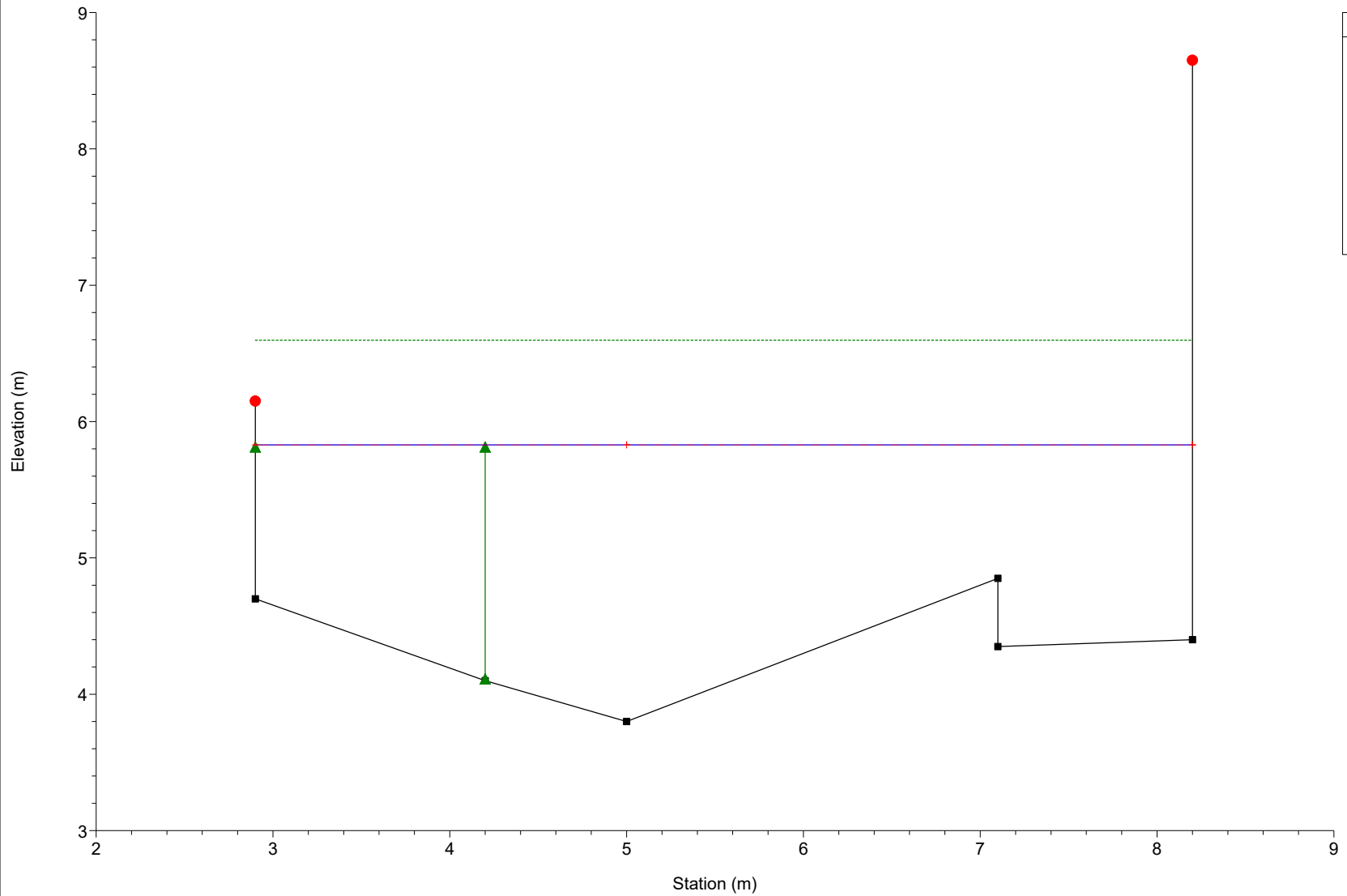


SDP_2021_sedimenti
RS = 4 MIC_S8 Regime di corrente: MISTO



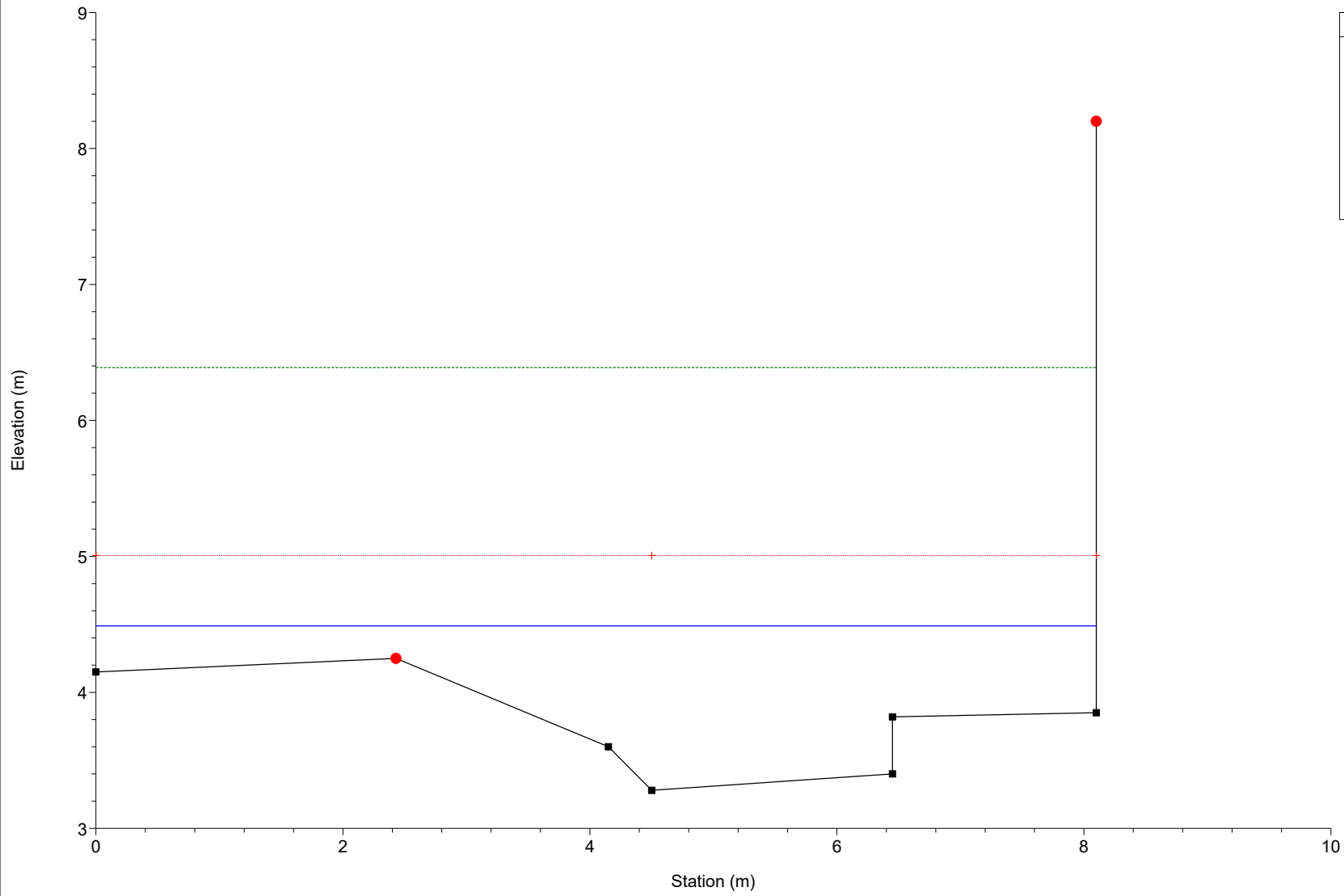
SDP_2021_sedimenti
RS = 3 MIC_S7 Regime di corrente: MISTO

Legend	
EG TR 200 (2021)	
WS TR 200 (2021)	
Crit TR 200 (2021)	
Ground	
Ineff	
Bank Sta	



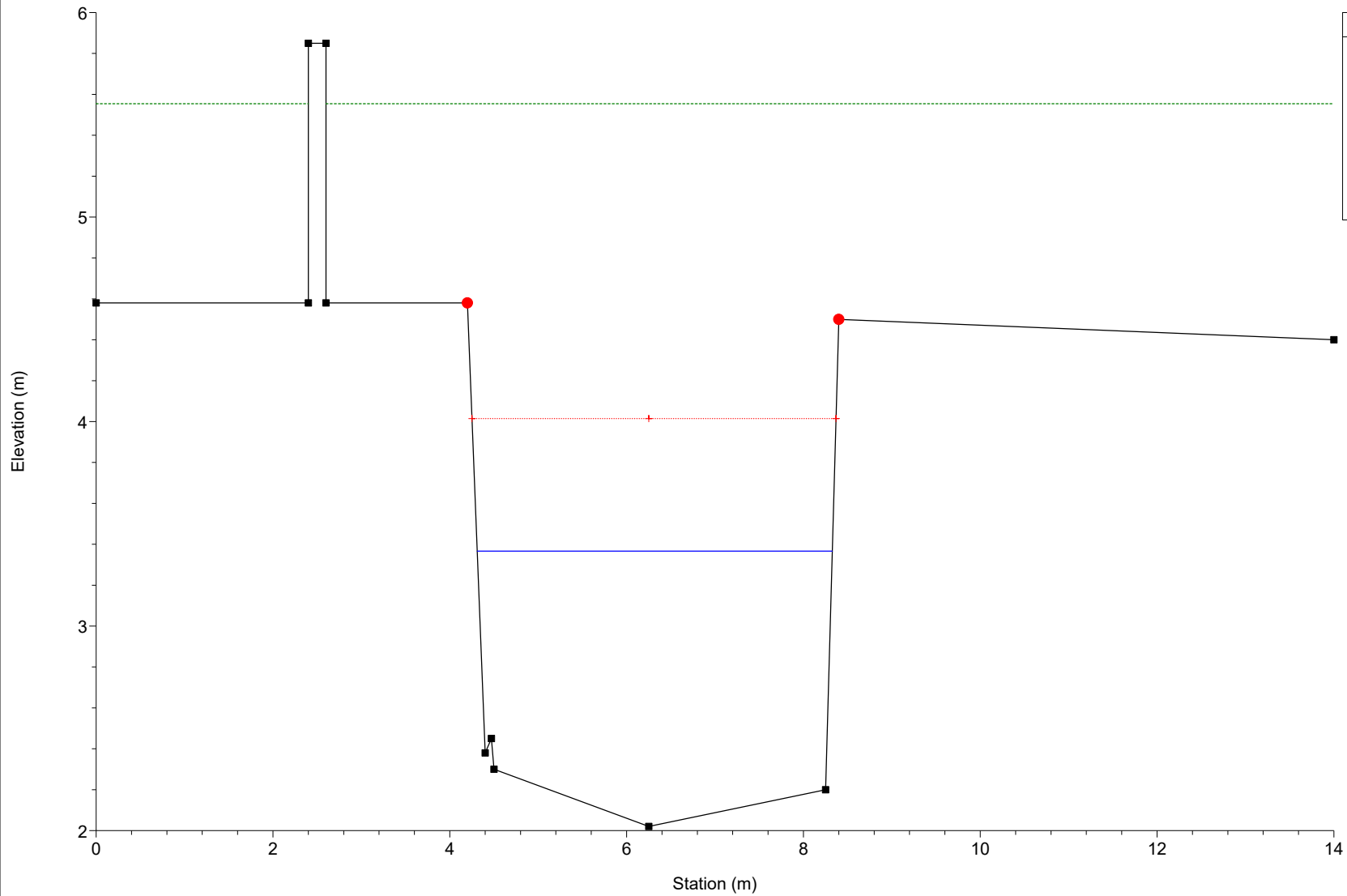
SDP_2021_sedimenti
RS = 2 MIC_S6 Regime di corrente: MISTO

Legend	
EG TR 200 (2021)	
Crit TR 200 (2021)	
WS TR 200 (2021)	
Ground	
Bank Sta	

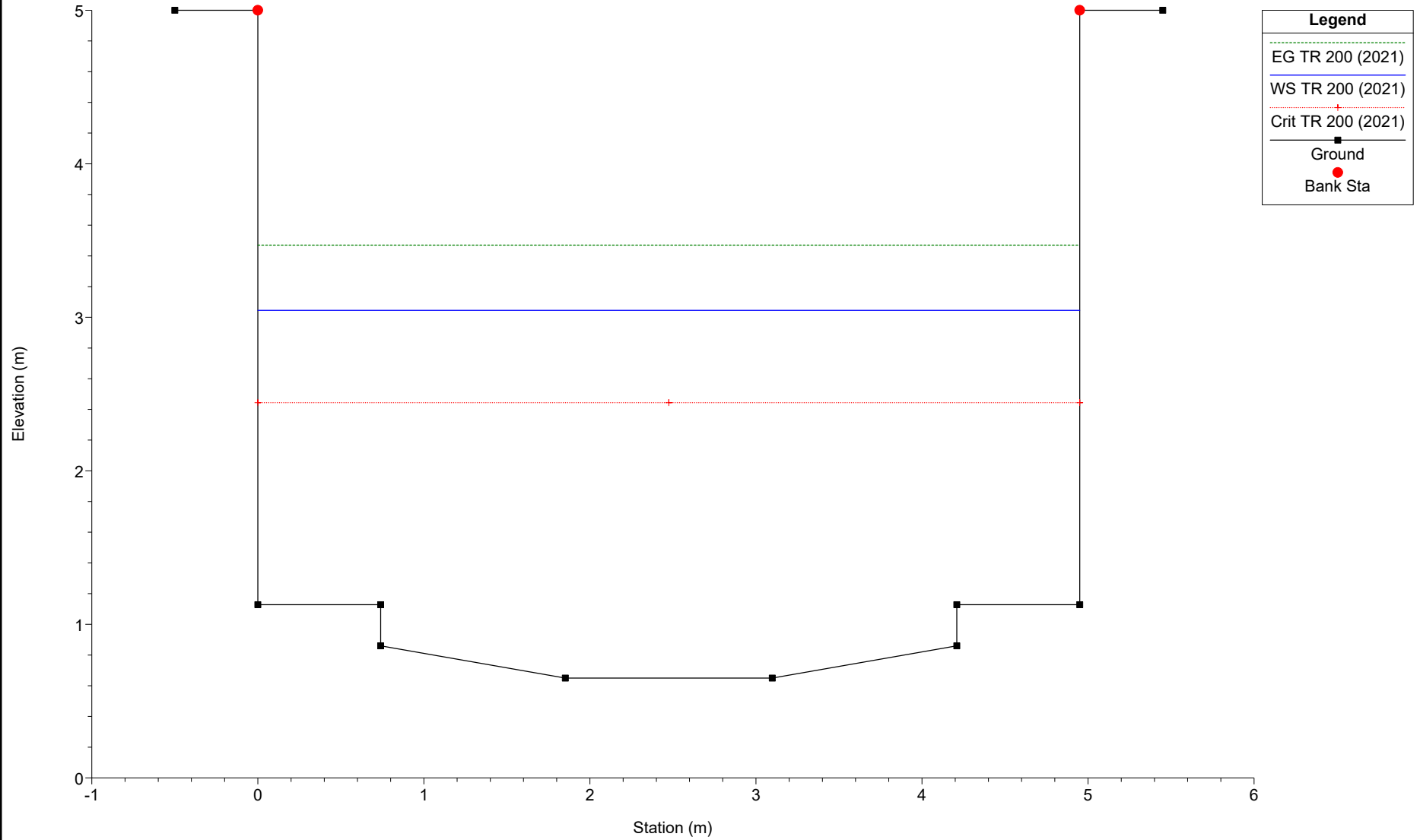


SDP_2021_sedimenti
RS = 1 MIC_S5 Regime di corrente: MISTO

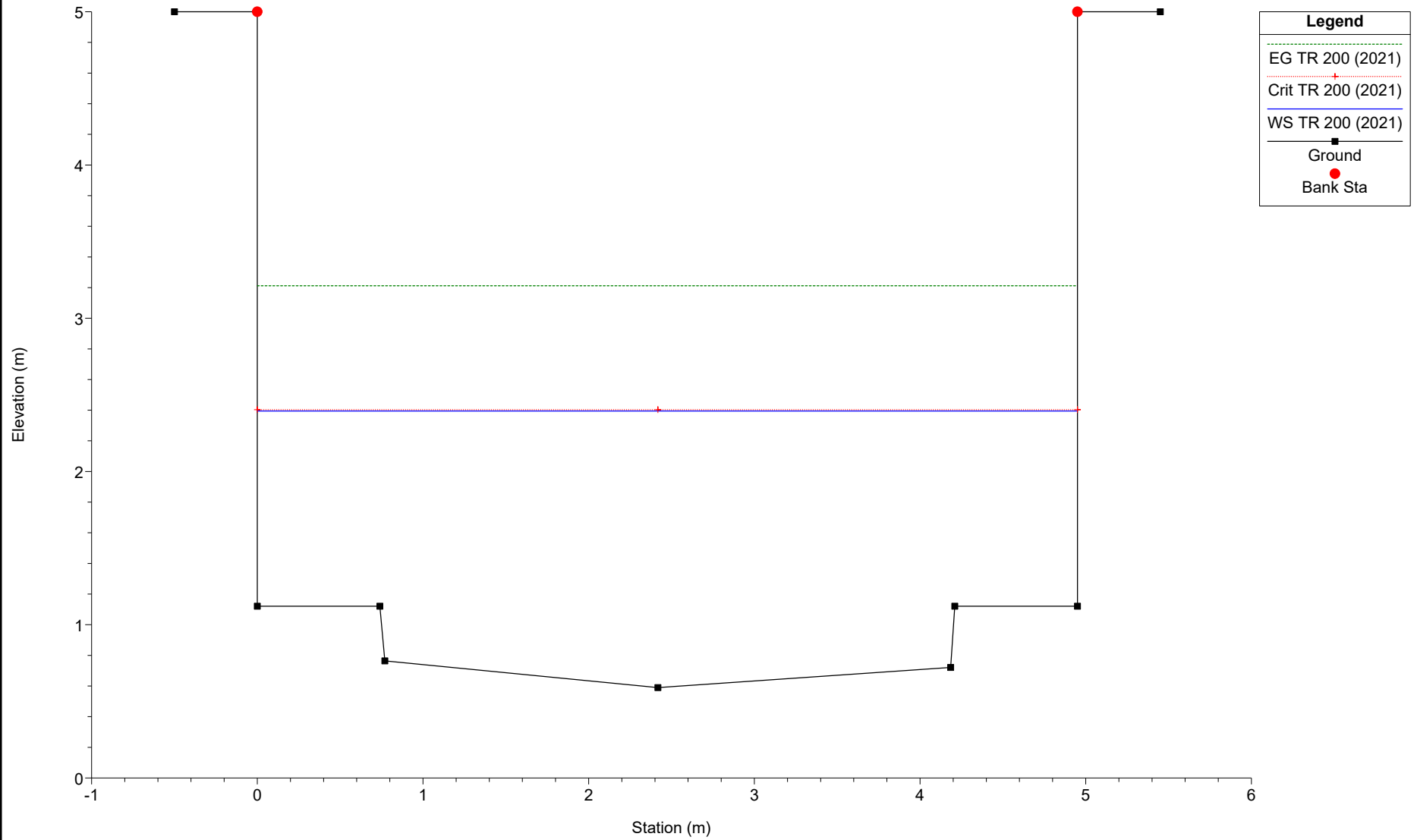
Legend	
EG TR 200 (2021)	
Crit TR 200 (2021)	
WS TR 200 (2021)	
Ground	
Bank Sta	



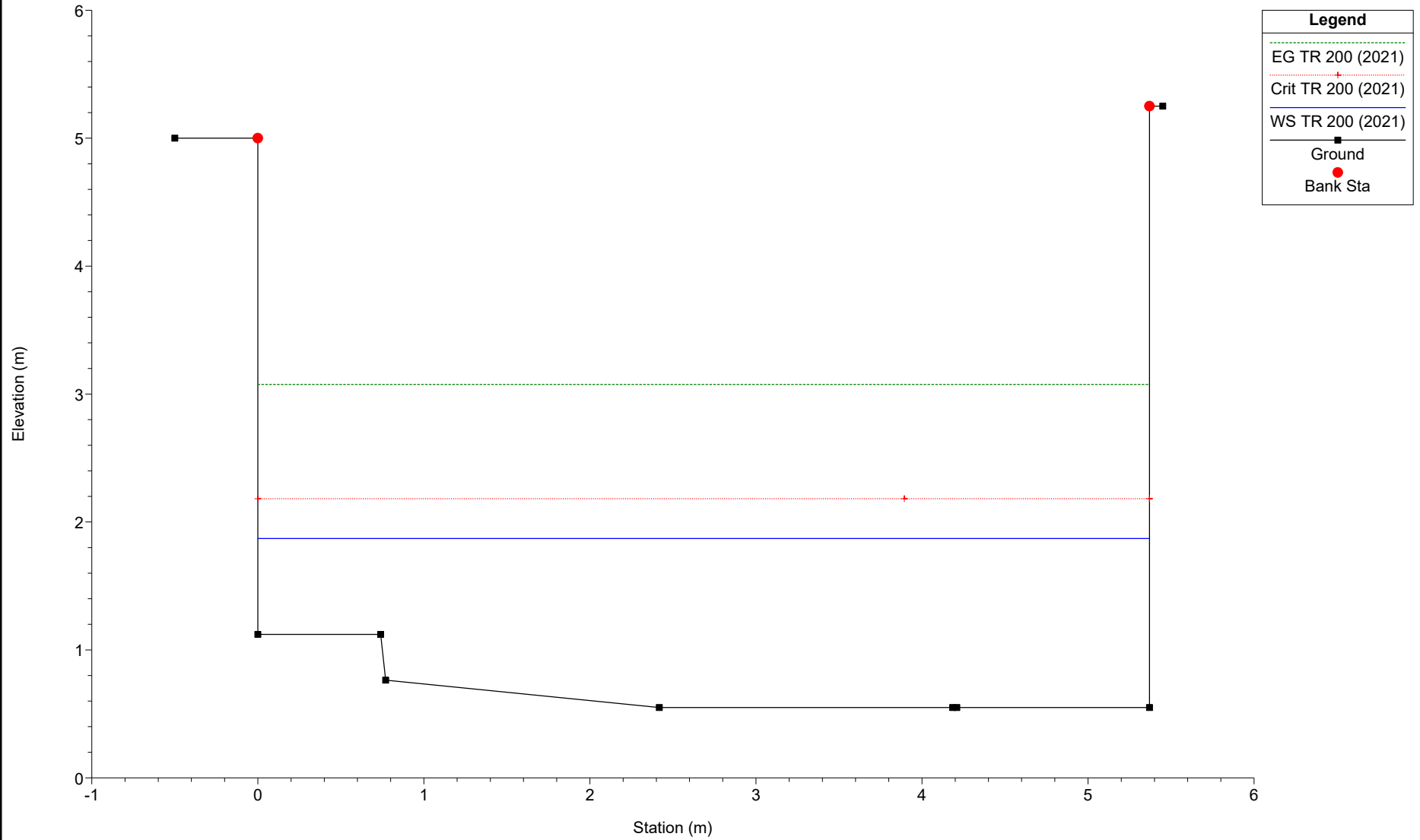
SDP_2021_sedimenti
RS = -1 Regime di corrente: MISTO



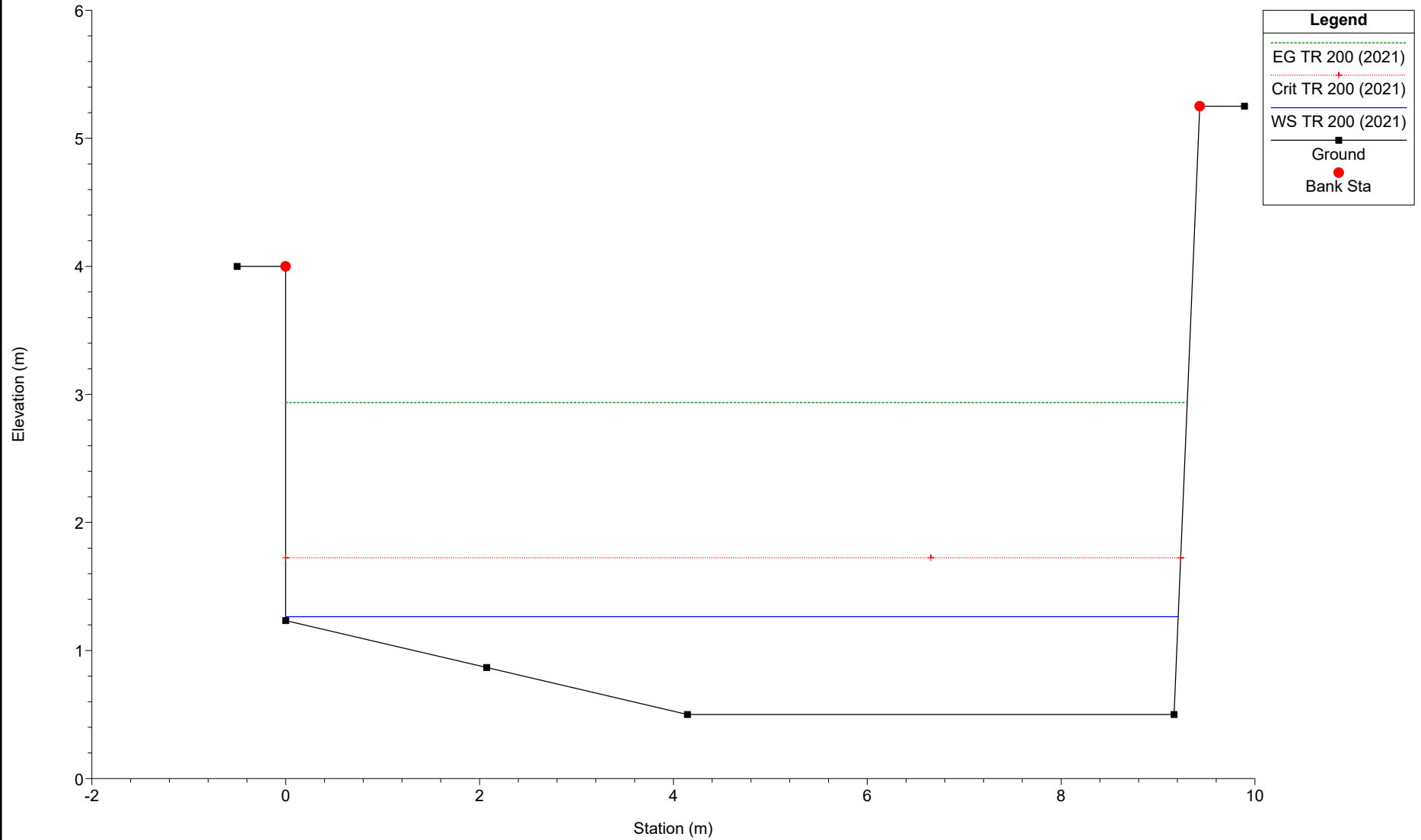
SDP_2021_sedimenti
RS = -2 Regime di corrente: MISTO



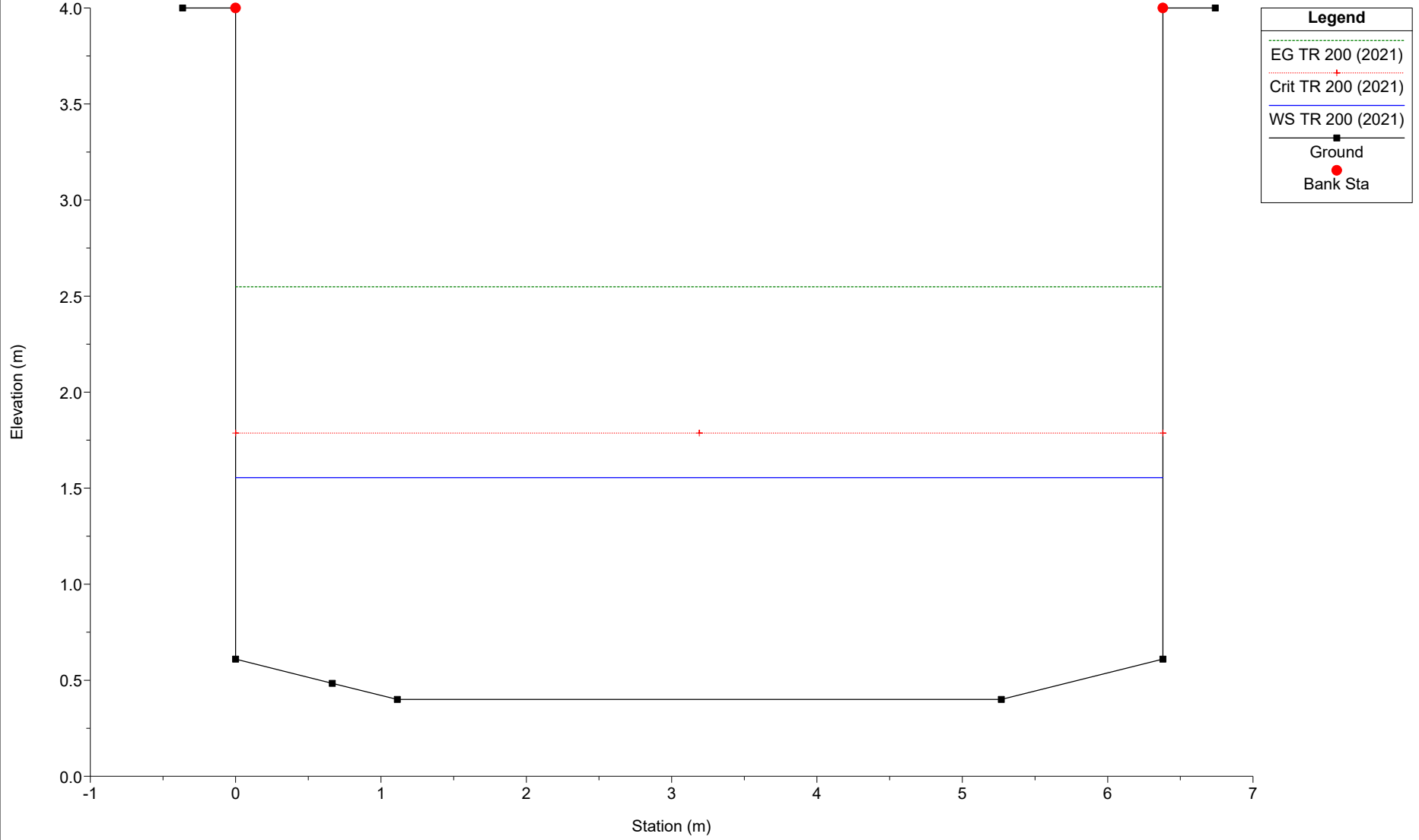
SDP_2021_sedimenti
RS = -2.5 Regime di corrente: MISTO



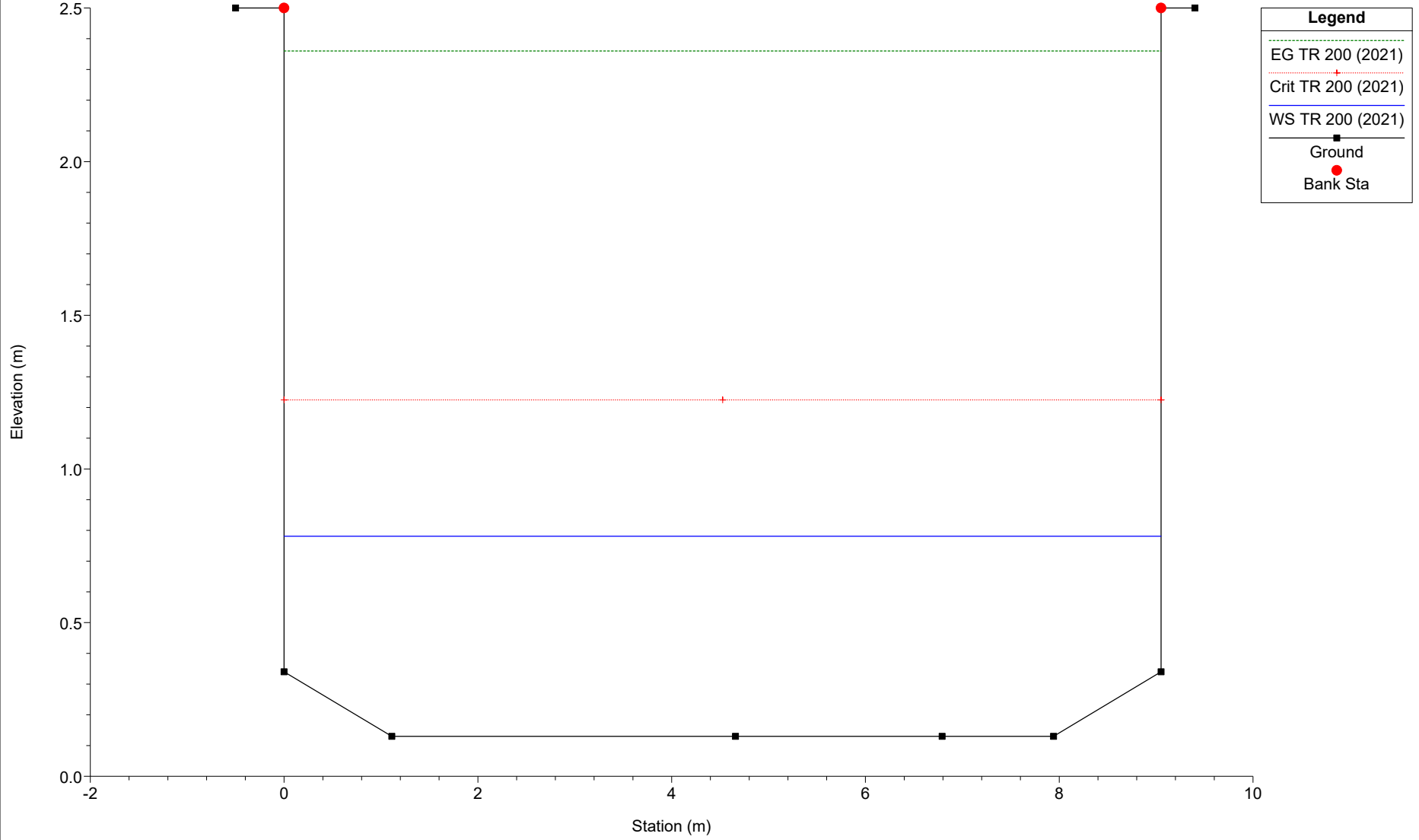
SDP_2021_sedimenti
RS = -3 Regime di corrente: MISTO



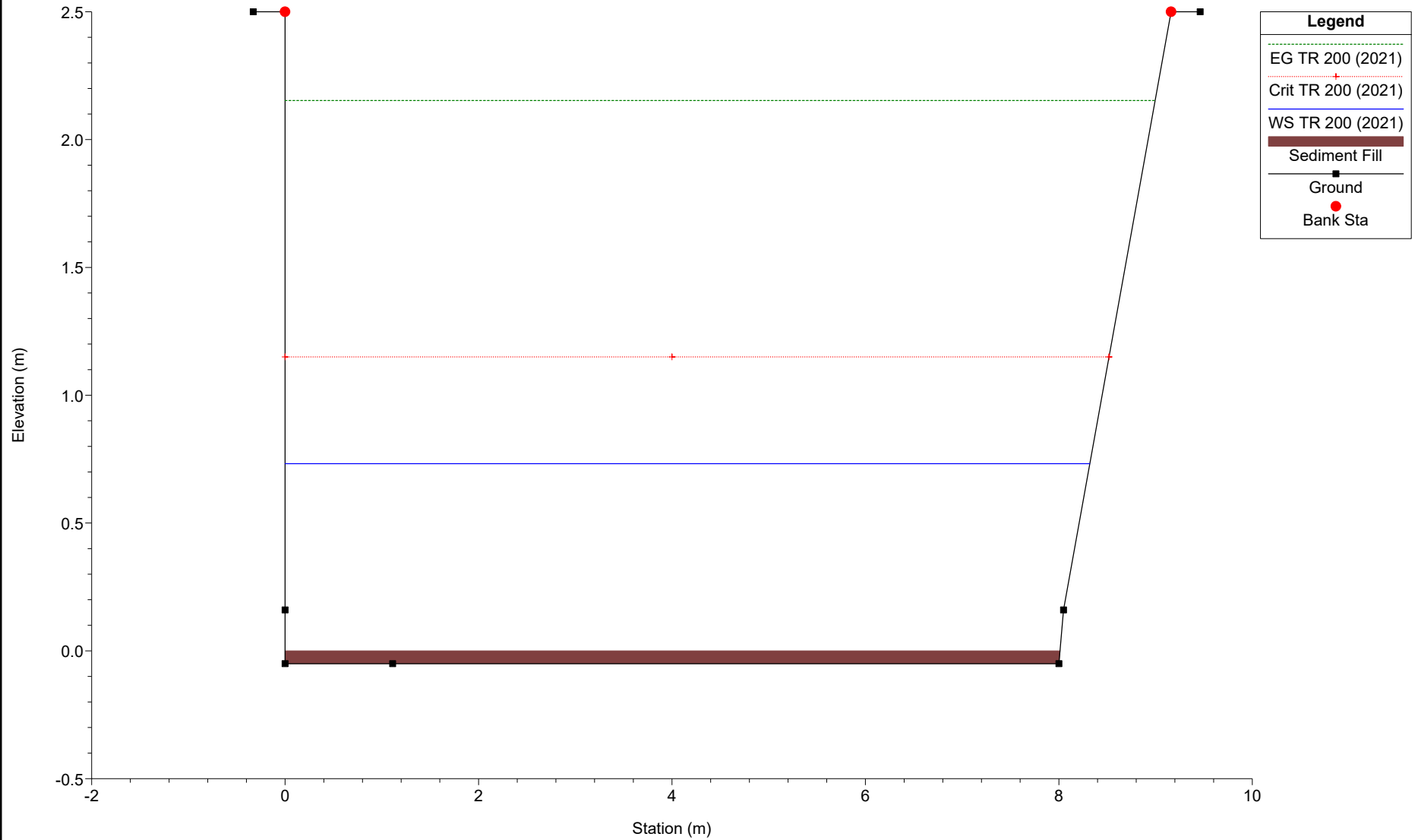
SDP_2021_sedimenti
RS = -4 Regime di corrente: MISTO



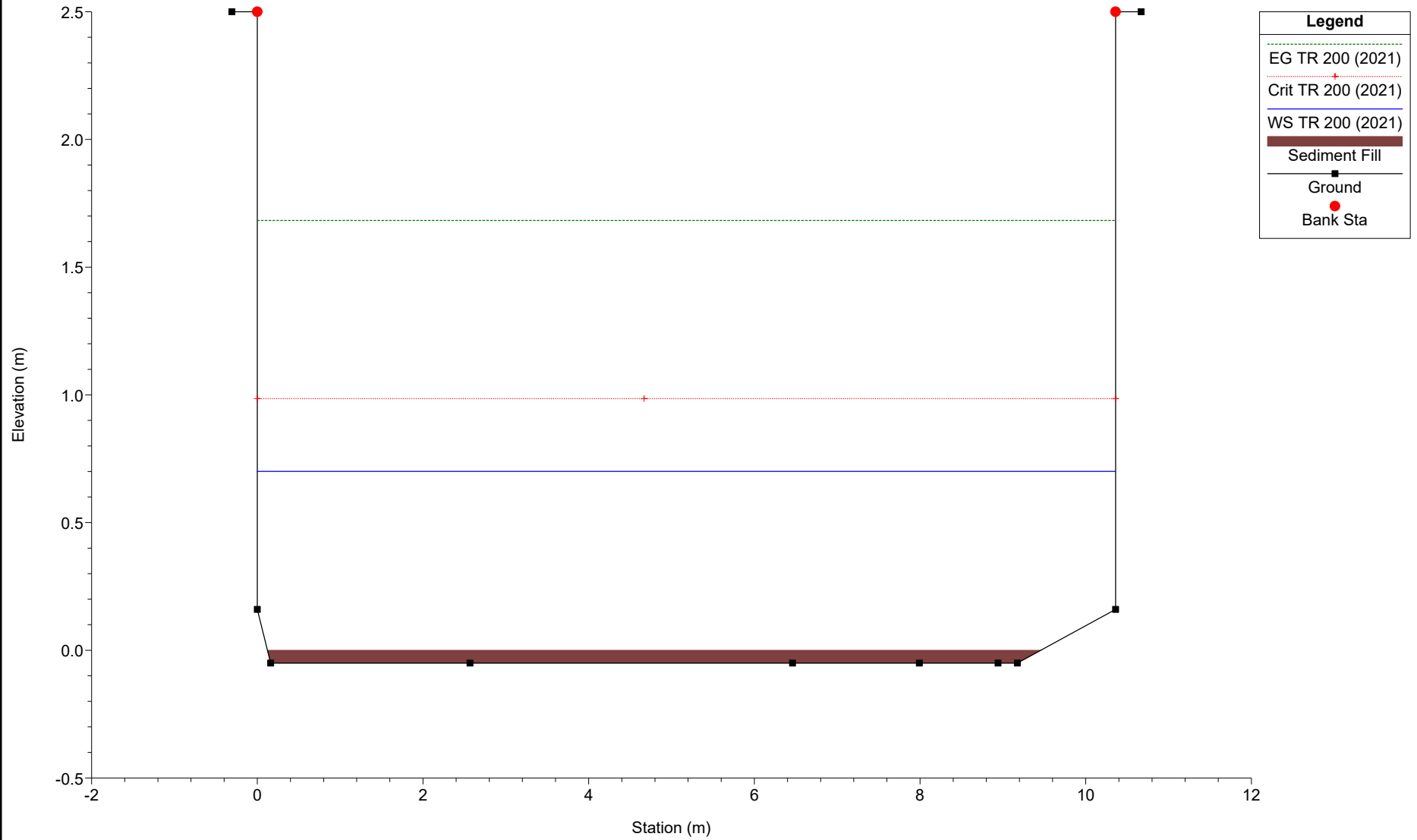
SDP_2021_sedimenti
RS = -5 Regime di corrente: MISTO



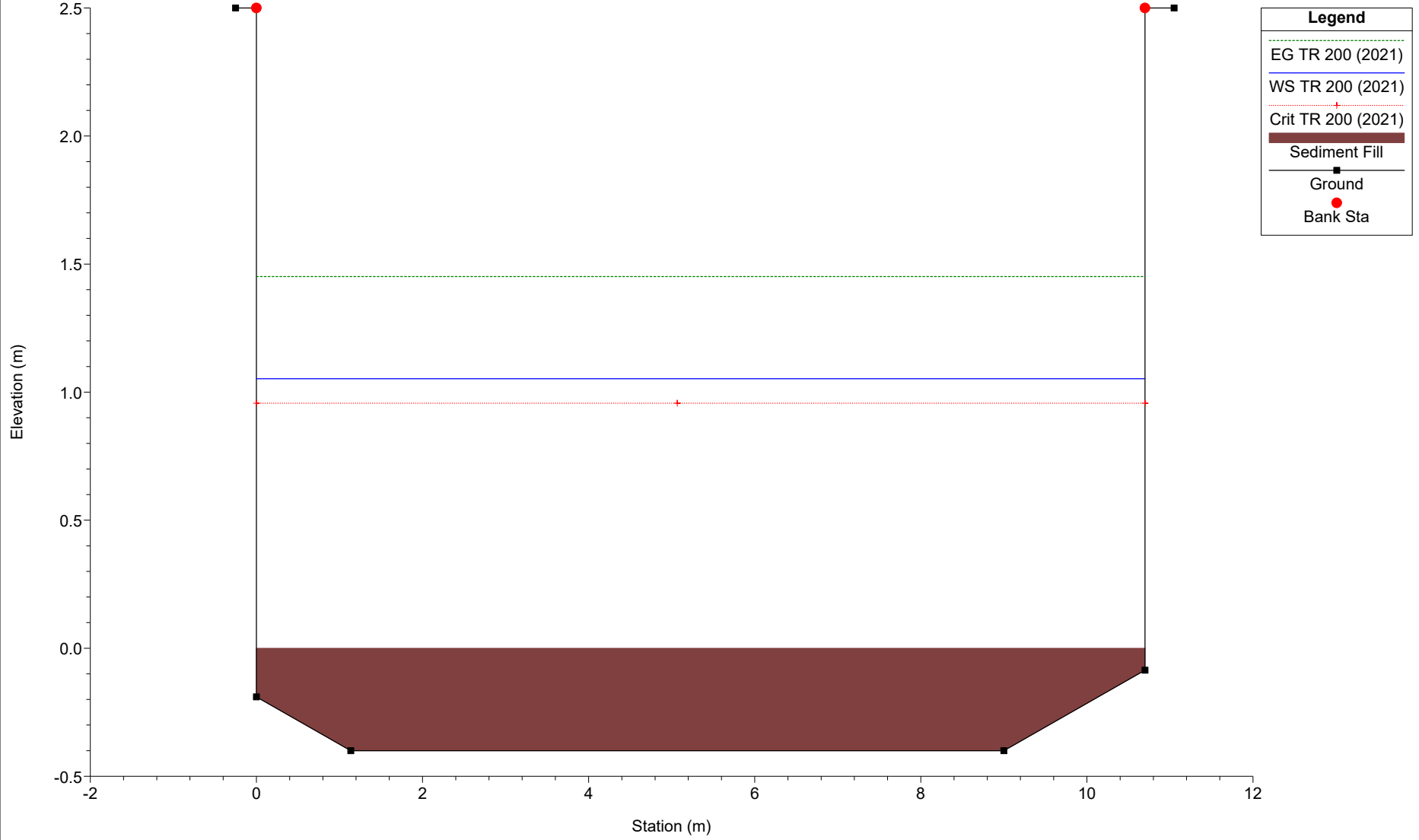
SDP_2021_sedimenti
RS = -6 Regime di corrente: MISTO



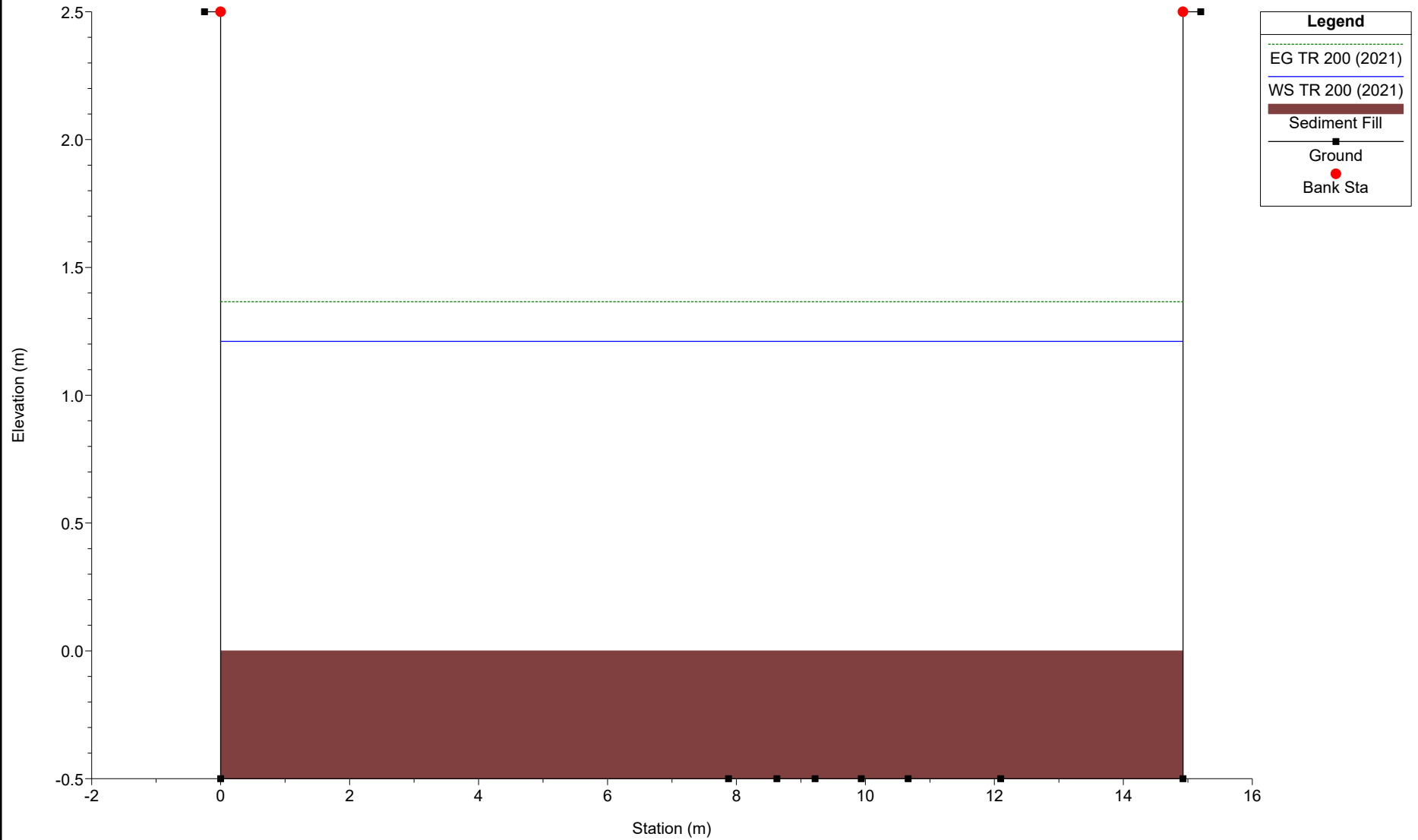
SDP_2021_sedimenti
RS = -7 Regime di corrente: MISTO



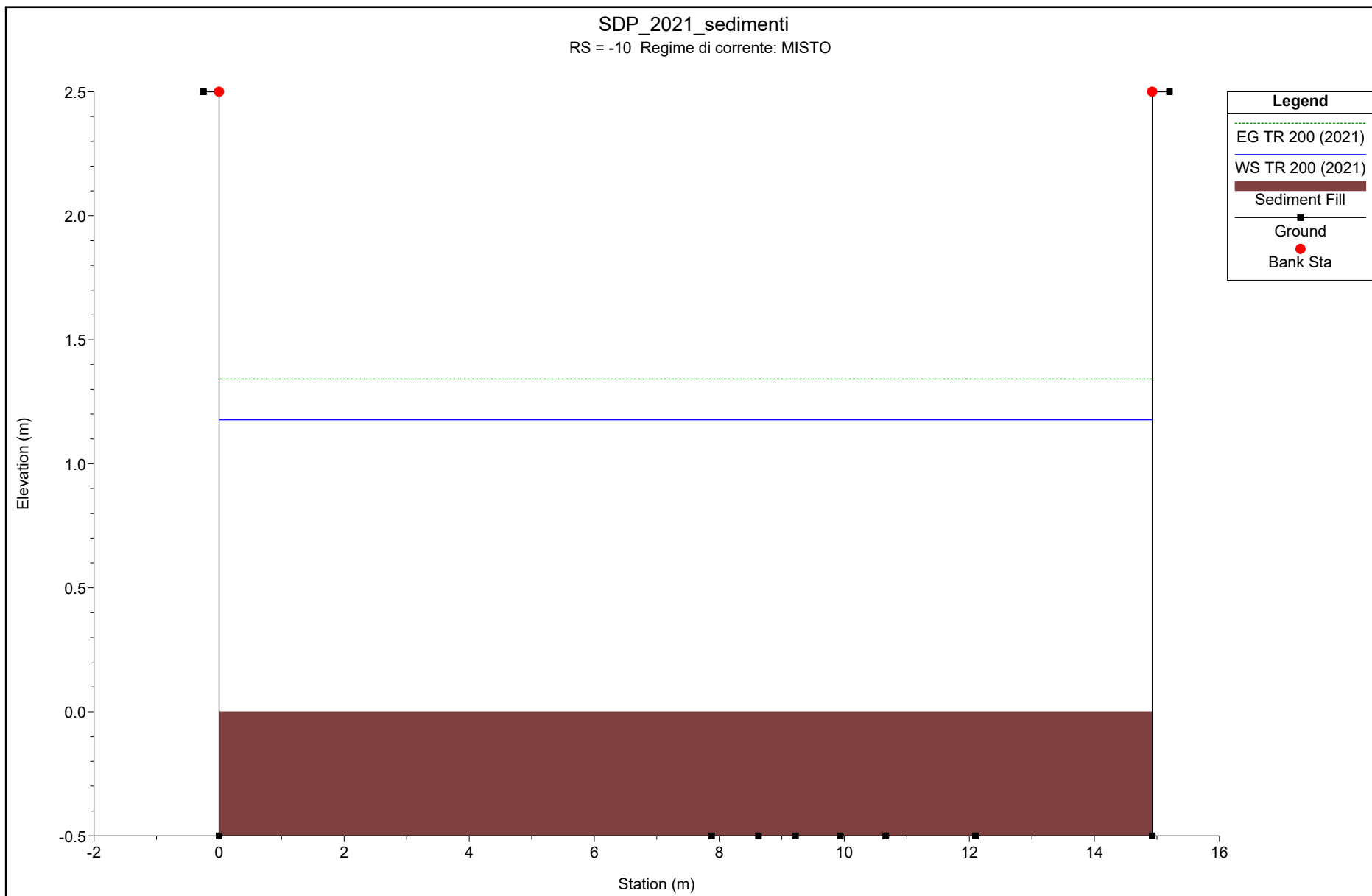
SDP_2021_sedimenti
RS = -8 Regime di corrente: MISTO



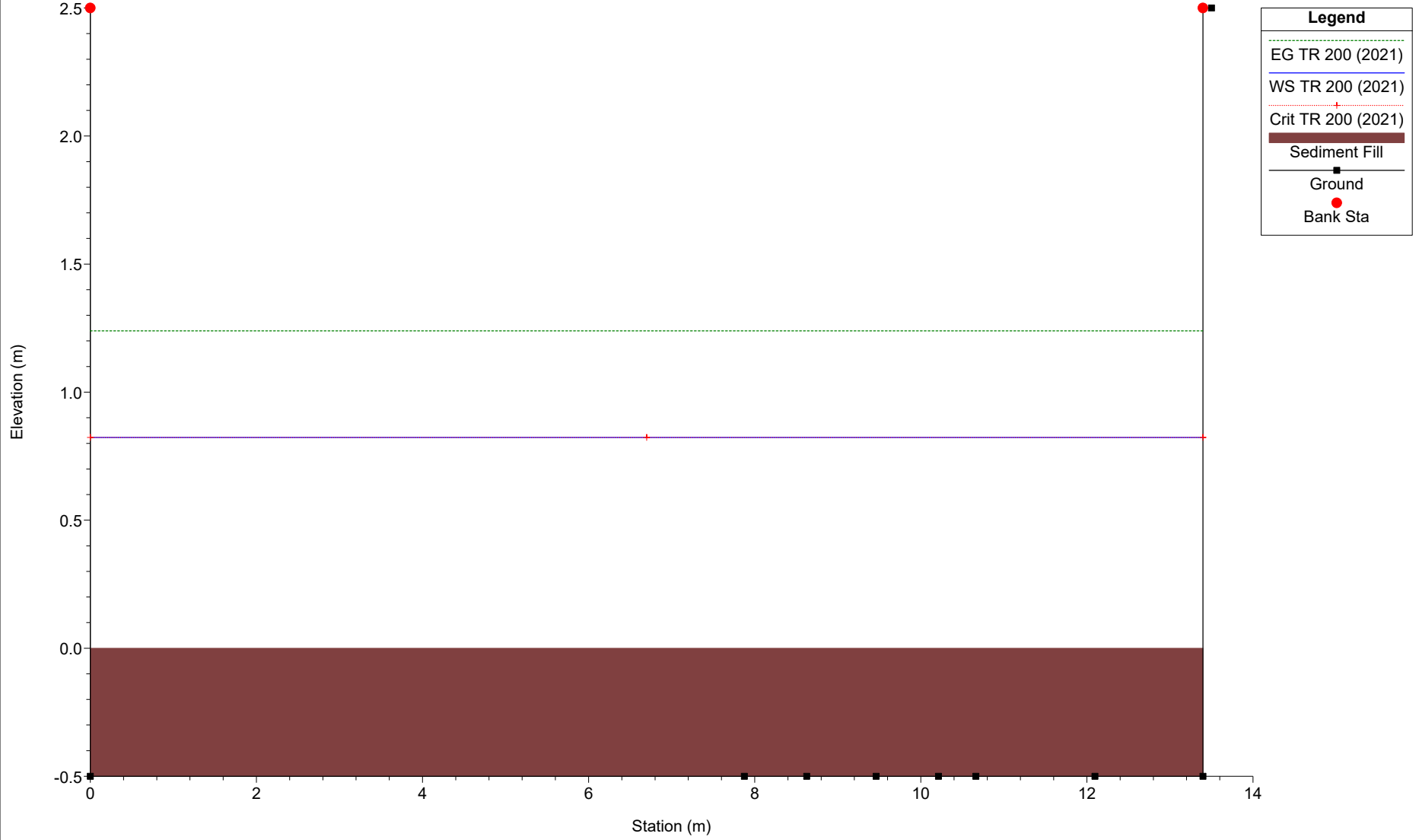
SDP_2021_sedimenti
RS = -9 Regime di corrente: MISTO



SDP_2021_sedimenti
RS = -10 Regime di corrente: MISTO



SDP_2021_sedimenti
RS = -11 Regime di corrente: MISTO



SDP_2021_sedimenti
RS = -12 Regime di corrente: MISTO

