Comune di Savignone

SOLLERS - STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA
ING. GIORGIO MOZZO & ING. MARIO SERVETTO
piazza della Vittoria, 15/22
16121 Genova
tel: +39 349 1835258
tel: +39 348 6002357
mail: segreteria@sollers.it



STUDIO TECNICO ASSOCIATO
ING. SERGIO BRIZZOLARA & ING. STEFANO STURLA
via Cap. Renato Orsi, 31/20
16043 Chiavari (GE)
P.I.V.A. e C.F.: 01455710994
☎ +39 0185 370127
🖷 +39 0185 368280
✉ b3s@b3s.it – b3s@pec.b3s.it
dott. ing. Sergio Brizzolara – sergio@b3s.it
dott. ing. Stefano Sturla – stefano@b3s.it



sistemazione idraulica del tratto terminale del rio Camiasca alla confluenza con il torrente Scrivia in località ponte di Savignone

PROGETTO DEFINITIVO

(D. Lgs. 50/2016 – art. 23 – comma 7)

RELAZIONE IDRAULICA + MODELLI IDRAULICI

TAV. 17

SCALA

STABS 0936

REV.	data	motivazione
	agosto 2022	prima emissione

il Responsabile del Procedimento

questo documento è di proprietà esclusiva – è proibita la riproduzione anche parziale e la cessione a terzi senza specifica autorizzazione

sollers – studio associato di ingegneria – ing. giorgio mozzo & ing. mario servetto
piazza della Vittoria, 15/22 - 16121 Genova – tel +39 349 1835258 / 348 6002357 – mail: segreteria@sollers.it

studio tecnico associato ing. sergio brizzolara & ing. stefano sturla
via Cap. Renato Orsi, 31/20 - 16043 Chiavari (GE) P.I.V.A. e C.F. 01455710994
☎+39 0185 370127 +39 0185 368280 b3s@b3s.it - b3s@pec.b3s.it

INDICE

Premessa 3

Evento alluvionale anno 2014 5

Analisi cartografica e idrologica 10

Parametri idraulici utilizzati 13

Descrizione modello idraulico di stato attuale 15

Finalità intervento a progetto 24

Descrizione interventi a progetto 26

Descrizione modello idraulico stato di progetto 29

Verifica stabilità modello idraulico di progetto 35

Valutazione effetto curva 39

Aspetti morfodinamici 41

sollers – studio associato di ingegneria – ing. giorgio mozzo & ing. mario servetto
piazza della Vittoria, 15/22 - 16121 Genova – tel +39 349 1835258 / 348 6002357 – mail: segreteria@sollers.it

studio tecnico associato ing. sergio brizzolara & ing. stefano sturla
via Cap. Renato Orsi, 31/20 - 16043 Chiavari (GE) P.I.V.A. e C.F. 01455710994
☎+39 0185 370127 +39 0185 368280 b3s@b3s.it - b3s@pec.b3s.it

Premessa

La presente relazione idraulica viene redatta nell'ambito del progetto definitivo relativo all'intervento di "*sistemazione idraulica del tratto terminale del rio Camiasca alla confluenza con il torrente Scrivia in località Ponte di Savignone*".

L'intervento è finalizzato alla mitigazione del rischio in atto per il tratto terminale del rio Camiasca prossimo alla confluenza con il torrente Scrivia, nel territorio comunale di Savignone, in località Ponte di Savignone, dove l'inadeguatezza dell'alveo del tratto terminale tombinato ha prodotto esondazioni in particolare a seguito dagli eventi calamitosi per le eccezionali precipitazioni avvenute nei giorni di giovedì 9 e venerdì 10 ottobre nell'anno 2014.

Il tratto terminale del rio Camiasca risulta ad oggi fortemente urbanizzato, con il corso d'acqua in parte tombinato e diversi edifici che o costituiscono la vera e propria sponda del corso d'acqua o comunque sono a brevissima distanza dallo stesso.

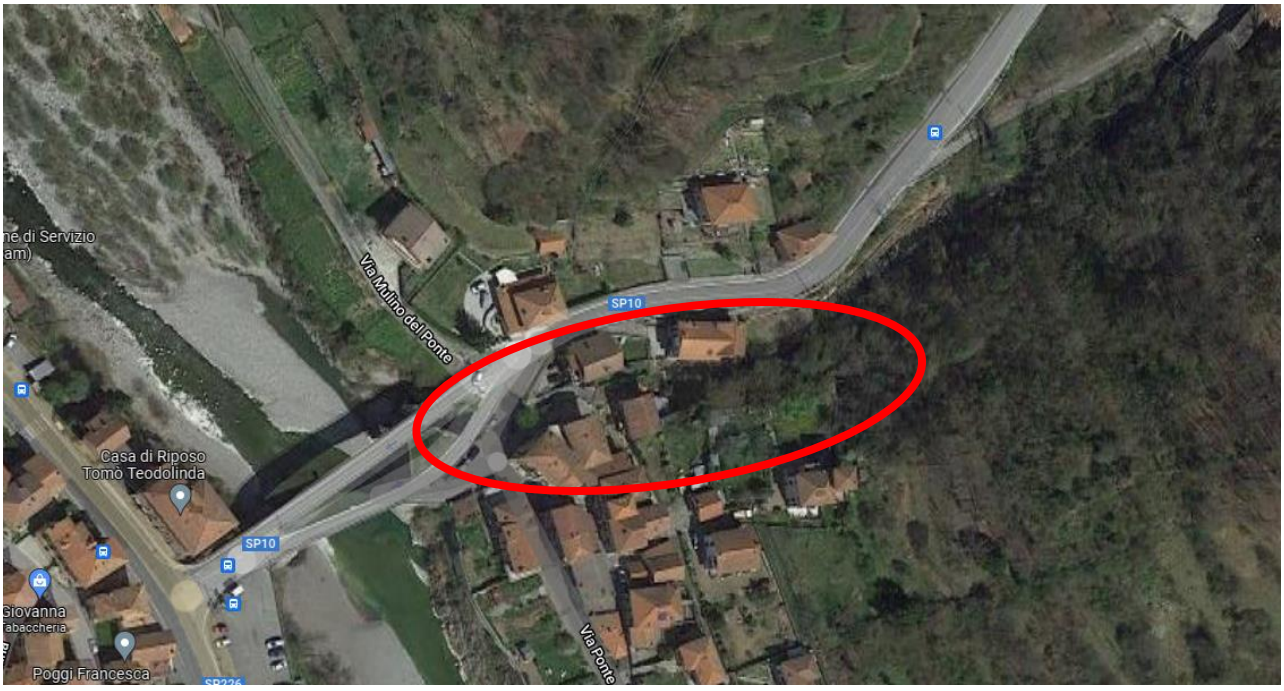


figura 1 : *immagine aerea tratto terminale rio Camiasca*

Al fine di rappresentare al meglio i luoghi valutando possibili interventi di sistemazione delle criticità, è stato commissionato un primo progetto preliminare, approvato dal comune di Savignone con D.G.C. n°21/2016, progetto poi successivamente integrato.

Sulla base del suddetto progetto preliminare, sono state inoltrate alla Regione Liguria richieste di finanziamento, sulla base delle quali sono stati poi ottenuti alcuni finanziamenti.

A seguito delle ulteriori analisi tecniche atte alla redazione della progettazione definitiva di cui alla presente, è emersa la necessità di intervenire su due ulteriori brevi porzioni di corso d'acqua – una immediatamente a monte del tratto ad oggi tombinato ed una a valle dello stesso proprio in corrispondenza dell'immissione nel torrente Scrivia – rendendo pertanto la progettazione organica e completa. La progettazione definitiva è stata inoltre aggiornata ai prezzi unitari che via via sono stati adeguati dai prezzari di riferimento.

sollers – studio associato di ingegneria – ing. giorgio mozzo & ing. mario servetto
piazza della Vittoria, 15/22 - 16121 Genova – tel +39 349 1835258 / 348 6002357 – mail: segreteria@sollers.it

studio tecnico associato ing. sergio brizzolara & ing. stefano sturla
via Cap. Renato Orsi, 31/20 - 16043 Chiavari (GE) P.I.V.A. e C.F. 01455710994
☎+39 0185 370127 +39 0185 368280 b3s@b3s.it - b3s@pec.b3s.it

Evento alluvionale anno 2014

Le piogge eccezionali che si sono abbattute sull'Alta valle Scrivia con particolare concentrazione nel pomeriggio del 9 ottobre hanno provocato l'improvviso ingrossamento di corsi d'acqua, le cui portate non sono state più contenute negli alvei e sono esondate, superando argini e abbattendo ponti. Il forte trasporto solido, costituito in gran parte da vegetazione flottante, ha ostruito in molti casi le sezioni delle coperture e provocato la tracimazione sulle strade.

La massima concentrazione delle precipitazioni nel bacino dello Scrivia è stata registrata a Torriglia dove la cumulata giornaliera ha raggiunto i 374 mm, con punte tri-orarie di 205mm e orarie di 74 mm. I dati dei pluviometri a terra, integrati con i dati meteorologici hanno permesso di elaborare una carta delle isoiete che indica come il centro di scroscio si sia concentrato nella fascia compresa tra Torriglia e Montoggio, dove si sono raggiunti valori massima di 500 mm giornalieri.

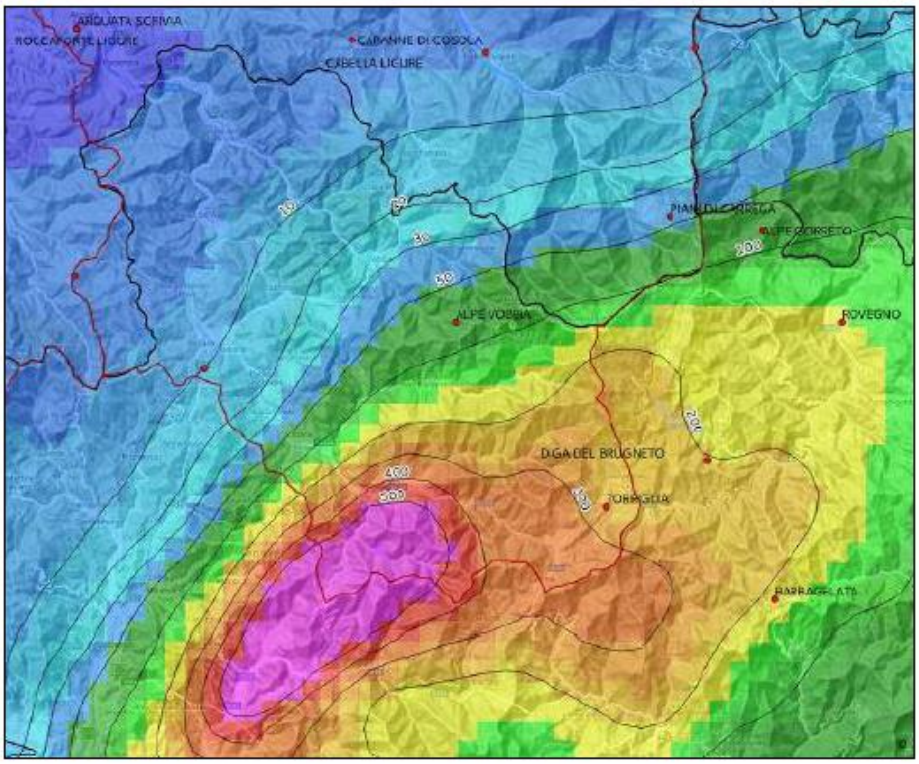


figura 2: *carta delle isoiete giovedì 9 aprile 2014*

La località Ponte di Savignone è stata raggiunta dall'onda di piena del Camiasca che, non potendo defluire interamente nella copertura è esondata sulle aree esterne, invadendo giardini e strade e riversandosi con irruenza e forte energia in direzione del torrente Scrivia.



figura 3: *immagini alluvione anno 2014*



figura 4: *immagine attuale e nell'immediato post alluvione anno 2014*



figura 5: *immagine attuale e nell'immediato post alluvione anno 2014*





figura 6: *immagine pre e durante alluvione anno 2014*

Analisi cartografica e idrologica

Il rio Camiasca è un affluente di destra del torrente Scrivia, nel quale confluisce incorrispondenza della località Ponte di Savignone, in comune di Savignone. Esso risulta pertanto ricompreso all'interno della VBP PAI fiume Po.

Il rio Camiasca sottende un bacino di circa 4.8 kmq , di forma simile a un quadrato, con lato di 2.2 kmcirca, caratterizzato da copertura prativa e boschiva nella sua parte montana e dalla presenzadel centro abitato di Savignone nella sua parte medio valliva.
L'asta principale ha origine alle pendici del monte Carmo, alla quota di 930 m s.l.m. circa,e si sviluppa in direzione prevalente NE-SO coprendo un dislivello di circa 560 m con unalunghezza di circa 3.2 km ed una pendenza media del 17% circa.

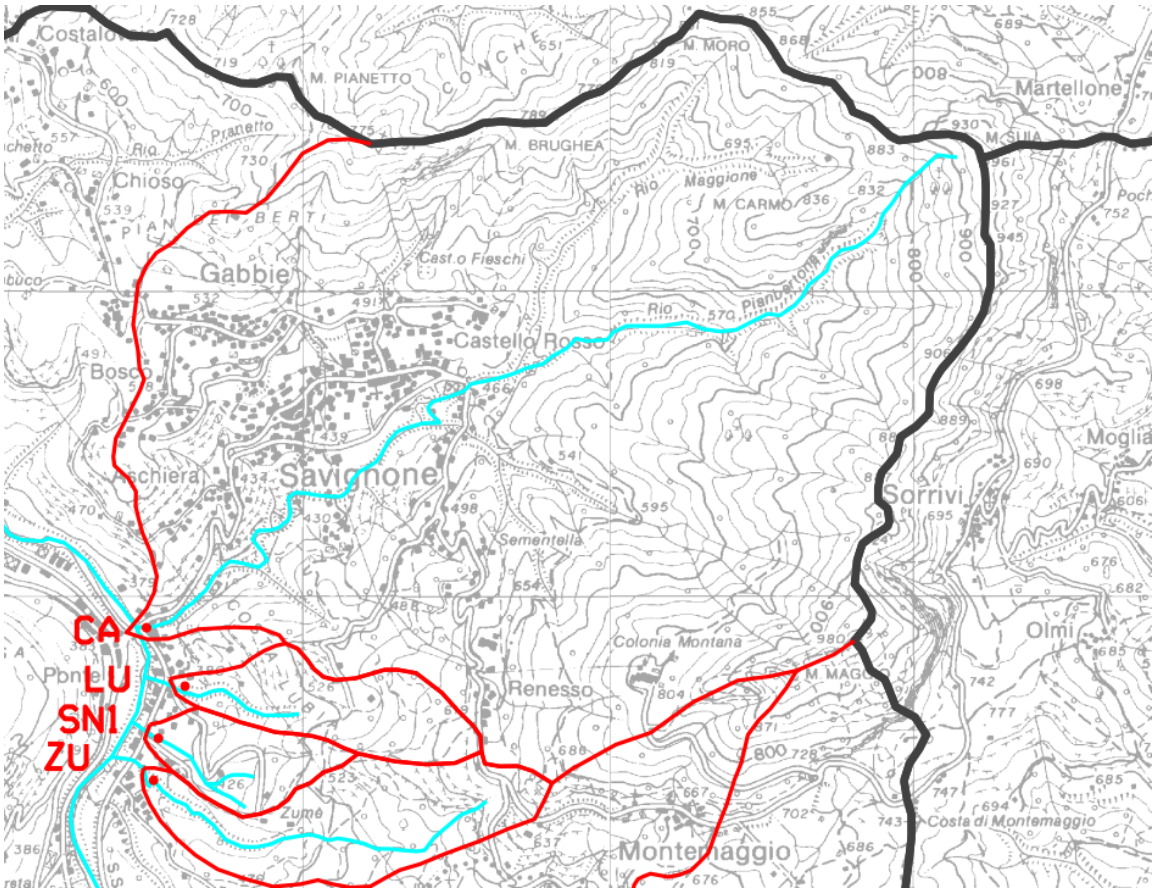


***figura 7**: corografia con i sottobacini idrografici – VBP PAI fiume Po*

Le portate di piena al colmo sono le seguenti.

Sezione di chiusura	Sottobacino	Superficie sottesa alla sez. di chiusura (Km²)	Portate di piena al colmo (m³/s)		
			T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
TU	Rio Tuscia	1,22	28,0	40,0	49,0
MA	Rio Malopasso	1,22	26,0	37,0	45,0
TR	Rio Traversa	7,81	145	209	252
MI	Rio Migliarese	3,02	55,3	80,0	96,3
CA	Rio Camiasca	4,80	88,7	128	154

All'interno della suddetta VBP è presente un'analisi idraulica specifica del tratto terminale del rio Camiasca, seppur con un numero ridotto di sezioni trasversali.

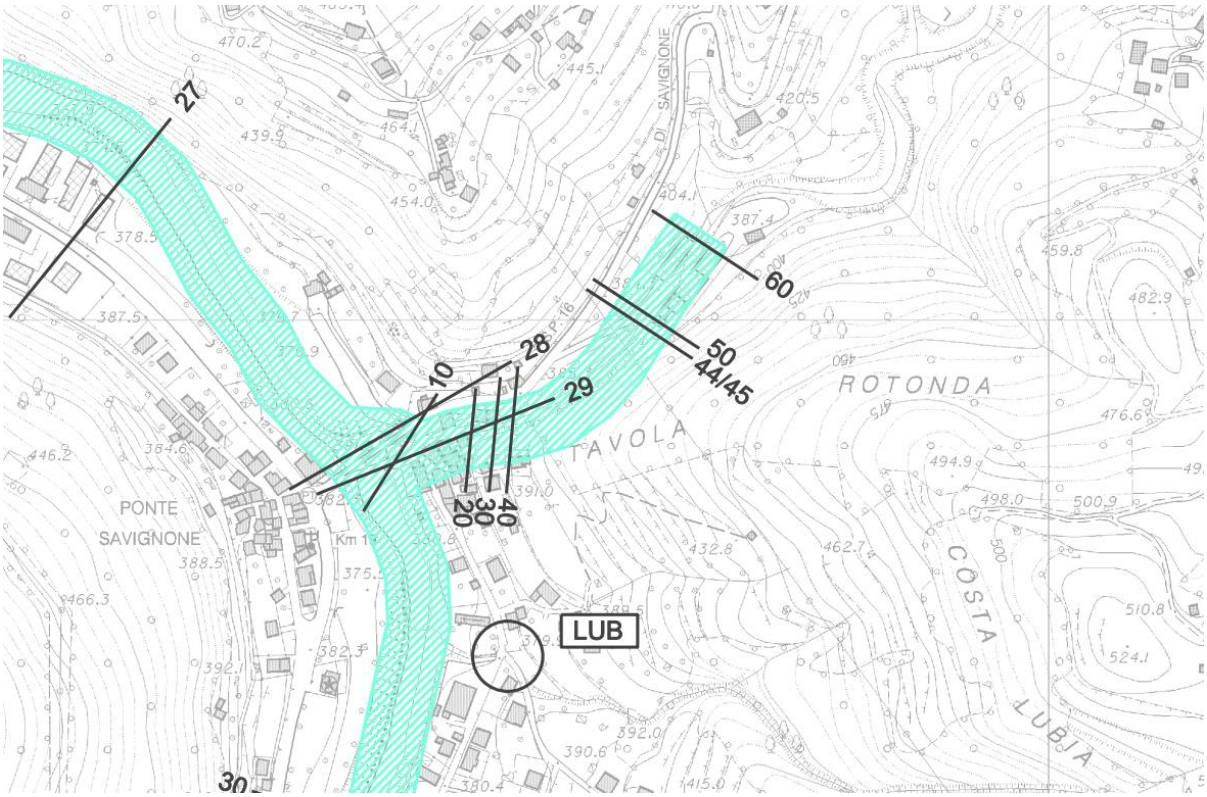


***figura 8**:carta dei tratti indagati e tracce sezioni idrauliche – VBP PAI fiume Po*

L'effettiva insufficienza idraulica del tratto terminale, oltre che dagli eventi alluvionali passati (in particolare quello già citato del 2014) viene evidenziata anche dalla carta dei dissesti di Piano di Bacino (VBP Pai fiume Po) che mostra come le aree siano caratterizzate sia dalla fascia Ee (aree a pericolosità molto elevata – colore rosso in cartografia), sia dalle aree inondate nel corso dell'evento anno 2014 (colore blu in cartografia).

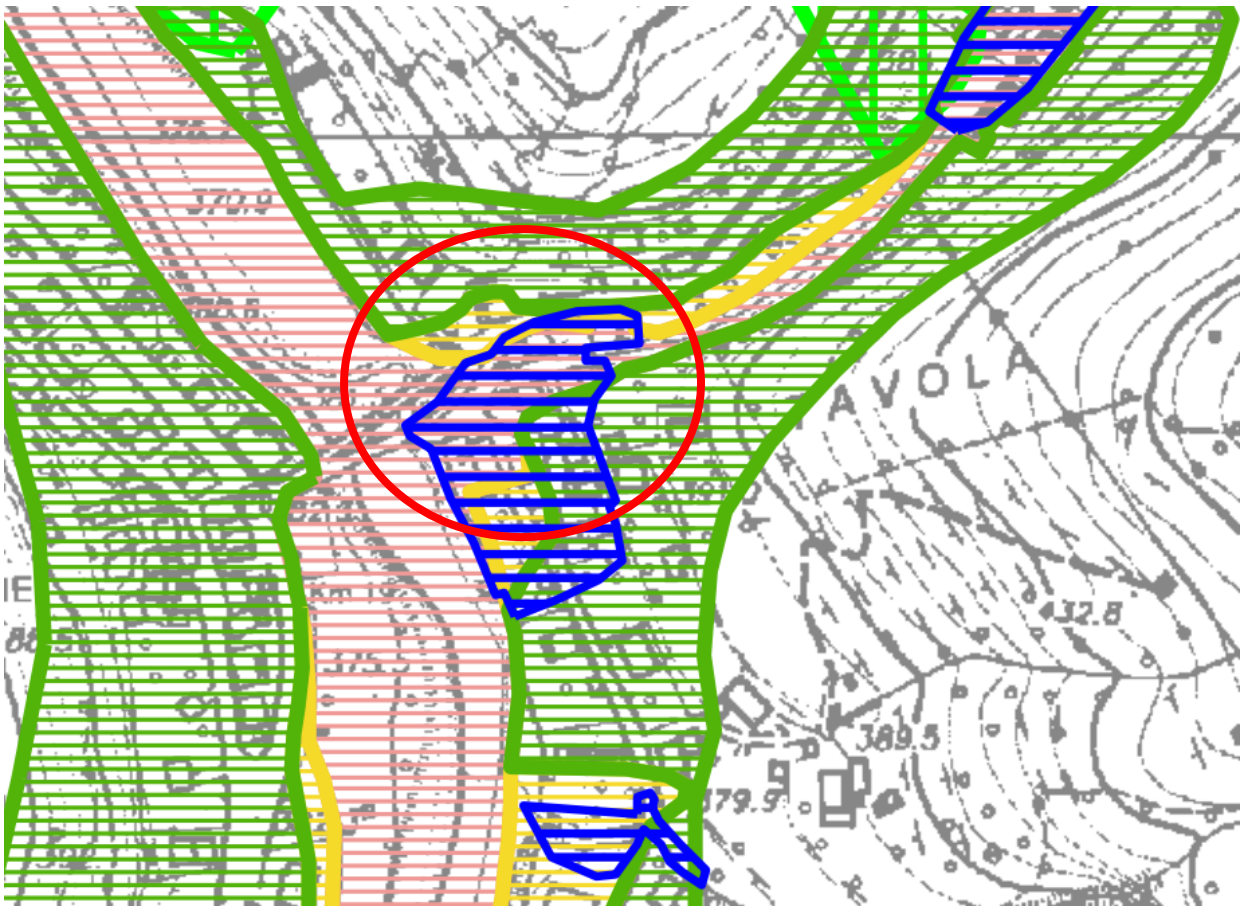


figura 9:*stralcio carta dei dissesti - V.B.P. variante adottata con D.C.M. n°3 del 14/02/2018*

Parametri idraulici utilizzati

Al fine di rappresentare al meglio lo stato attuale dei luoghi, tra i mesi di maggio e luglio 2021 si è proceduto ad effettuare un nuovo rilievo topografico globale del tratto di corso d'acqua, rilievo esteso per un tratti di corso d'acqua di oltre 180 metri, a partire dalla confluenza del rio Camiasca nel torrente Scrivia, a risalire verso monte.

Sulla base del suddetto rilievo topografico sono stati costruiti i vari elaborati grafici facenti parte della presente progettazione definitiva (planimetrie, profili e sezioni), nonché una nuova modellazione idraulica di stato attuale in modo permanente monodimensionale, mediante il software di calcolo Hec-Ras versione 6.2.

Le portate inserite all'interno del modello idraulico sono quelle desunte dal vigente Piano di Bacino, ovvero:

Q (Tr= 50 anni)	Q (Tr= 200 anni)	Q (Tr= 500 anni)
89 mc/s	128 mc/s	154 mc/s

Per quanto attiene i coefficienti di scabrezza (Ks), in ragione del fondo roccioso e delle sponde in larga parte costituite da murature in cls o equivalenti, nella modellazione di stato attuale si è inserito un valore di 35 $m^{1/3}/s$.

Per quanto attiene la modellazione idraulica di progetto, si è confermato il valore di 35 $m^{1/3}/s$ per tutto il tratto con fondo mantenuto in configurazione naturale, mentre si è inserito un valore di 40 $m^{1/3}/s$ per il tratto con fondo previsto cementato, il tutto in piena conformità con il Regolamento Regionale n°1/2016 – allegato 1.

Per quanto attiene invece le condizioni al contorno, per quanto attiene il limite di monte della modellazione, si è scelto di inserire la profondità critica, essendo ivi presente un piccolo salto di fondo; in ogni caso, la modellazione è stata estesa per alcune decine di metri a monte del tratto di diretto interesse, rendendo pertanto la condizione al contorno di monte del ttuto ininfluente.

A valle, invece, considerando che la modellazione ha come suo limite la confluenza nel torrente Scrivia, si è scelto a favore di sicurezza di inserire il livelli idrico noto desunto dalla modellazione di Piano di Bacino del torrente Scrivia. In particolare, a ciascun tempo di ritorno è stata associata la medesima piena del torrente Scrivia, simulando dunque la piena contemporaneità delle piene, evento peraltro improbabile stante la notevole differenza tra i bacini dei due corsi d'acqua. Si segnala peraltro che, essendo presente nel tratto terminale del rio Camiasca un salto di fondo di altezza pari a circa 350 cm, l'effetto della condizione al contorno di valle risulta circoscritto al breve tratto a valle del salto stesso (circa 13 metri terminali), mentre a monte del salto l'effetto risulta totalmente nullo.

Descrizione modello idraulico di stato attuale

Di seguito si propone una breve descrizione della condizione di stato attuale a tratti omogenei, procedendo da monte verso valle:

- tratto sezioni 26-22: alveo a cielo aperto, con versante naturale in sponda sinistra e muro d'argine in sponda sinistra con immediatamente a tergo muro di sostegno della viabilità provinciale S.P. 10;
- tratto sezioni 21-17: alveo a cielo aperto con versante naturale in sponda sinistra e muro d'argine in sponda sinistra con retrostante piana coltivata con limite di valle costituito da un edificio adibito a civile abitazione;
- tratto sezioni 17-14: alveo a cielo aperto con versante naturale in sponda sinistra e edificio argine in sponda destra.

Nei tratti sopra descritti la modellazione idraulica mostra come i livelli idrici siano in realtà fortemente influenzati dal vicino imbocco della copertura, raggiungendo nel modello (si ricorda monodimensionale e senza alcuna fuoriuscita) valori perfino "esagerati", in quanto la modellazione non considera che parta della portata vada in realtà ad allagare le aree al di sopra della copertura, abbassando pertanto il rigurgito verso monte.

Tuttavia, la modellazione risulta particolarmente efficace al fine di certificare l'effettiva insufficienza delle sezioni anche per tempo di ritorno cinquantennale: si è infatti verificato come il valore massimo di portata che riesce ad oggi a transitare nel tratto senza particolari fuoriuscite sia pari a circa 60 mc/s, ovvero circa il 67% della piena cinquantennale.

In particolare si registra la grave insufficienza del tratto di sponda destra a monte dell'edificio argine (sezioni 21-17) ove la piena andrà ad allagare la piana esistente e quindi il fabbricato ad uso abitazione ubicato al limite di valle della piana stessa.

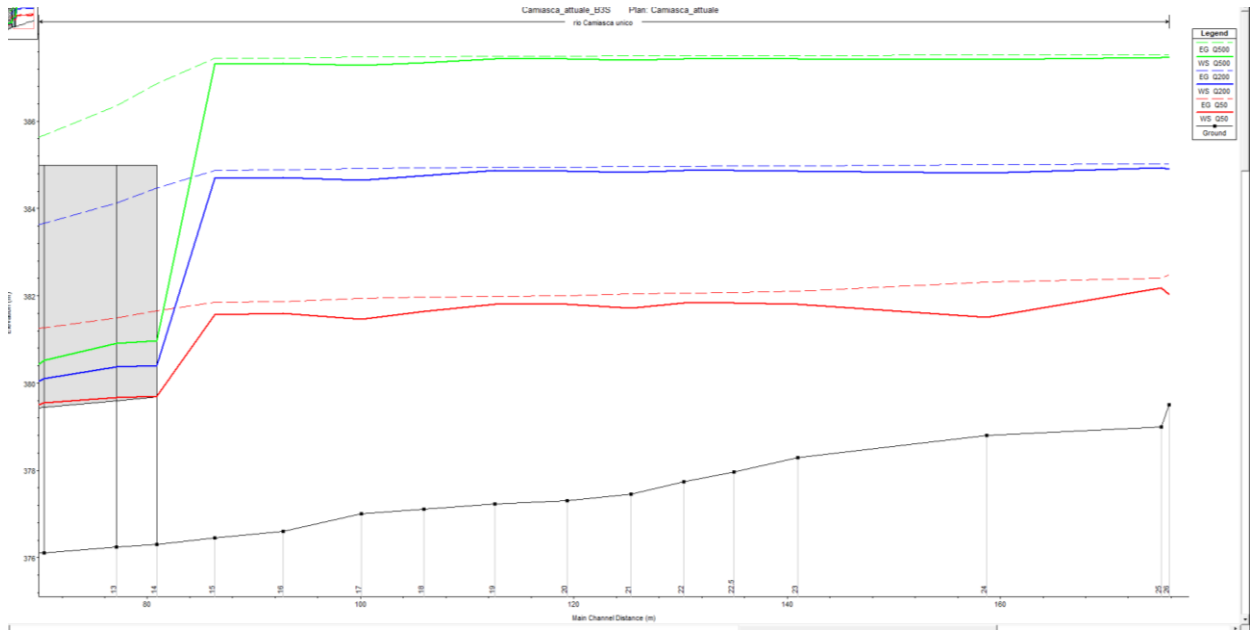


figura 10: *profilo idraulico modello di stato attuale – tratto di monte*

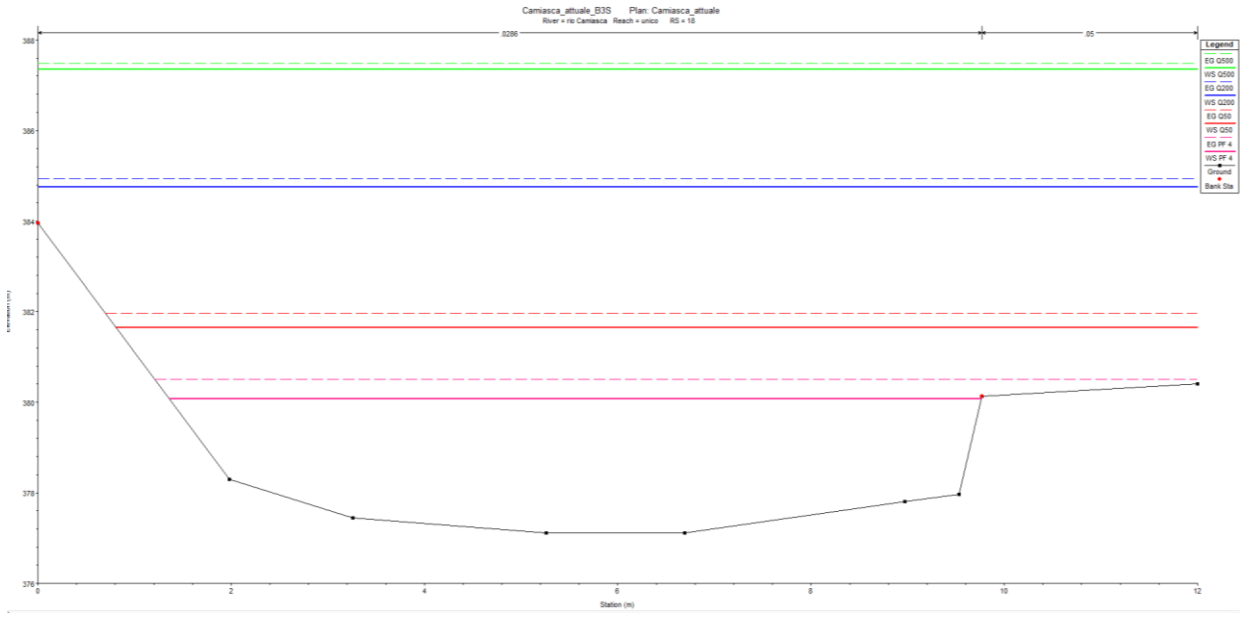


figura 11: *sez 18 - modello di stato attuale con in magenta portata massima contenuta in sponda destra*

Al di là dell'aspetto meramente idraulico e connesso alla modellazione, per il tratto a monte della copertura, si rileva la presenza di numerosi sottoservizi, per lo più connessi alla fognatura nera, che vanno a costituire un ostacolo al regolare deflusso delle acque, in particolare nel caso di presenza di materiale detritico/vegetazionale associato alle piene. Ovviamente, in caso di rottura di una o più tubazioni, oltre al problema idraulico, si registrerebbe un problema ambientale



figura 12: *tratto immediatamente a monte imbocco copertura con sottoservizi in alveo*

- tratto sezioni 14-4: rio Camiasca transitante in copertura per una lunghezza di circa 55 metri, con diverse tipologie costruttive (tratto di monte con volta in cls, tratto centrale con volta in mattoni, quindi un breve tratto con volta in pietra e ancora un tratto in volta in mattoni, prima del ponte terminale di attraversamento della S.P. 10).

Sotto il punto di vista idraulico, la maggior criticità del tratto risulta costituita dal tratto iniziale di copertura, tratto che effettivamente anche in passato ha costituito una sorta di "tappo": la larghezza netta delle sezioni nel tratto sezioni 14-11 risulta pari a circa 5,65 metri, mentre a valle della sezione 11 si allarga a circa 7,25 metri.

Una volta superato il tratto di monte (sezioni 14-11), dunque, le portate di piena riescono a defluire all'interno della copertura per il tratto compreso tra le sezioni 11 e 8, sebbene ovviamente senza il rispetto dei franchi idraulici di legge.

A partire dalla sezione 7 il modello idraulico risente del netto restringimento esistente a valle della copertura, sino ad un minimo tra piede argine sinistro e piede argine destro di circa 5,50 metri tra le due murature esistenti alla sezione 3.5. Tutto quanto sopra comporta un risalto verso montecon difficoltà di passaggio anche per la piena cinquantennale.

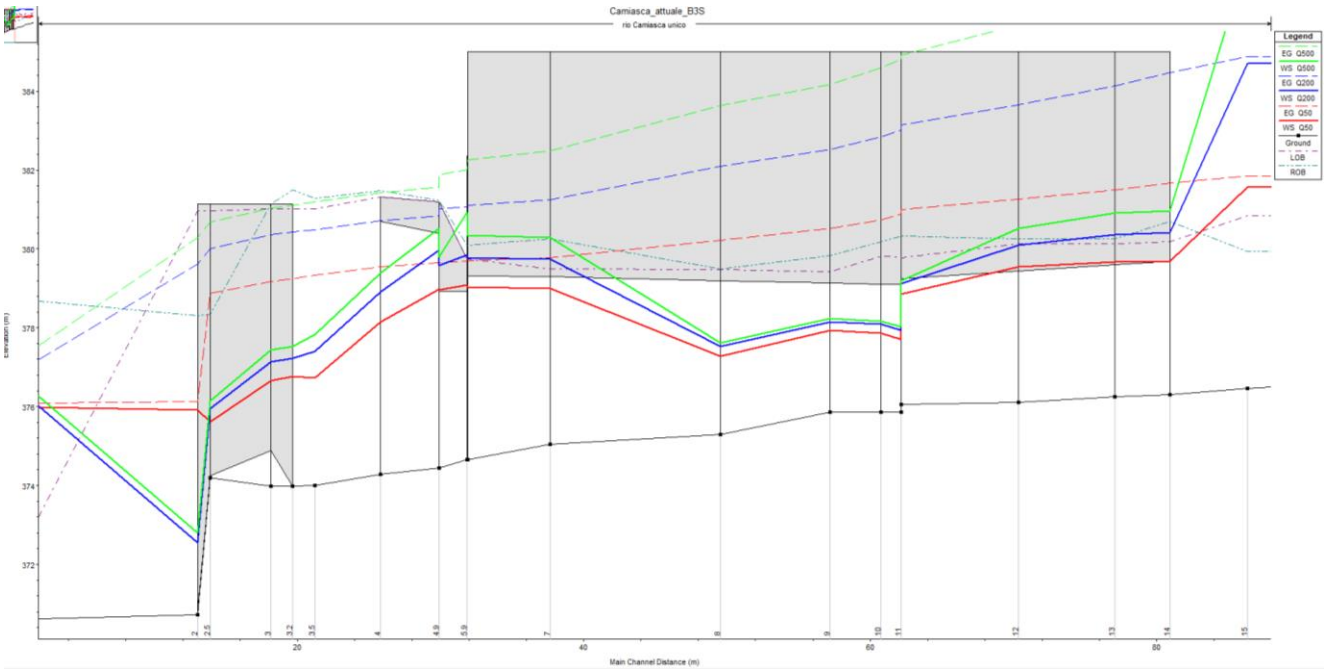


figura 13:*profilo idraulico modello di stato attuale – tratto centrale*

In tale tratto si registra peraltro la presenza di alcune bucature in copertura, con accesso a locali sotterranei alle varie abitazioni poste in fregio al corso d'acqua, bucature che costituiscono una evidente criticità in caso di evento di piena significativo.



figura 14: *bucatura presente in copertura*

- tratto sezioni 4-2.5: alveo a cielo aperto e poi transitante al di sotto del secondo ponte di attraversamento della S.P. 10 con muratura in sponda sinistra caratterizzata da forti lesioni tale da comprometterne in futuro la stabilità;
- tratto sezioni 2.5-1: dopo un salto di fondo il rio Camiasca va a confluire nel torrente Scrivia.

Così come riportato in precedenza, il restringimento delle sezioni esistente nel tratto non genera tanto particolari problematiche idriche nel tratto medesimo, dove le altezze arginali e delle strutture sono rilevanti, quanto piuttosto al tratto di monte, ove il risalto idrico connesso ai restringimenti causa problematiche di contenimento delle piene.

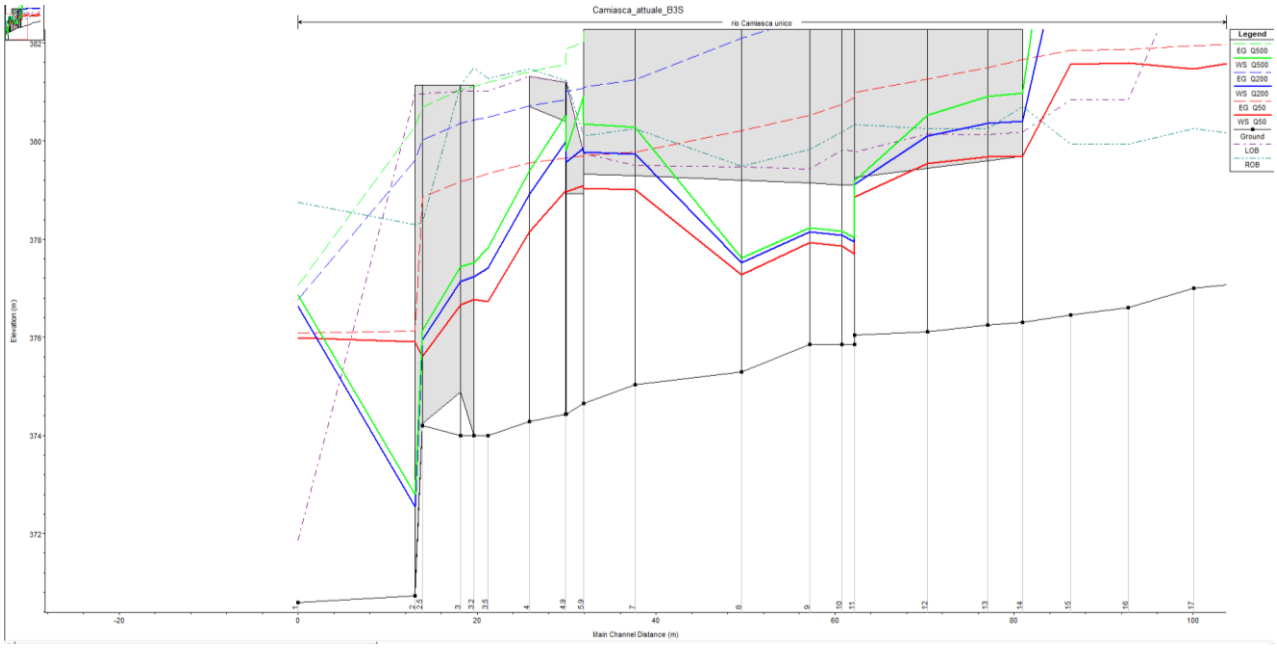


figura 15:*profilo idraulico modello di stato attuale – tratto di valle*

Oltre alle criticità prettamente idrauliche, assumono particolare rilevanza le forti crepature esistenti in corrispondenza della muratura in sponda sinistra nel tratto sezioni 4-2.5.



figura 16: *muratura sponda sinistra tratto sez. 4-2.5 gravemente lesionata*



figura 17: *muratura sponda sinistra tratto sez. 4-2.5 gravemente lesionata*

Il peggioramento della condizione statica di detta muratura potrebbe comportarne anche il crollo, con conseguenze gravi sia dal punto di vista della sicurezza (crollo di una porzione di area verde immediatamente antistante ai ponti della S.P. 10 con potenziale interessamento di persone e/o mezzi), sia dal punto di vista idraulico (la muratura crollata, magari in concomitanza con un evento alluvionale, andrebbe a costituire un fortissimo ostacolo alle piene del corso d'acqua e dunque andrebbe a causare un inevitabile rigurgito delle stesse verso monte con potenziali gravi criticità perle aree limitrofe, fortemente urbanizzate), sia dal punto di vista strutturale per il ponte "nuovo" della S.P. 10, che presenta una pila in alveo immediatamente a valle della muratura in precarie condizioni statiche, pila la cui stabilità potrebbe essere compromessa nel caso di un crollo della suddetta muratura, con evidenti conseguenze sulla stabilità del ponte medesimo.

Peraltro, anche la fondazione del ponte della S.P. 10 presenta evidenti problematiche erosive e di scalzamento, con riduzione della sezione del cls,armature a vista, etc, situazione inevitabilmente destinata a peggiorare nel tempo in mancanza di interventi strutturali.



figura 18: *spalla destra ponte S.P. 10*

Finalità intervento a progetto

L'analisi del tratto in oggetto mostra dunque come siano evidenti sia le criticità di tipo idraulico (vedere evento alluvionale ottobre 2014) sia di tipo strutturale/statico (vedere muratura tratto sezioni 4-2.5).

Deve pertanto essere impostata un'analisi idraulica tale da definire la geometria necessaria al corso d'acqua per garantire il transito in sicurezza delle piene anche in caso di evento eccezionale (Tr = 200 anni).

Così come già riportato in precedenza, ad oggi è stato ottenuto (in diverse tranches) il finanziamento per complessivi euro 1.270.000,00, cifra che consente di estendere l'intervento a tutto il tratto terminale del rio Camiascaandando a garantire una fortissima mitigazione del rischio idraulico in atto.

L'intervento andrà pertanto ad estendersi a partire dalla sezione 23 (limite di monte), sino alla sezione 1.5 (limite di valle) procedendo ad adeguare e proteggere dalle piene sia i tratti a cielo aperto che quelli in copertura.

I principi fondamentali su cui si è basata la presente progettazione definitiva sono dunque i seguenti:

a) andare a garantire al corso d'acqua la massima sezione possibile, compatibilmente con la forte urbanizzazione delle aree circostanti il corso d'acqua procedendo sia ad allargamenti che ad interventi di abbassamento/regolarizzazione del profilo di fondo alveo, il tutto ovviamente senza compromettere la stabilità dei diversi fabbricati ubicati a breve distanza dal corso d'acqua;

b) andare a proteggere per i tratti a cielo sia le aree prossime al corso d'acqua (nuove murature con eventuali parapetti laddove necessari), sia i versanti (rivestimenti in rete metallica preaccoppiata con geosintetico antierosione) al fine di limitare i fenomeni erosivi e dunque frane che possano portare ulteriore materiale detritico in alveo;
c) andare ad adeguare i tratti in copertura andando a diminuirne l'estensione per quanto possibile, mantenendo pertanto in configurazione tombinata soltanto i tratti che garantiscono l'unico accesso ai fabbricati limitrofi;
d) andare a richiudere alcune bucature ad oggi presenti in copertura e costituenti un'evidente criticità in caso di piena del corso d'acqua;
e) andare a ripristinare il tratto di muratura oggetto di gravi lesioni garantendone la stabilità statica;
f) andare a riorganizzare i sottoservizi esistenti, garantendo un miglioramento sia sotto il punto di vista della sicurezza idraulica (ad oggi diverse tubazioni vanno a parzializzare le sezioni idrauliche del corso d'acqua), sia ambientale, andando a ridurre fortemente il rischio di sversamenti in alveo di liquami fognari.

Descrizione interventi a progetto

A seguito di tutto quanto sopra e procedendo da monte verso valle, si prevedono i seguenti interventi:

- tratto a monte sezione 22: non si prevedono particolari interventi in sponda destra, essendo un'eventuale piena contenuta tra il versante in sponda sinistra (oggetto di rivestimento per il tratto compreso tra le sezioni 23 e 22) e il muro di delimitazione della viabilità provinciale in sponda destra;

- tratto sezioni 22-14: in sponda sinistra si prevede il rivestimento della porzione di versante potenzialmente raggiungibile dalle piene, mentre in sponda destra si prevede la realizzazione di una muratura in c.a. in sostituzione e sovralzo delle strutture esistenti, il tutto al fine di evitare che la piana retrostante l'argine possa essere interessata dalle piene; a partire dalla sezione 20 ha peraltro inizio la prevista risagomatura/regolarizzazione della livelletta di fondo alveo, estesa anche a tutti i tratti di valle, sino alla sezione 2.5;

- tratto sezioni 14-8: in tale tratto si prevede la demolizione della copertura esistente, con la ricostruzione di arginature e il mantenimento del corso d'acqua a cielo aperto; dovrà comunque essere garantito uno sbalzo pedonale e carrabile in sponda sinistra tra le sezioni 11.5 e 8 al fine di garantire l'accessibilità ai fabbricati esistenti a poca distanza dal corso d'acqua che altrimenti resterebbero totalmente irraggiungibili;

- tratto sezioni 8-5: in tale tratto risulta imprescindibile la copertura del corso d'acqua e dunque se ne prevede il rifacimento (mediante solaio di copertura in lastre alveolari prefabbricate con getto di completamento in cls a sola esclusione del tratto immediatamente a valle della sezione 8 previsto in soletta piena), massimizzando la sezione idraulica in funzione dei numerosi ed evidenti vincoli che impone un'area densamente urbanizzata; in corrispondenza della sezione 6 è prevista la realizzazione

di un piccolo salto di fondo (altezza 50 cm); al limite di monte e valle del tratto sono inoltre previste due trai atte a garantire il piano di appoggio alle lastre alveolari prefabbricate;

- tratto sezioni 4-1.5: si prevede la demolizione e successiva ricostruzione, in posizione arretrata rispetto allo stato attuale, della muratura esistente in sponda sinistra e ad oggi gravemente danneggiata; l'arretramento consente peraltro di incrementare anche la sezione idraulica, che ad oggi in tale tratto presenta una "strettoia" che può comportare un sovralzo dei livelli idrici. Il flusso idrico sarà comunque direzionato analogamente alla condizione attuale, in modo da evitare che possa essere in qualche modo interessata la pila esistente del ponte della S.P.10; in corrispondenza della sezione 2.5 si prevede la risagomatura.
  La nuova muratura sarà costituita da una paratia di micropali, tiranti passivi e tiranti attivi, con antistante placcaggio in cls.

Così come già citato in precedenza, l'intervento comprende anche un'opera di risagomatura/regolarizzazione della livelletta di fondo alveo, per tutto il tratto compreso tra le sezioni 20 e 2.5, il tutto con previsione di livelletta di fondo con pendenza costante pari al 4% e spezzata da un limitato salto di fondo (altezza pari a 50 cm) alla sezione 6.

Inoltre, nel tratto in copertura si prevede la chiusura di alcune bucature esistenti e la riorganizzazione dei sottoservizi esistenti, in modo da garantire agli eventi di piena la massima sezione netta possibile, sempre compatibilmente con la natura dei luoghi, nonché una sezione quanto più regolare possibile e priva di qualsivoglia ostacolo che possa creare gravi problematiche nel caso di un evento di piena eccezionale.

Vengono inoltre previste nella plateazione di fondo, nonché al limite inferiore delle murature e un metro più in alto, periodiche tubazioni di drenaggio atte a sfogare eventuali sottopressioni, creando un collegamento tra il fondo alveo e lo strato al di sotto della struttura a progetto.

Infine, si prevede la realizzazioni di due nuovi tratti di collettore fognario atti a garantire la continuità del servizio alle abitazioni sia in sinistra che in destra idraulica, altrimenti non più collegabili, il tutto con tubazioni in PVC–U di diametro 200 mm, protette da bauletto in cls e ovviamente in posizione retrostante le nuove arginature. Le due tubazioni andranno a riunirsi in sinistra idraulica a valle della sezione 8, per poi allacciarsi alla rete esistente in corrispondenza della sezione 6.

Descrizione modello idraulico stato di progetto

Mediante gli interventi descritti in precedenza viene garantito il contenimento delle piene anche per tempi di ritorno estremamente rilevanti (anche oltre i 200 anni) e con ampi franchi idraulici di sicurezza.

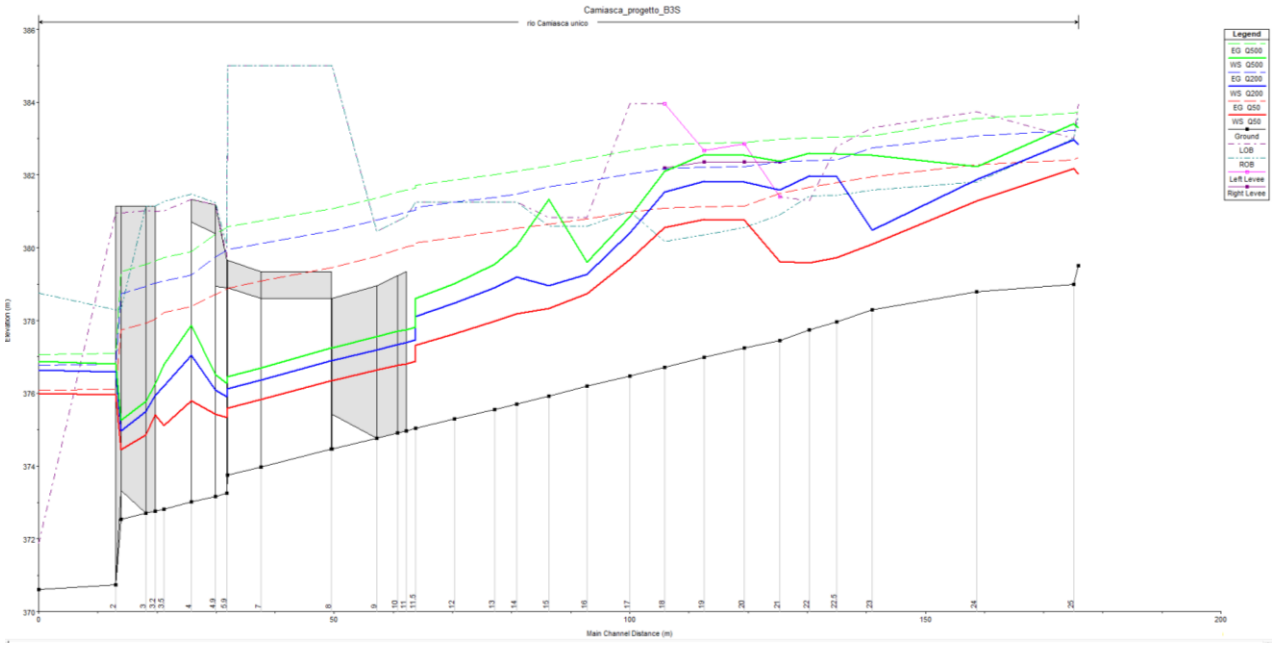


figura 19: *profilo idraulico modello di stato di progetto*

In particolare, per il tratto a cielo aperto a monte dell'imbocco dell'attuale copertura (sezioni 23-14), viene garantito il contenimento delle piene e del relativo carico cinetico, anche per tempo di ritorno duecentennale: il parapetto a progetto protegge dunque la piana esistente a monte dell'edificio argine, evitando le attuali pericolose fuoriuscite che vanno ad oggi ad allagare proprio il limitrofo edificio.

In sponda opposta si è prevista la protezione del versante con rete metallica preaccoppiata a geosintetico, protezione estesa sino al superamento del livello del carico cinetico di progetto per evento di tempo di ritorno duecentennale, il tutto al fine di ridurre drasticamente il potenziale erosivo della corrente sul versante medesimo.

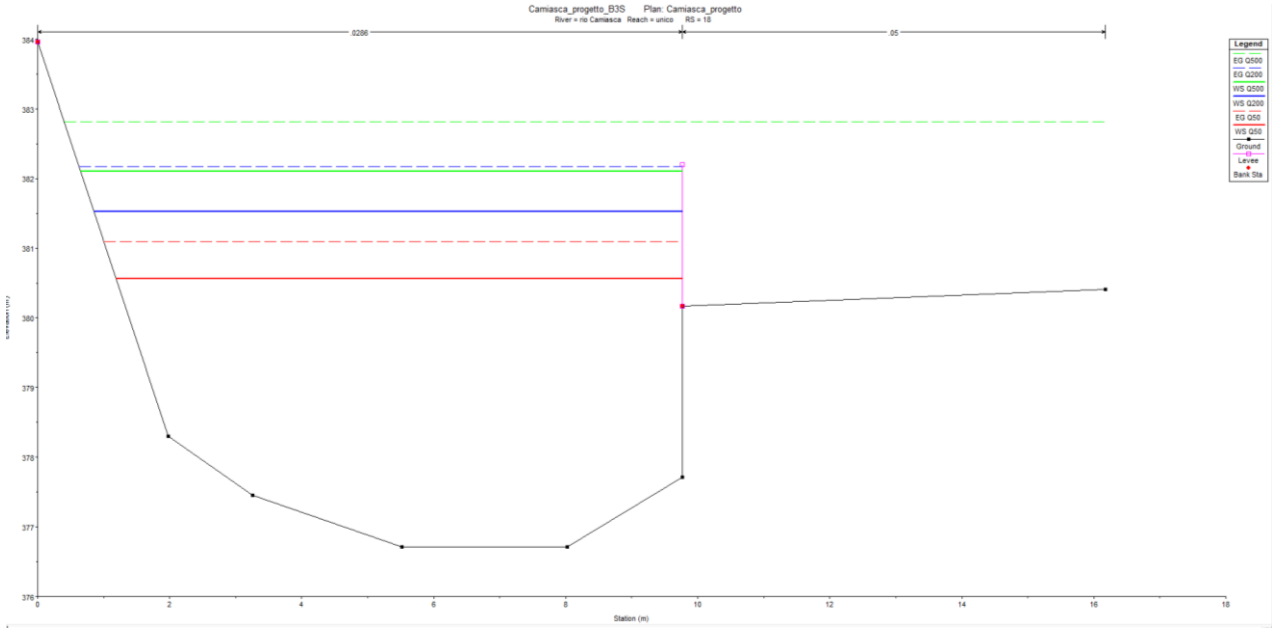


figura 20: *sezione 18 - tratto a monte dell'imbocco dell'attale copertura*

Procedendo verso valle, per il tratto compreso tra le sezioni 14 e 11.5, viene garantita l'apertura dell'attuale copertura, ritenuta per tale tratto non assolutamente indispensabile per il raggiungimento delle aree limitrofe al corso d'acqua. Anche in tale tratto viene garantito il contenimento della piena duecentennale con ampissimi franchi idraulici geometrici, nonché il contenimento del carico cinetico, a pieno rispetto delle normative vigenti.

La larghezza netta di progetto fornita all'alveo risulta in tale tratto costante e pari a 600 cm.

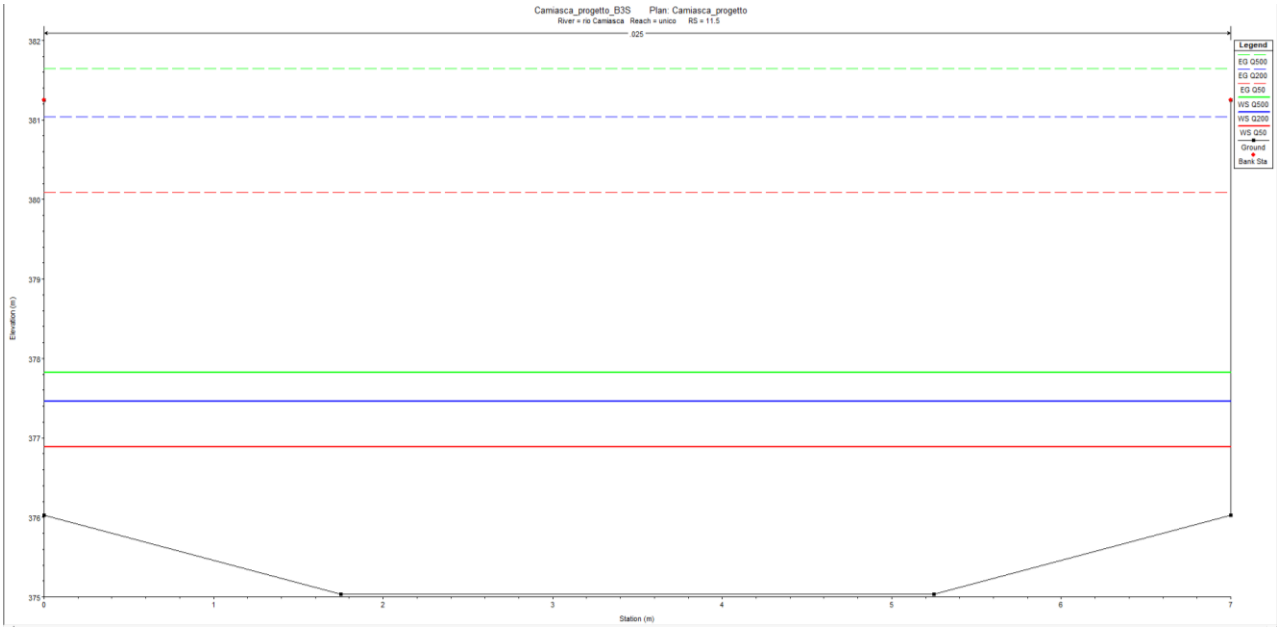


figura 21 *:sezione 11.5 - tratto ad oggi coperto per cui è prevista la riapertura*

Procedendo ancora verso valle, per il tratto compreso tra le sezioni 11.5 e 8 è prevista la riapertura del tratto ad oggi coperto, ma con la creazione di uno sbalzo carrabile in sponda sinistra, fondamentale per garantire l'unico accesso alla aree in sponda sinistra del corso d'acqua.

Stante i vincoli connessi alla garanzia degli accessi e dunque alle quote dello sbalzo, risulta in tale tratto impossibile garantire il contenimento del carico cinetico connesso alla piena duecentennale. Il franco idraulico geometrico tra il livello di piena duecentennale e l'intradosso dello sbalzo risulta comunque sempre nettamente superiore a 150 cm.

Al limite dello sbalzo viene inoltre prevista la realizzazione di un parapettino a tenuta idraulica, sia con funzione protettiva da possibili cadute nel corso d'acqua, sia a ulteriore sicurezza dalle piene eccezionali del corso d'acqua medesimo.

La larghezza netta di progetto fornita all'alveo risulta in tale tratto costante e pari a 700 cm.

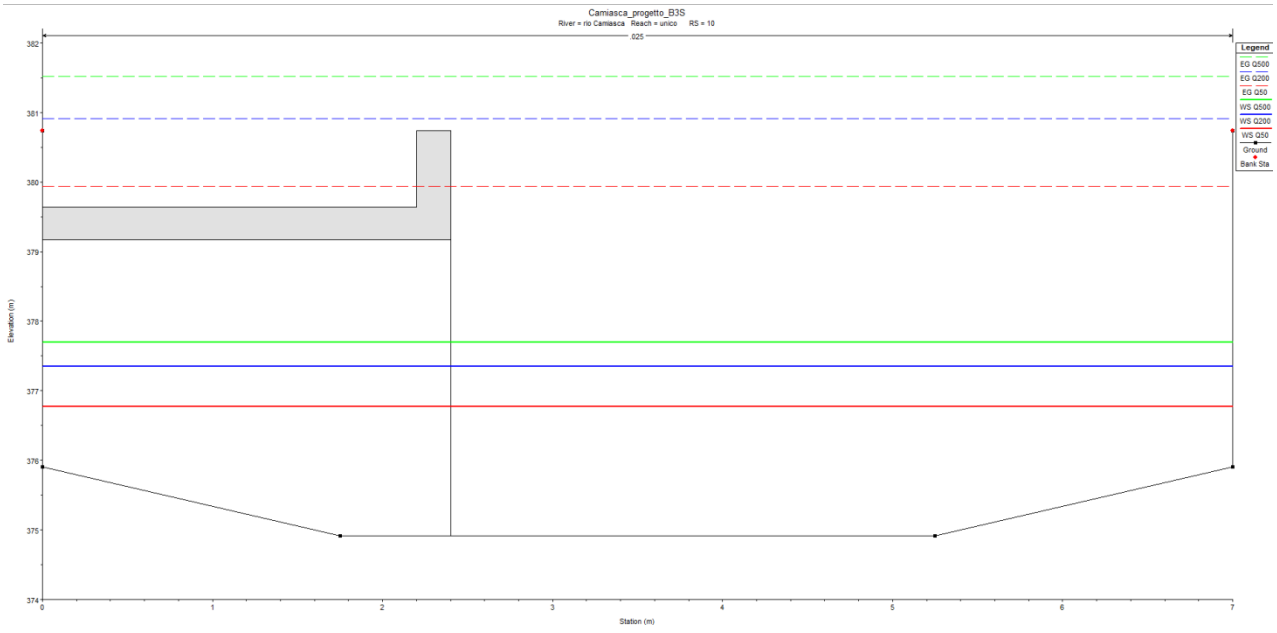


figura 22:*sezione 10 - tratto ad oggi coperto per cui è prevista la riapertura con sbalzo in sp. sinistra*

Procedendo ancora verso valle, per il tratto compreso tra le sezioni 8 e 5 è previsto il rifacimento della copertura, unico e fondamentale accesso a diverse abitazioni sia in sponda sinistra che destra del corso d'acqua.

Analogamente a quanto descritto in precedenza, stante i vincoli connessi alla garanzia degli accessi e dunque alle quote dello sbalzo, risulta in tale tratto impossibile garantire il contenimento del carico cinetico connesso alla piena duecentennale. Il franco idraulico geometrico tra il livello di piena duecentennale e l'intradosso dello sbalzo risulta comunque sempre nettamente superiore a 150 cm.

La larghezza netta di progetto fornita all'alveo risulta in tale tratto costante e pari a 700 cm.

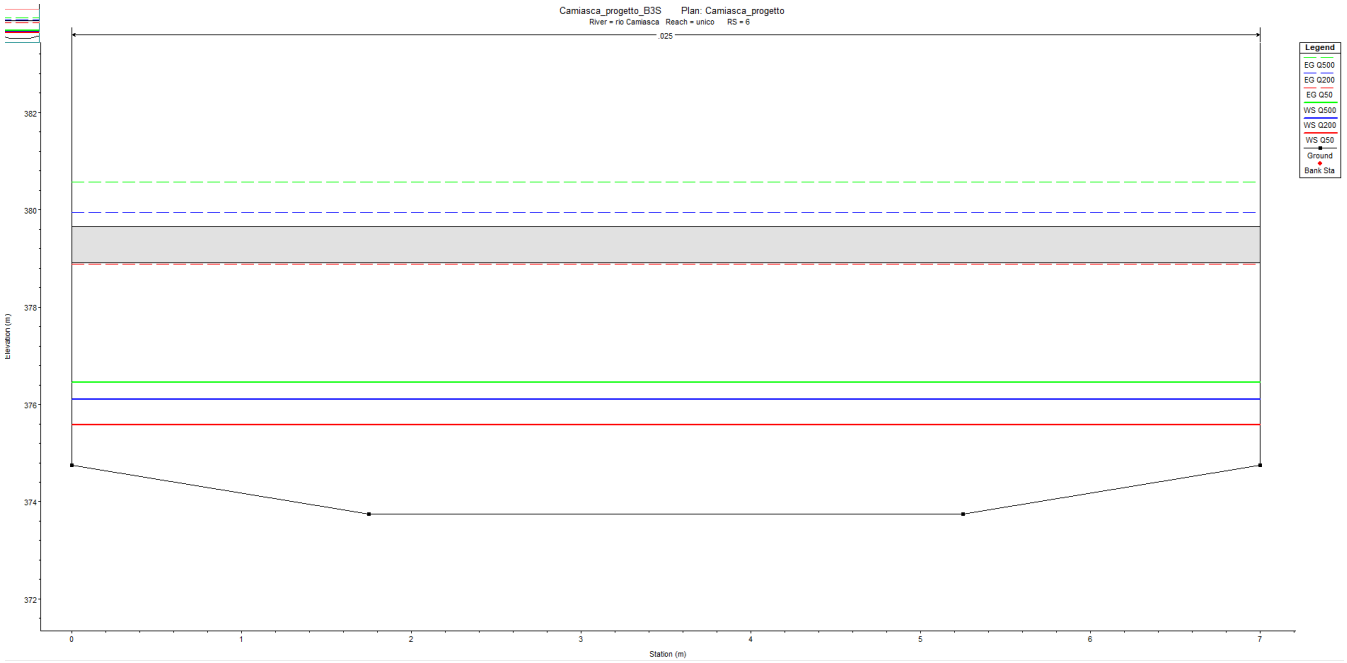


***figura 23**:sezione 6 - tratto con previsione di rifacimento della copertura*

Procedendo ancora verso valle, per il tratto compreso tra le sezioni 5 e 1 , l'attraversamento dei due ponti della S.P. 10 risulta garantito con ampissimi franchi idraulici.

Inoltre, il rifacimento della muratura esistente in sponda sinistra (sezioni 4-1.5) con rettificazione del suo profilo planimetrico, garantisce la forte riduzione dell'attuale restringimento (minima larghezza alla sezione 3.5) che causa ad oggi e avrebbe continuato causare a progetto, un importante rigurgito della piena, con problematiche connesse al tratto terminale della copertura.

Ovviamente, in tale tratto le larghezze massime fornibili alla piena risultano comunque direttamente condizionate alle strutture esistenti (murature arginali, spalle del ponti e loro fondazioni, etc), che andranno opportunamente sottomurate.

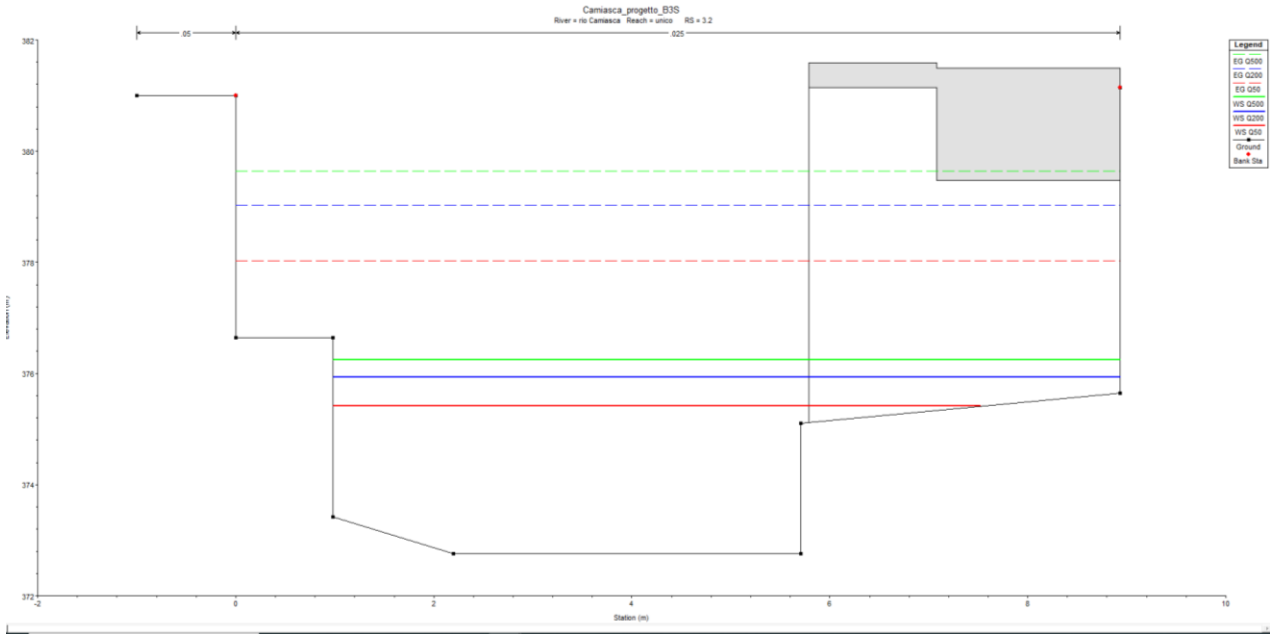


***figura 24**:sezione 2 –passaggio al di sotto dei ponti della S.P. 10*

Così come riportato in precedenza, particolare attenzione è stata rivolta al rifacimento della muratura esistente in sponda sinistra (sezioni 4-1.5), il cui andamento planimetrico è stato determinato ai fini di:

1. garantire l'allargamento delle sezioni idrauliche in corrispondenza dell'attuale restringimento;
2. garantire l'effettiva realizzabilità dell'intervento ed in particolare delle previste palificazioni a tergo, che risulterebbero altrimenti in massima parte "nel vuoto" e dunque non efficaci.

Tuttavia, si vuole evitare che le piene possano seguire la direzione della muratura a progetto e conseguentemente che possano interessare l'area a sinistra dello sperone roccioso esistente e conseguentemente la pila del ponte della S.P. 10.

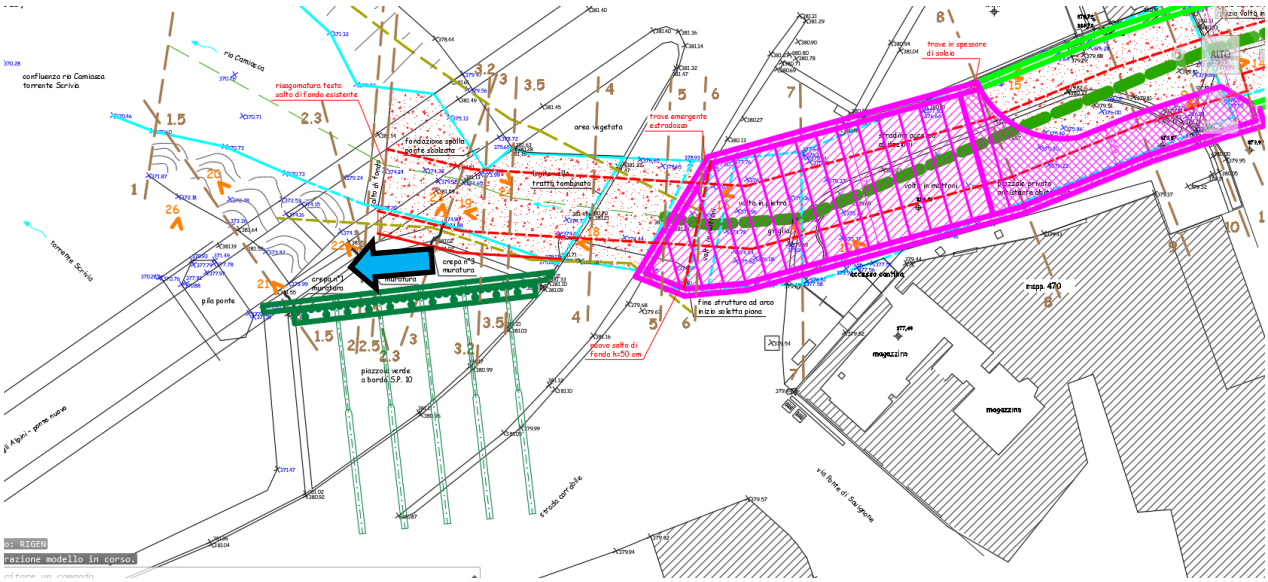


figura 25: *stralcio planimetrico con evidenziata direzione flusso idrico da evitare*

A tal fine, è dunque stata prevista la realizzazione di un riempimento in cls di un "triangolo" innanzi alla nuova muratura, con altezza superiore a quello della piena duecentennale nella modellazione di progetto e tale pertanto da direzionare correttamente l'intero flusso idrico verso l'attuale tratto terminale del rio Camiasca.

In particolare, si prevede una struttura di larghezza pari a 40 cm con retrostante riempimento in cls non strutturale sino al raggiungimento del profilo anteriore del placcaggio in cls.

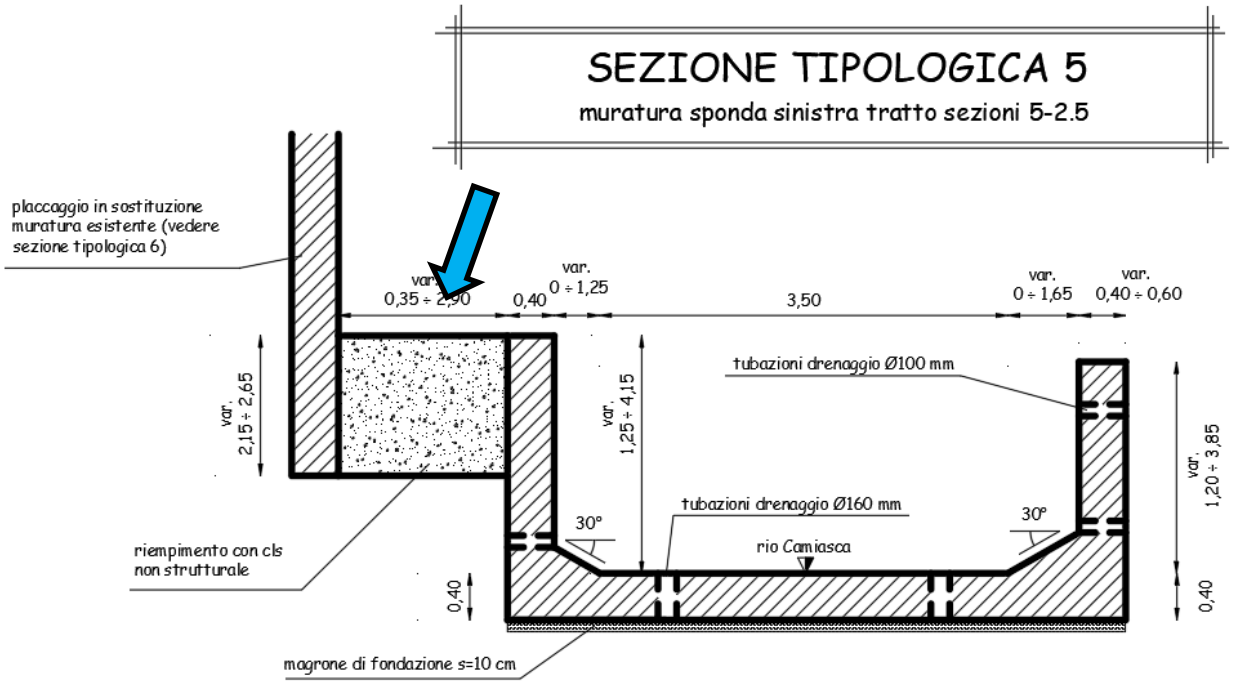


figura 26: *stralcio sezione con riempimento in cls innanzi alla nuova muratura atto a direzionare correttamente il flusso idrico*

Tale soluzione, così come riportato in precedenza, è stata preferita rispetto al diretto avanzamento della muratura a progetto per motivazioni statiche e di effettiva realizzabilità delle palificazioni a tergo della muratura stessa.

Verifica stabilità modello idraulico di progetto

Al fine di verificare la stabilità della modellazione idraulica proposta a progetto, si è proceduto a diminuire il valore di Ks all'interno della modellazione di progetto, imponendo un valore di 30 $m^{1/3}/s$ in tutte le sezioni, valore estremamente cautelativo considerando che pressoché ovunque il corso d'acqua sarà limitato da murature arginali in c.a., fondo anch'esso in c.a. per tutto il tratto a valle della sezione 15.

Anche in tale configurazione la piena duecentennale continuerebbe a rimanere contenuta in ogni sezione, sebbene il moto idrico in alcune sezioni passi da corrente veloce e corrente lenta, causando il sovralzo dei livelli idrici.

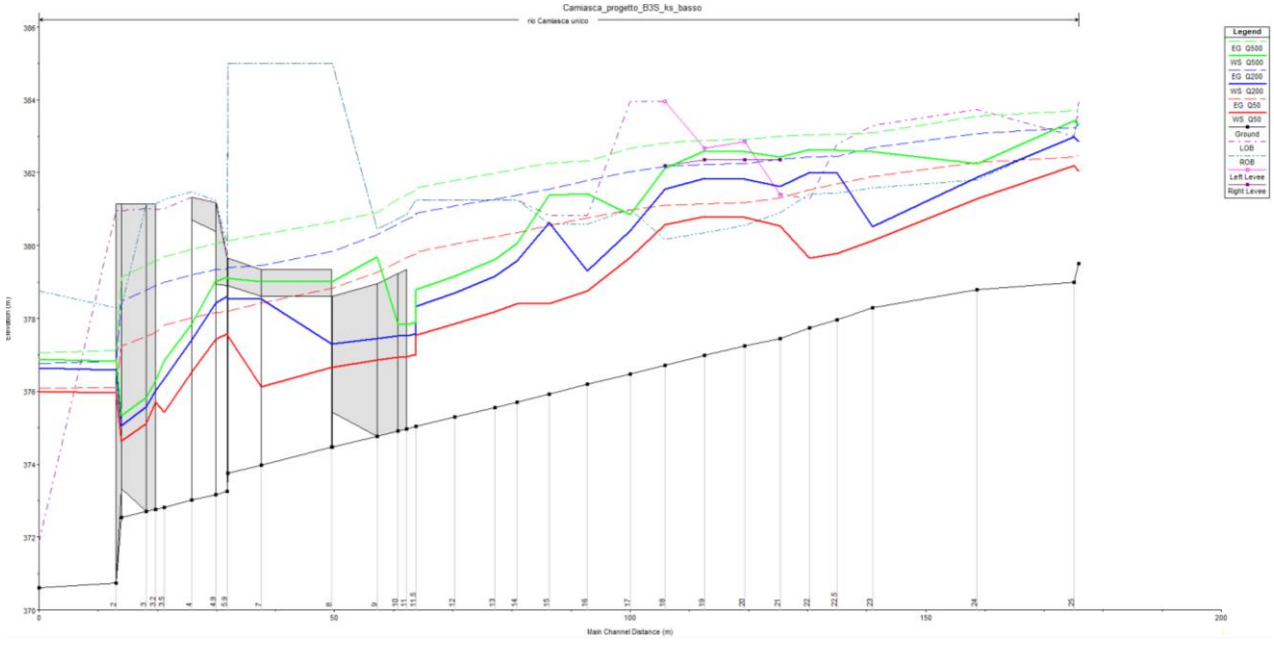


figura 27: *profilo idraulico modello di progetto con Ks ridotto a 30 $m^{1/3}/s$*

Oltre a quanto sopra, si è prodotta un'ulteriore modellazione idraulica, con il valore di Ks ridotto a 30 $m^{1/3}/s$ in tutte le sezioni e un innalzamento delle quote di fondo in tutte le sezioni di 30 cm, a simulazione di una rilevante quantità di materiale detritico associato alle piene.

Anche in tale configurazione assolutamente estrema, la piena duecentennale continuerebbe a rimanere contenuta in ogni sezione, a conferma dell'elevata stabilità della modellazione a progetto.

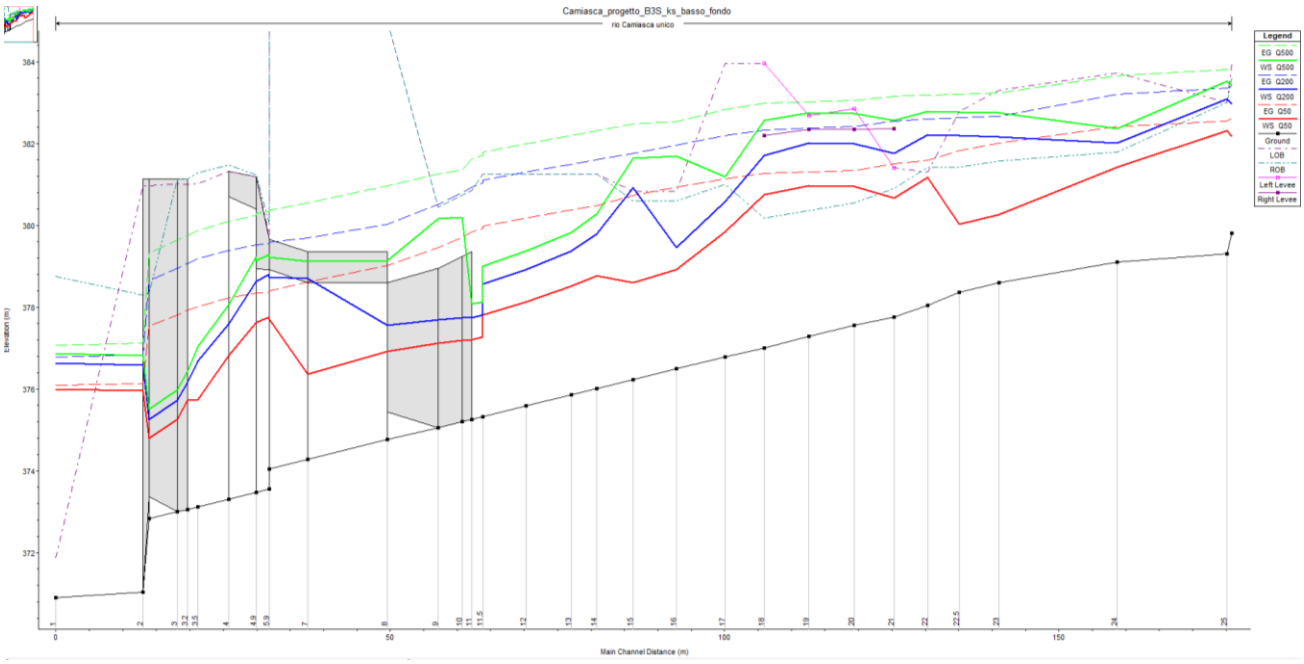


figura 28: *profilo idraulico modello di progetto con Ks ridotto a 30 $m^{1/3}/s$ e fondo rialzato di 30 cm*

Valutazione effetto curva

Si è inoltre valutato il possibile effetto sui livelli idrici di eventuali curve esistenti lungo il tratto oggetto di analisi.

L'andamento del corso d'acqua è comunque per il caso in esame sinuoso e condizionato alla forte urbanizzazione delle aree, ma privo di cambi di direzione bruschi o comunque rilevanti.

L'unica curve che si ritiene possa essere degna di attenzione è quella posta al limite di valle della copertura, curve identificata con la sezione 6.

In tale sezione nella modellizzazione di progetto e per Tr=200 anni, il numero di Froude è pari a 1,92 e vengono dunque applicate le formulazioni proposte da Marchi per correnti veloci:

$$\sin\beta = \frac{1}{Fr_1}$$

$$tg(\delta) = \frac{b}{\left(r_m + \frac{b}{2}\right) tg(\beta)}$$

con:

Fr_1 = numero di Froude corrente indisturbata
b = larghezza media sezione
r_m = raggio medio curvatura

Si può dunque determinare il livello massimo assunto della corrente in esterno curva y_{max} in funzione del livello medio della corrente y_1 come:

$$y_{max} = y_1 Fr_1^2 sin^2(\beta + \frac{1}{2}\delta)$$

Dunque il sovralzo del pelo libero risulterà essere pari a:

$$\Delta y = y_{max} - y_1$$

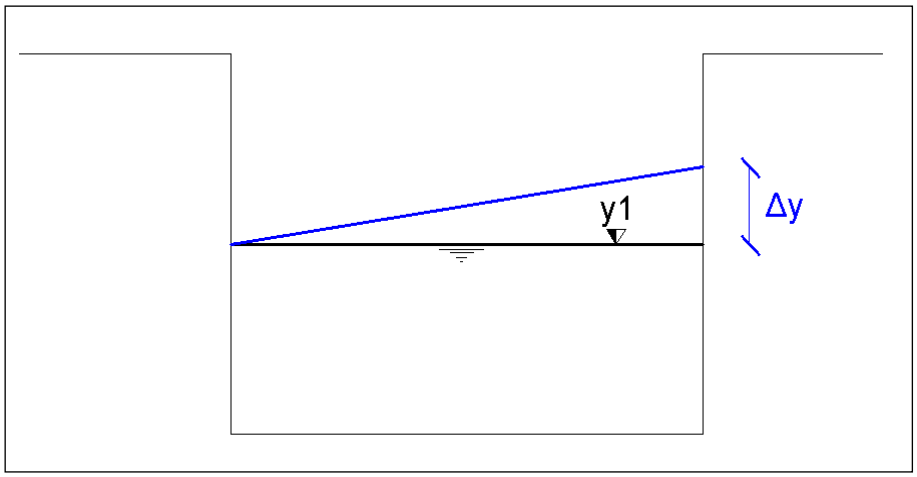


figura 29: *schematizzazione sovralzo in esterno curva per correnti veloci*

Applicando le formulazioni di cui sopra, per tale caso si ricava un sovralzo massimo di circa 106 cm e dunque ampiamente contenuto all'interno dei franchi idraulici propri della sezione (nettamente oltre i 250 cm rispetto all'intradosso della copertura).

Tr	sezione	b	y	r	Fr	Beta	Delta	DY
[anni]	[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[rad]	[rad]	[m]
200	6	7.00	2.37	40.00	1.92	0.55	0.26	1.06

Aspetti morfodinamici

Si sono inoltre effettuate alcune considerazioni in merito alla tenuta nel tempo della configurazione di fondo prevista a progetto.

In primis si sottolinea come il fondo nella condizione attuale si presenti come roccioso, con liscioni in roccia al piede di entrambi gli argini e con limitatissime quantità di materiale detritico/alluvionale, in particolare di dimensioni medie e fini, a conferma del limitato trasporto solido connesso al corso d'acqua e/o della buona capacità autopulente dello stesso.



figura 30: *attuale tratto in copertura*

Nella configurazione di progetto, per il tratto a monte della sezione 15 sarà mantenuta la configurazione a fondo naturale roccioso, mentre a valle della sezione stessa si prevede la plateazione del corso d'acqua: tale soluzione, oltre che garantire il puntello necessario alle due murature arginali, annulla i possibili effetti erosivi del corso d'acqua ai piedi delle due sponde.

Analoga funzione ha anche il rivestimento del piede del versante in sponda sinistra tre le sezioni 23 e 15, previsto sino al superamento del livello del carico cinetico associato ad un evento di piena duecentennale e tale dunque da limitare che effetti erosivi al piede del versante stesso possano in futuro creare smottamenti in un tratto particolarmente critico stante l'urbanizzazione che lo caratterizza.

Per quanto attiene invece la possibilità di deposito di materiale detritico con conseguente parzializzazione delle sezioni, si segnala come sia previsto a progetto un abbassamento della livelletta di fondo del corso d'acqua nel suo tratto maggiormente urbanizzato: tale abbassamento sarà realizzato incrementando la pendenza del corso d'acqua tra le sezioni 21 e 2.5, dall'attuale valore di circa 2.9%, sino ad un valore costante del 4%, con un unico saltino intermedio (altezza pari a 50 cm) in corrispondenza della sezione 6: l'aumento della pendenza e la regolarizzazione delle sezioni in particolare in relazione alla larghezza (di fatto peraltro mai particolarmente accresciuta rispetto alla condizione attuale), rende il moto nella configurazione a progetto maggiormente regolare e veloce: il regime è infatti per tutto il tratto urbano (a valle della sezione 17) quello di corrente veloce, con numeri di Froude compresi tra circa 1,20 e 2,00 e velocità comprese tra circa 6,00 e 9,00 m/s per la piena duecentennale: se già nella condizione attuale si può verificare una limitata presenza di materiale detritico in accumulo, a maggior ragione tale condizione sarà valida nella configurazione a progetto.

Si è comunque verificato in precedenza come la configurazione a progetto sia in grado di "sopportare" una rilevante quantità di materiale detritico associato alle piene, garantendo comunque il contenimento in alveo delle piene.

Rimane ovviamente comunque fondamentale l'esecuzione degli interventi classici di manutenzione di un corso d'acqua in ambito urbanizzato ed in particolare la periodica verifica ed eventuale rimozione di materiale detritico in accumulo, operazione peraltro particolarmente agevole stante la configurazione a fondo "rigido", senza dunque il rischio di eseguire operazioni che portino in fondo alveo in una configurazione differente rispetto a quanto previsto a progetto.

sollers – studio associato di ingegneria – ing. giorgio mozzo & ing. mario servetto
piazza della Vittoria, 15/22 - 16121 Genova – tel +39 349 1835258 / 348 6002357 – mail: segreteria@sollers.it

studio tecnico associato ing. sergio brizzolara & ing. stefano sturla
via Cap. Renato Orsi, 31/20 - 16043 Chiavari (GE) P.I.V.A. e C.F. 01455710994
☎ +39 0185 370127 +39 0185 368280 b3s@b3s.it - b3s@pec.b3s.it

MODELLO IDRAULICO MOTO PERMANENTE MONODIMENSIONALE

RIO CAMIASCA – STATO ATTUALE

VBP – PAI fiume Po

Camiasca_attuale_B3S

- *tabelle riassuntive dati e risultati*
- *profili in asse al corso d'acqua*
- *sezioni trasversali del corso d'acqua*

Chiavari, li agosto 2022

Il Tecnico

Ing. Sergio Brizzolara



HEC-RAS Plan: CAM_ATT River: rio Camiasca Reach: unico

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	26	Q50	89.00	379.51	382.03	381.56	382.48	0.003543	2.99	29.74	15.69	0.69
unico	26	Q200	128.00	379.51	384.91	382.02	385.03	0.000357	1.53	83.94	20.36	0.24
unico	25	Q50	89.00	379.00	382.18		382.41	0.001397	2.14	41.52	17.73	0.45
unico	25	Q200	128.00	379.00	384.93		385.02	0.000239	1.34	95.98	20.39	0.20
unico	24	Q50	89.00	378.80	381.50	381.30	382.31	0.006370	3.99	22.32	10.45	0.87
unico	24	Q200	128.00	378.80	384.82		385.01	0.000588	1.96	72.02	18.00	0.28
unico	23	Q50	89.00	378.30	381.81		382.11	0.001788	2.43	37.29	15.63	0.48
unico	23	Q200	128.00	378.30	384.87		384.98	0.000295	1.49	93.36	19.51	0.21
unico	22.5	Q50	89.00	377.97	381.84		382.08	0.001232	2.19	41.48	15.82	0.41
unico	22.5	Q200	128.00	377.97	384.87		384.97	0.000259	1.45	95.94	18.59	0.19
unico	22	Q50	89.00	377.74	381.84		382.07	0.001034	2.11	43.43	16.57	0.38
unico	22	Q200	128.00	377.74	384.87		384.97	0.000201	1.46	101.38	20.03	0.19
unico	21	Q50	89.00	377.45	381.72		382.05	0.001849	2.60	37.54	15.87	0.46
unico	21	Q200	128.00	377.45	384.83		384.97	0.000434	1.73	87.23	15.98	0.22
unico	20	Q50	89.00	377.30	381.80		382.00	0.000944	2.03	49.14	19.28	0.35
unico	20	Q200	128.00	377.30	384.86		384.95	0.000224	1.36	111.03	20.40	0.18
unico	19	Q50	89.00	377.23	381.82		381.99	0.000803	1.91	53.22	20.08	0.33
unico	19	Q200	128.00	377.23	384.87		384.95	0.000201	1.31	116.96	21.00	0.17
unico	18	Q50	89.00	377.11	381.65		381.97	0.001535	2.53	37.41	11.19	0.41
unico	18	Q200	128.00	377.11	384.75		384.93	0.000513	1.92	73.71	12.00	0.24
unico	17	Q50	89.00	377.00	381.47		381.94	0.002998	3.05	29.20	7.79	0.50
unico	17	Q200	128.00	377.00	384.65		384.92	0.001183	2.30	55.65	8.65	0.29
unico	16	Q50	89.00	376.61	381.60		381.87	0.001425	2.30	38.65	9.93	0.37
unico	16	Q200	128.00	376.61	384.71		384.88	0.000632	1.84	69.59	9.93	0.22
unico	15	Q50	89.00	376.46	381.57		381.85	0.001519	2.37	37.62	9.69	0.38
unico	15	Q200	128.00	376.46	384.70		384.88	0.000674	1.88	67.94	9.69	0.23
unico	14	Q50	89.00	376.30	379.70	379.33	381.66	0.034409	6.21	14.32		1.08
unico	14	Q200	128.00	376.30	380.41	379.57	384.48	0.071173	8.94	14.32		1.41
unico	13	Q50	89.00	376.25	379.68	379.15	381.49	0.030501	5.97	14.90		1.03

HEC-RAS Plan: CAM_ATT River: rio Camiasca Reach: unico (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	13	Q200	128.00	376.25	380.37	379.46	384.13	0.063089	8.59	14.90		1.35
unico	12	Q50	89.00	376.11	379.55	378.95	381.27	0.028073	5.81	15.31		1.00
unico	12	Q200	128.00	376.11	380.10	379.28	383.66	0.058068	8.36	15.31		1.34
unico	11.1	Q50	89.00	376.05	378.86	378.86	380.99	0.029155	6.48	13.74	3.18	1.23
unico	11.1	Q200	128.00	376.05	379.12	379.12	383.14	0.059815	8.87	14.43	1.79	1.62
unico	11	Q50	89.00	375.86	377.70	378.47	380.89	0.043290	7.90	11.26	6.84	1.86
unico	11	Q200	128.00	375.86	377.94	378.85	383.03	0.063676	9.99	12.81	6.33	2.21
unico	10	Q50	89.00	375.86	377.86	378.52	380.74	0.038314	7.51	11.85	6.50	1.70
unico	10	Q200	128.00	375.86	378.09	378.89	382.84	0.059614	9.66	13.25	5.96	2.07
unico	9	Q50	89.00	375.86	377.93	378.50	380.52	0.034586	7.13	12.49	6.32	1.58
unico	9	Q200	128.00	375.86	378.16	378.89	382.52	0.055267	9.25	13.83	5.78	1.95
unico	8	Q50	89.00	375.30	377.27	378.05	380.22	0.036404	7.60	11.71	7.25	1.91
unico	8	Q200	128.00	375.30	377.52	378.57	382.10	0.050250	9.48	13.51	7.17	2.03
unico	7	Q50	89.00	375.04	379.00	377.96	379.78	0.007186	3.90	22.81	3.27	0.63
unico	7	Q200	128.00	375.04	379.73	378.50	381.25	0.017669	5.46	23.46		0.80
unico	6	Q50	89.00	374.65	379.04	377.79	379.71	0.006170	3.64	24.48	3.23	0.55
unico	6	Q200	128.00	374.65	379.77	378.34	381.10	0.015051	5.10	25.10		0.72
unico	5.9	Q50	89.00	374.65	379.09	377.82	379.69	0.007109	3.41	26.10		0.52
unico	5.9	Q200	128.00	374.65	379.85	378.50	381.07	0.016465	4.88	26.21	2.09	0.68
unico	5	Q50	89.00	374.44	378.97	377.96	379.66	0.008964	3.69	24.11		0.55
unico	5	Q200	128.00	374.44	379.57	378.68	381.01	0.018541	5.31	24.11		0.75
unico	4.9	Q50	89.00	374.44	378.98	377.97	379.66	0.005084	3.64	24.43	6.73	0.61
unico	4.9	Q200	128.00	374.44	379.98	378.68	380.84	0.005600	4.11	31.15	6.73	0.61
unico	4	Q50	89.00	374.28	378.14	378.14	379.55	0.013581	5.25	16.94	6.00	1.00
unico	4	Q200	128.00	374.28	378.92	378.92	380.71	0.014831	5.93	21.57	6.00	1.00
unico	3.5	Q50	89.00	374.00	376.72	377.48	379.34	0.027916	7.17	12.42	5.84	1.57
unico	3.5	Q200	128.00	374.00	377.41	378.27	380.49	0.027203	7.77	16.47	5.96	1.49
unico	3.2	Q50	89.00	375.12	376.77	377.50	379.25	0.040379	6.97	12.78	7.34	1.69
unico	3.2	Q200	128.00	375.12	377.23	378.18	380.42	0.043577	7.91	16.18	7.42	1.71

HEC-RAS Plan: CAM_ATT River: rio Camiasca Reach: unico (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	3	Q50	89.00	373.99	376.66	377.39	379.18	0.040559	7.03	12.66	7.20	1.69
unico	3	Q200	128.00	373.99	377.13	378.10	380.36	0.043370	7.95	16.10	7.28	1.71
unico	2.5	Q50	89.00	374.20	375.61	376.56	378.86	0.085980	7.99	11.15	9.30	2.14
unico	2.5	Q200	128.00	374.20	375.95	377.12	380.02	0.091688	8.93	14.33	9.85	2.16
unico	2	Q50	89.00	370.73	375.92	373.58	376.13	0.001988	2.04	43.73	12.29	0.29
unico	2	Q200	128.00	370.73	372.54	374.39	379.62	0.142419	11.78	10.87	7.08	2.79
unico	1	Q50	89.00	370.60	375.99	372.68	376.08	0.000327	1.34	66.36	14.33	0.20
unico	1	Q200	128.00	370.60	376.63	373.16	376.78	0.000474	1.69	75.63	14.64	0.24

Camiasca_attuale_B3S

rio Camiasca unico

Legend

EG Q200
WS Q200
EG Q50
WS Q50
Ground
LOB
ROB

Elevation (m)

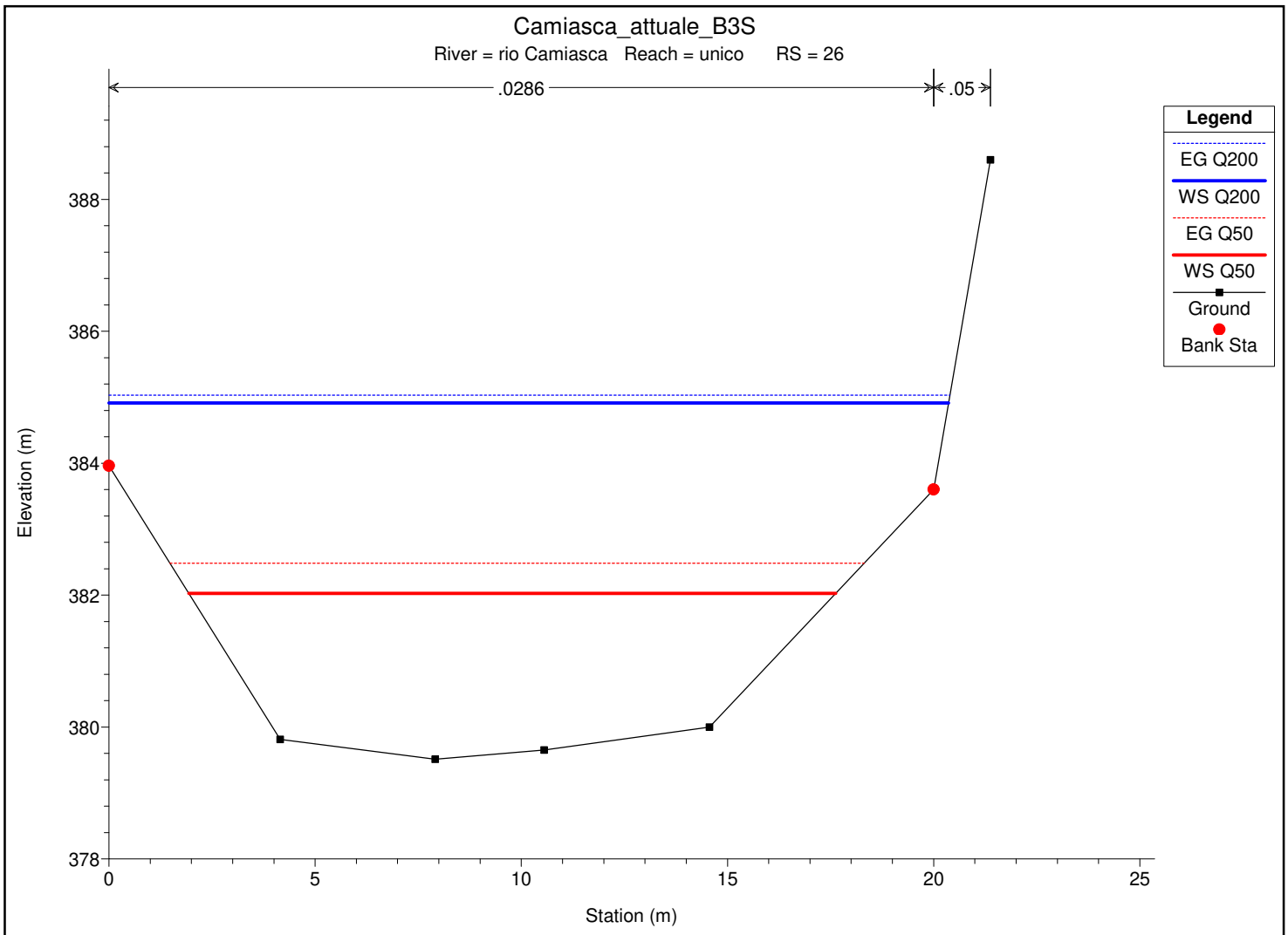
384
382
380
378
376
374
372

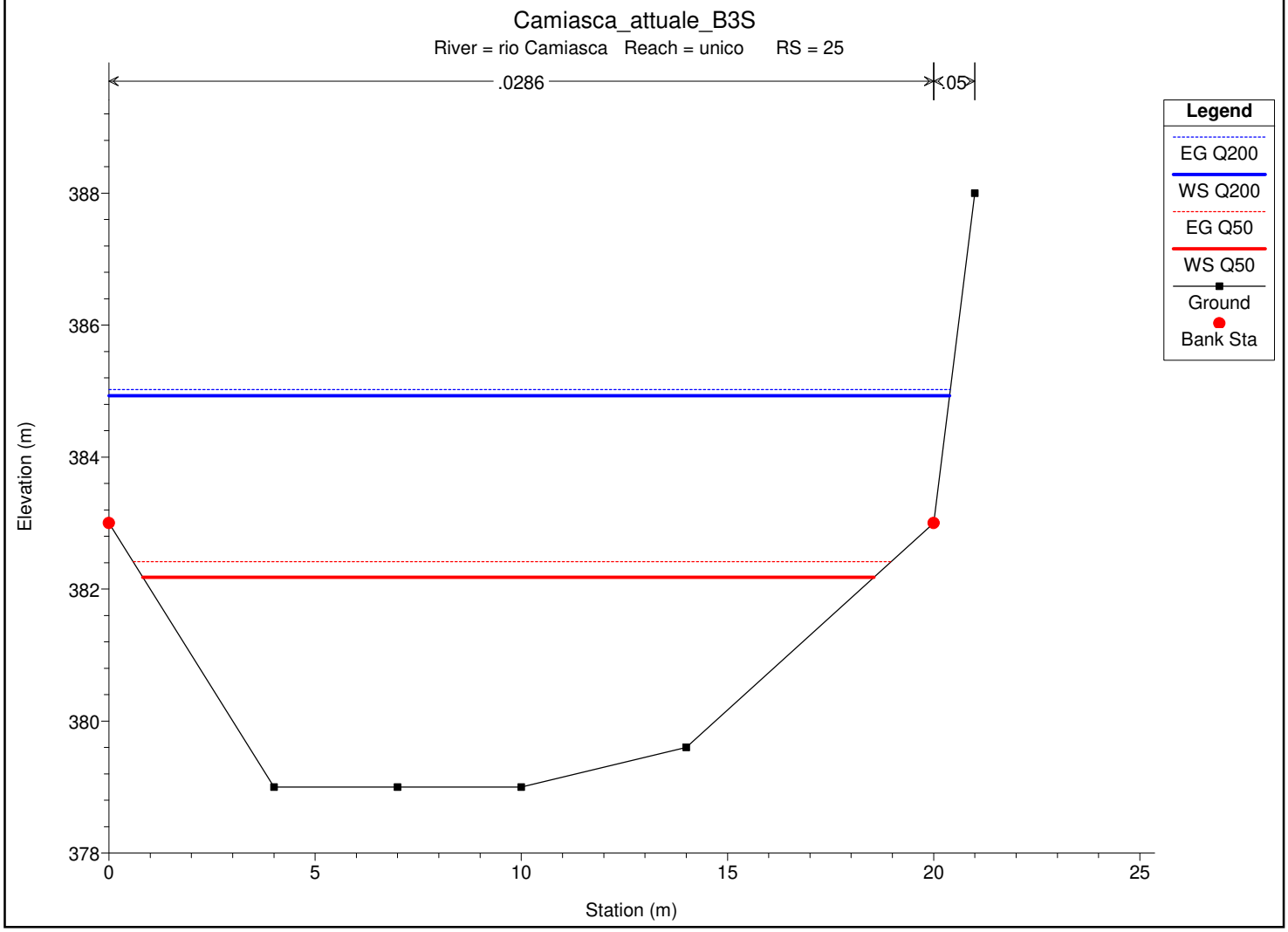
1 2 3 3.2 3.5 4 4.9 5.9 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 22.5 23 24 25

0 50 100 150

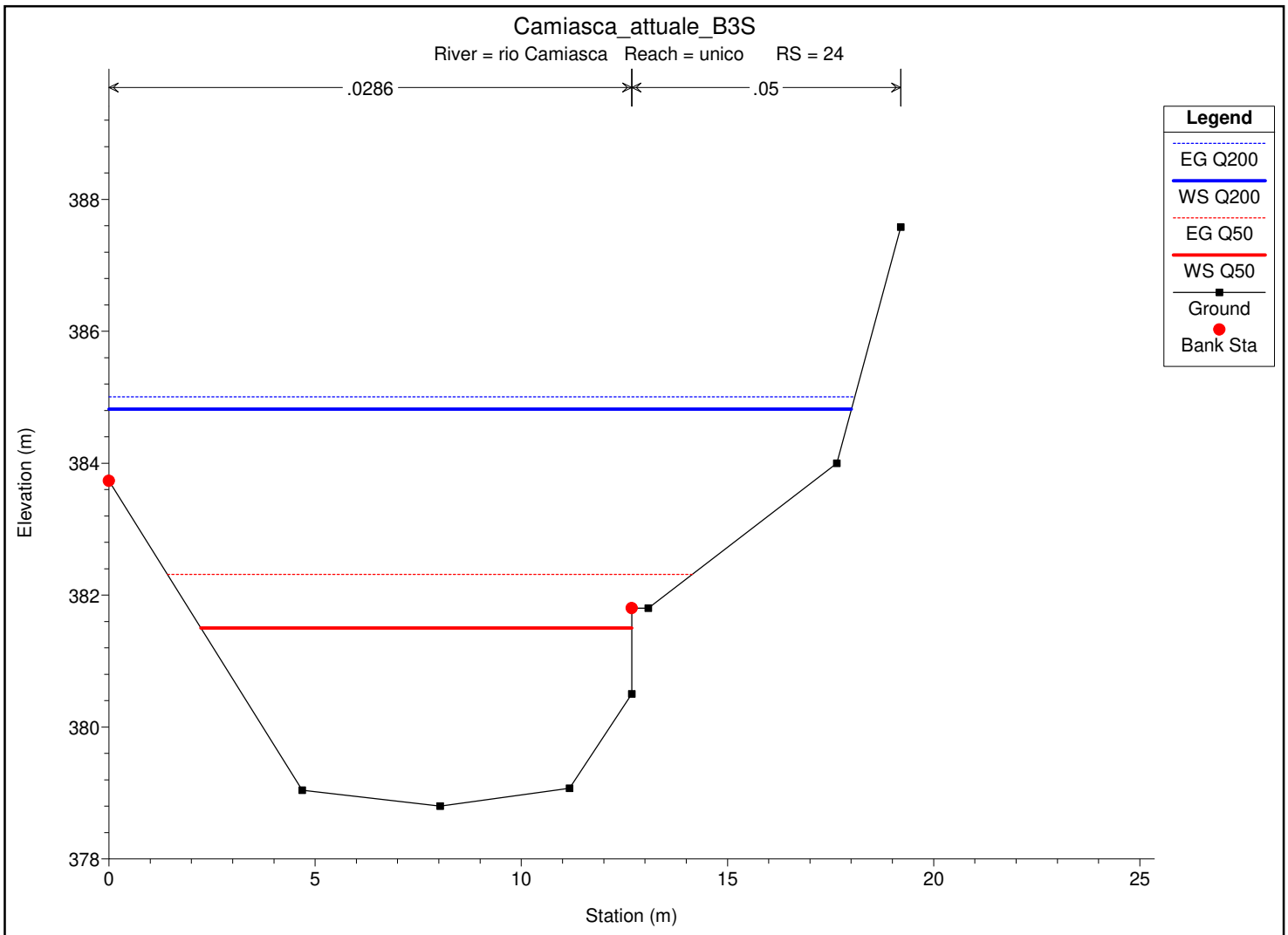
Main Channel Distance (m)

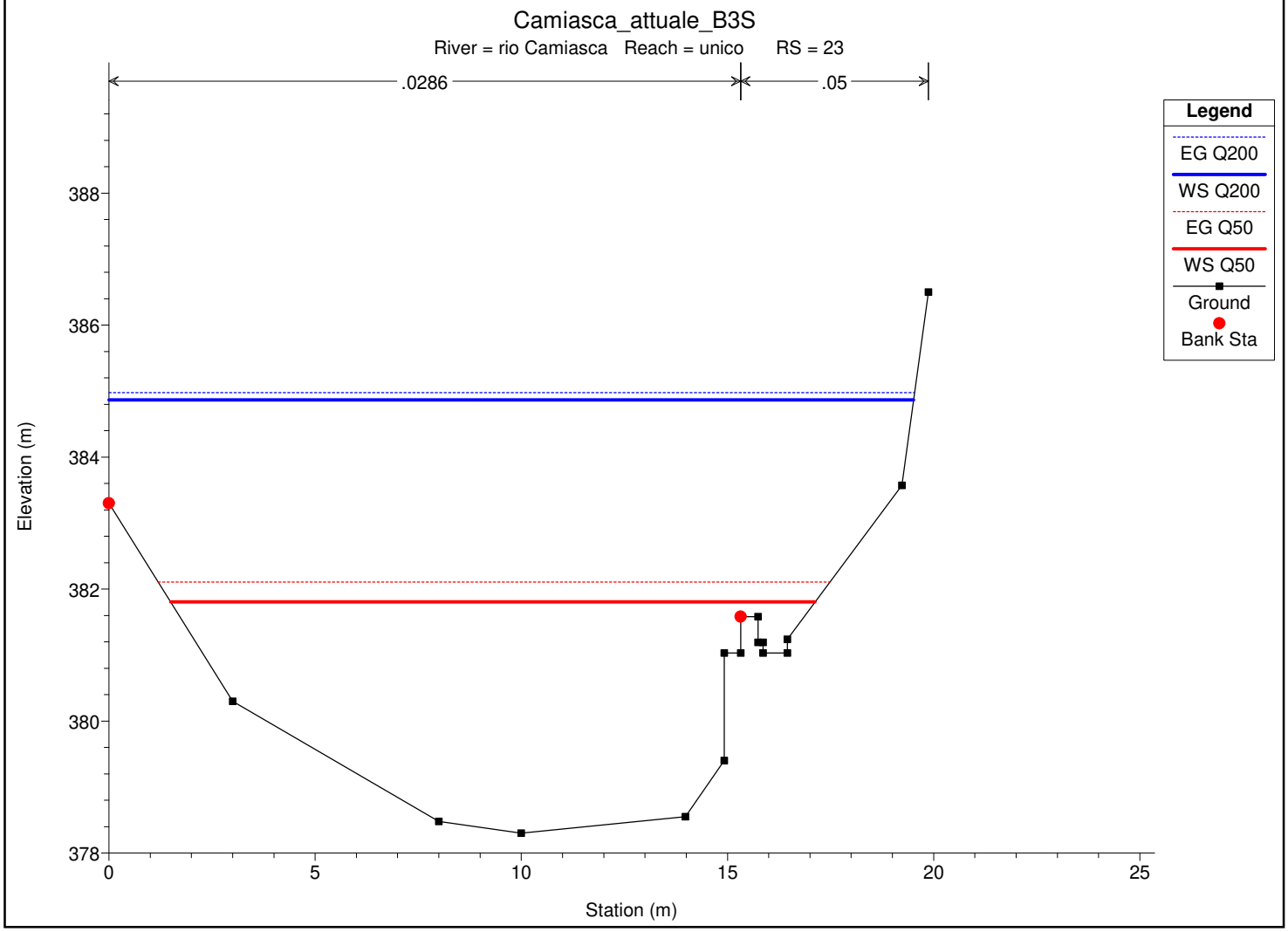
1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 0.6 m



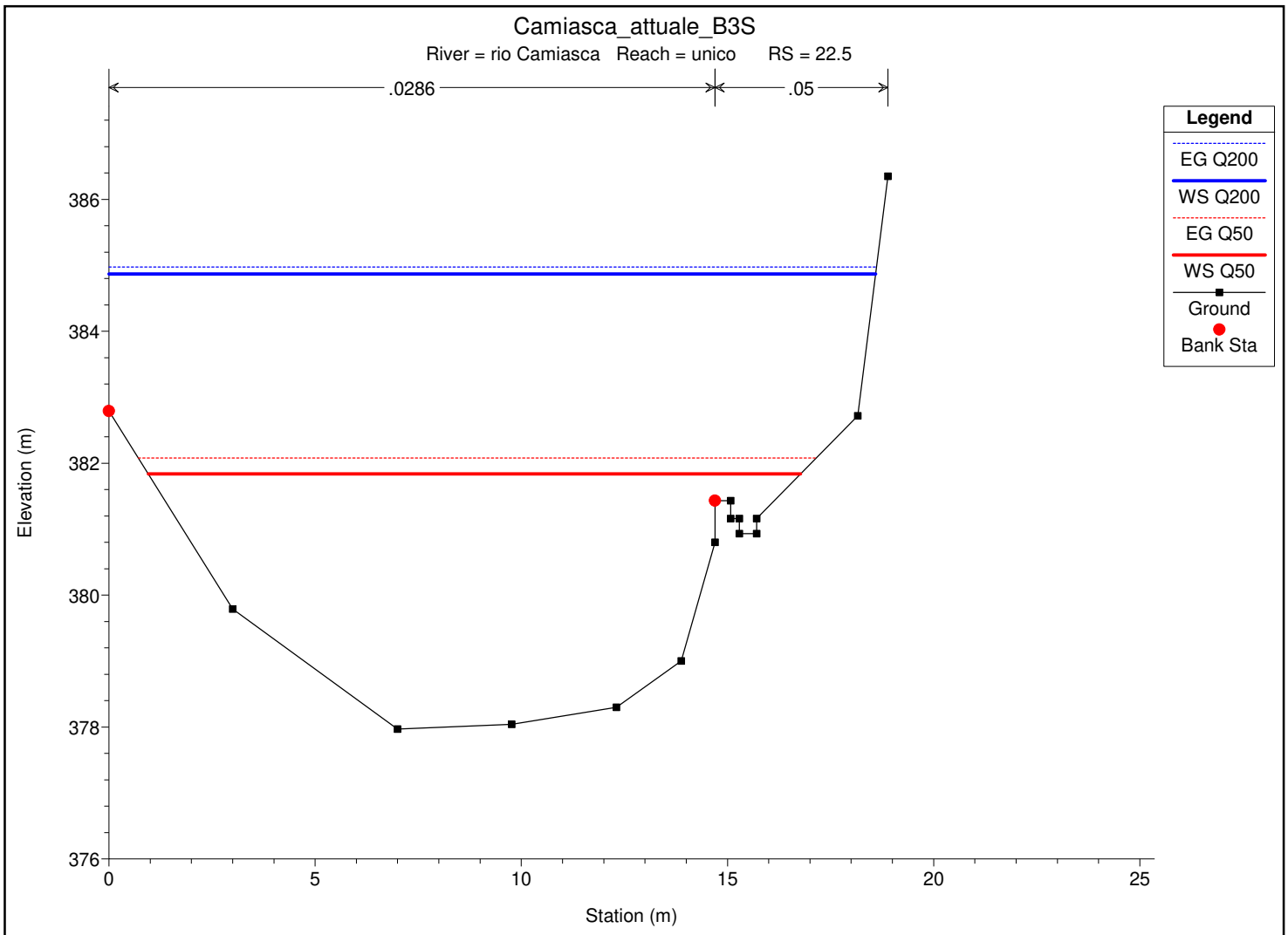


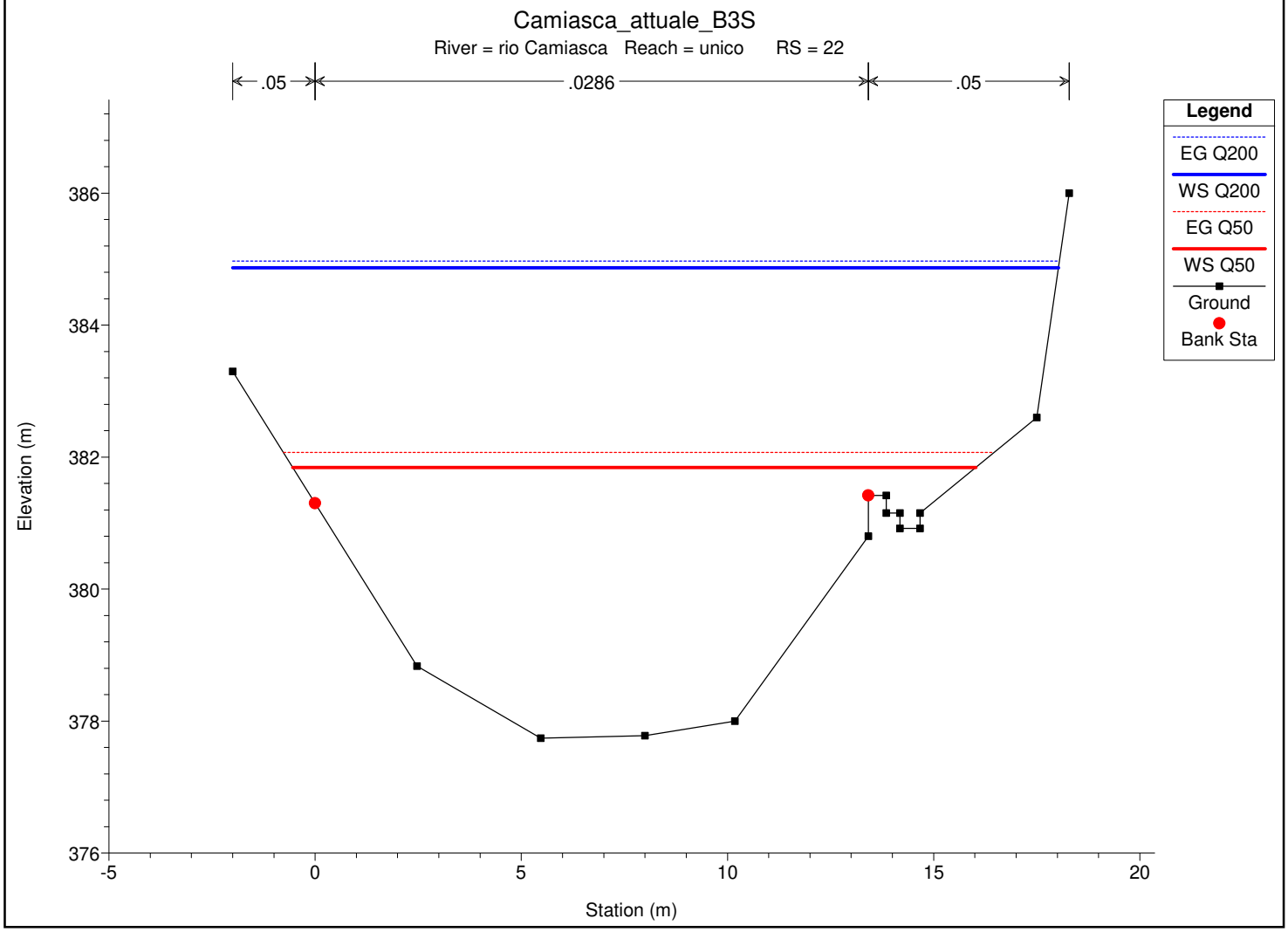
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1 m



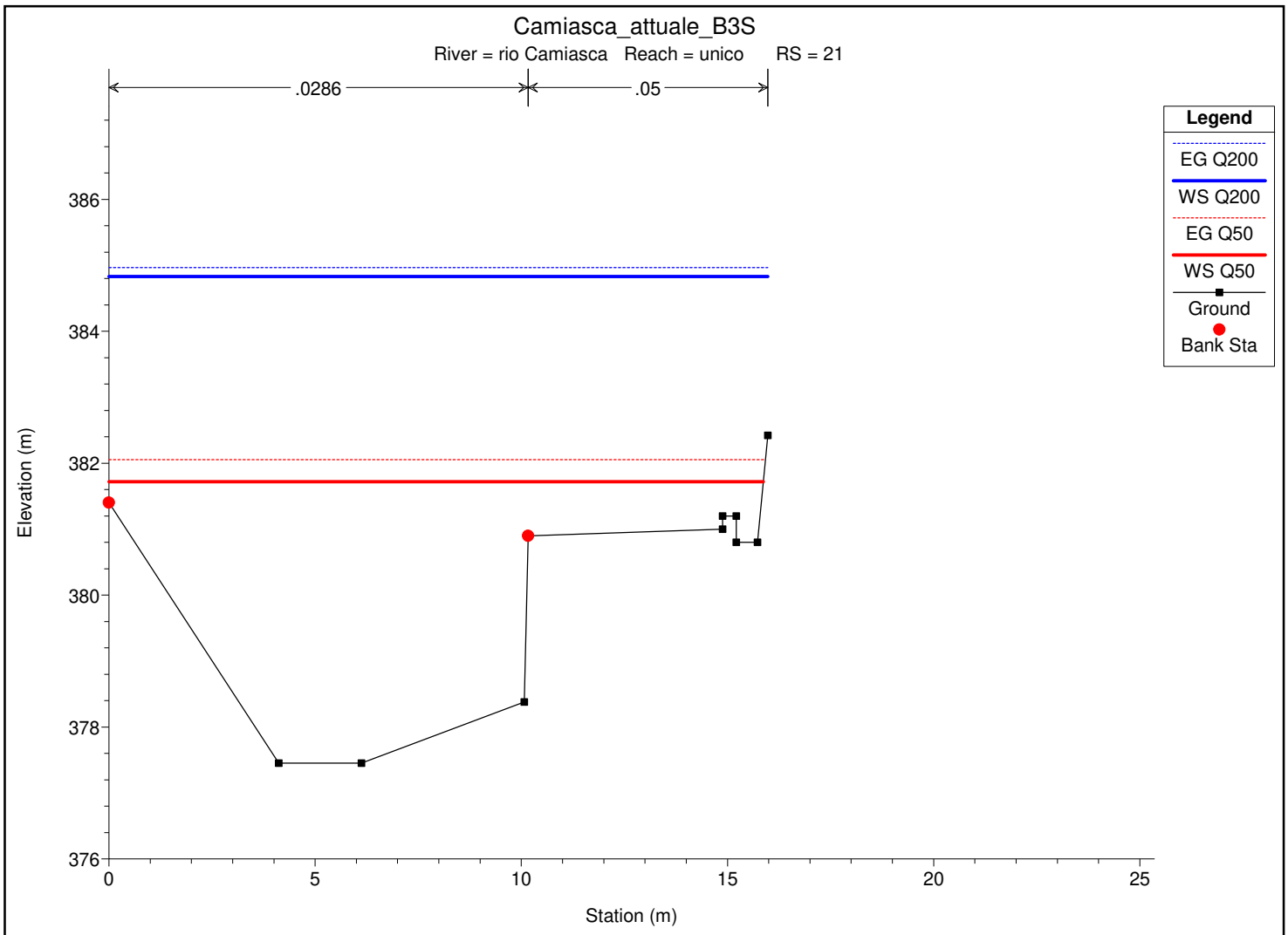


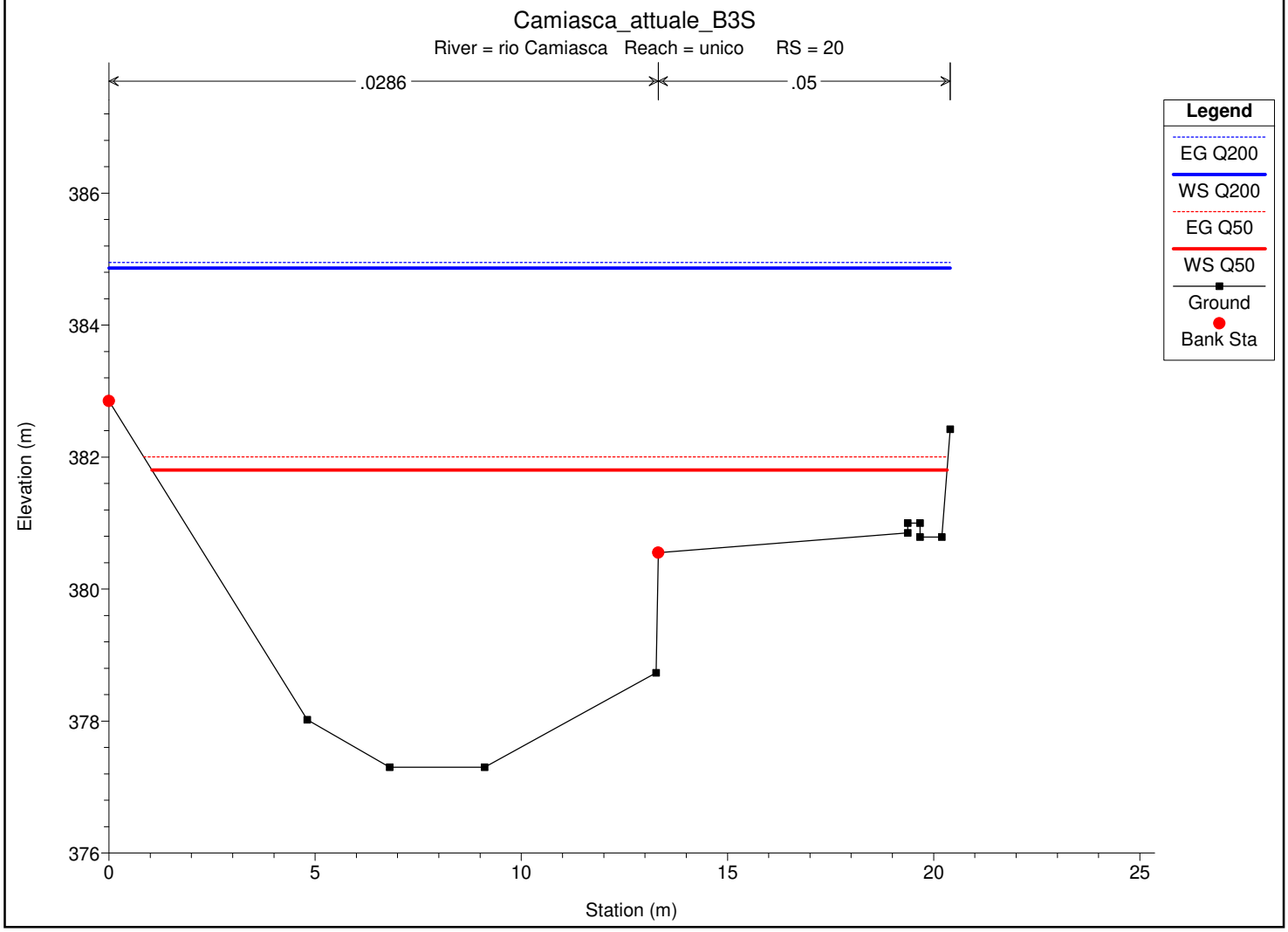
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1 m



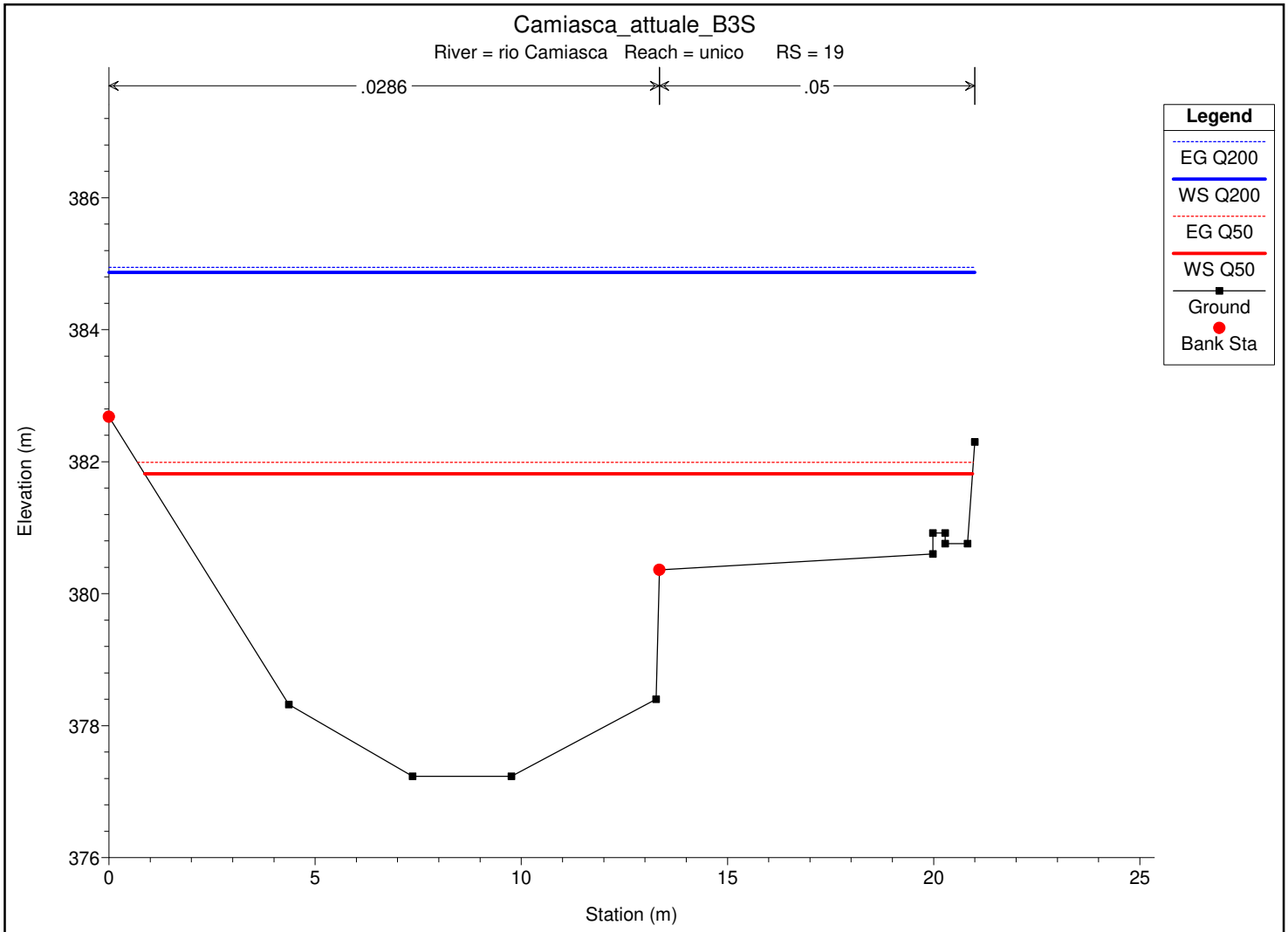


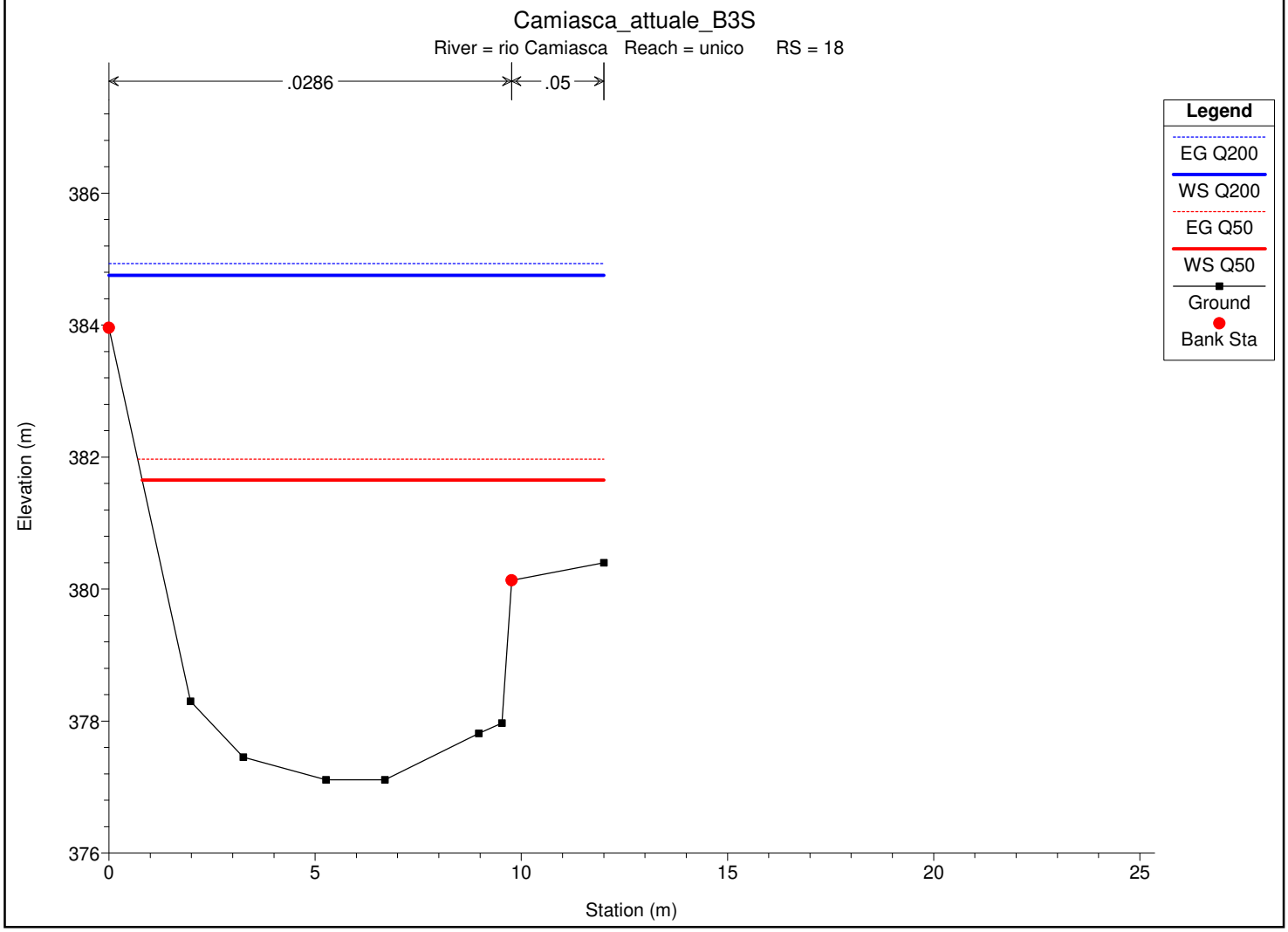
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1 m



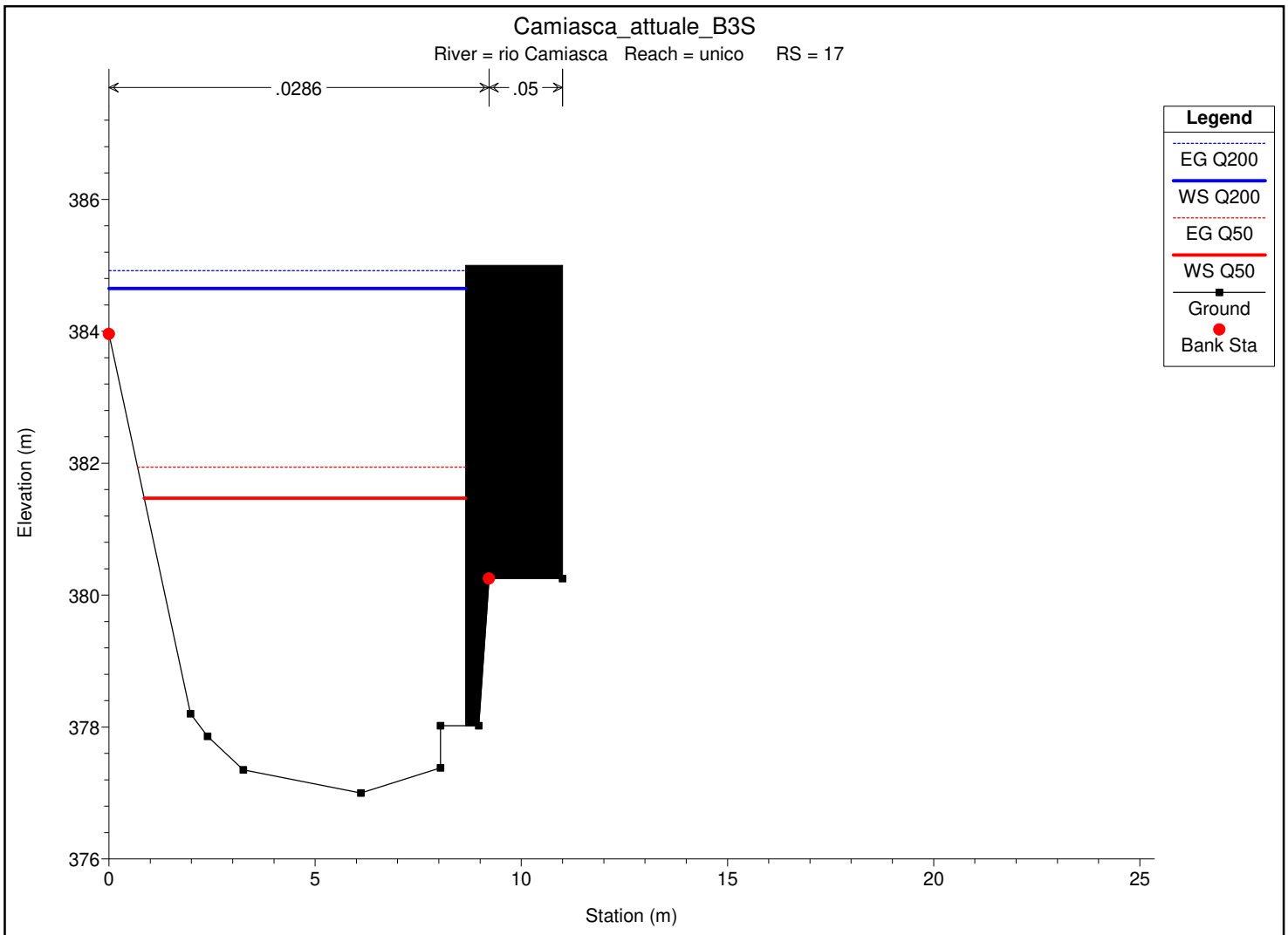


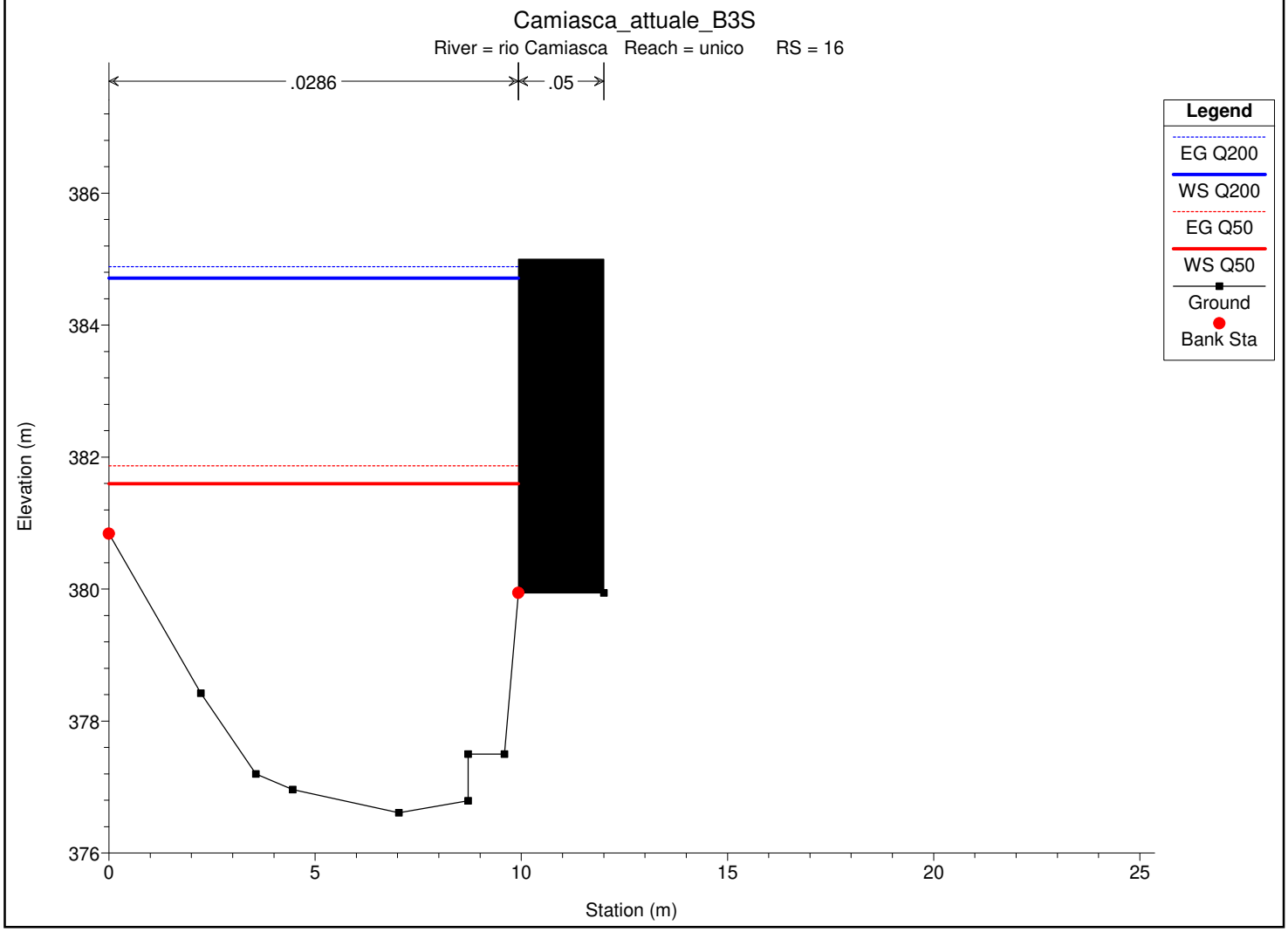
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1 m



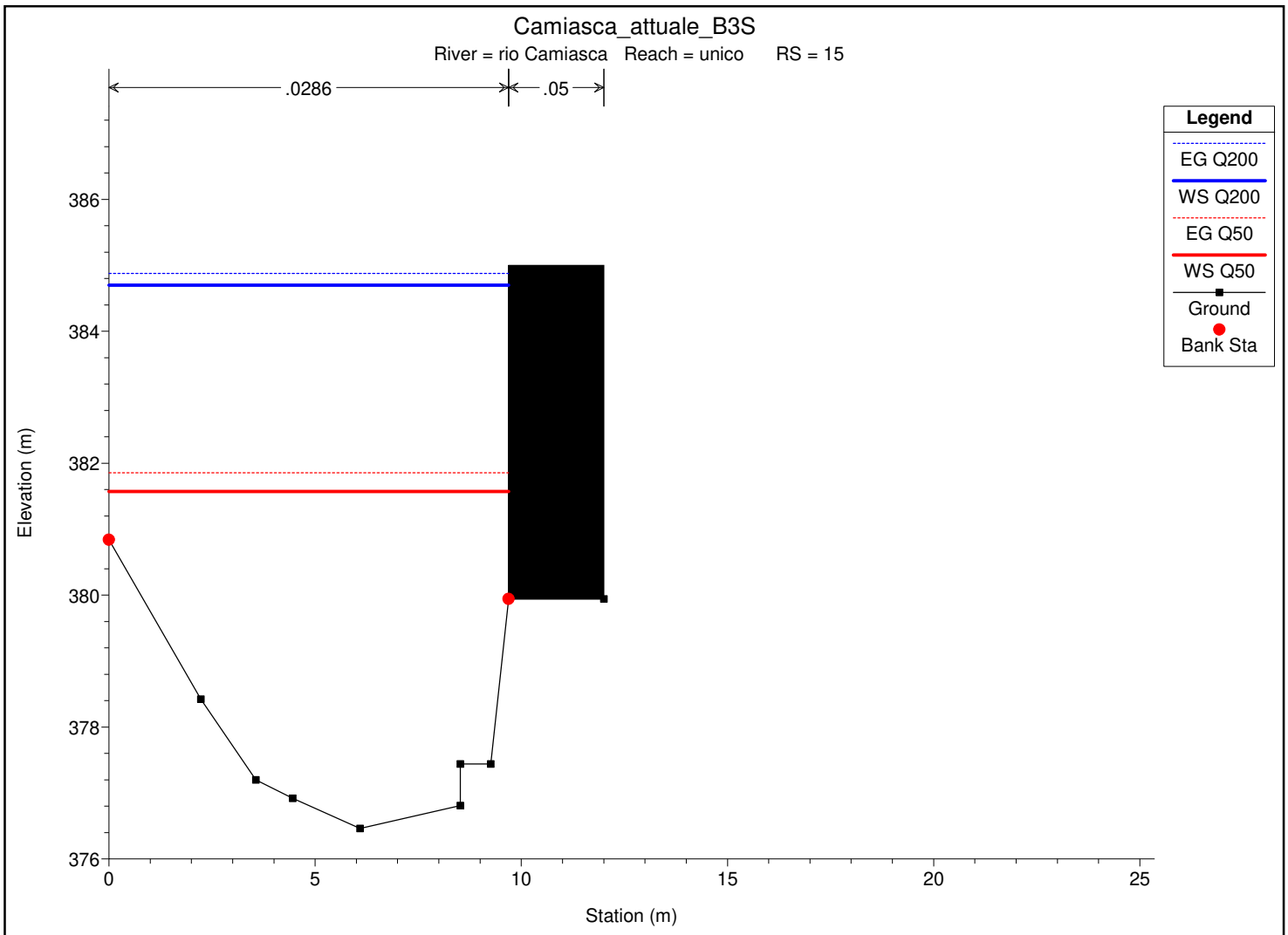


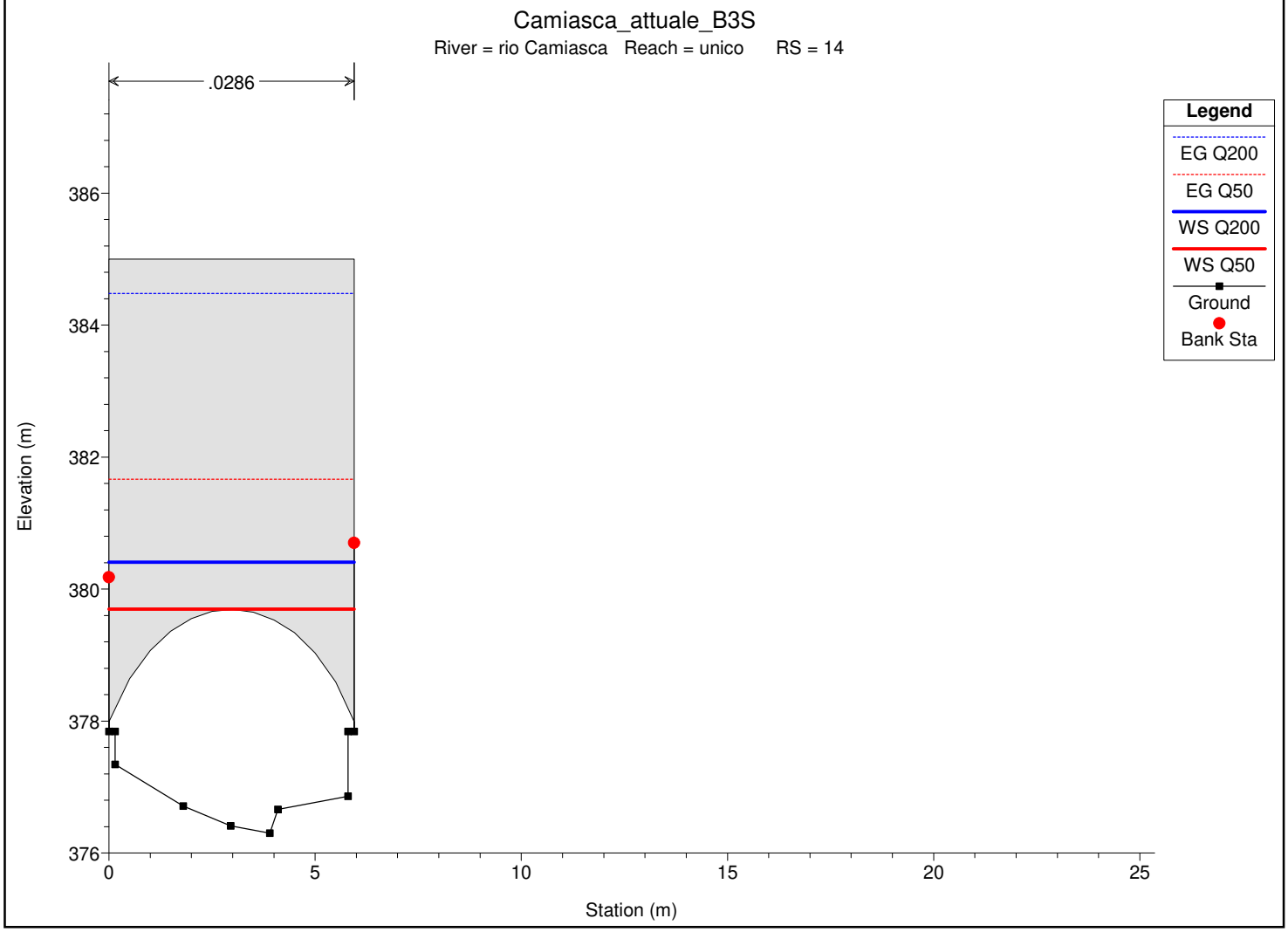
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1 m



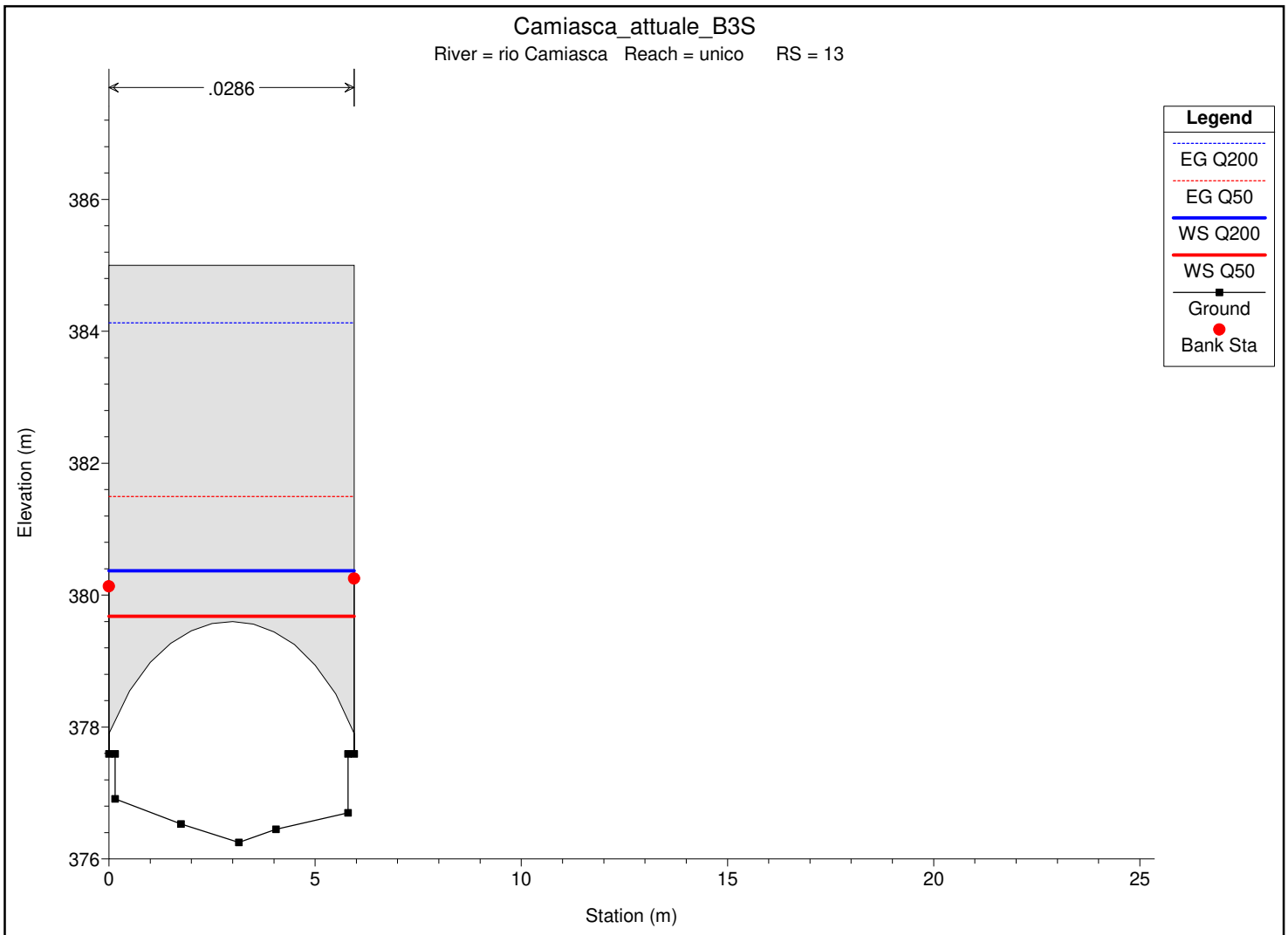


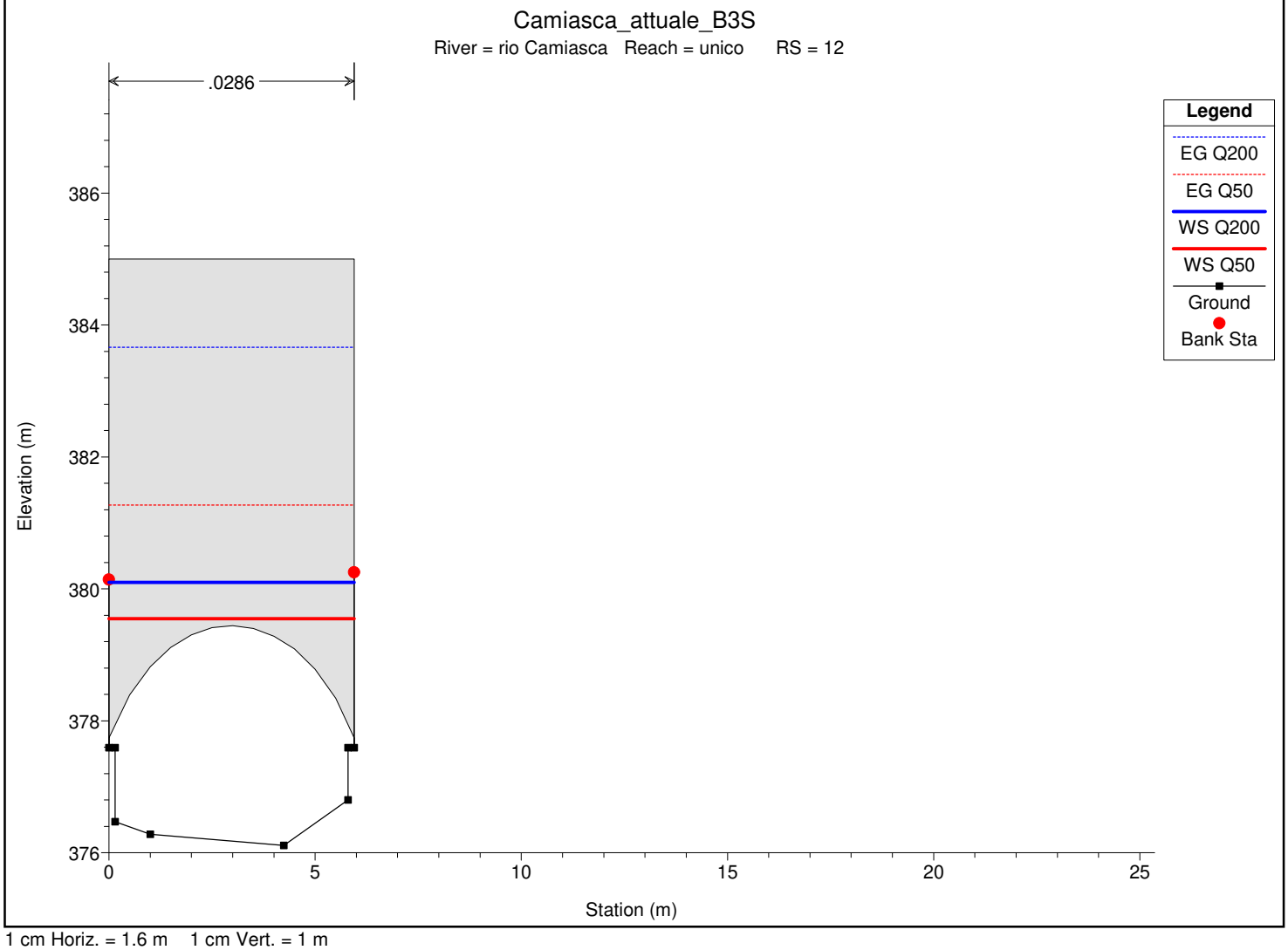
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1 m



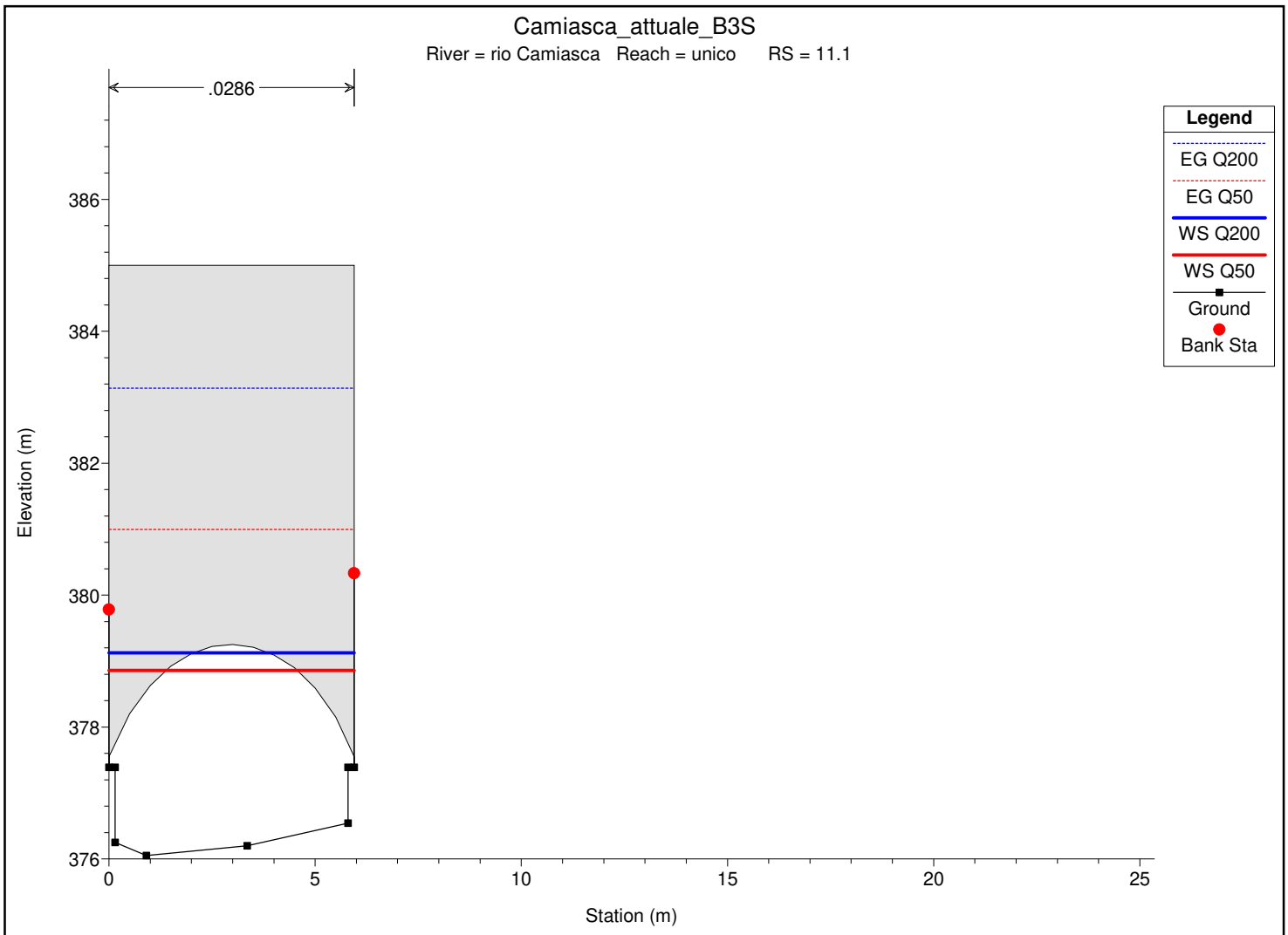


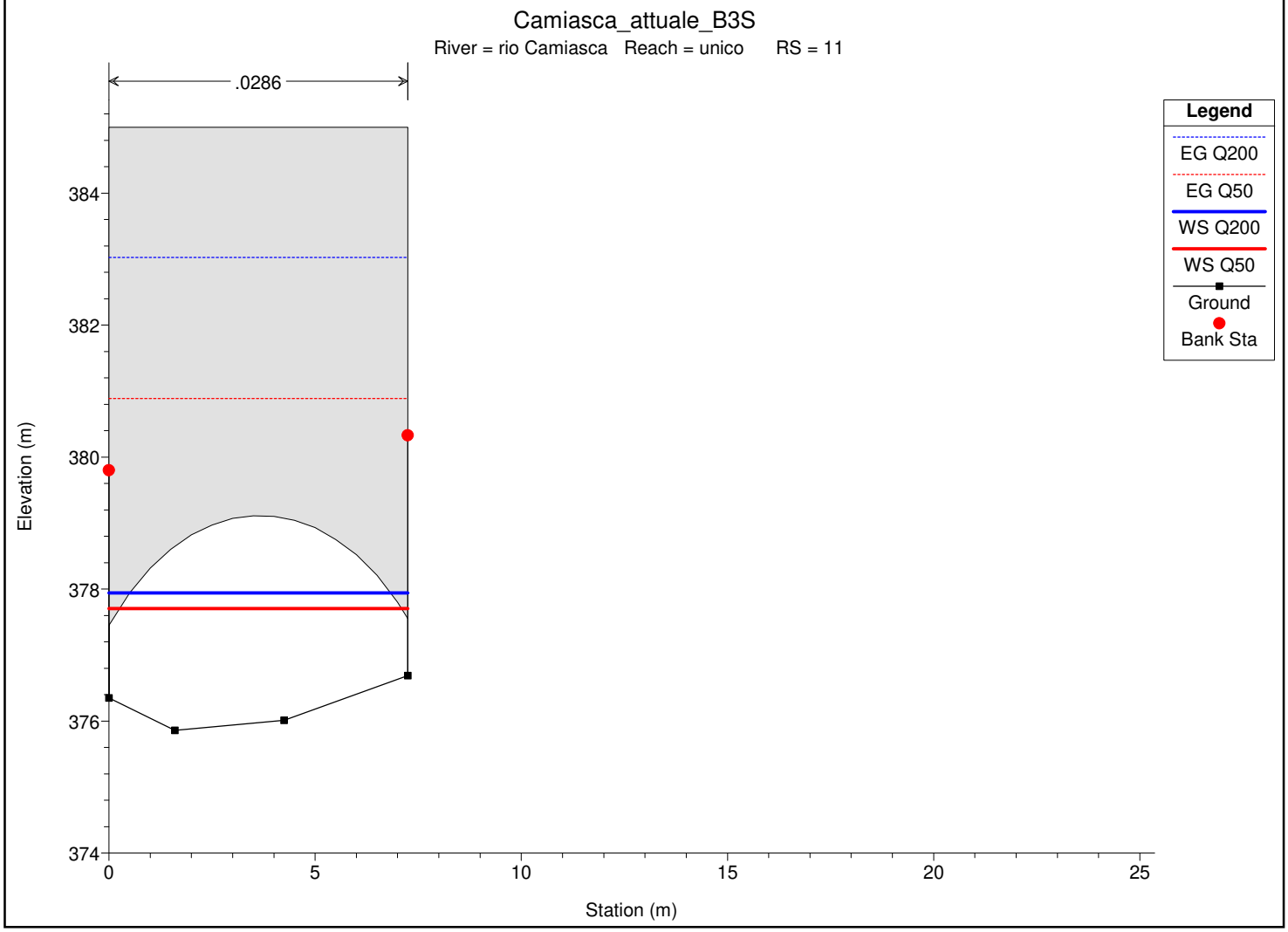
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1 m



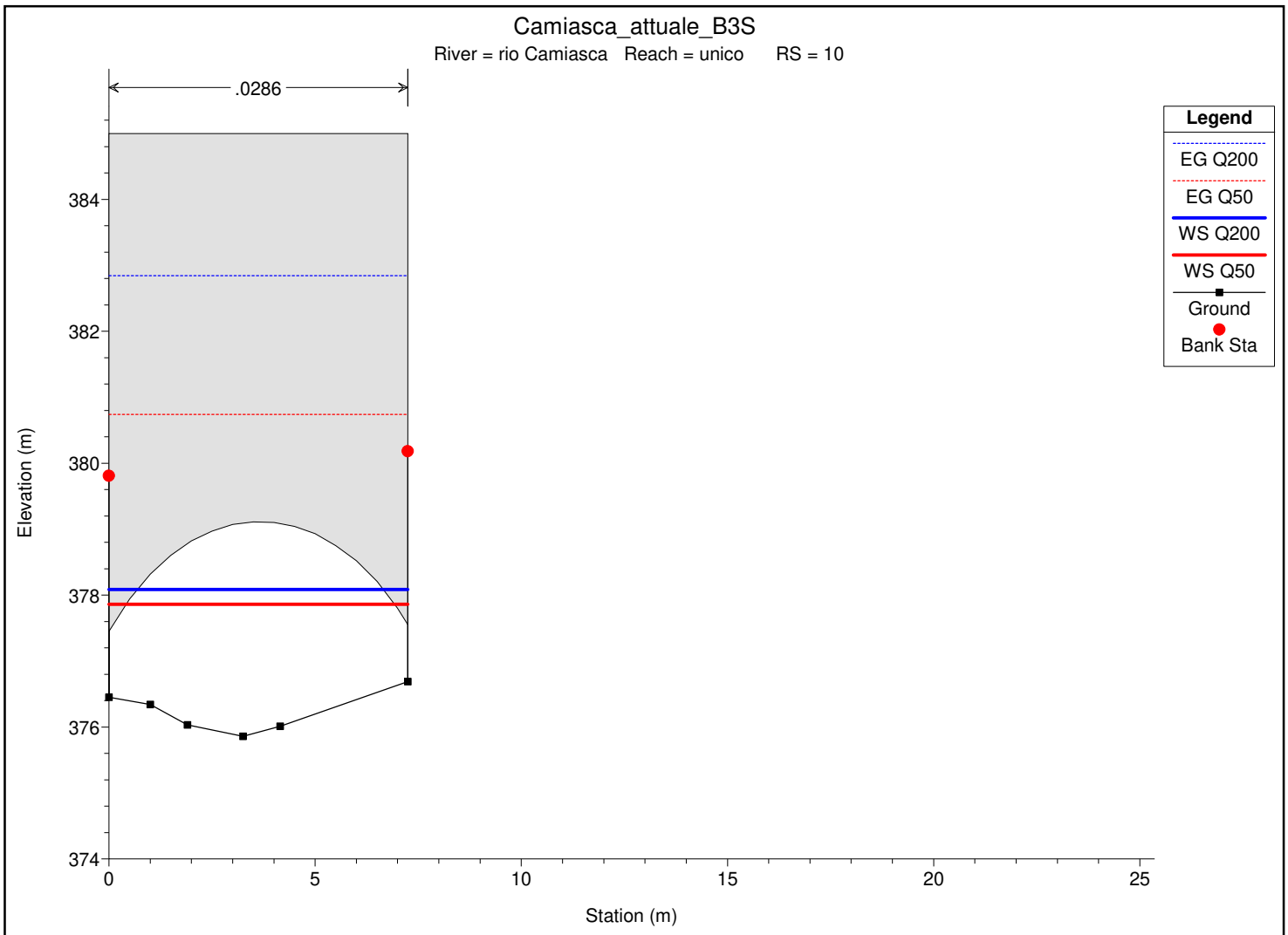


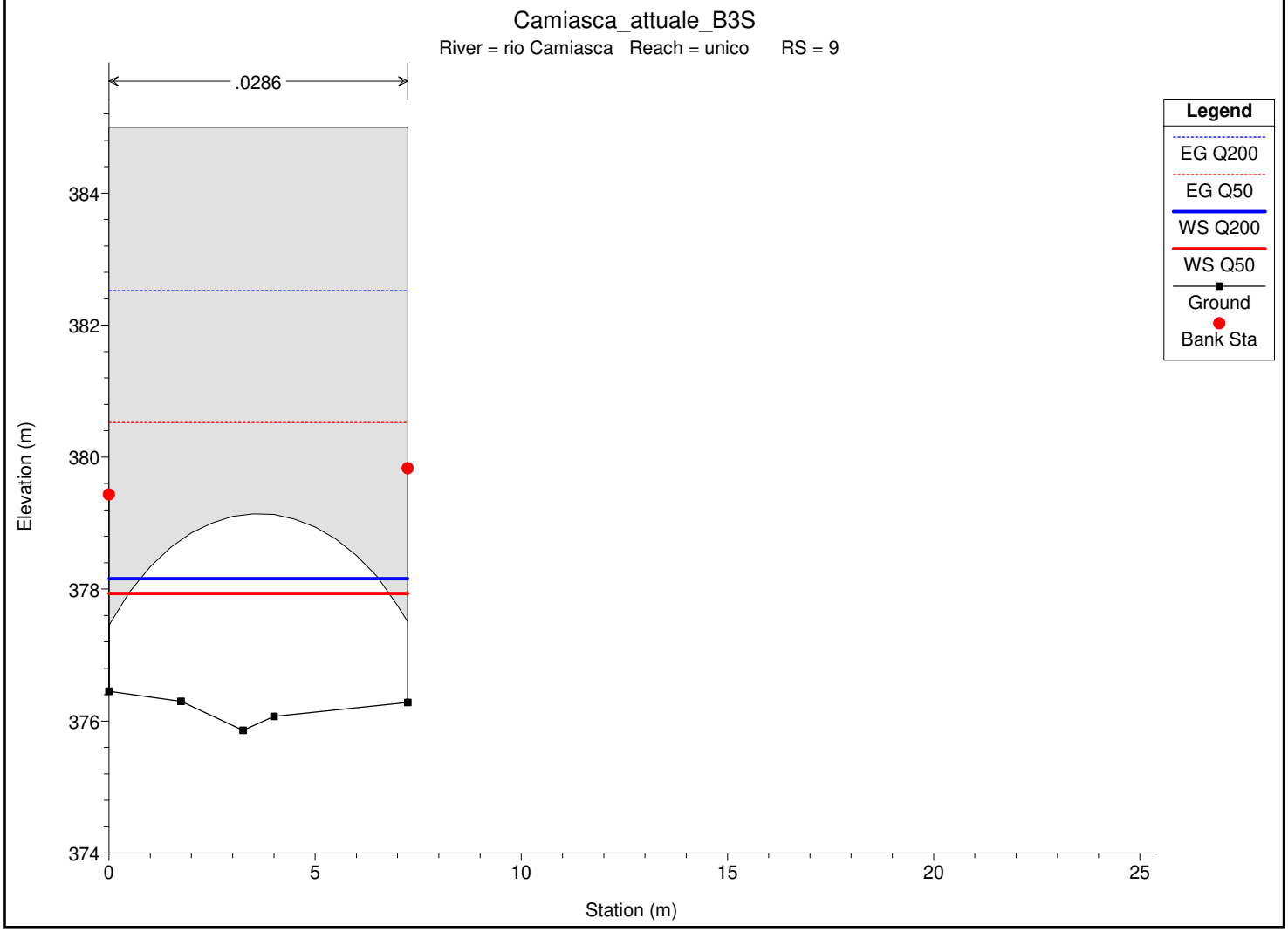
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1 m



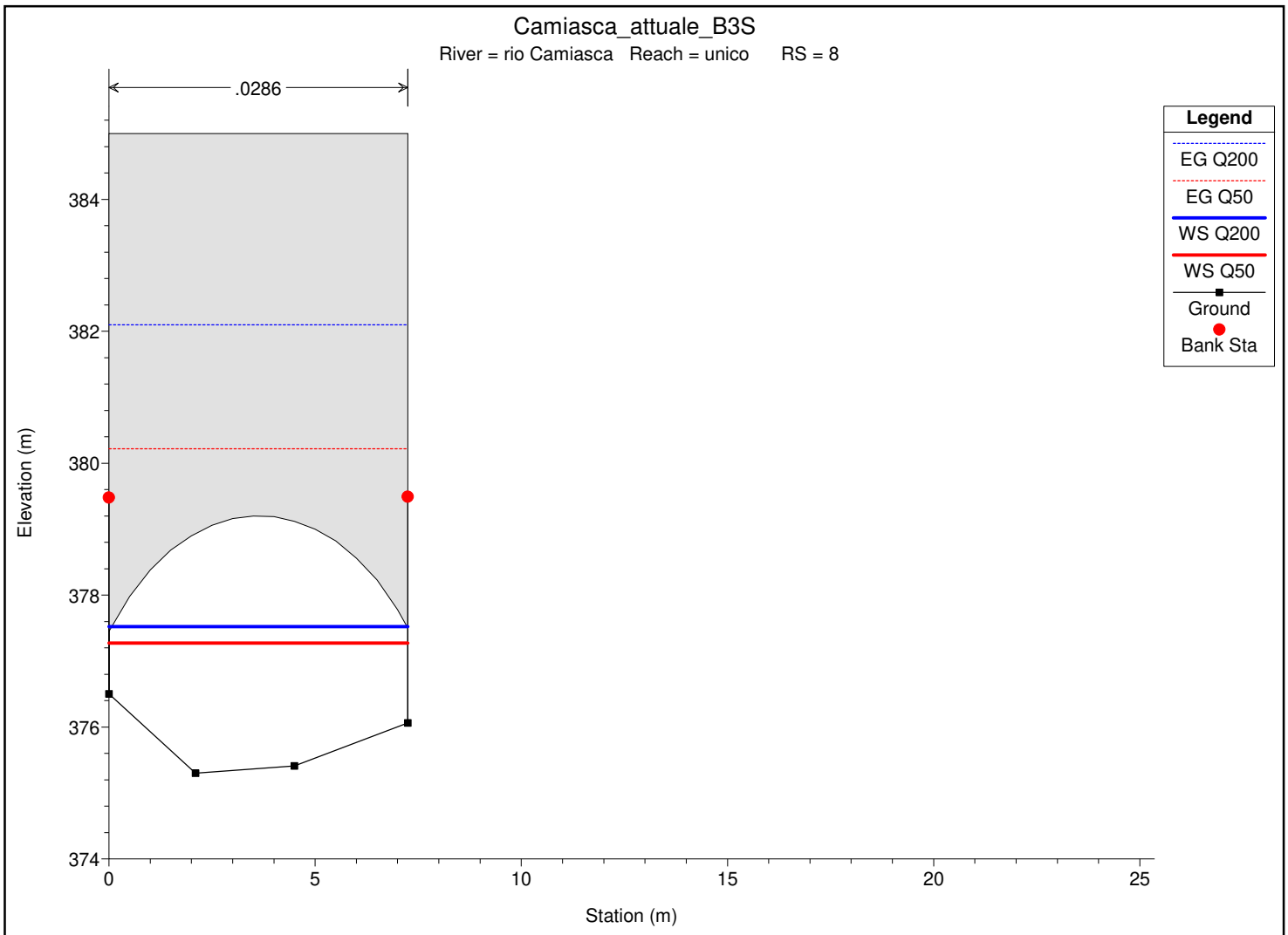


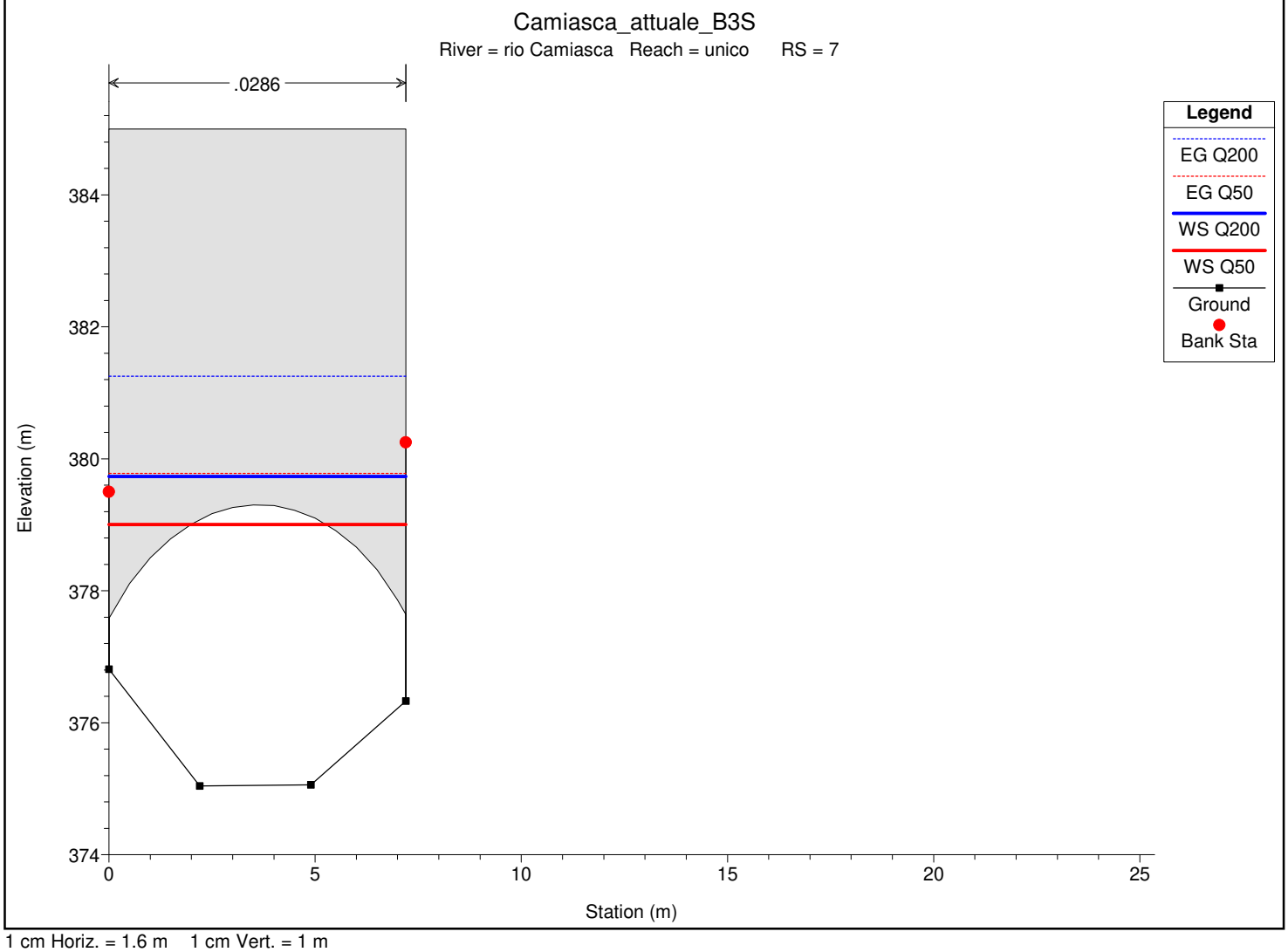
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1 m



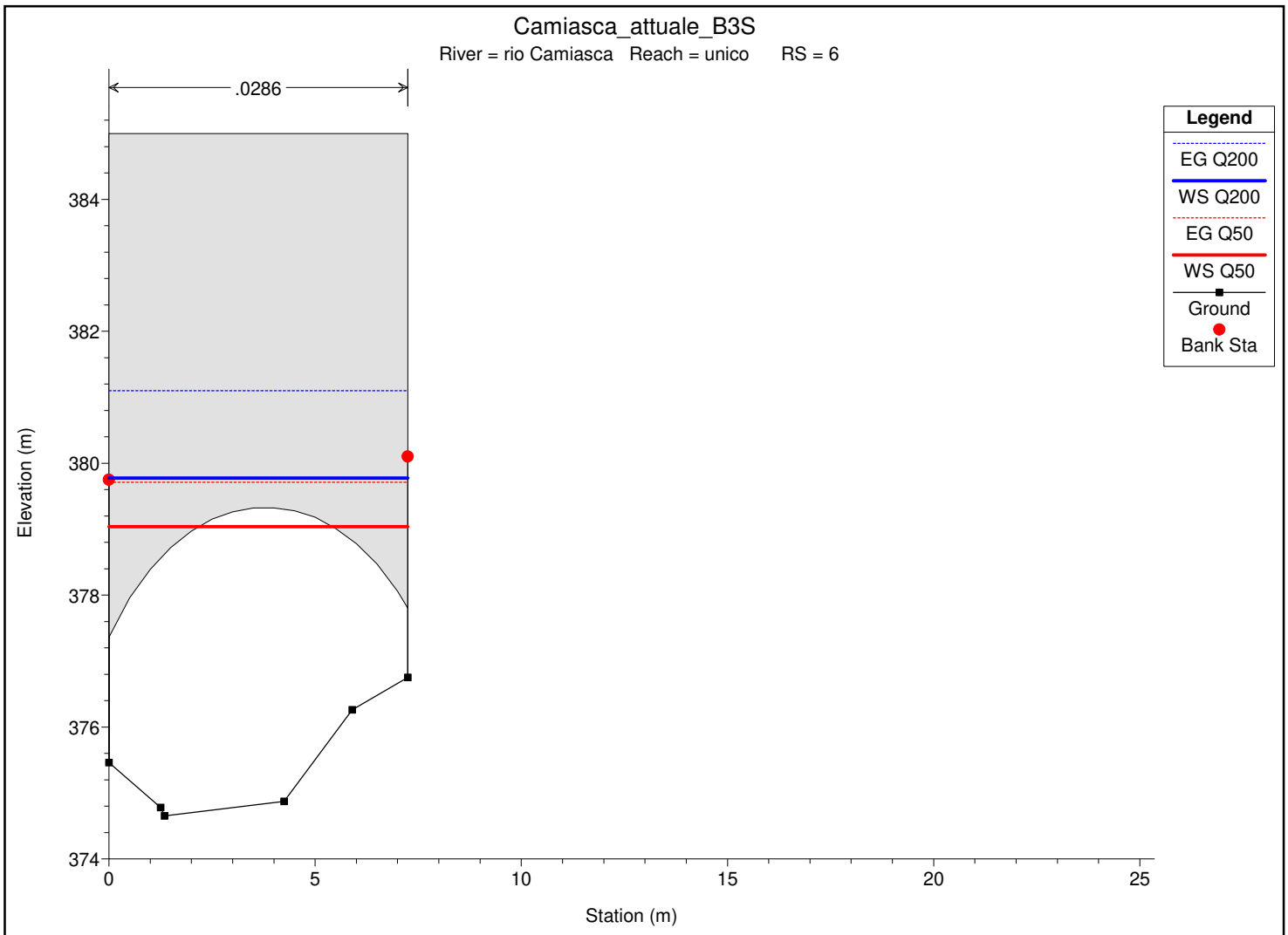


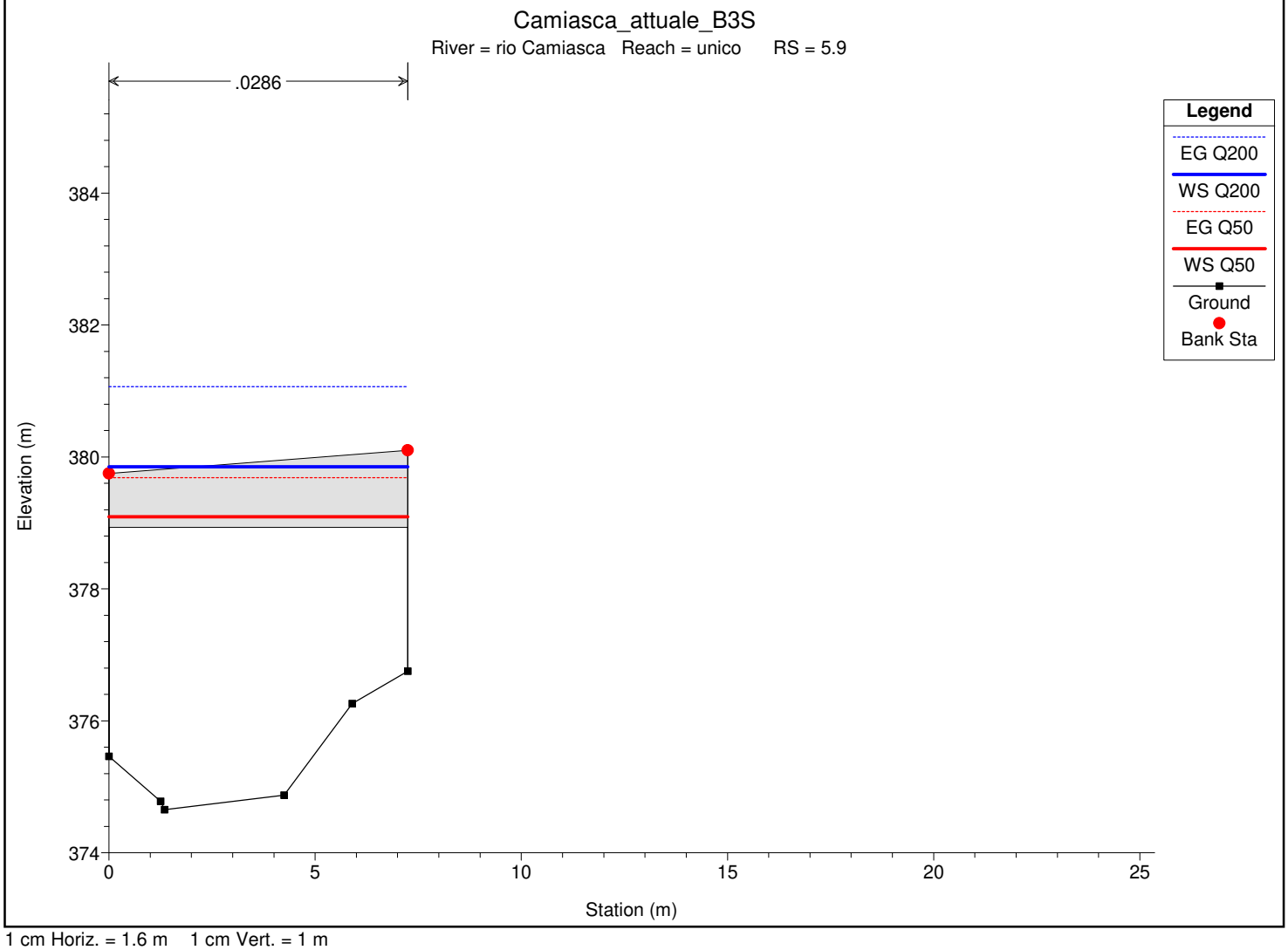
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1 m



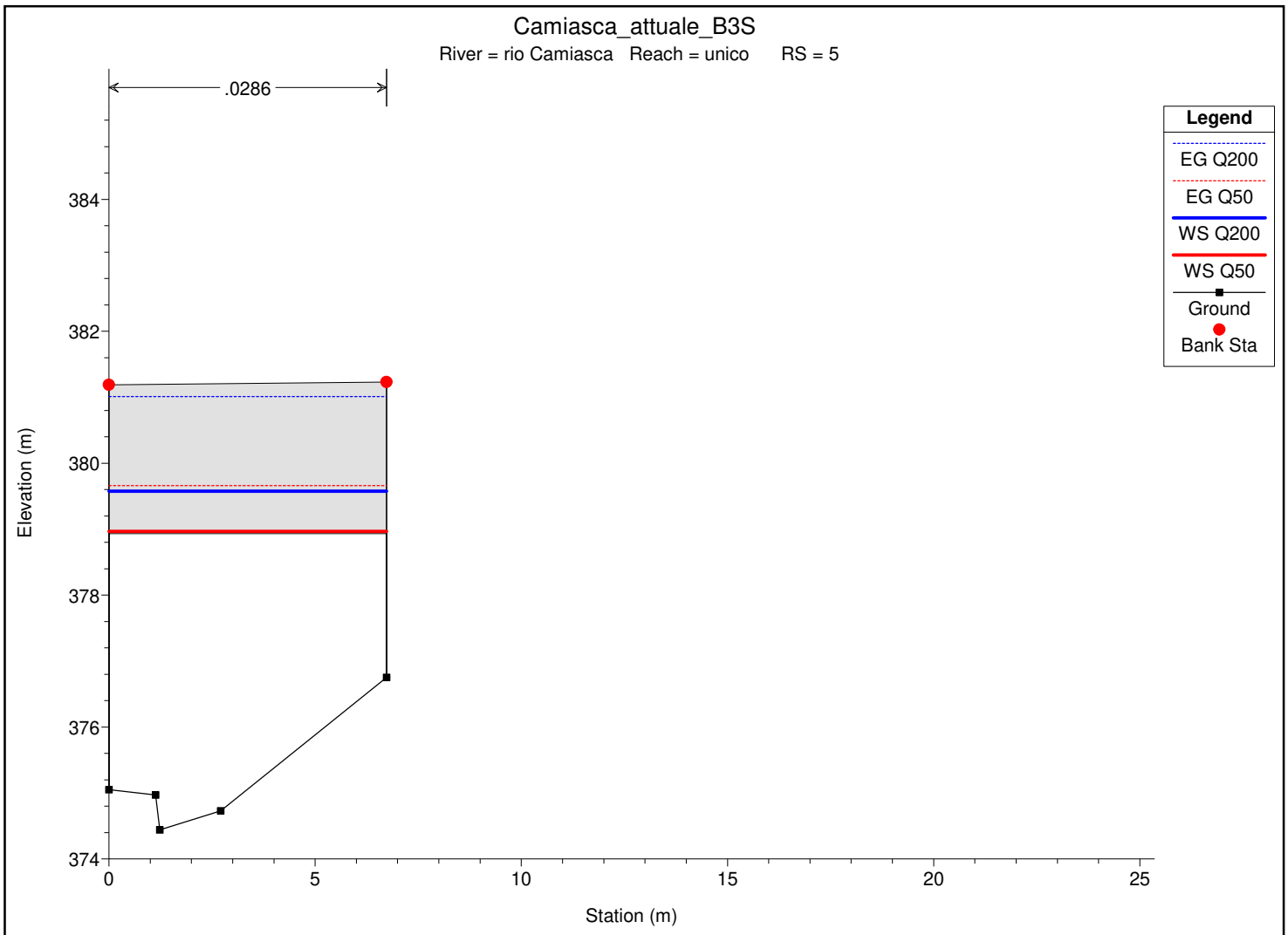


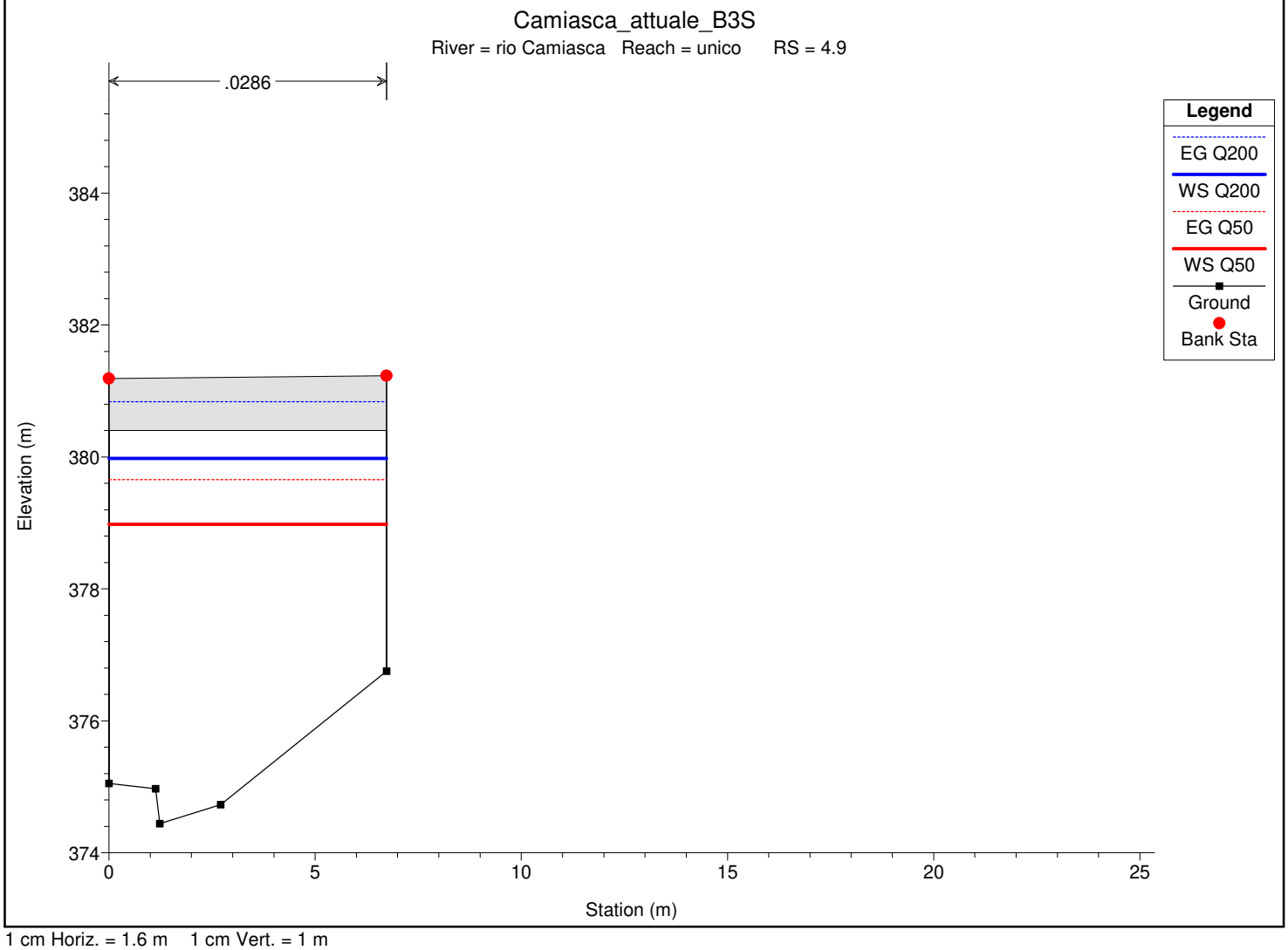
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1 m



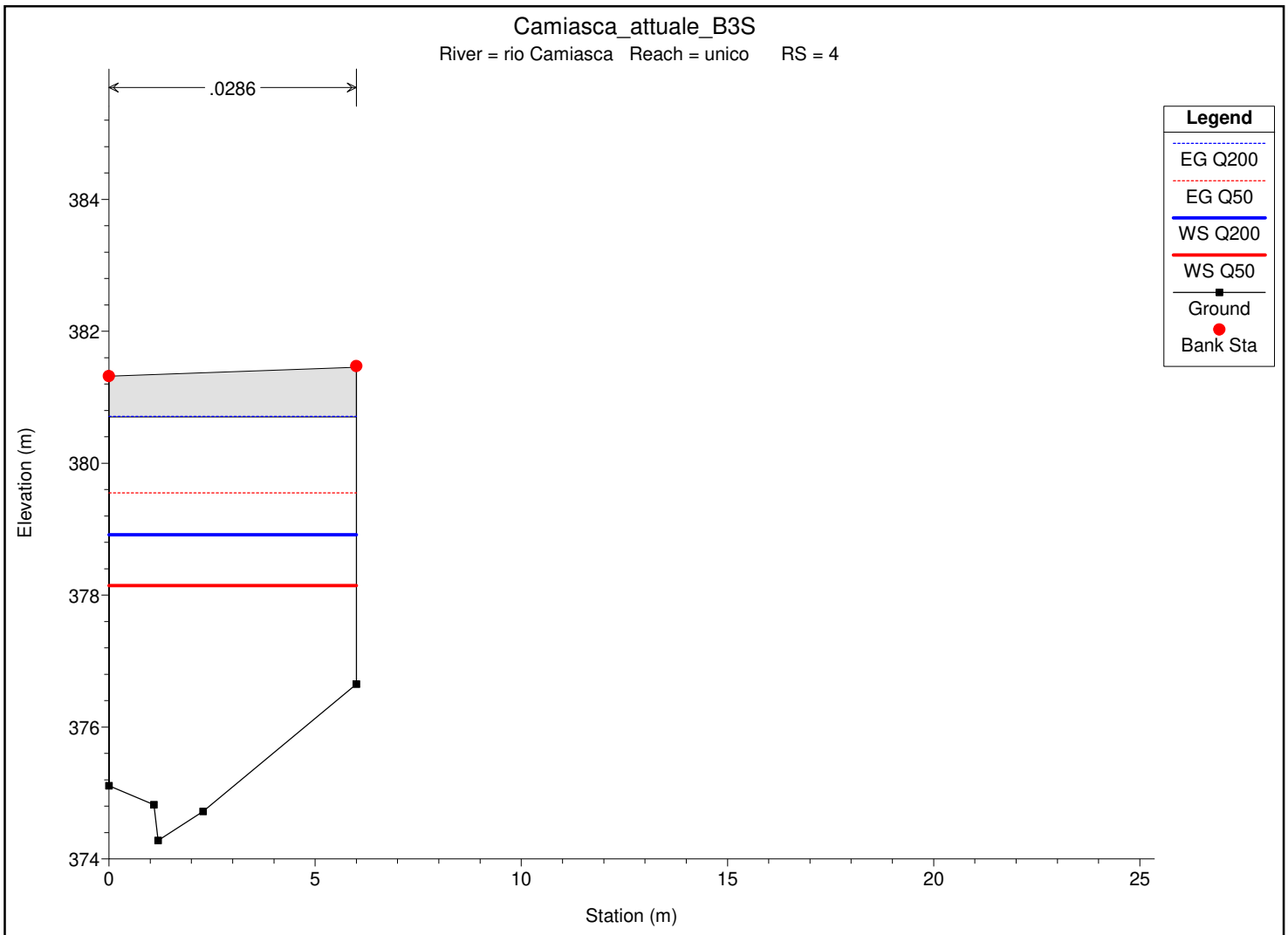


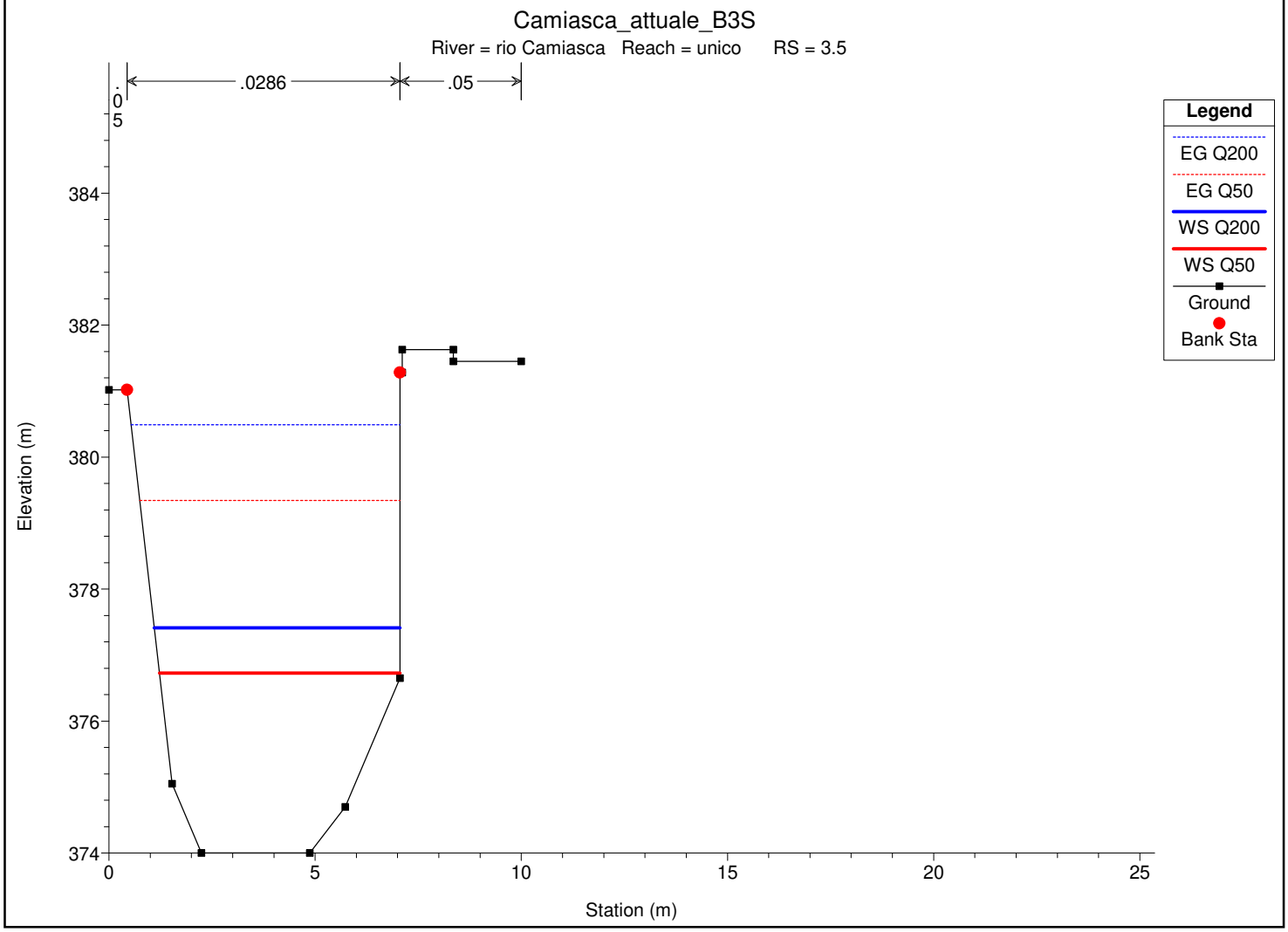
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1 m



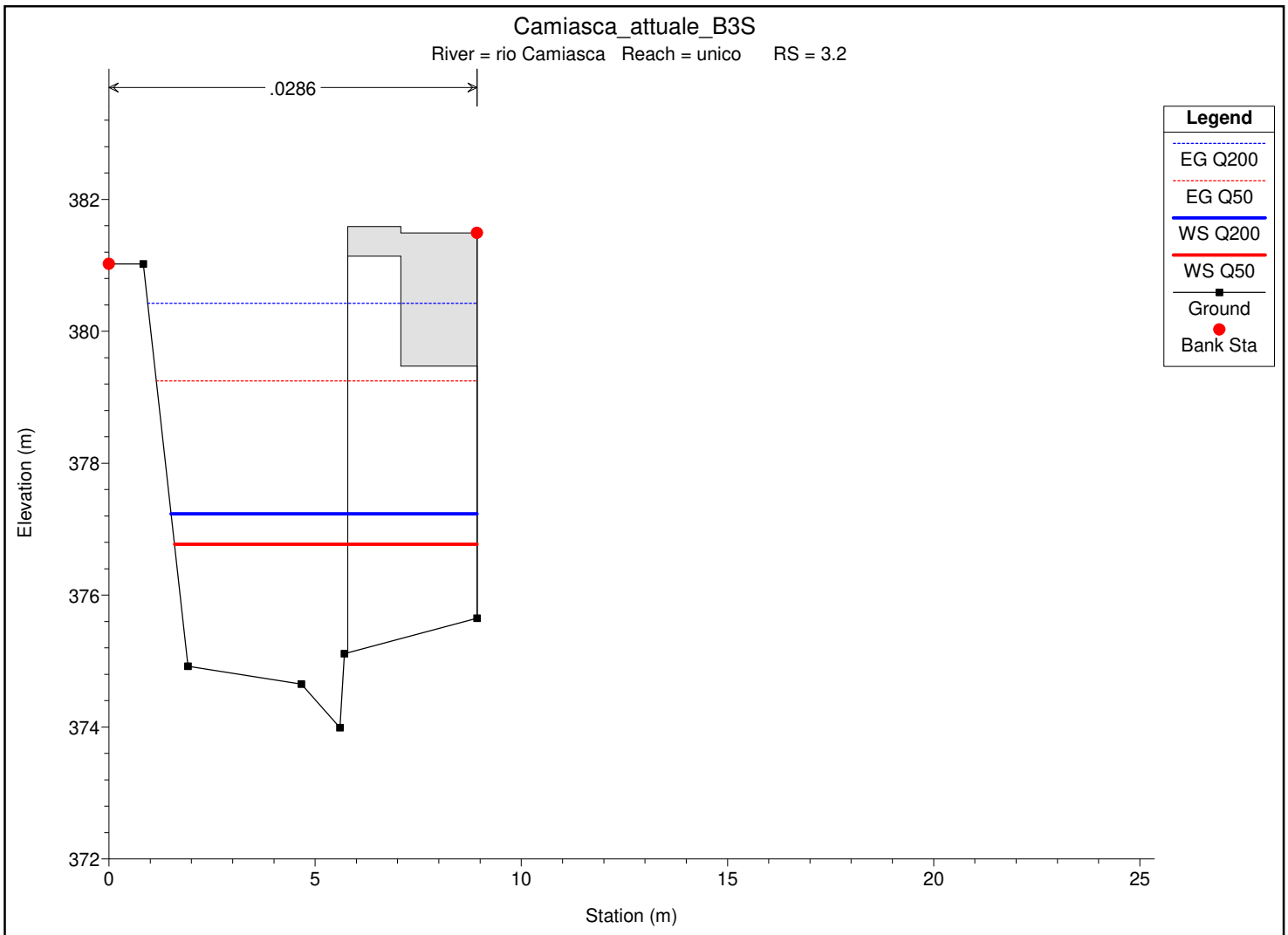


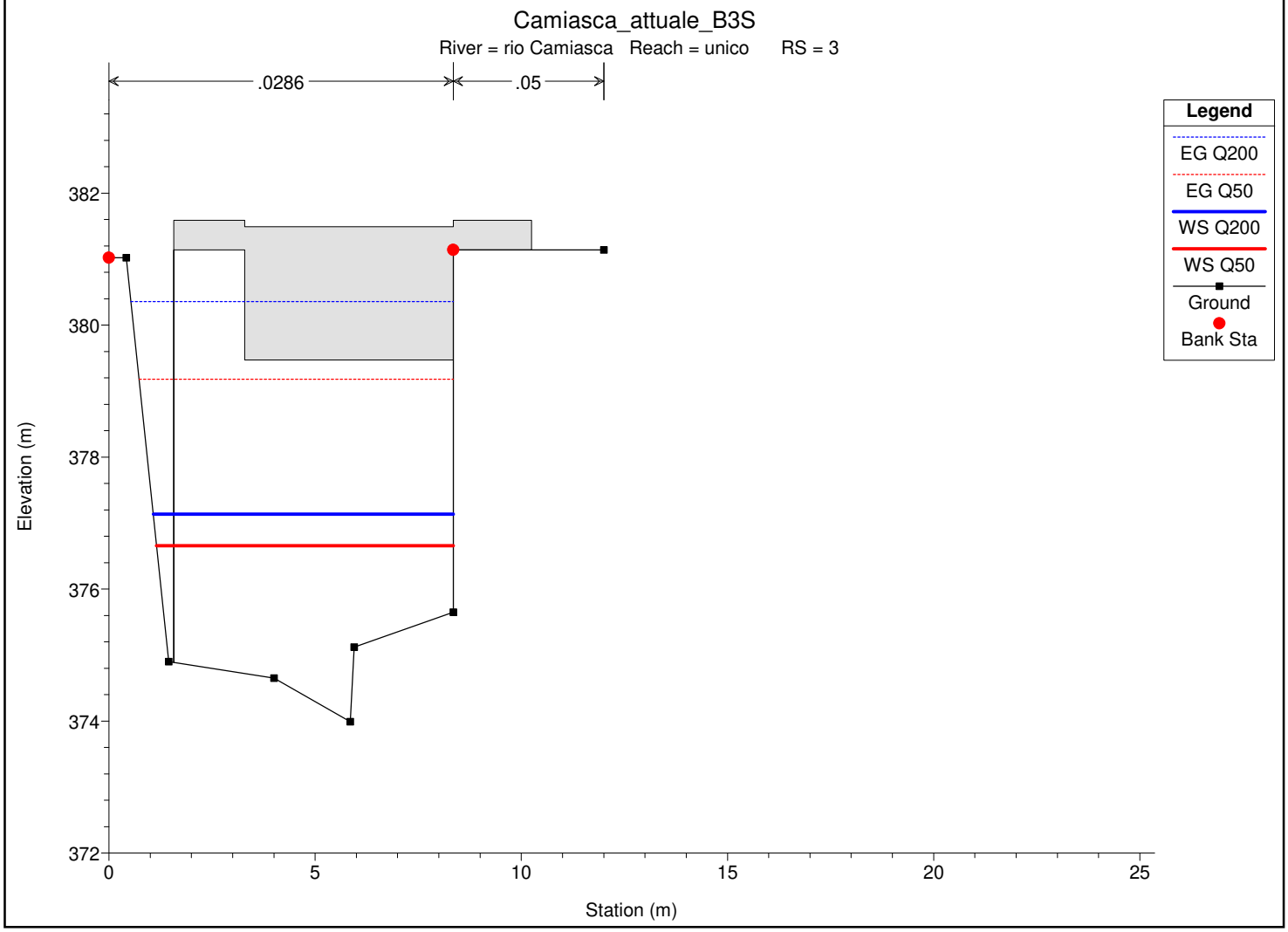
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1 m



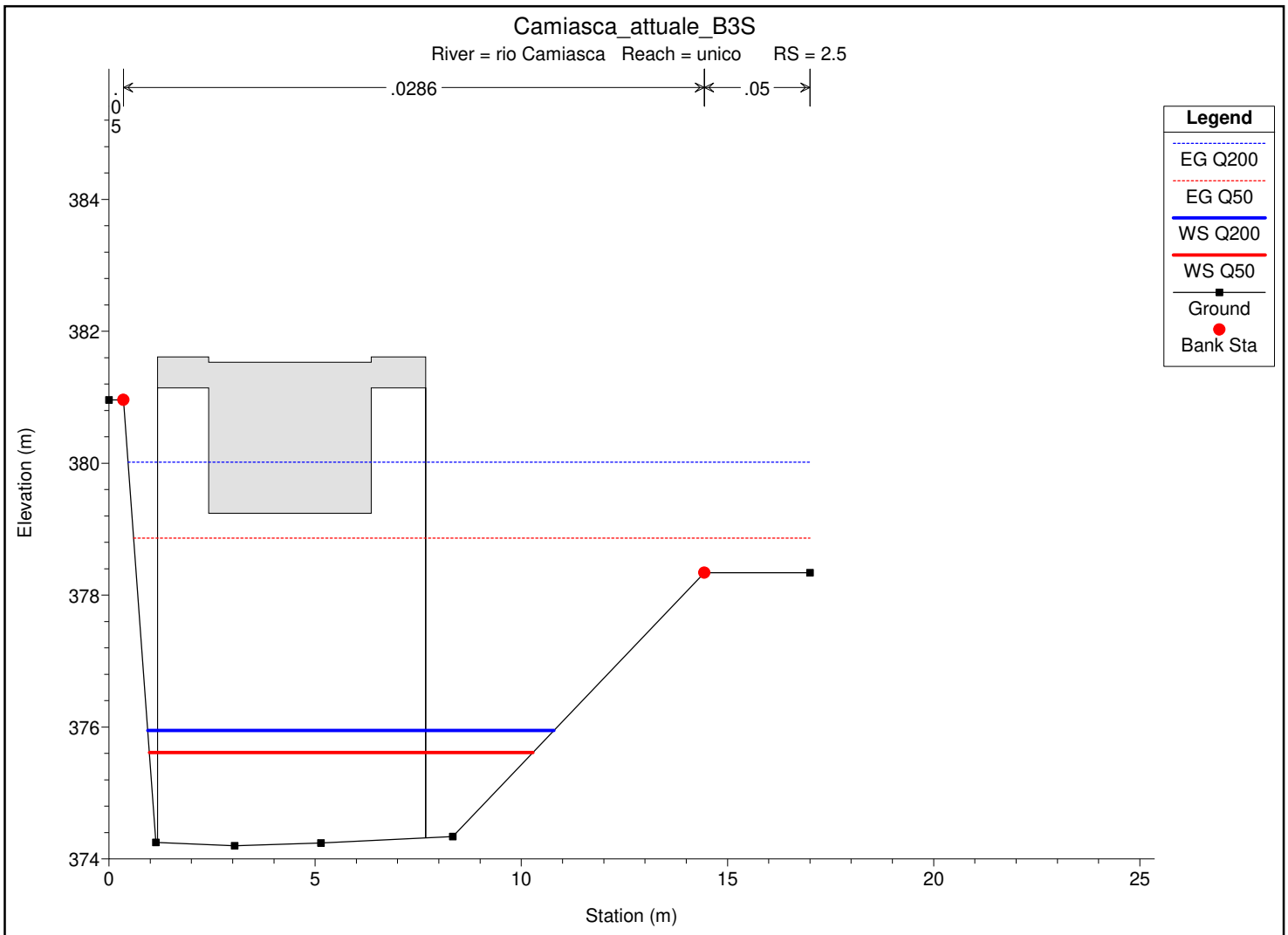


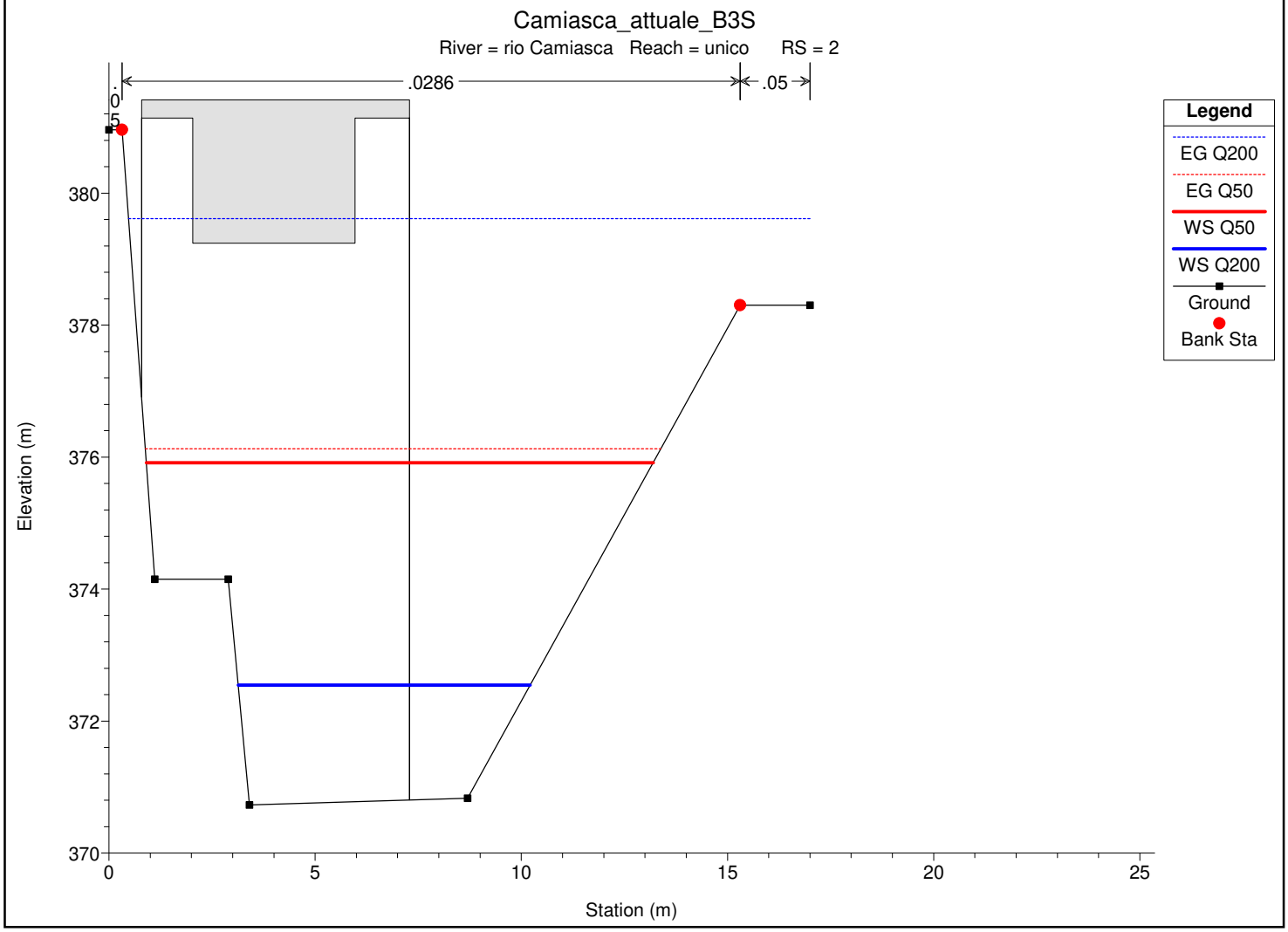
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1 m



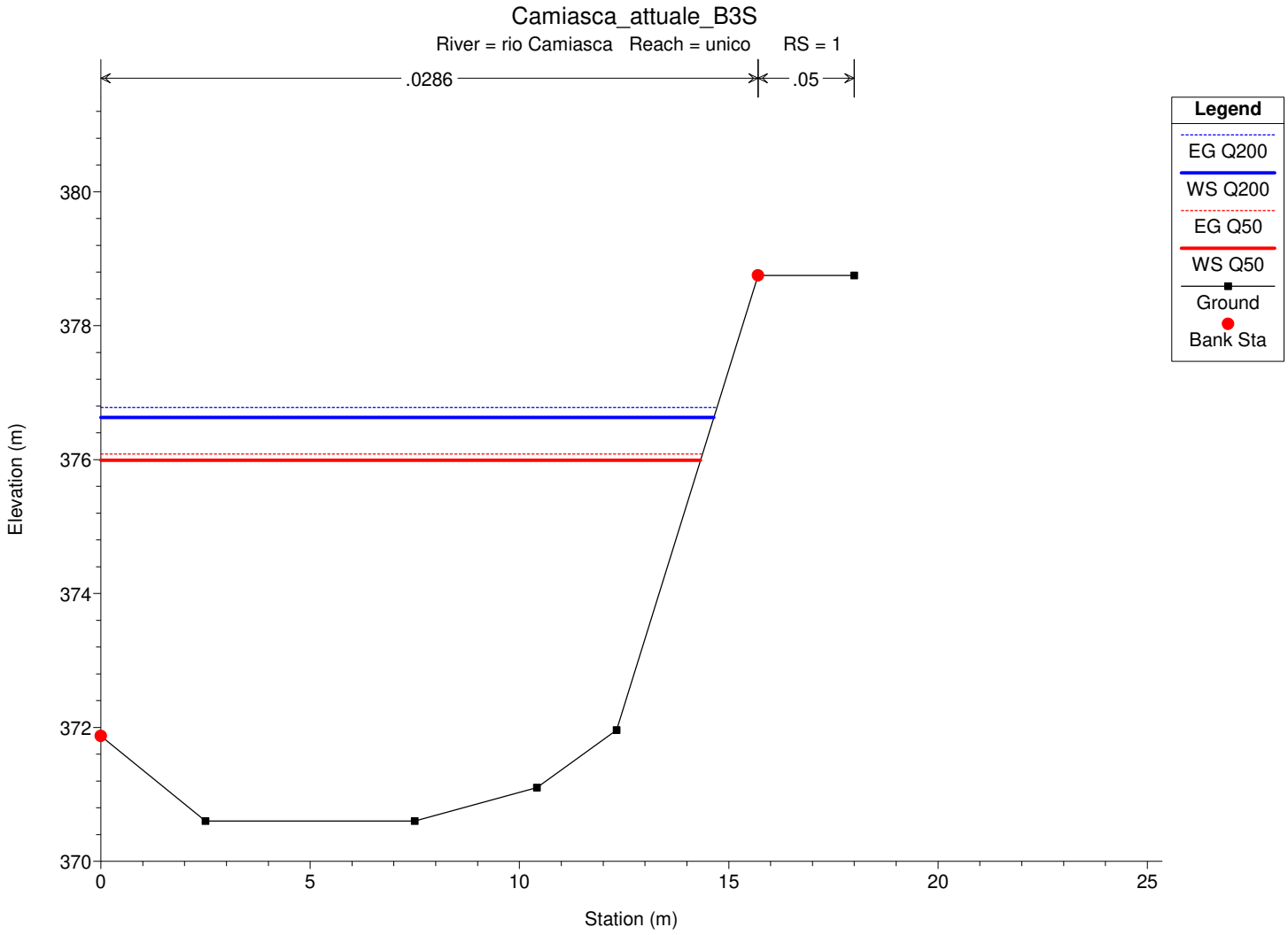


1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1 m





1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1 m



1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1 m

sollers – studio associato di ingegneria – ing. giorgio mozzo & ing. mario servetto
piazza della Vittoria, 15/22 - 16121 Genova – tel +39 349 1835258 / 348 6002357 – mail: segreteria@sollers.it

studio tecnico associato ing. sergio brizzolara & ing. stefano sturla
via Cap. Renato Orsi, 31/20 - 16043 Chiavari (GE) P.I.V.A. e C.F. 01455710994
☎ +39 0185 370127 +39 0185 368280 b3s@b3s.it - b3s@pec.b3s.it

MODELLO IDRAULICO MOTO PERMANENTE MONODIMENSIONALE

RIO CAMIASCA – STATO DI PROGETTO

VBP – PAI fiume Po

Camiasca_progetto_B3S

- *tabelle riassuntive dati e risultati*
- *profili in asse al corso d'acqua*
- *sezioni trasversali del corso d'acqua*

Chiavari, li agosto 2022

Il Tecnico

Ing. Sergio Brizzolara



HEC-RAS Plan: Cam_prog River: rio Camiasca Reach: unico

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	26	Q50	89.00	379.51	382.02	381.56	382.48	0.003584	3.00	29.62	15.67	0.70
unico	26	Q200	128.00	379.51	382.83	382.02	383.28	0.002552	2.97	43.16	17.71	0.61
unico	25	Q50	89.00	379.00	382.17		382.41	0.001407	2.15	41.42	17.72	0.45
unico	25	Q200	128.00	379.00	382.96		383.22	0.001253	2.28	56.14	19.88	0.43
unico	24	Q50	89.00	378.80	381.30	381.30	382.29	0.008408	4.40	20.23	10.25	1.00
unico	24	Q200	128.00	378.80	381.87	381.87	383.08	0.008320	4.88	26.28	11.37	1.00
unico	23	Q50	89.00	378.30	380.10	380.66	381.96	0.024572	6.05	14.71	11.36	1.70
unico	23	Q200	128.00	378.30	380.48	381.18	382.74	0.023704	6.67	19.19	12.10	1.69
unico	22.5	Q50	89.00	377.97	379.74	380.36	381.79	0.027130	6.35	14.02	11.09	1.80
unico	22.5	Q200	128.00	377.97	381.95	380.87	382.42	0.002263	3.03	43.32	16.12	0.56
unico	22	Q50	89.00	377.74	379.58	380.24	381.66	0.025524	6.39	13.94	10.30	1.75
unico	22	Q200	128.00	377.74	381.97		382.40	0.001873	2.91	45.49	16.93	0.52
unico	21	Q50	89.00	377.45	379.61	380.16	381.49	0.019627	6.08	14.65	8.30	1.46
unico	21	Q200	128.00	377.45	381.59	380.79	382.35	0.004335	3.87	33.08	10.36	0.69
unico	20	Q50	89.00	377.25	380.75	379.67	381.15	0.002415	2.80	31.77	11.23	0.53
unico	20	Q200	128.00	377.25	381.80	380.25	382.23	0.002051	2.90	44.13	12.28	0.49
unico	19	Q50	89.00	376.98	380.77	379.51	381.12	0.002065	2.64	33.72	11.44	0.49
unico	19	Q200	128.00	376.98	381.82	380.10	382.21	0.001815	2.77	46.27	12.49	0.46
unico	18	Q50	89.00	376.71	380.56	379.51	381.09	0.003291	3.21	27.72	8.58	0.57
unico	18	Q200	128.00	376.71	381.53	380.15	382.17	0.003363	3.54	36.15	8.92	0.56
unico	17	Q50	89.00	376.48	379.68	379.68	380.98	0.011117	5.06	17.60	6.78	1.00
unico	17	Q200	128.00	376.48	380.41	380.41	382.04	0.011710	5.64	22.70	7.03	1.00
unico	16	Q50	89.00	376.19	378.73	379.31	380.79	0.021143	6.36	13.99	7.24	1.46
unico	16	Q200	128.00	376.19	379.28	380.02	381.83	0.021791	7.07	18.10	7.75	1.48
unico	15	Q50	89.00	375.93	378.34	379.00	380.64	0.018257	6.72	13.24	6.77	1.53
unico	15	Q200	128.00	375.93	378.95	379.73	381.69	0.017773	7.33	17.47	7.10	1.49
unico	14	Q50	89.00	375.71	378.19	378.82	380.54	0.018696	6.79	13.11	6.00	1.47
unico	14	Q200	128.00	375.71	379.19	379.59	381.47	0.014139	6.68	19.15	6.00	1.19
unico	13	Q50	89.00	375.56	377.99	378.67	380.45	0.019962	6.95	12.80	6.00	1.52

HEC-RAS Plan: Cam_prog River: rio Camiasca Reach: unico (Continued)

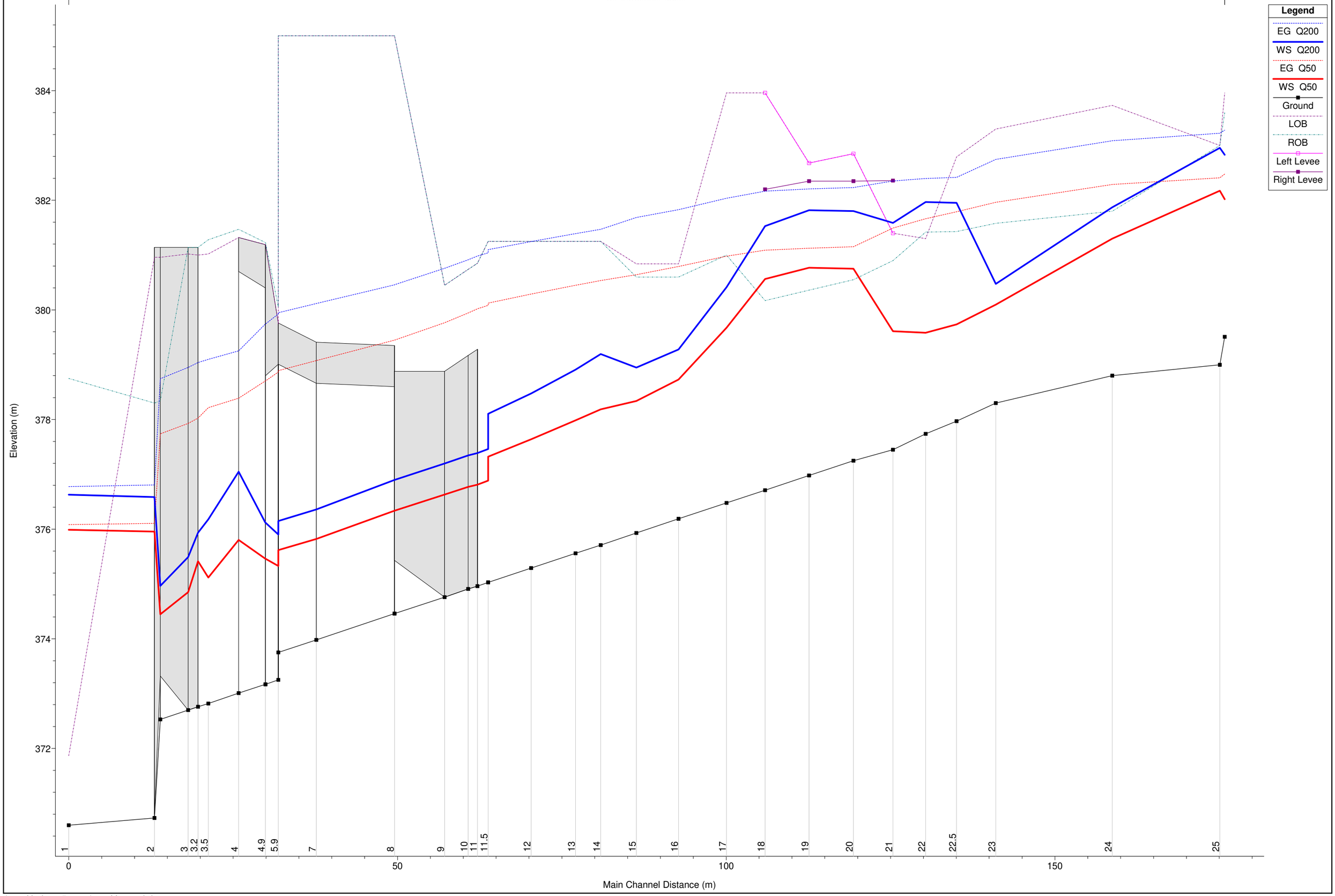
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	13	Q200	128.00	375.56	378.91	379.44	381.39	0.015816	6.98	18.34	6.00	1.27
unico	12	Q50	89.00	375.29	377.64	378.40	380.29	0.022052	7.21	12.34	6.00	1.61
unico	12	Q200	128.00	375.29	378.47	379.17	381.25	0.018276	7.37	17.36	6.00	1.38
unico	11.6	Q50	89.00	375.03	377.32	378.14	380.12	0.023797	7.41	12.01	6.00	1.67
unico	11.6	Q200	128.00	375.03	378.10	378.91	381.10	0.020236	7.67	16.70	6.00	1.47
unico	11.5	Q50	89.00	375.03	376.88	377.82	380.08	0.030227	7.92	11.23	7.00	2.00
unico	11.5	Q200	128.00	375.03	377.46	378.52	381.04	0.026256	8.38	15.28	7.00	1.81
unico	11	Q50	89.00	374.96	376.81	377.74	380.02	0.047574	7.93	11.22	7.00	1.86
unico	11	Q200	128.00	374.96	377.39	378.46	380.98	0.044073	8.40	15.24	7.00	1.72
unico	10	Q50	89.00	374.91	376.77	377.71	379.94	0.046824	7.89	11.29	7.00	1.85
unico	10	Q200	128.00	374.91	377.35	378.39	380.91	0.043625	8.36	15.30	7.00	1.71
unico	9	Q50	89.00	374.76	376.63	377.56	379.77	0.046102	7.84	11.35	7.00	1.83
unico	9	Q200	128.00	374.76	377.20	378.26	380.76	0.043505	8.36	15.32	7.00	1.71
unico	8.1	Q50	89.00	374.46	376.34	377.26	379.45	0.036809	7.81	11.40	7.00	1.82
unico	8.1	Q200	128.00	374.46	376.90	377.95	380.46	0.036295	8.36	15.32	7.00	1.71
unico	8	Q50	89.00	374.46	376.34	377.26	379.45	0.029014	7.81	11.40	7.00	1.95
unico	8	Q200	128.00	374.46	376.90	377.96	380.46	0.026060	8.36	15.32	7.00	1.80
unico	7	Q50	89.00	373.98	375.82	376.77	379.08	0.030978	7.99	11.14	7.00	2.02
unico	7	Q200	128.00	373.98	376.36	377.48	380.12	0.028073	8.58	14.91	7.00	1.88
unico	6	Q50	89.00	373.75	375.62	376.58	378.89	0.031536	8.01	11.10	7.00	2.03
unico	6	Q200	128.00	373.75	376.15	377.28	379.95	0.028764	8.63	14.83	7.00	1.89
unico	5.9	Q50	89.00	373.25	375.33	376.36	378.87	0.039833	8.33	10.69	6.50	2.07
unico	5.9	Q200	128.00	373.25	375.90	377.14	379.93	0.035146	8.88	14.41	6.50	1.91
unico	5	Q50	89.00	373.17	375.46	376.43	378.71	0.034941	7.98	11.16	6.13	1.89
unico	5	Q200	128.00	373.17	376.12	377.25	379.74	0.030467	8.43	15.18	6.13	1.71
unico	4.9	Q50	89.00	373.17	375.46	376.43	378.71	0.034941	7.98	11.16	6.13	1.89
unico	4.9	Q200	128.00	373.17	376.12	377.25	379.74	0.030467	8.43	15.18	6.13	1.71
unico	4	Q50	89.00	373.01	375.80	376.52	378.39	0.024875	7.12	12.49	5.40	1.50
unico	4	Q200	128.00	373.01	377.05	377.41	379.25	0.016613	6.58	19.46	6.00	1.17

HEC-RAS Plan: Cam_prog River: rio Camiasca Reach: unico (Continued)

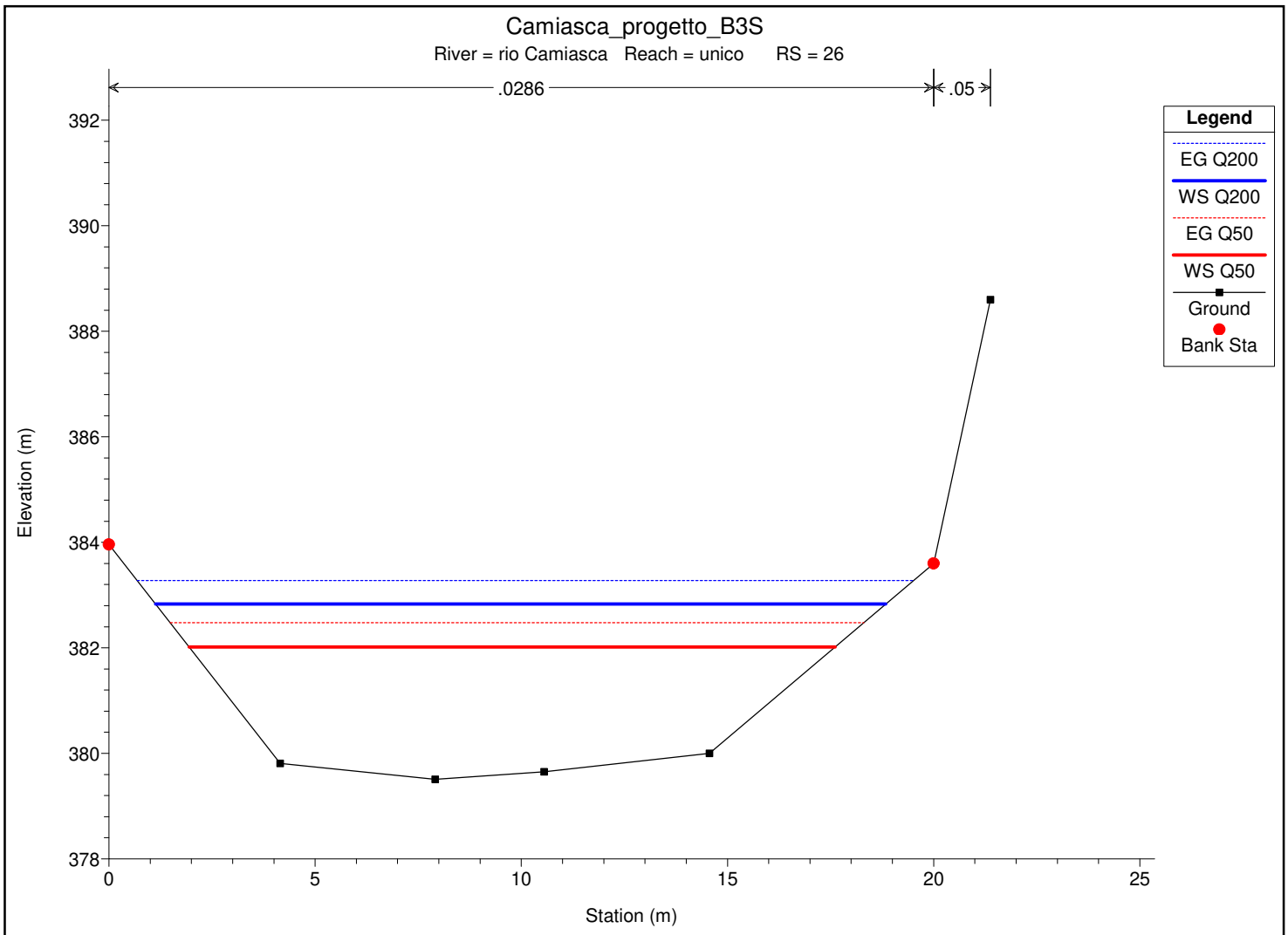
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	3.5	Q50	89.00	372.82	375.12	376.02	378.22	0.027941	7.79	11.42	5.18	1.68
unico	3.5	Q200	128.00	372.82	376.18	377.14	379.10	0.020632	7.57	16.92	5.18	1.34
unico	3.2	Q50	89.00	375.12	375.42	376.22	378.03	0.028432	7.16	12.44	6.55	1.66
unico	3.2	Q200	128.00	375.12	375.93	376.97	379.04	0.031192	7.80	16.40	7.95	1.74
unico	3	Q50	89.00	372.70	374.85	375.90	377.93	0.037810	7.77	11.45	5.89	1.78
unico	3	Q200	128.00	372.70	375.49	376.53	378.95	0.039527	8.24	15.53	7.58	1.84
unico	2.5	Q50	89.00	372.53	374.45	375.48	377.74	0.043613	8.03	11.08	6.94	1.85
unico	2.5	Q200	128.00	372.53	374.96	376.15	378.74	0.043740	8.61	14.87	7.73	1.76
unico	2	Q50	89.00	370.73	375.96	373.46	376.10	0.001067	1.71	52.02	14.86	0.24
unico	2	Q200	128.00	370.73	376.59	374.27	376.81	0.001455	2.08	61.56	15.41	0.27
unico	1	Q50	89.00	370.60	375.99	372.68	376.08	0.000250	1.34	66.36	14.33	0.20
unico	1	Q200	128.00	370.60	376.63	373.16	376.78	0.000362	1.69	75.63	14.64	0.24

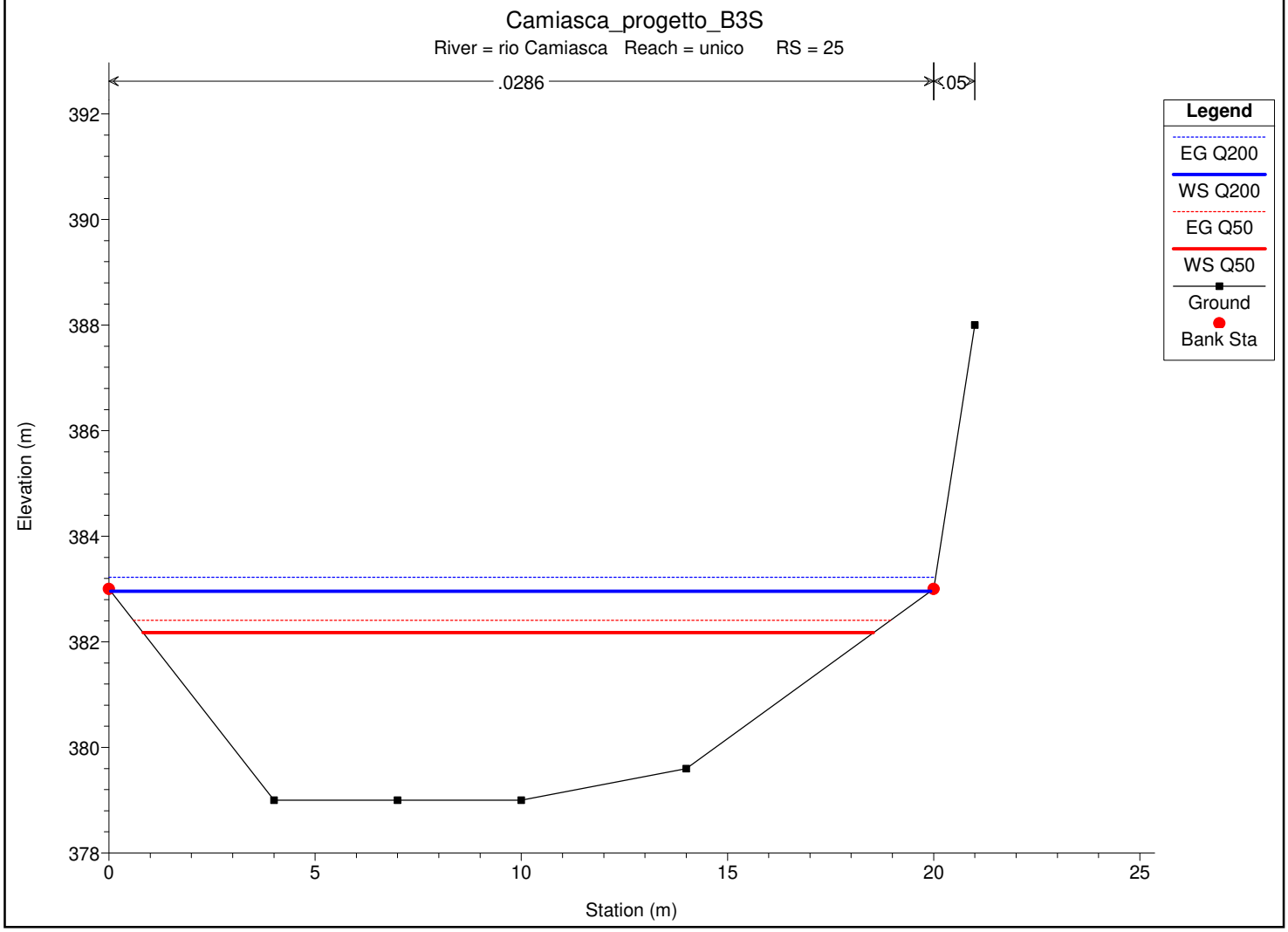
Camiasca_progetto_B3S

rio Camiasca unico

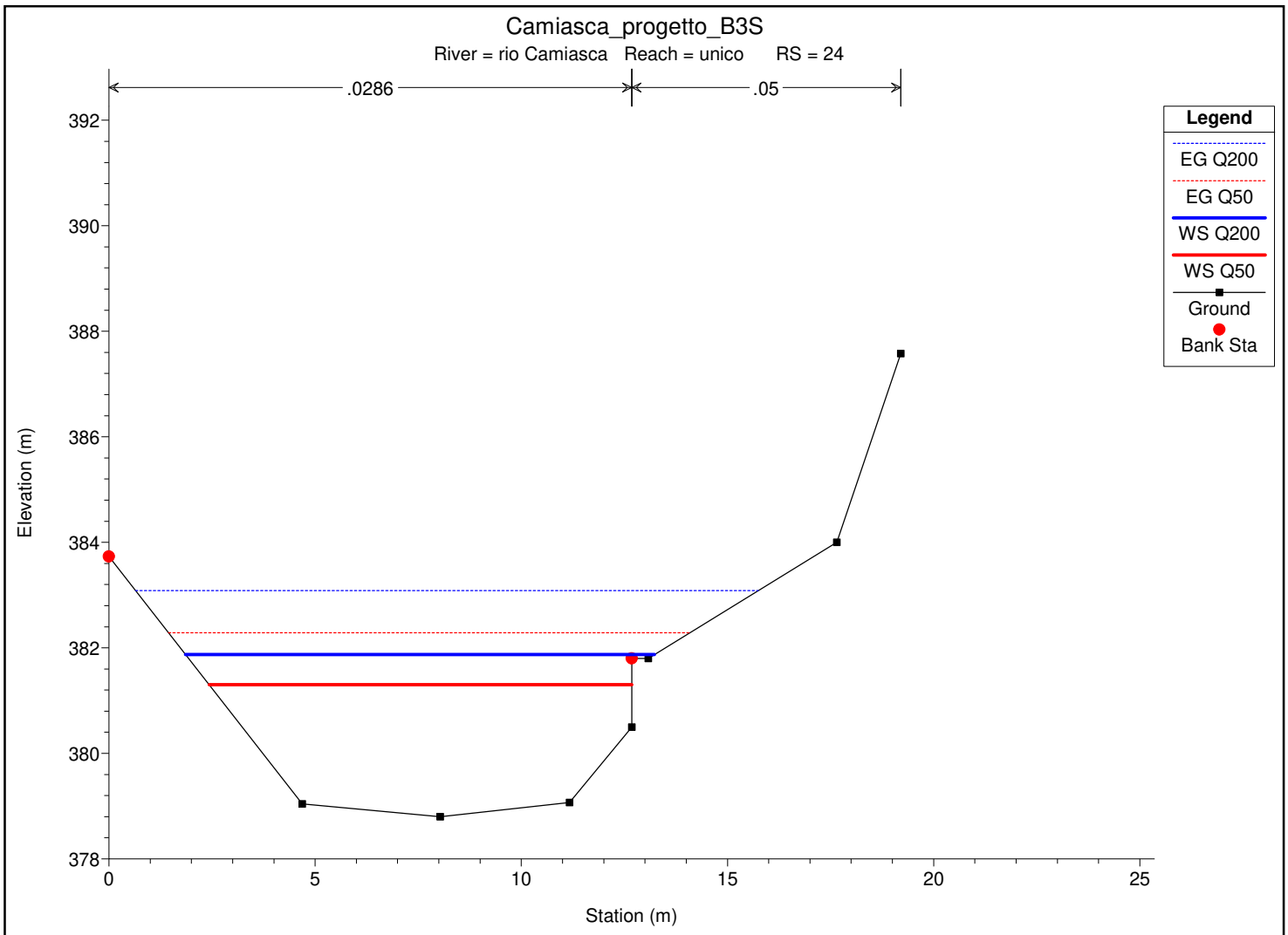


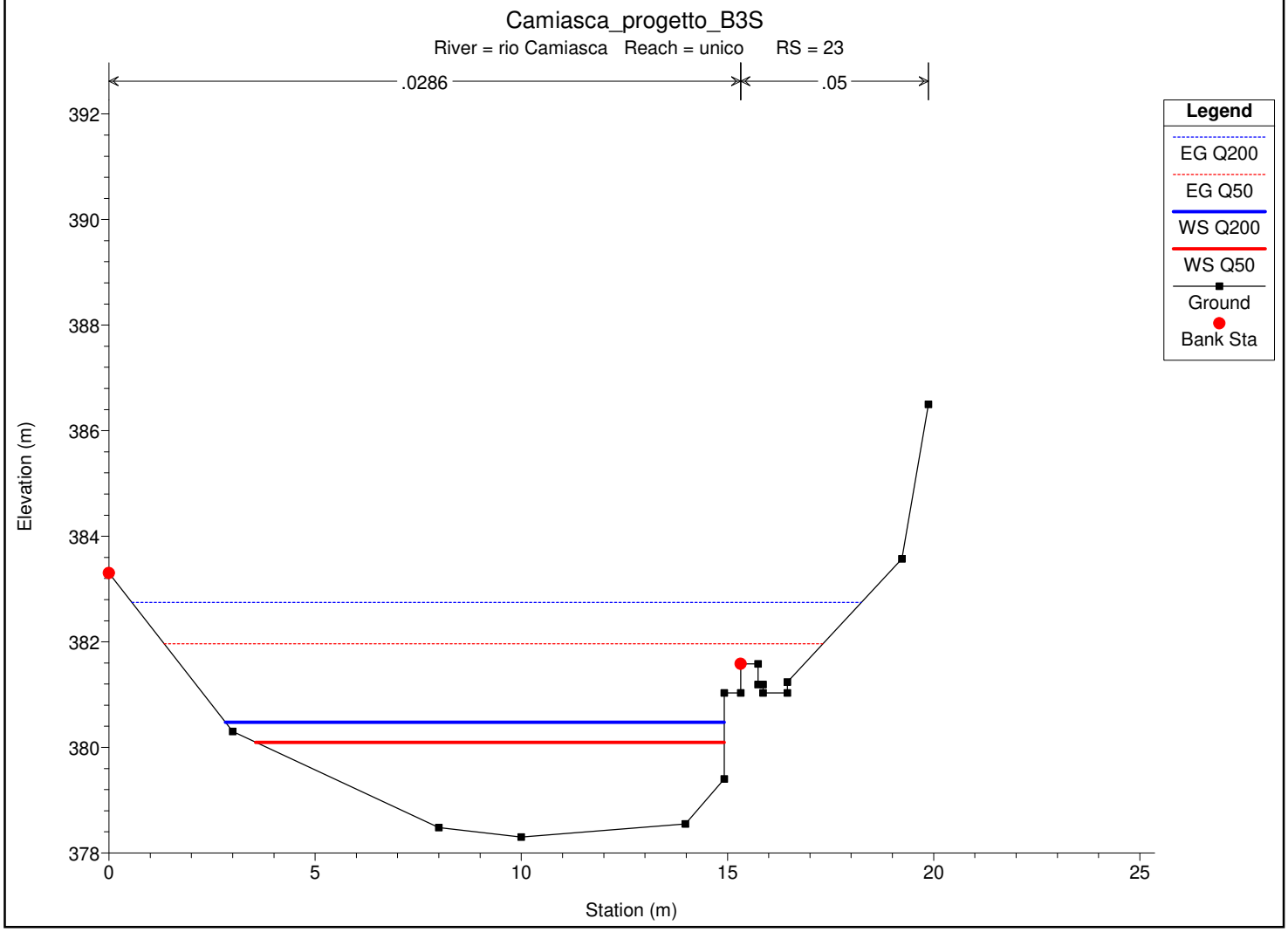
1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 0.6 m



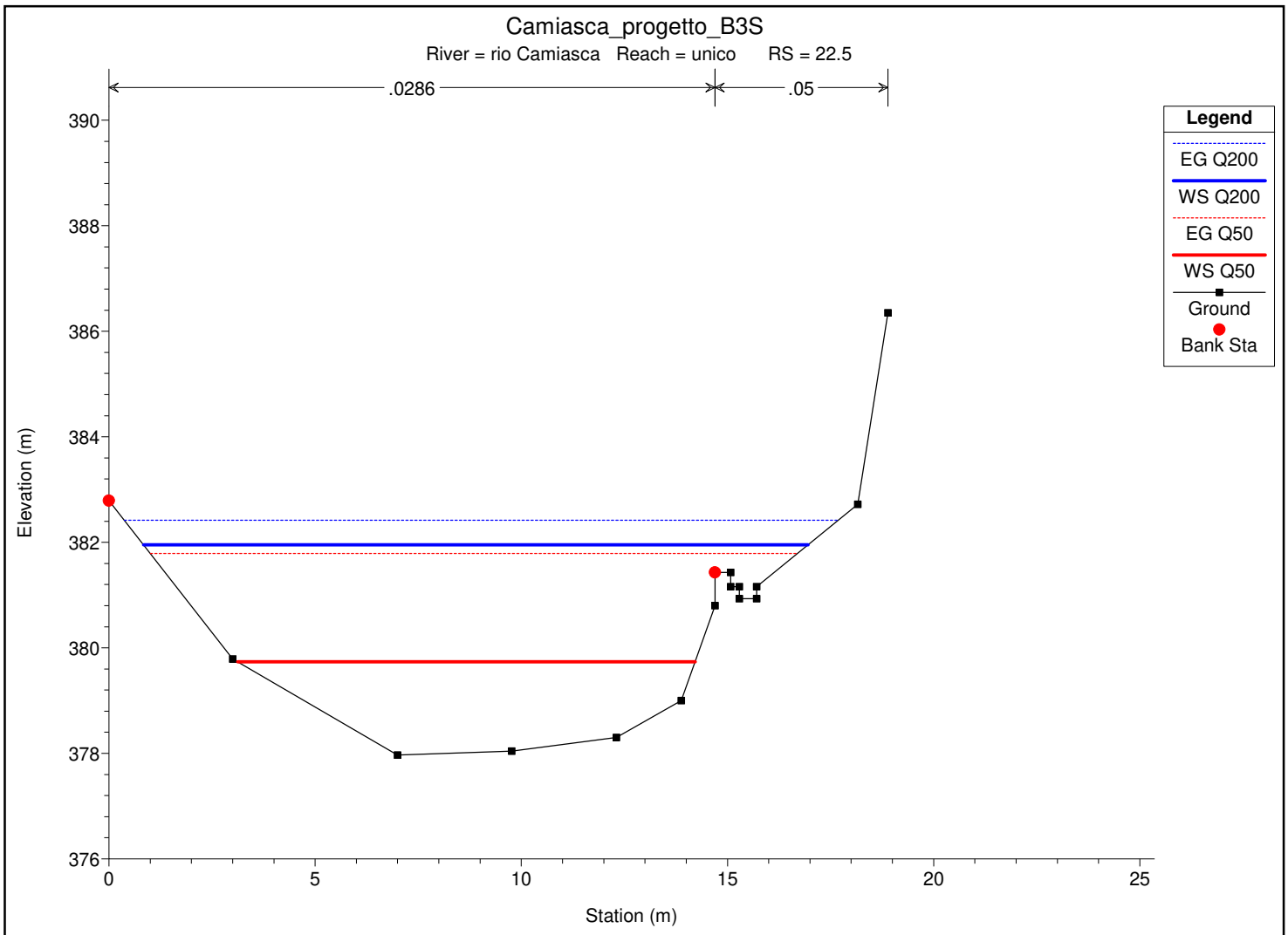


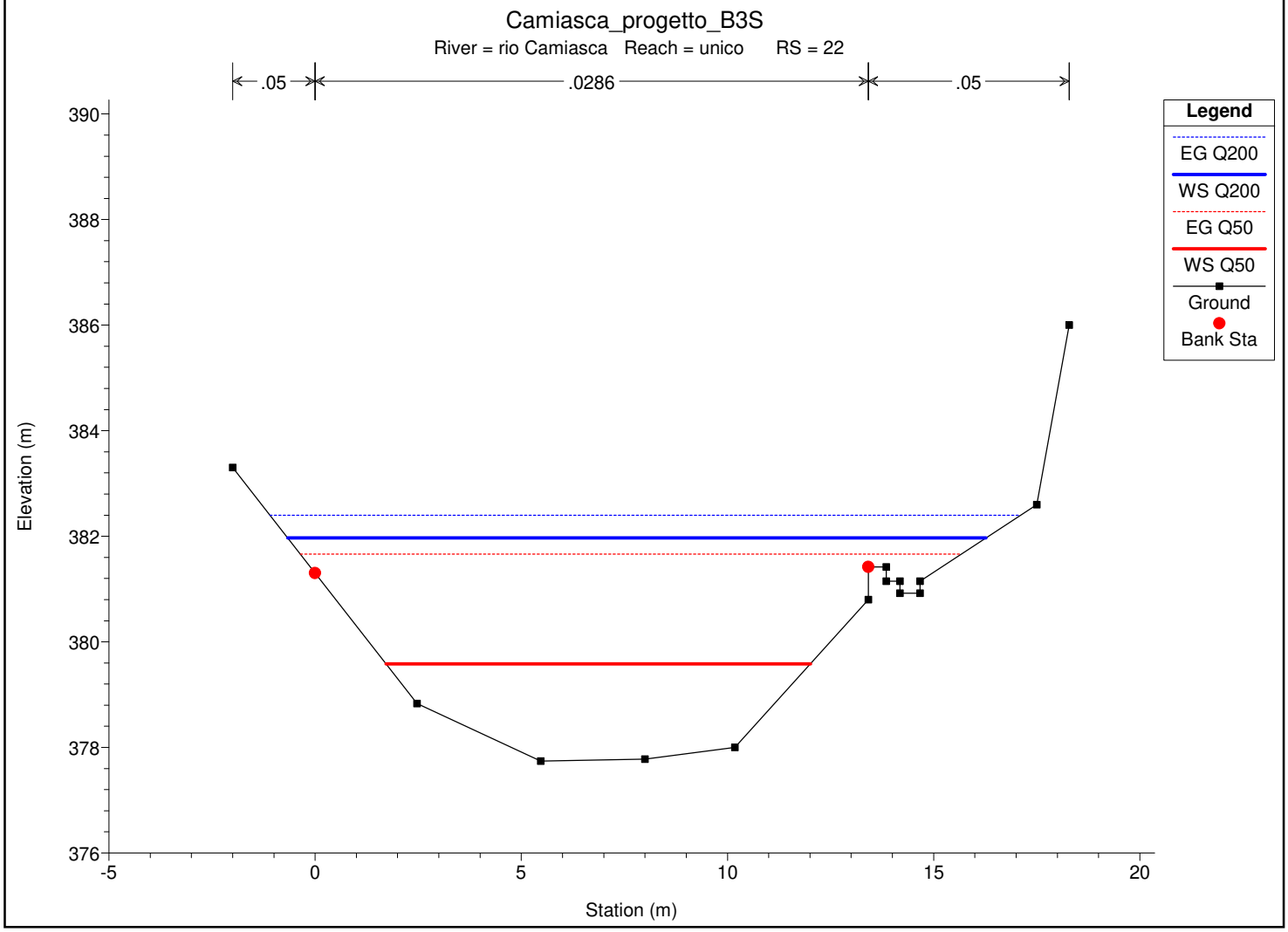
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m



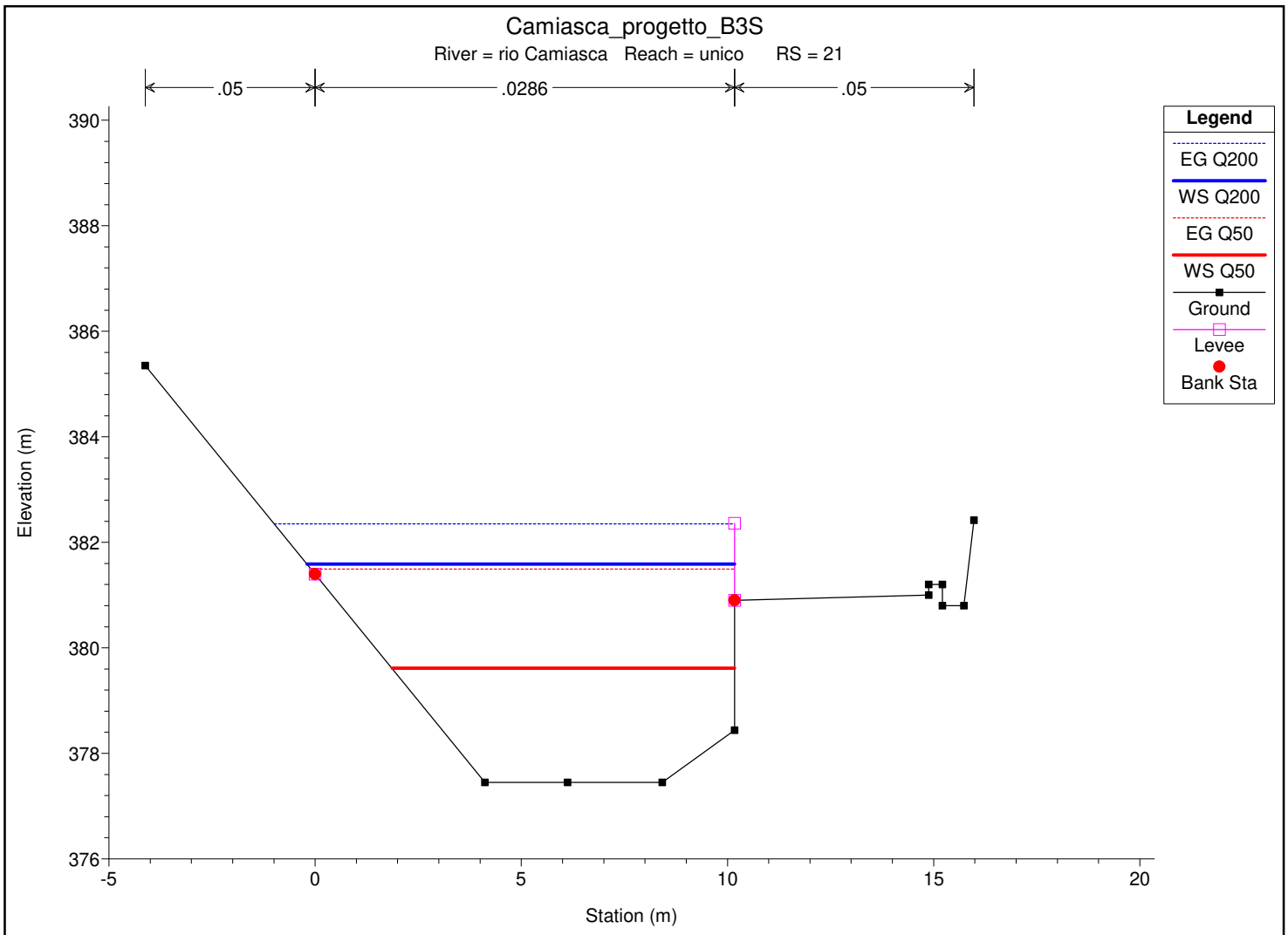


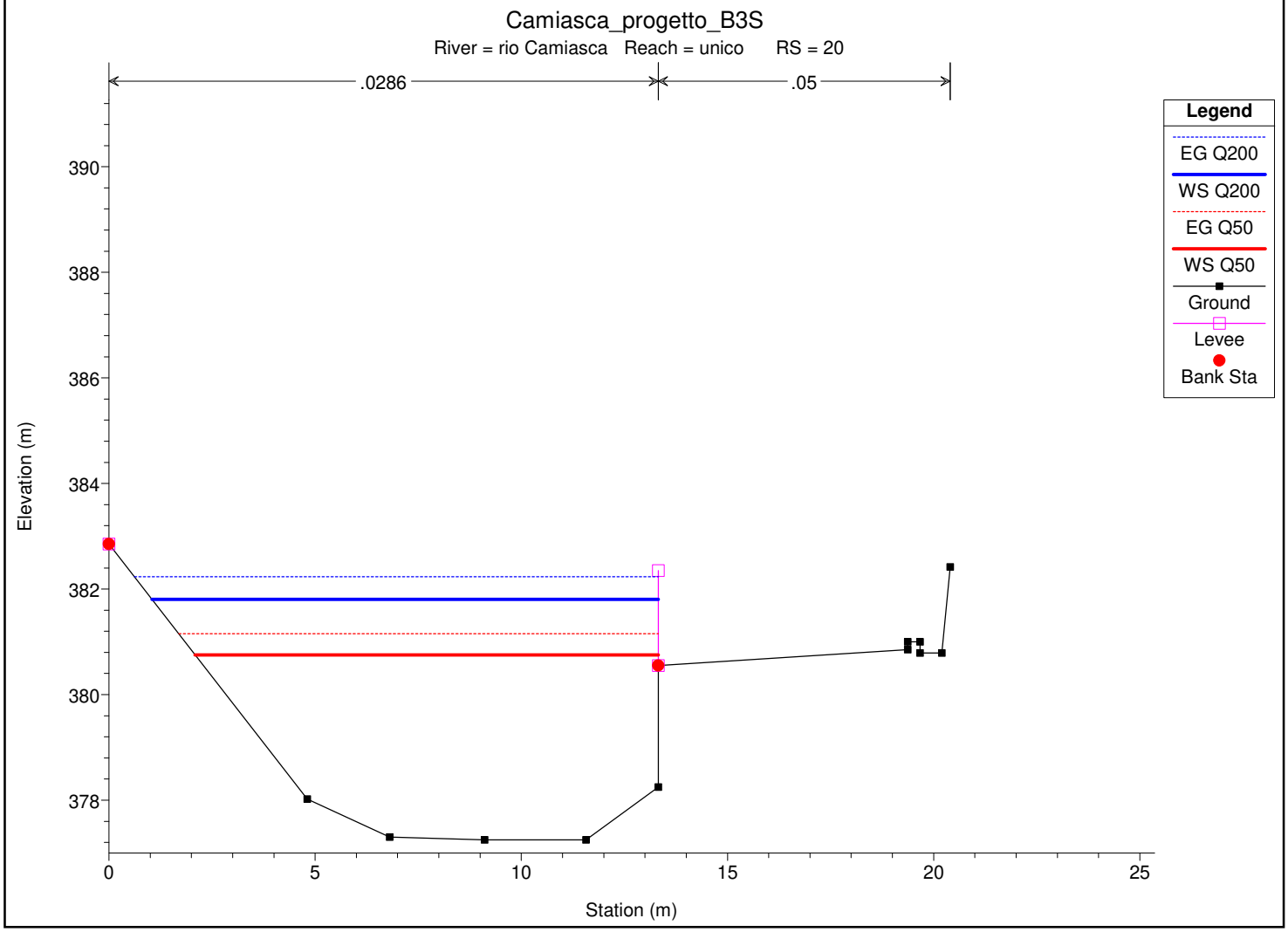
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m



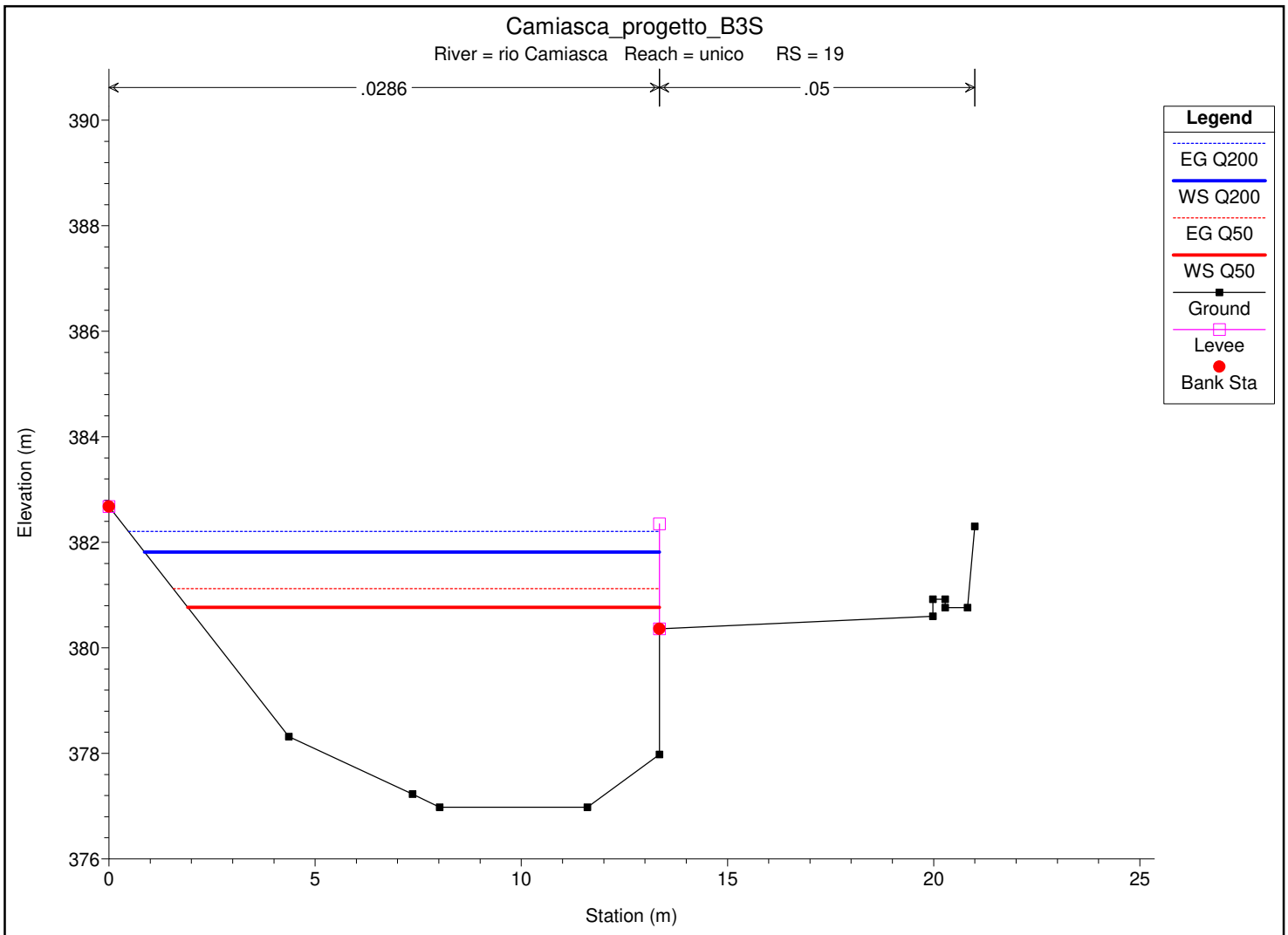


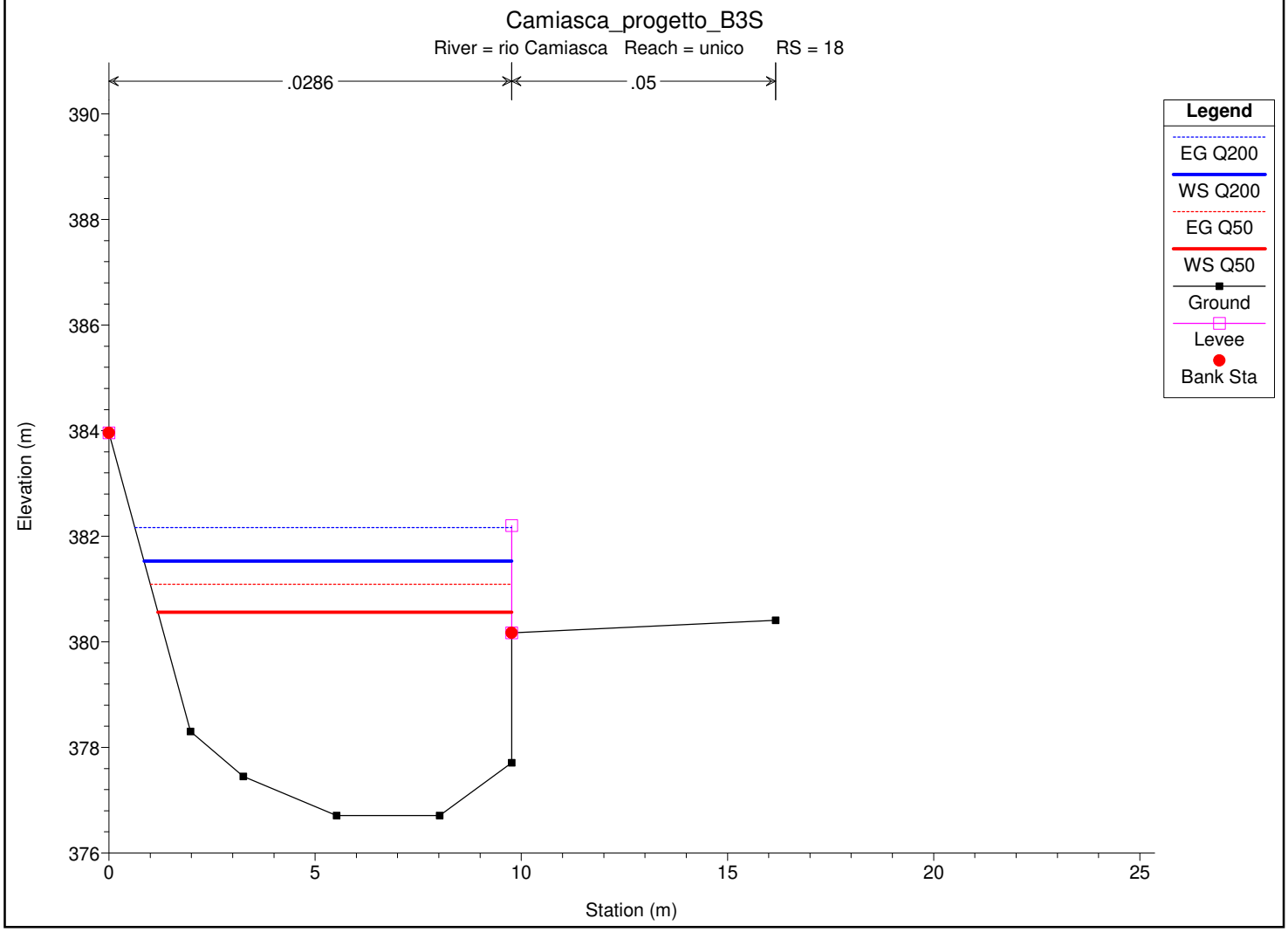
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m



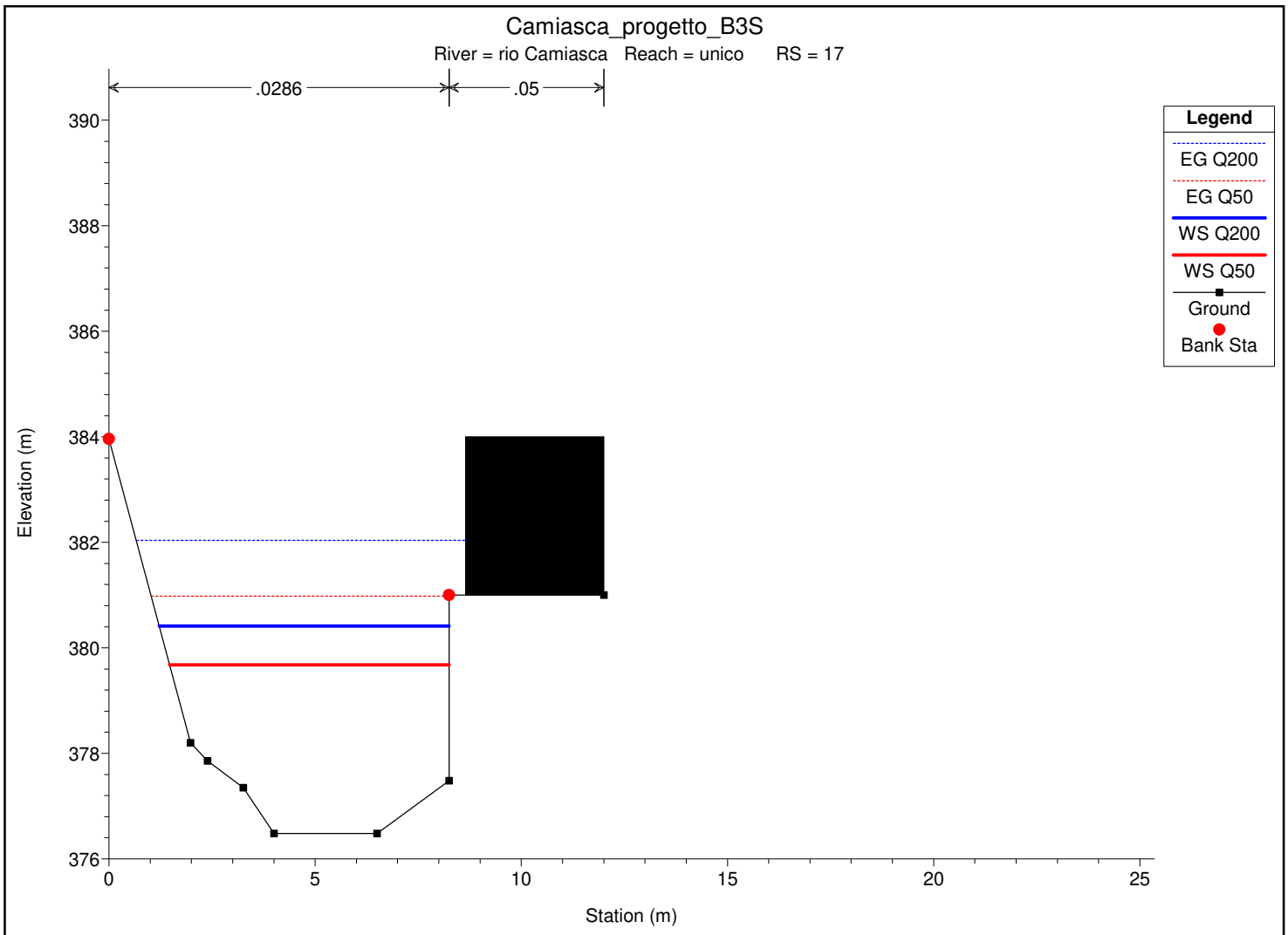


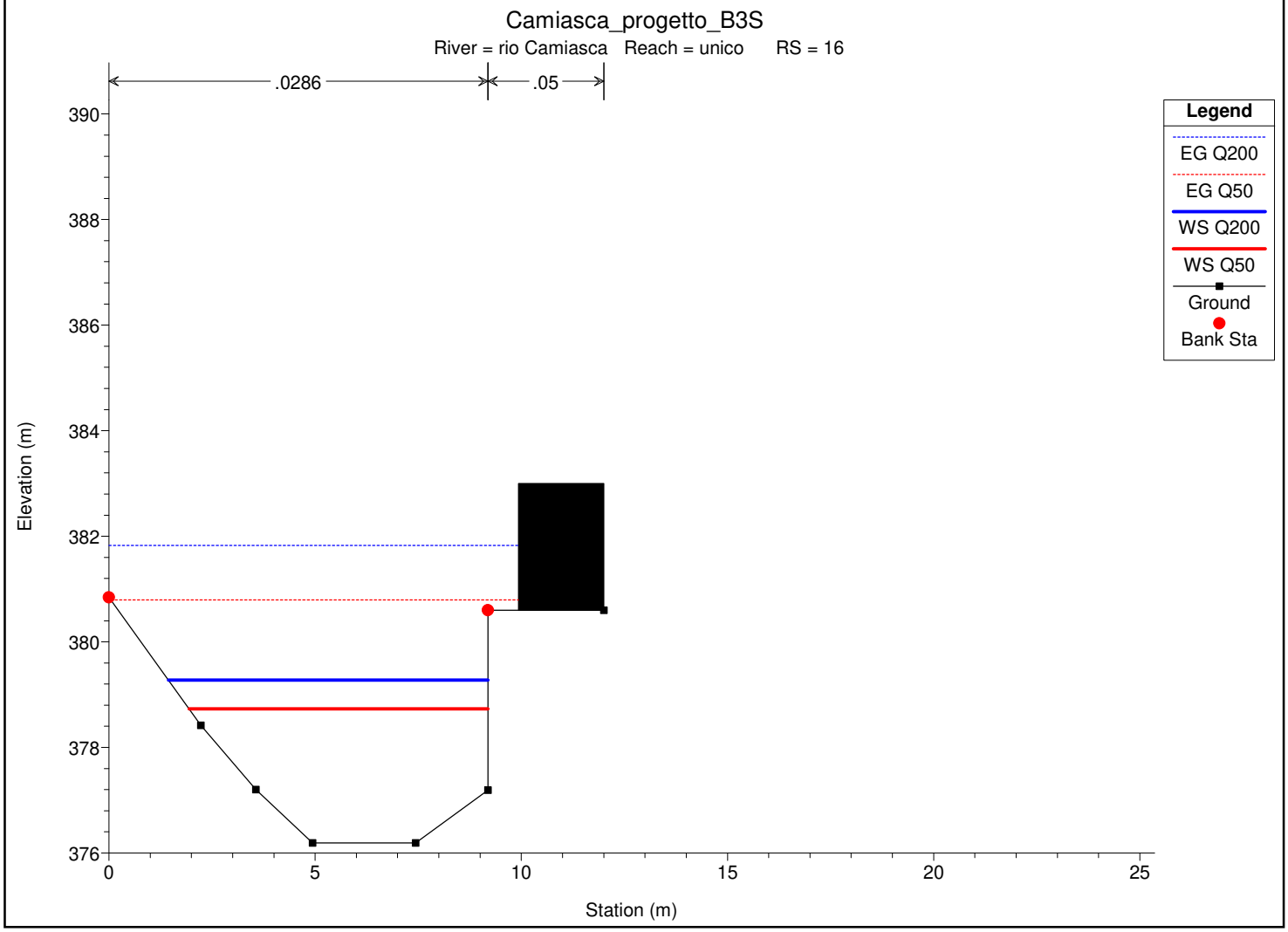
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m



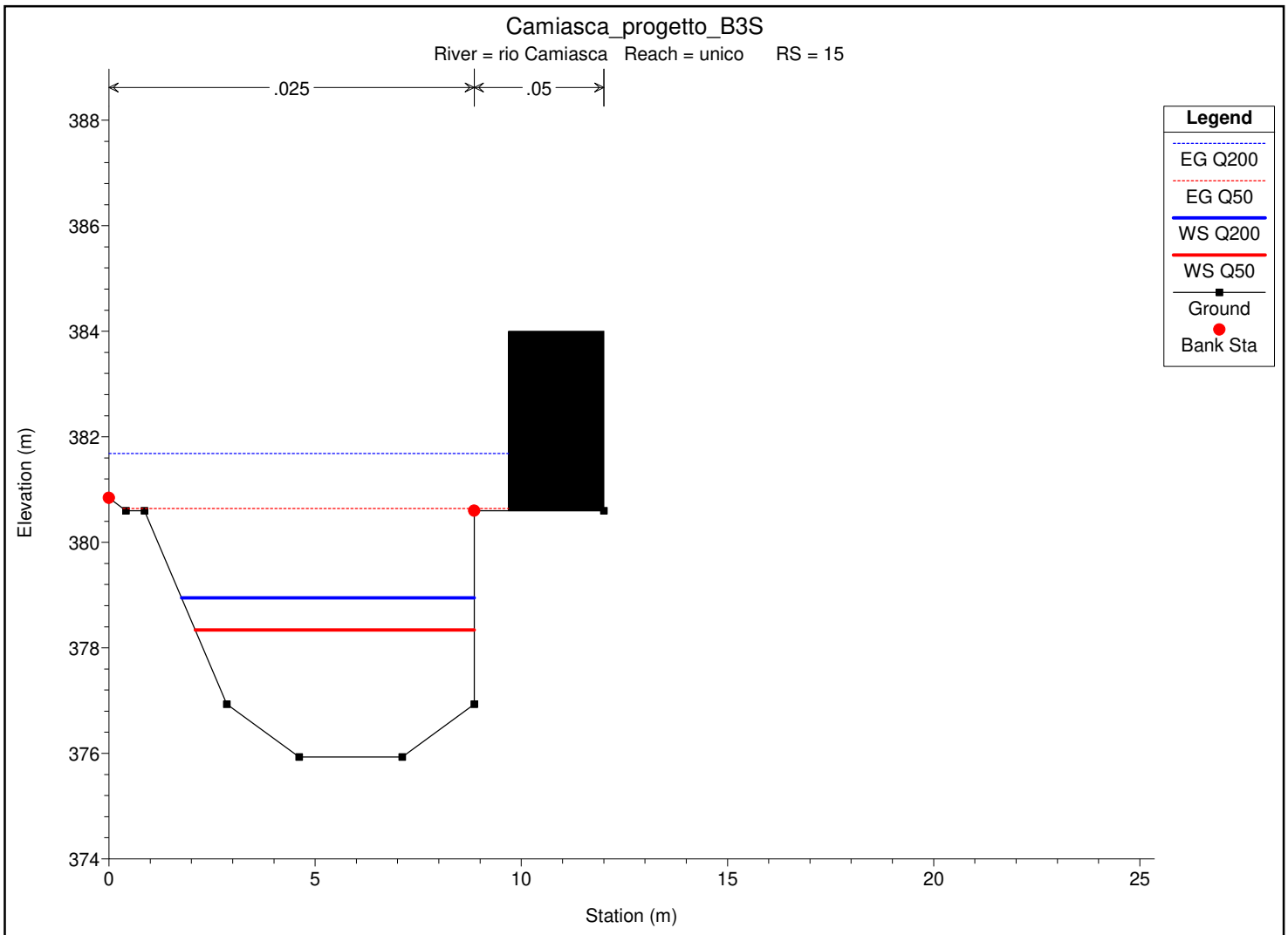


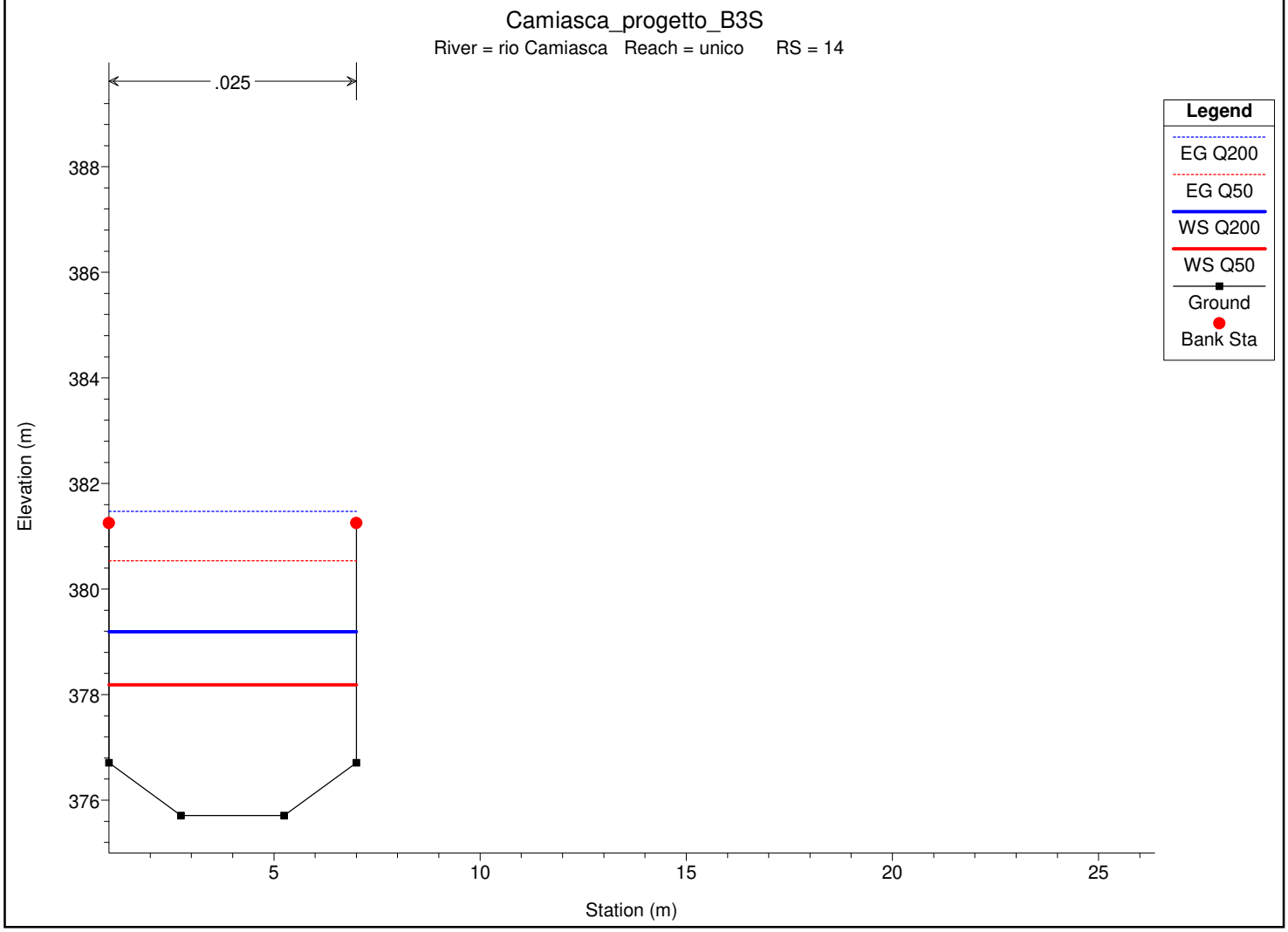
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m





1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m

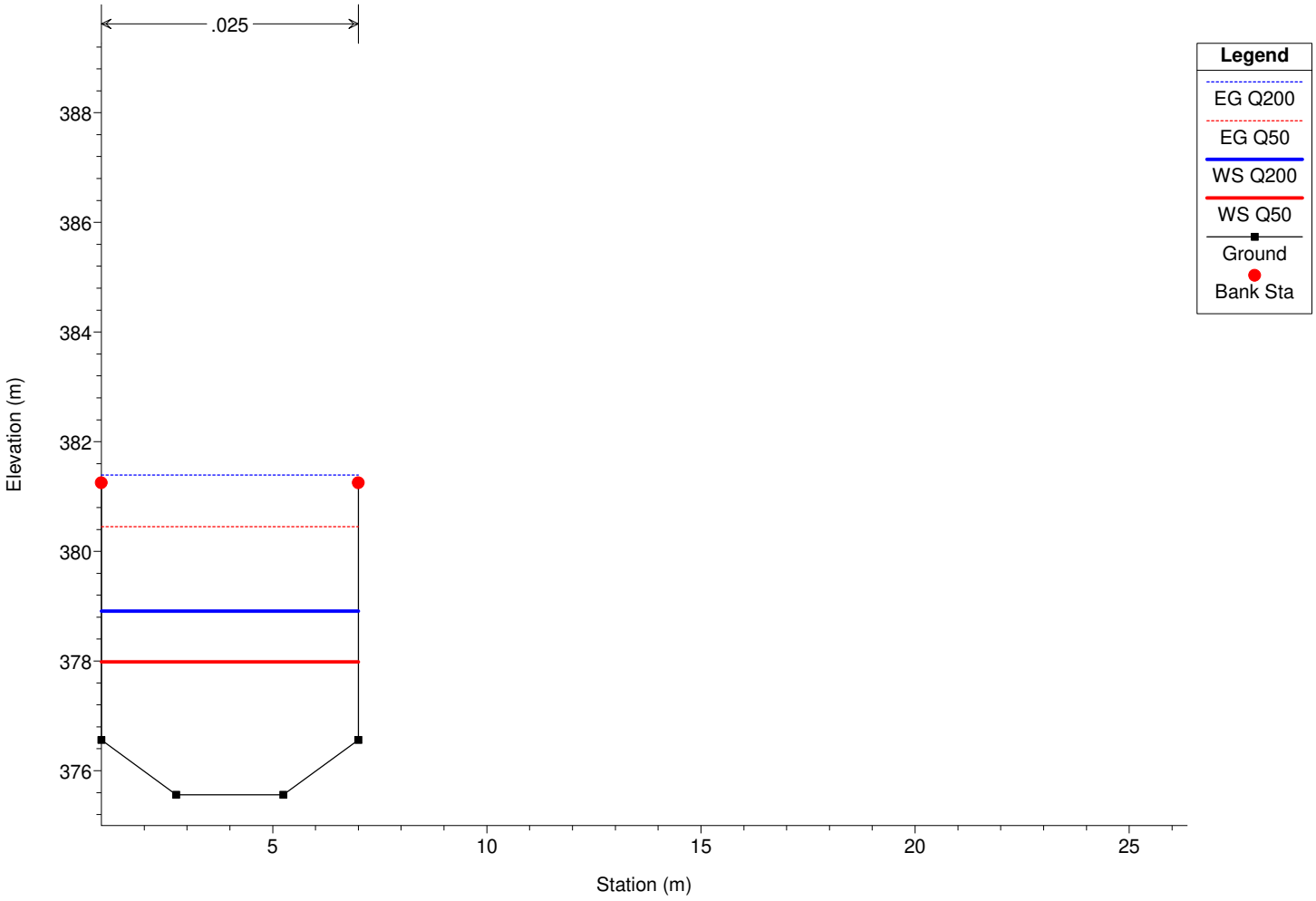




1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m

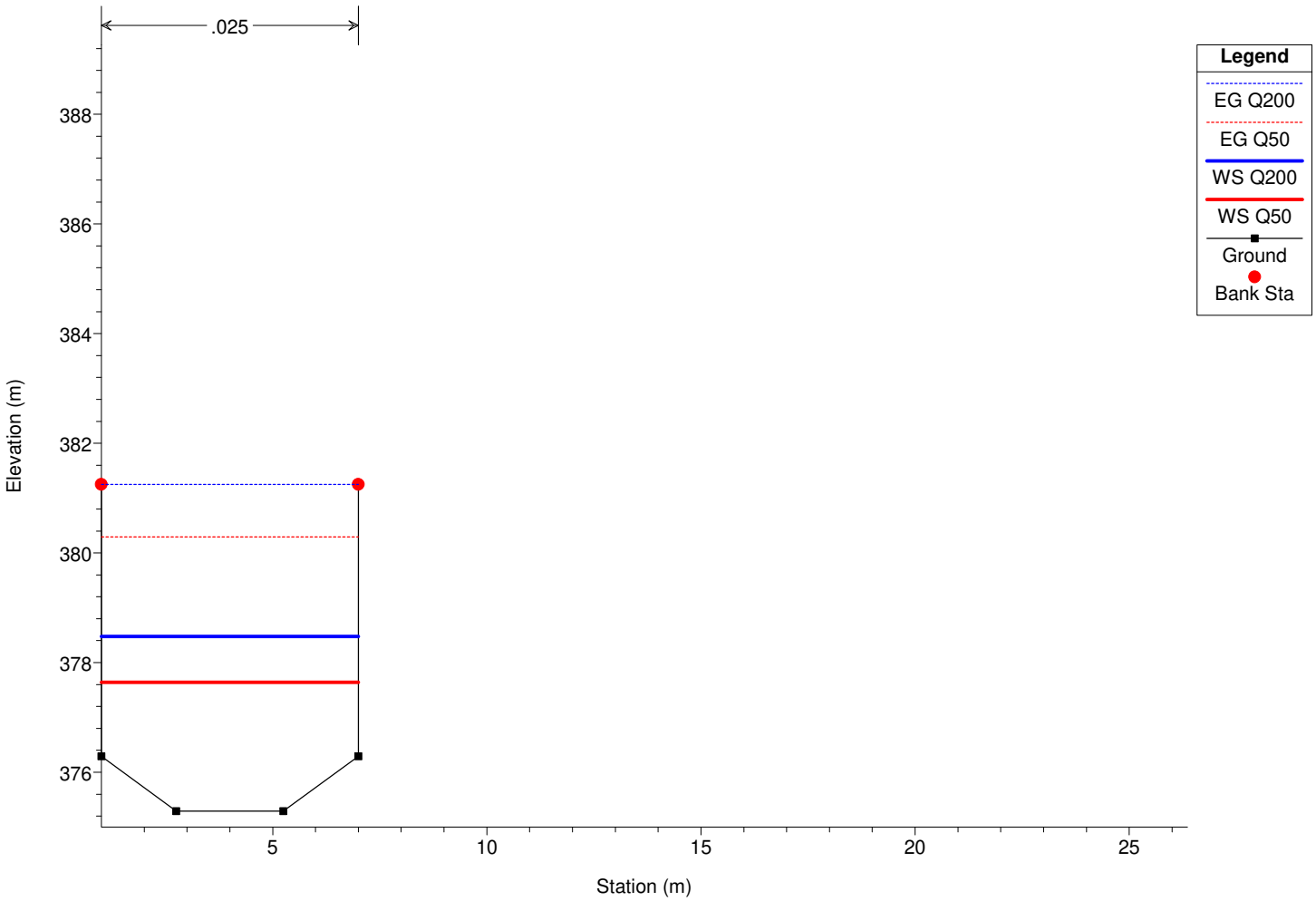
Camiasca_progetto_B3S

River = rio Camiasca Reach = unico RS = 13

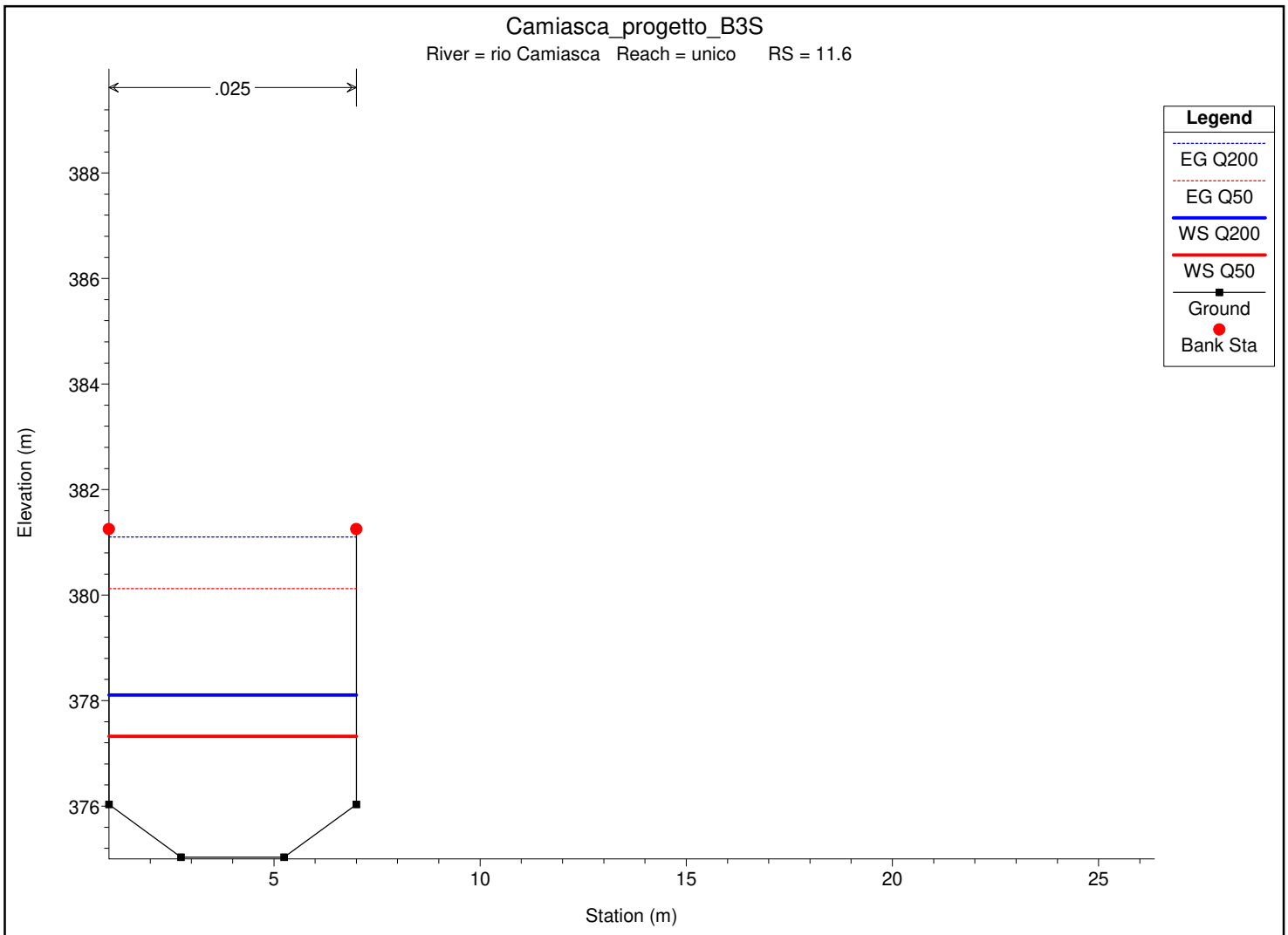


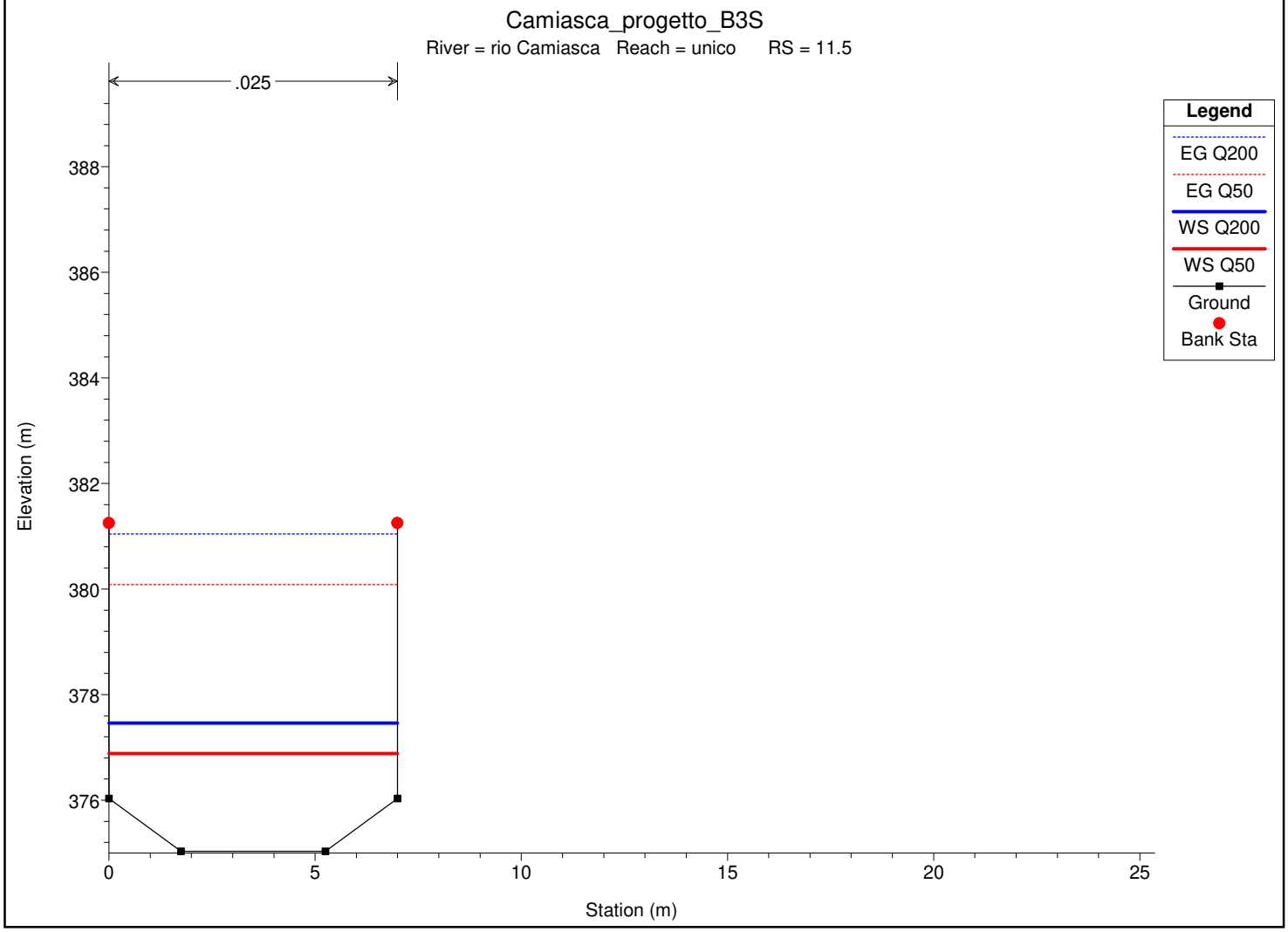
Camiasca_progetto_B3S

River = rio Camiasca Reach = unico RS = 12



1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m

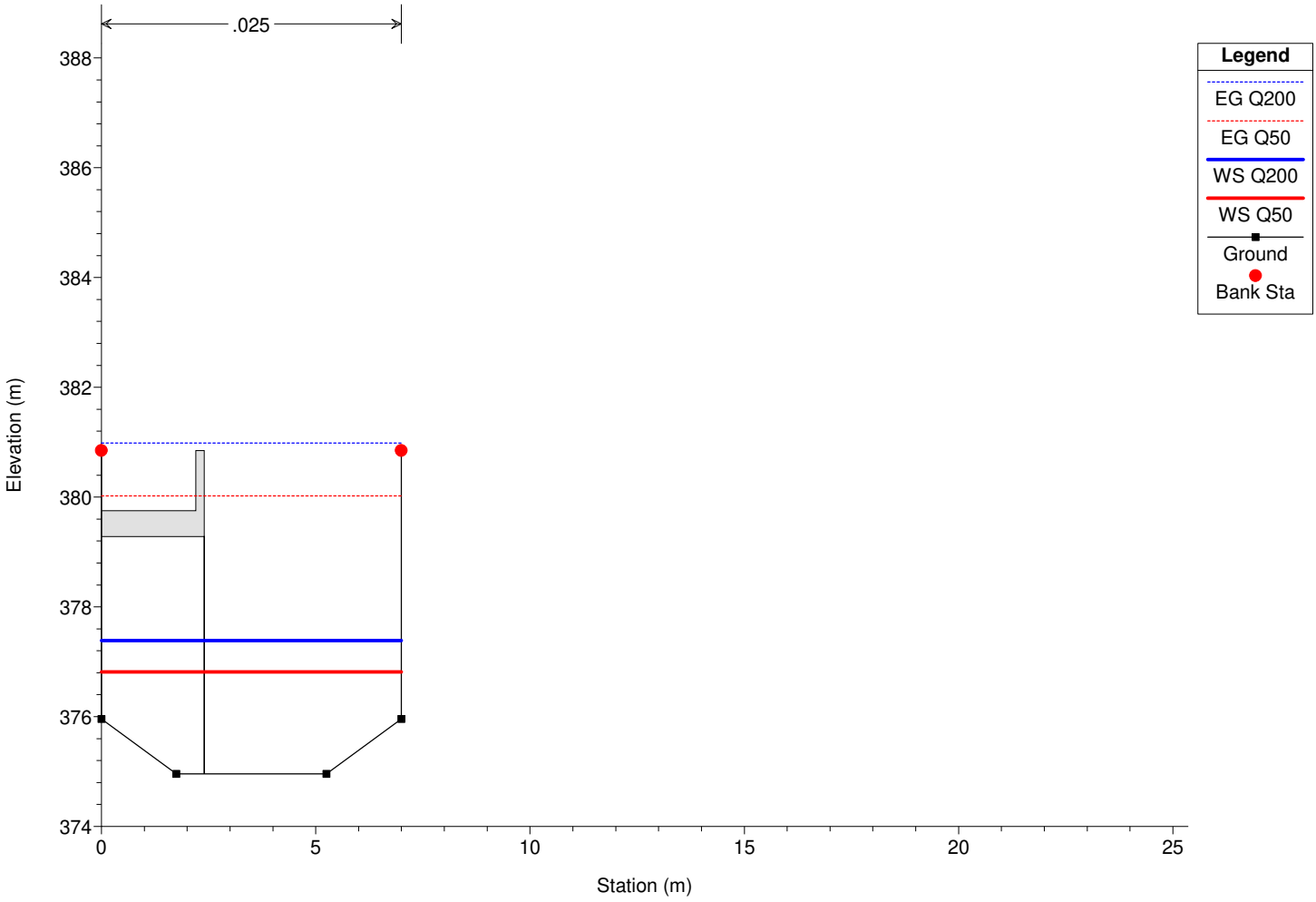




1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m

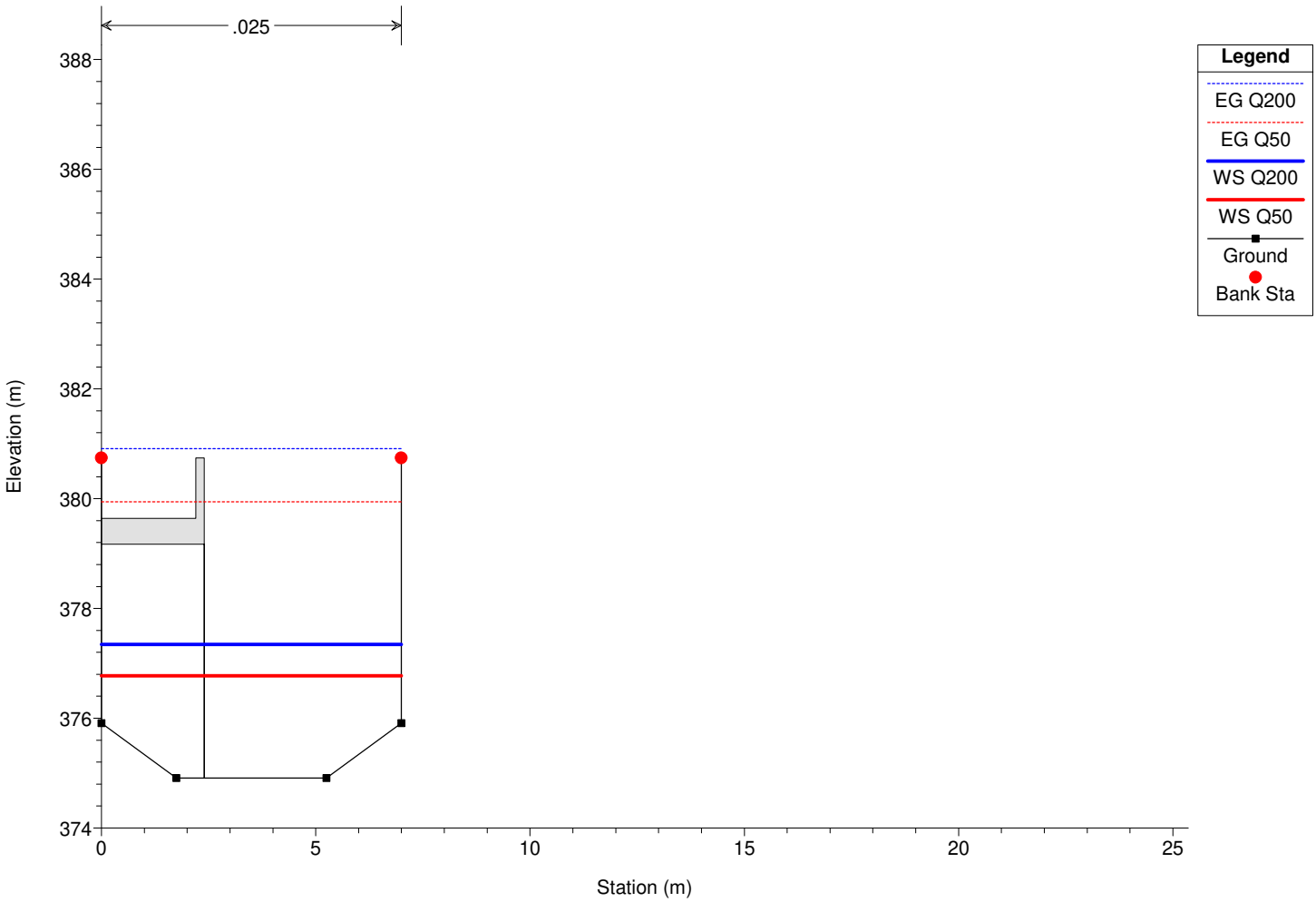
Camiasca_progetto_B3S

River = rio Camiasca Reach = unico RS = 11

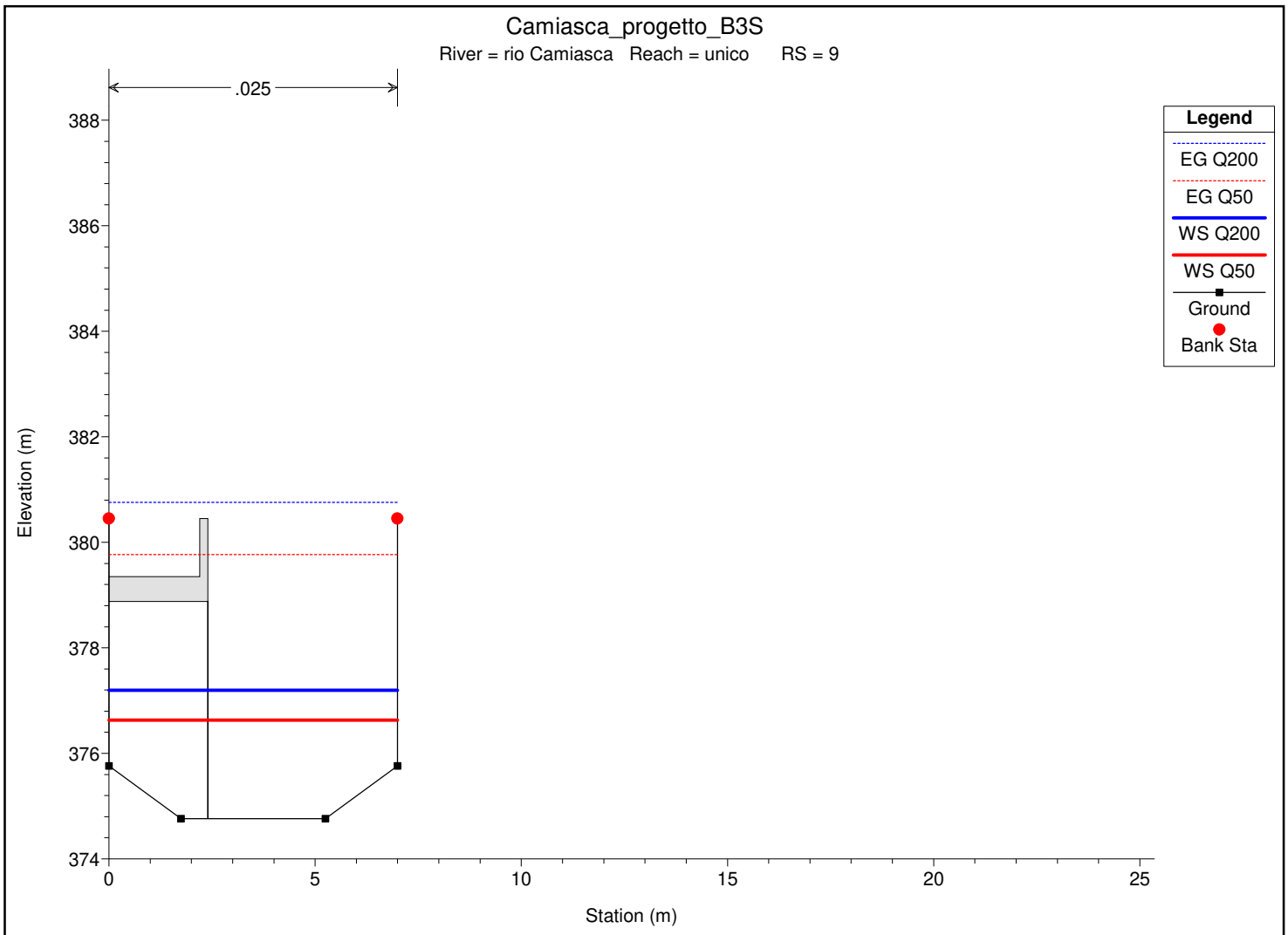


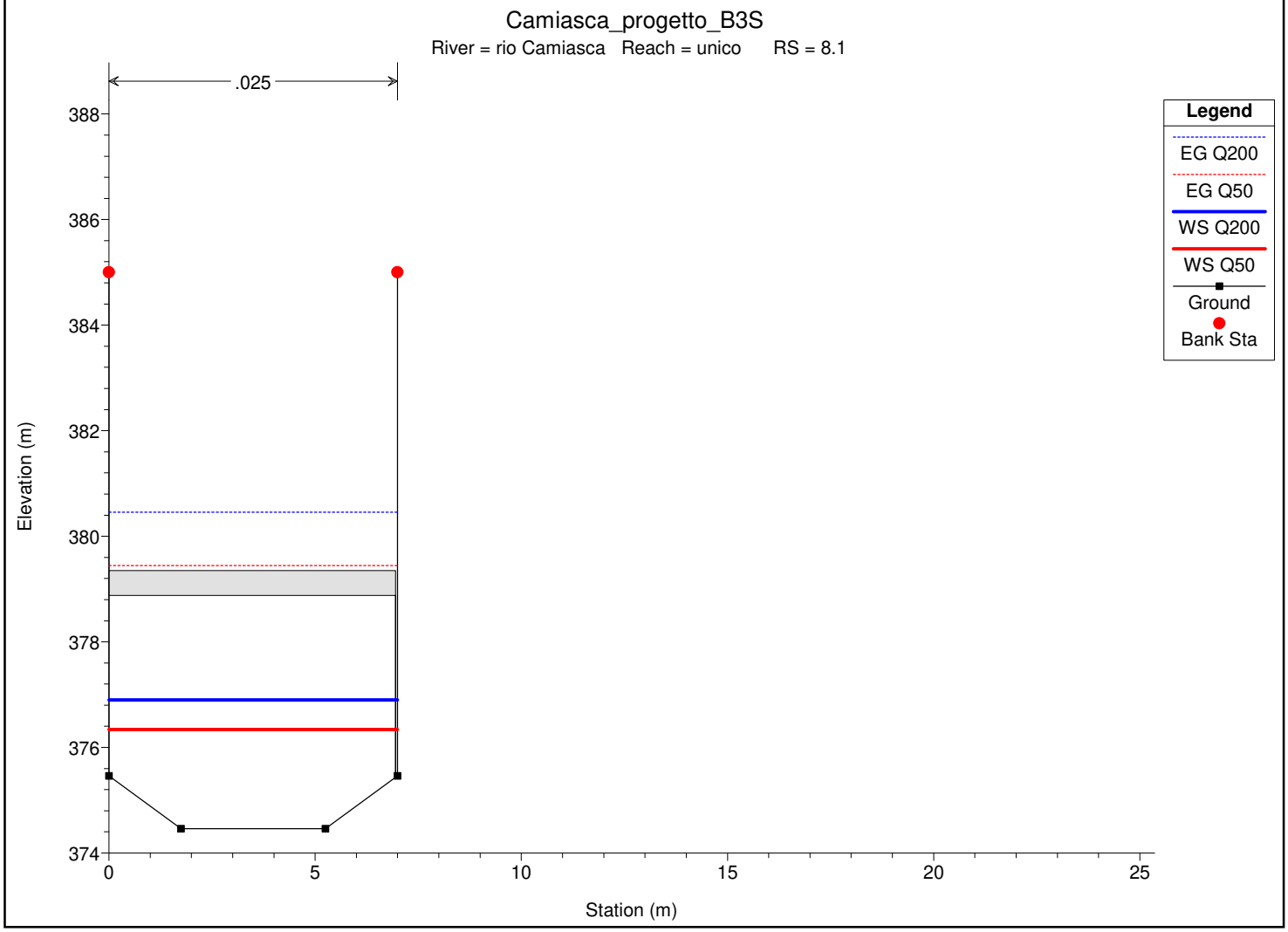
Camiasca_progetto_B3S

River = rio Camiasca Reach = unico RS = 10

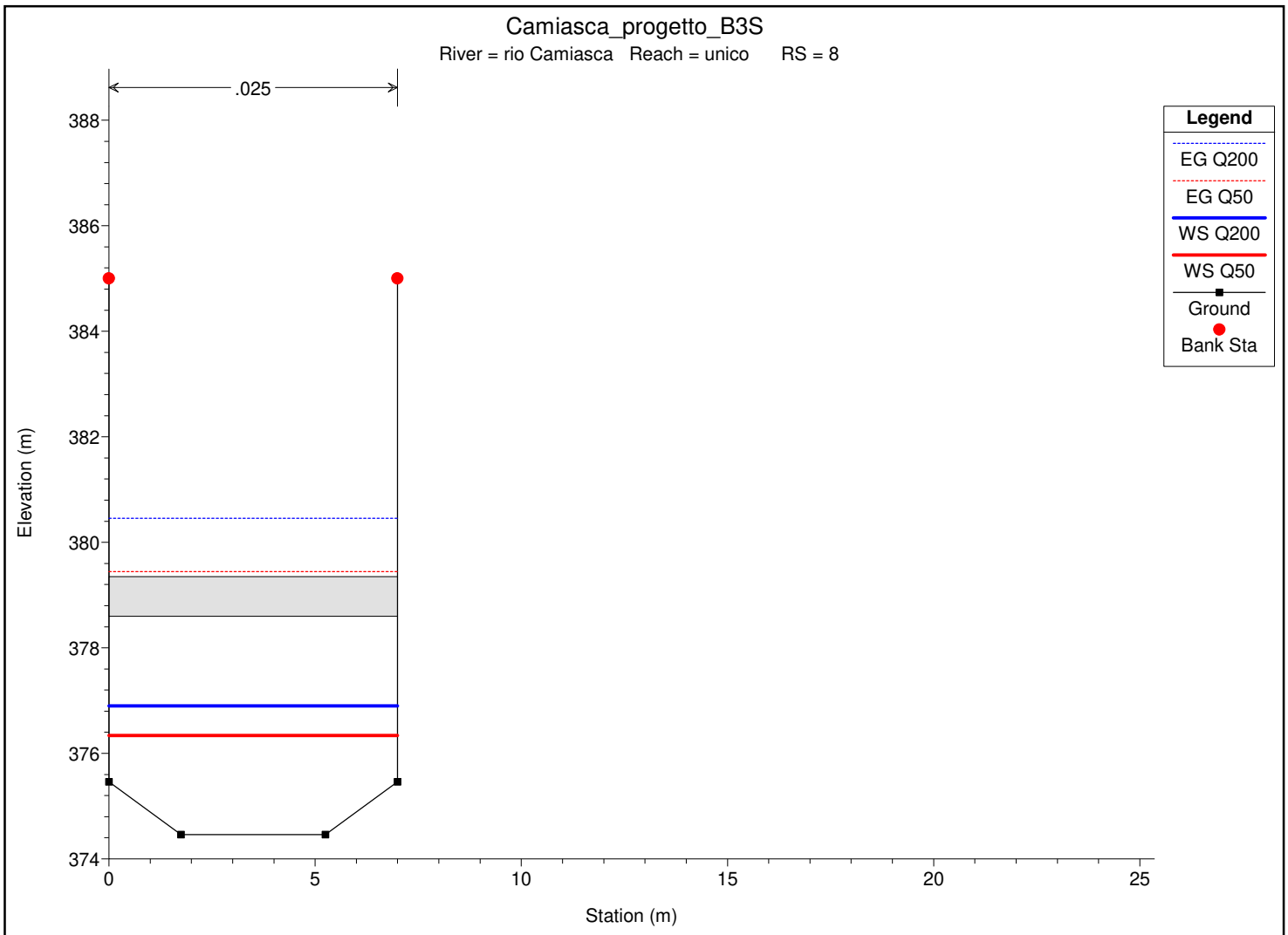


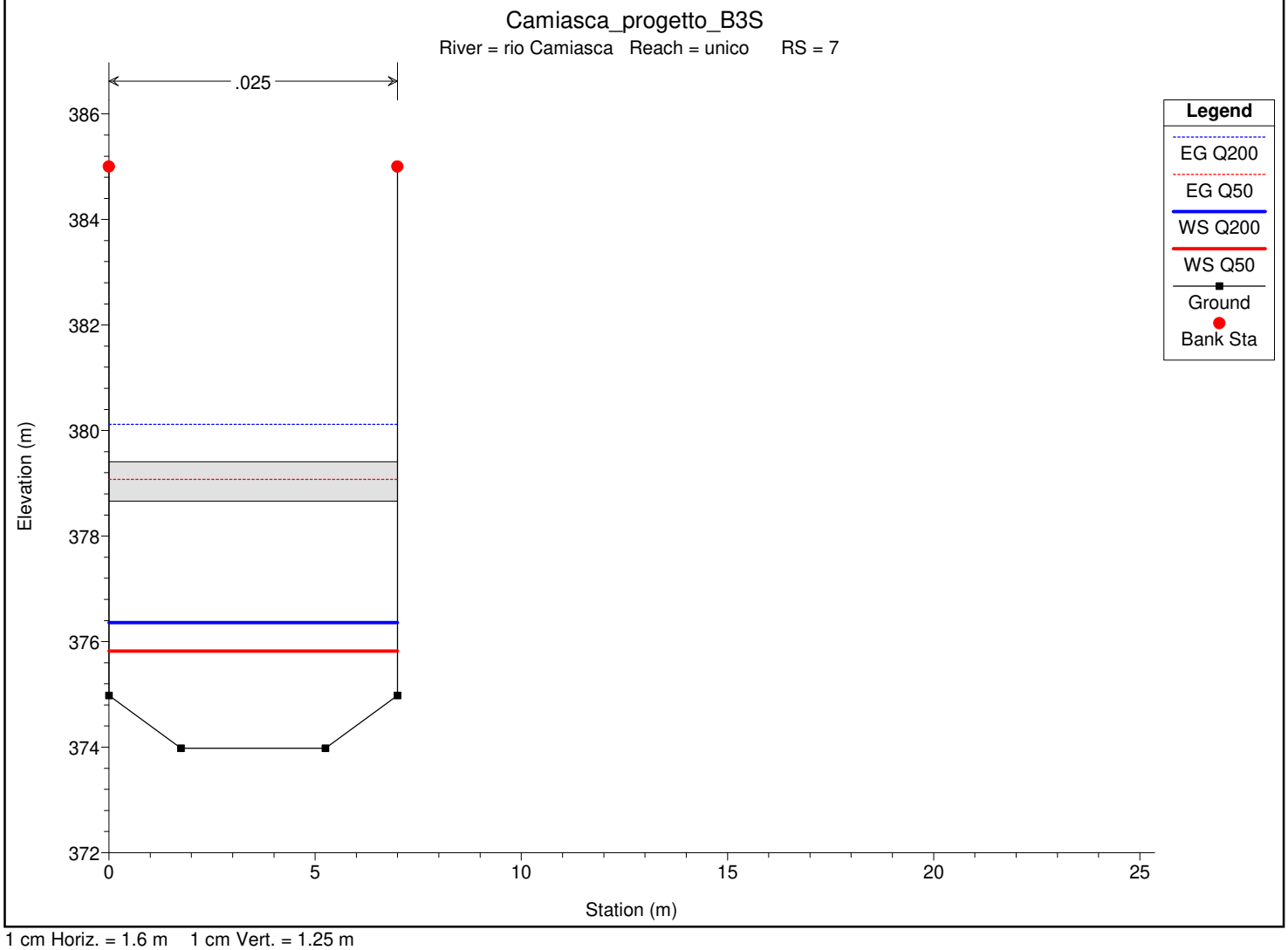
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m



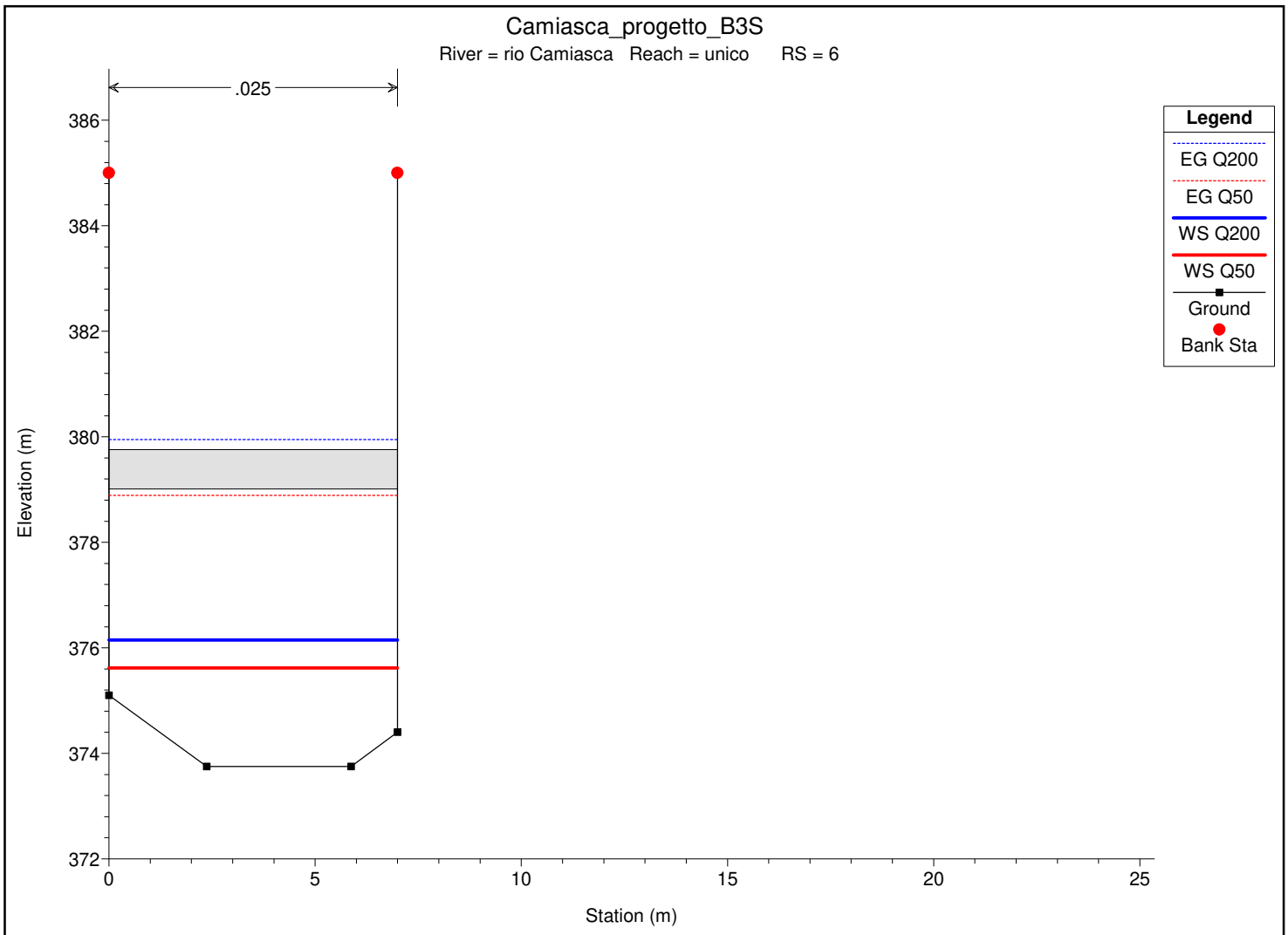


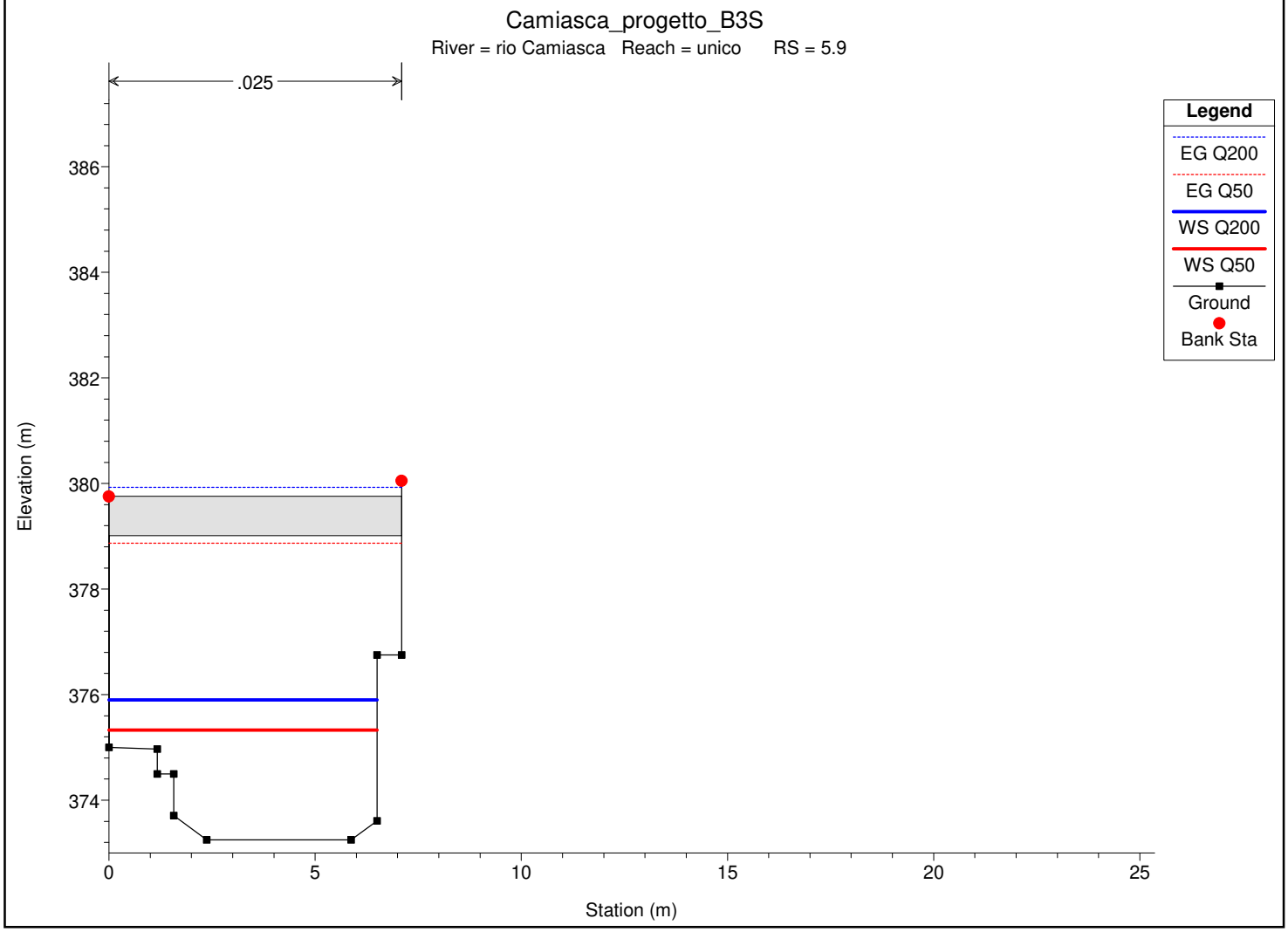
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m



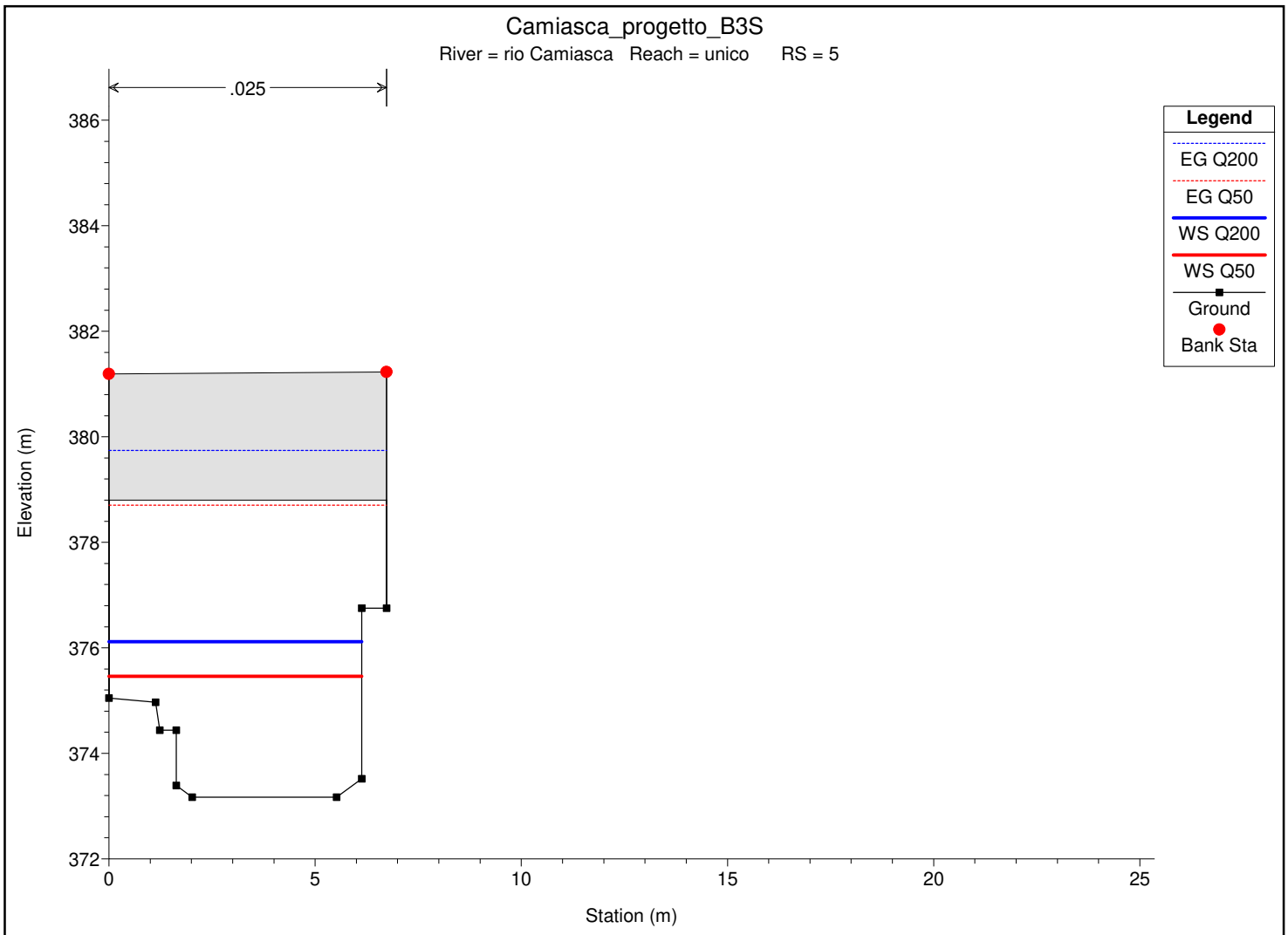


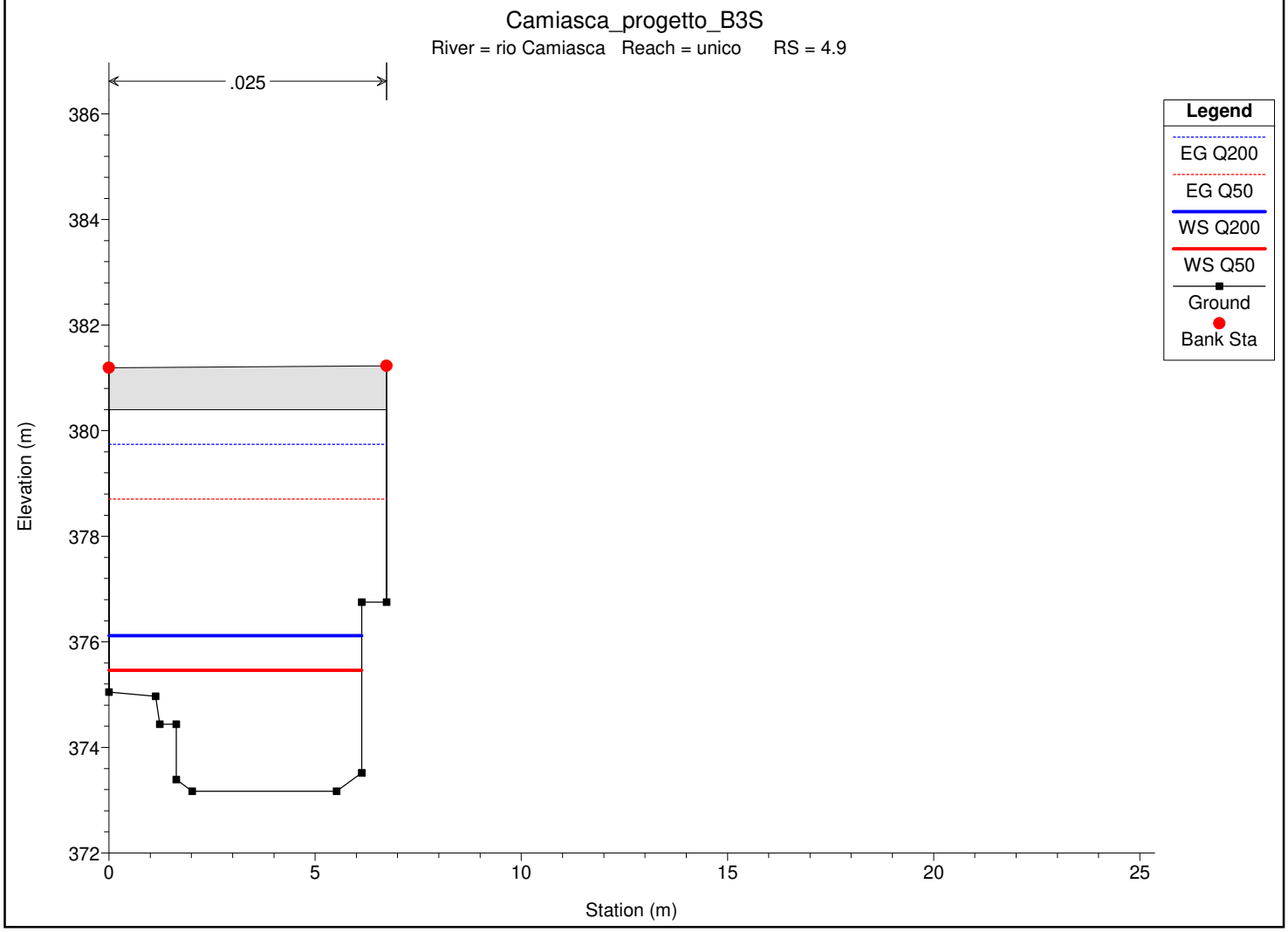
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m



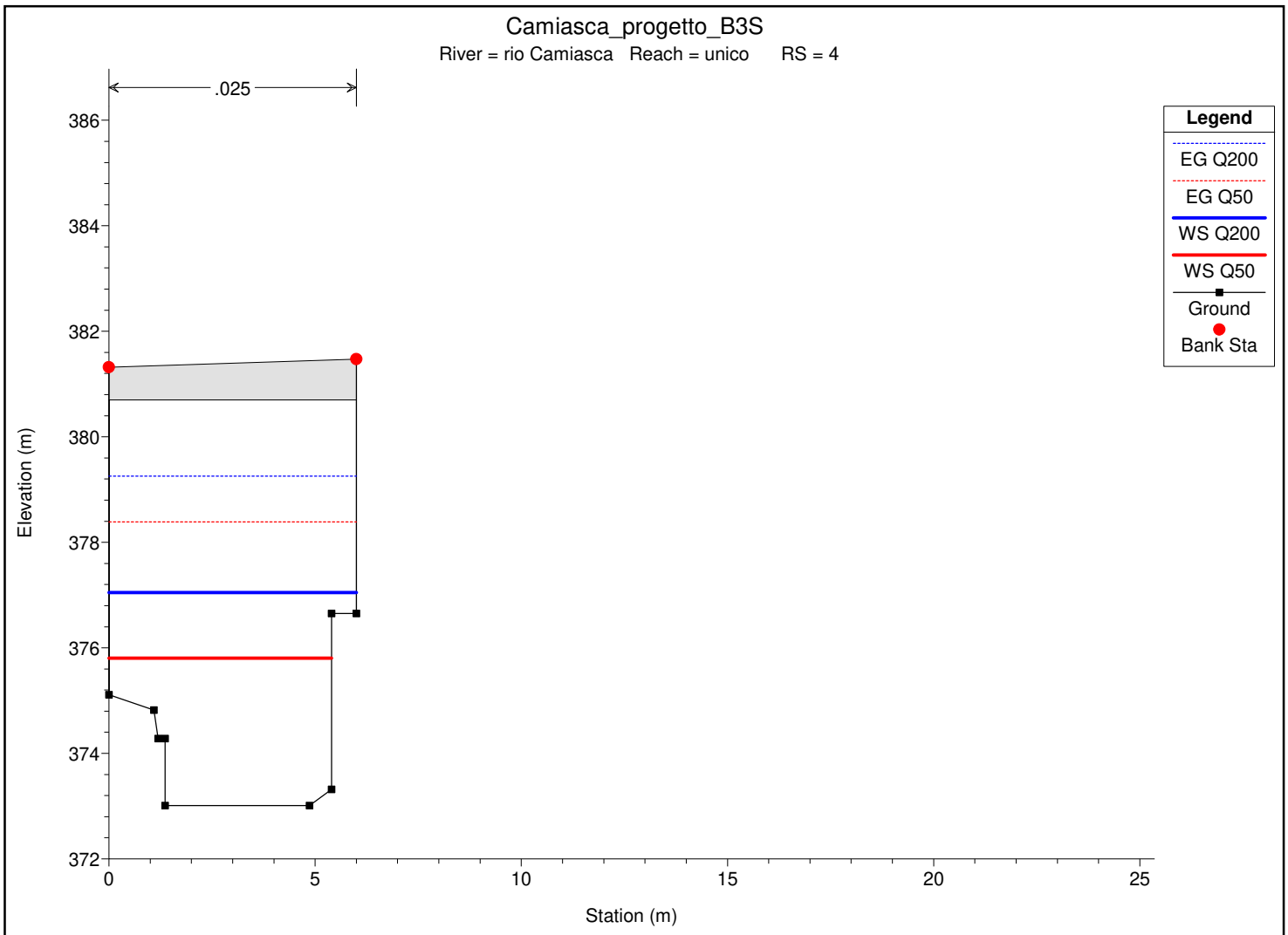


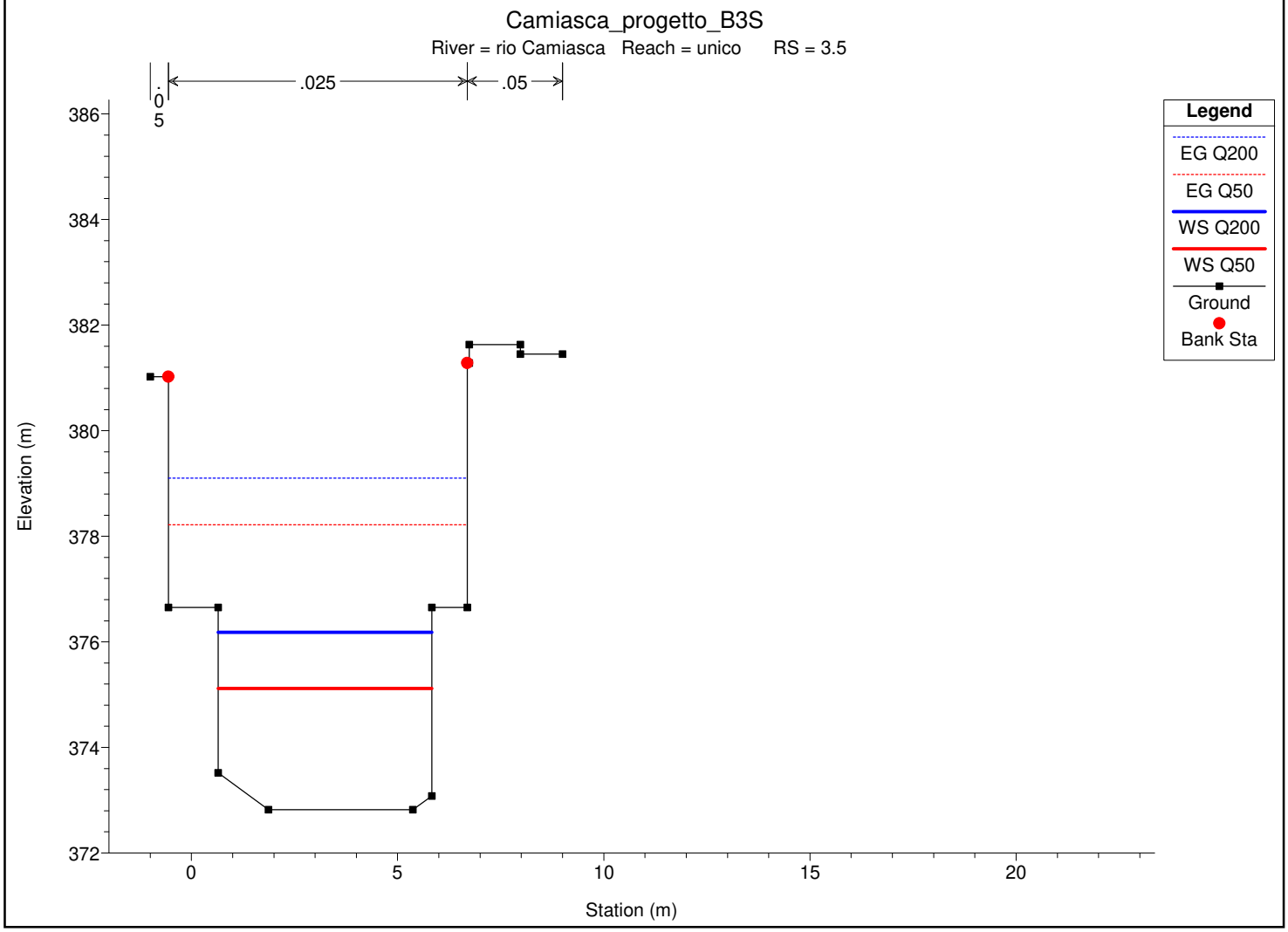
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m



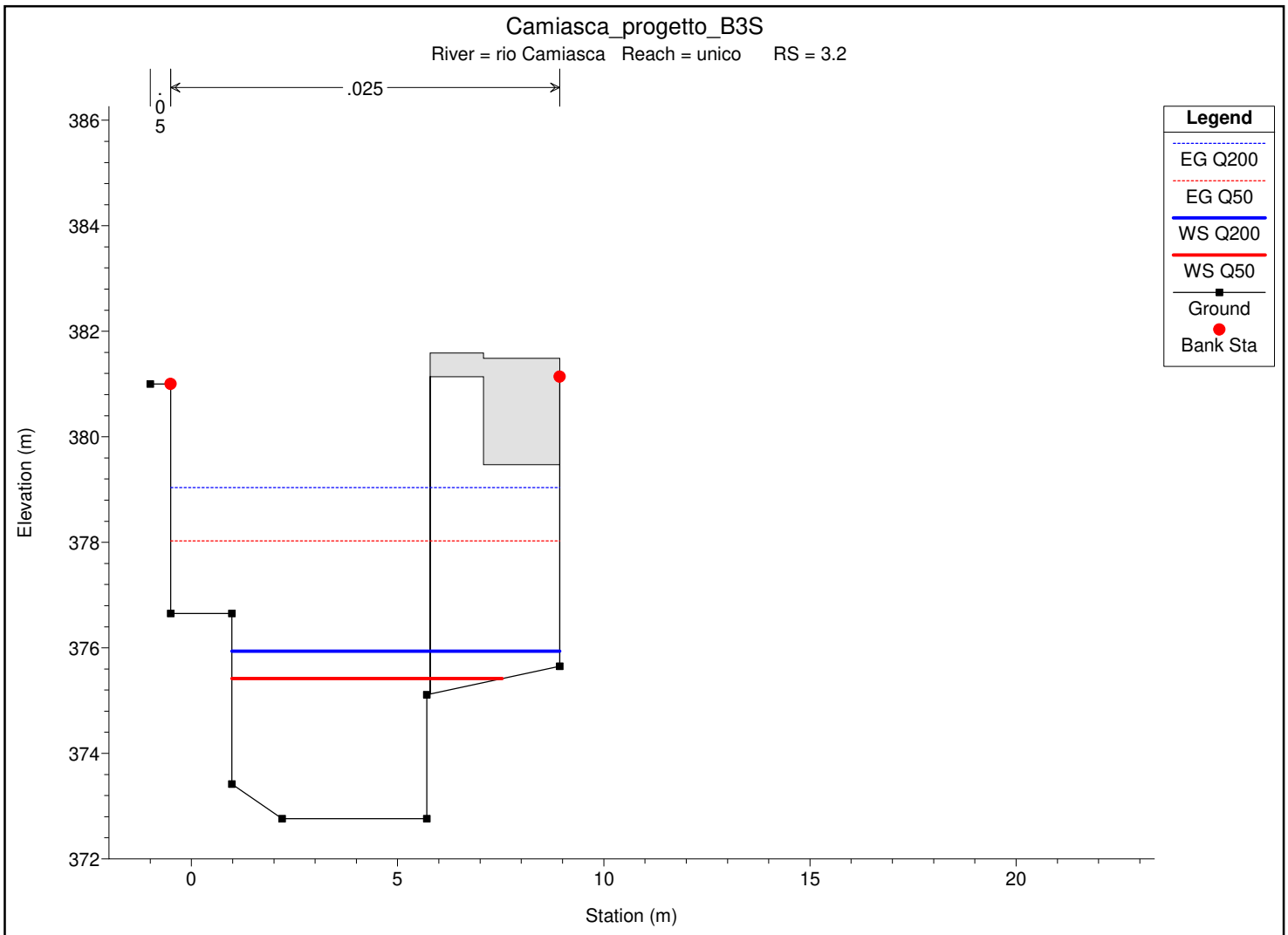


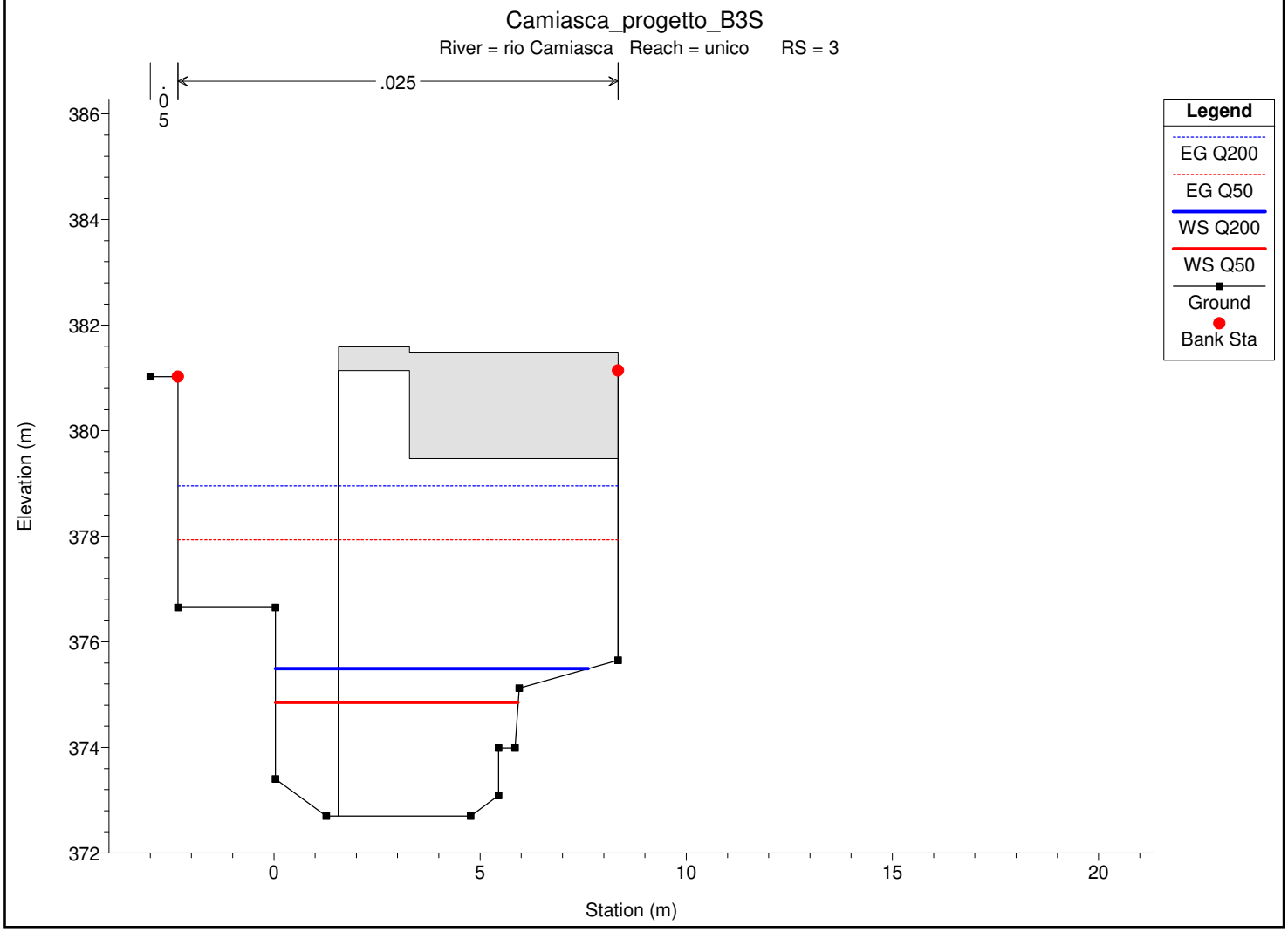
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m



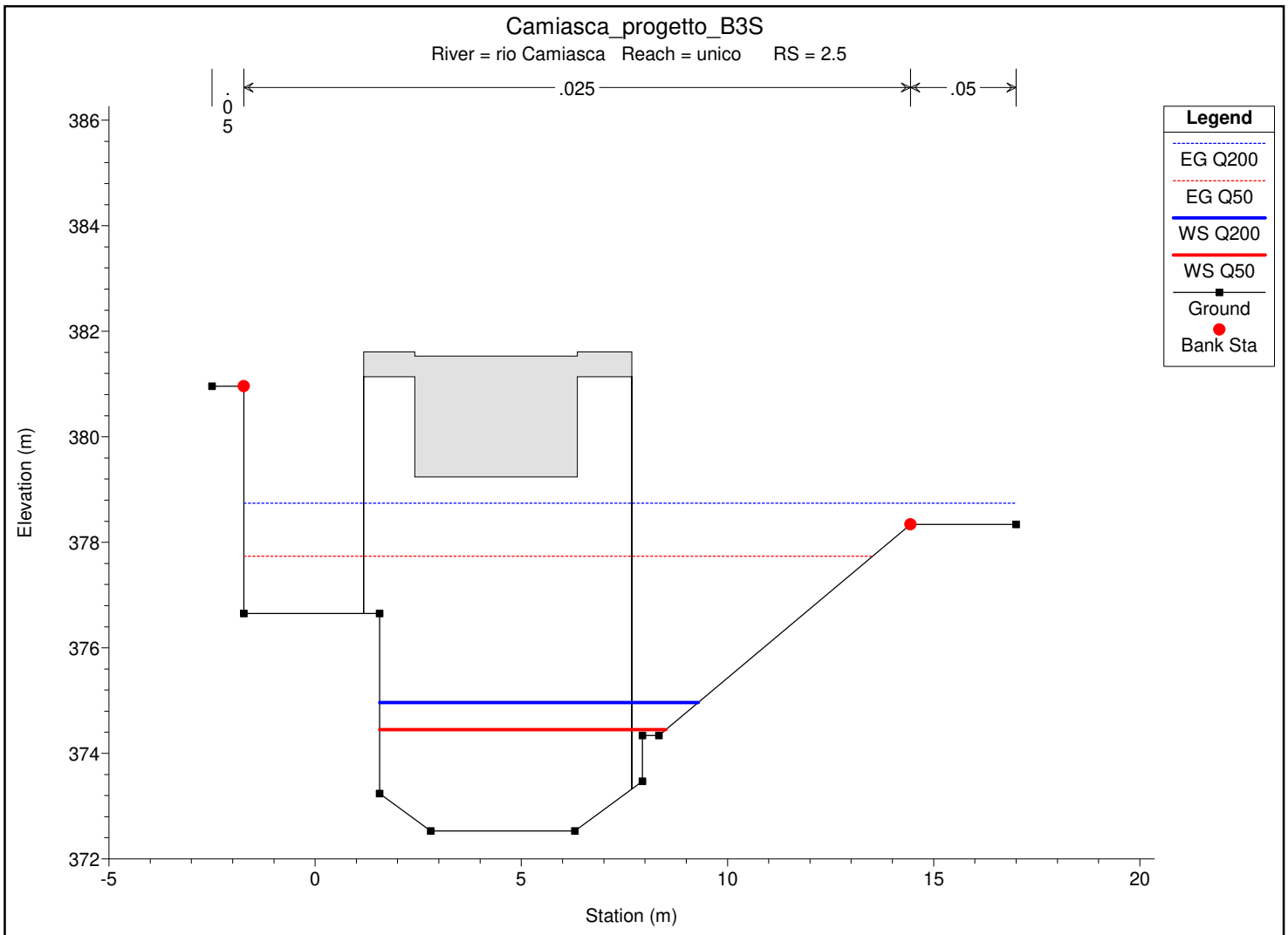


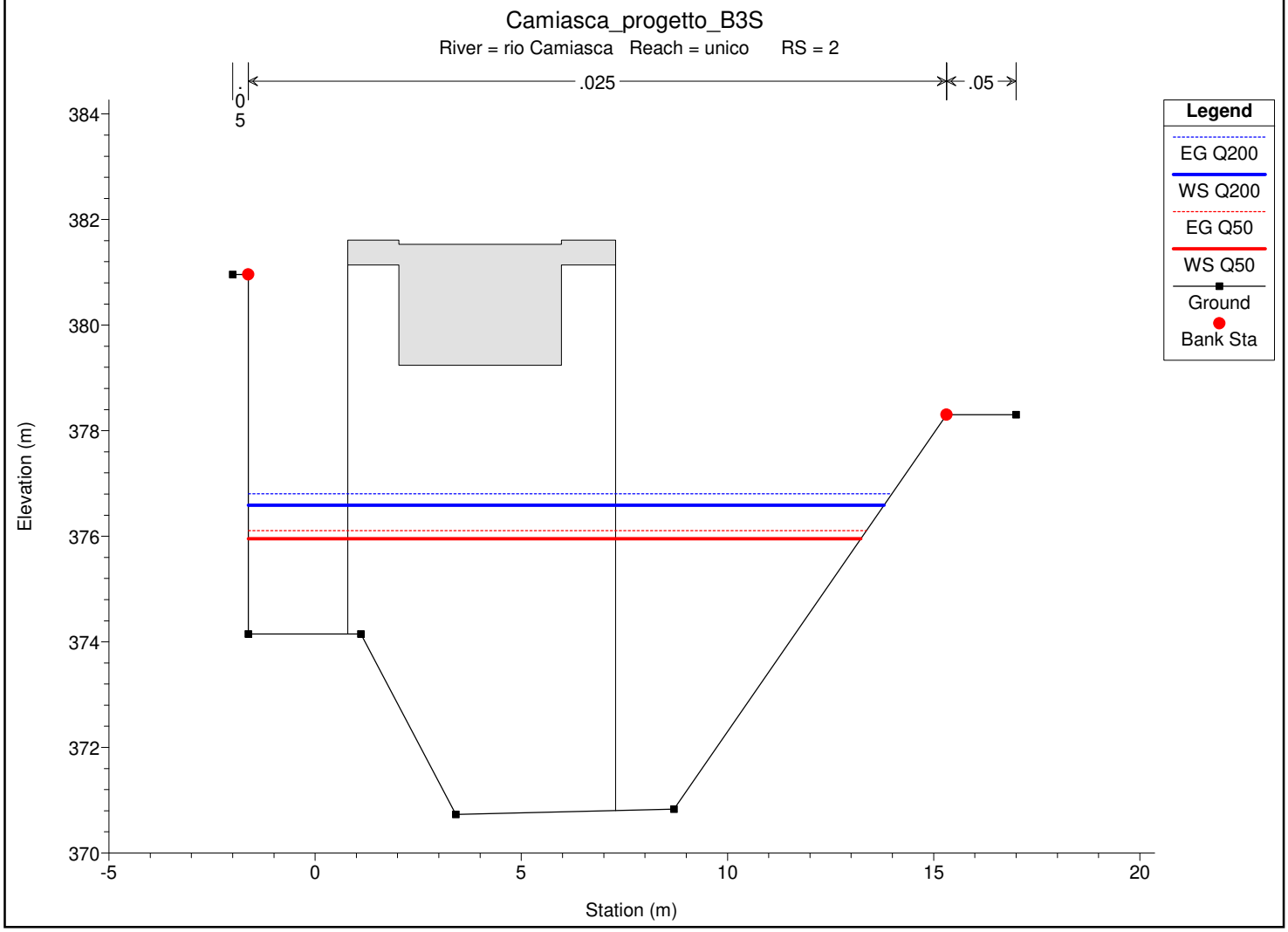
1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m



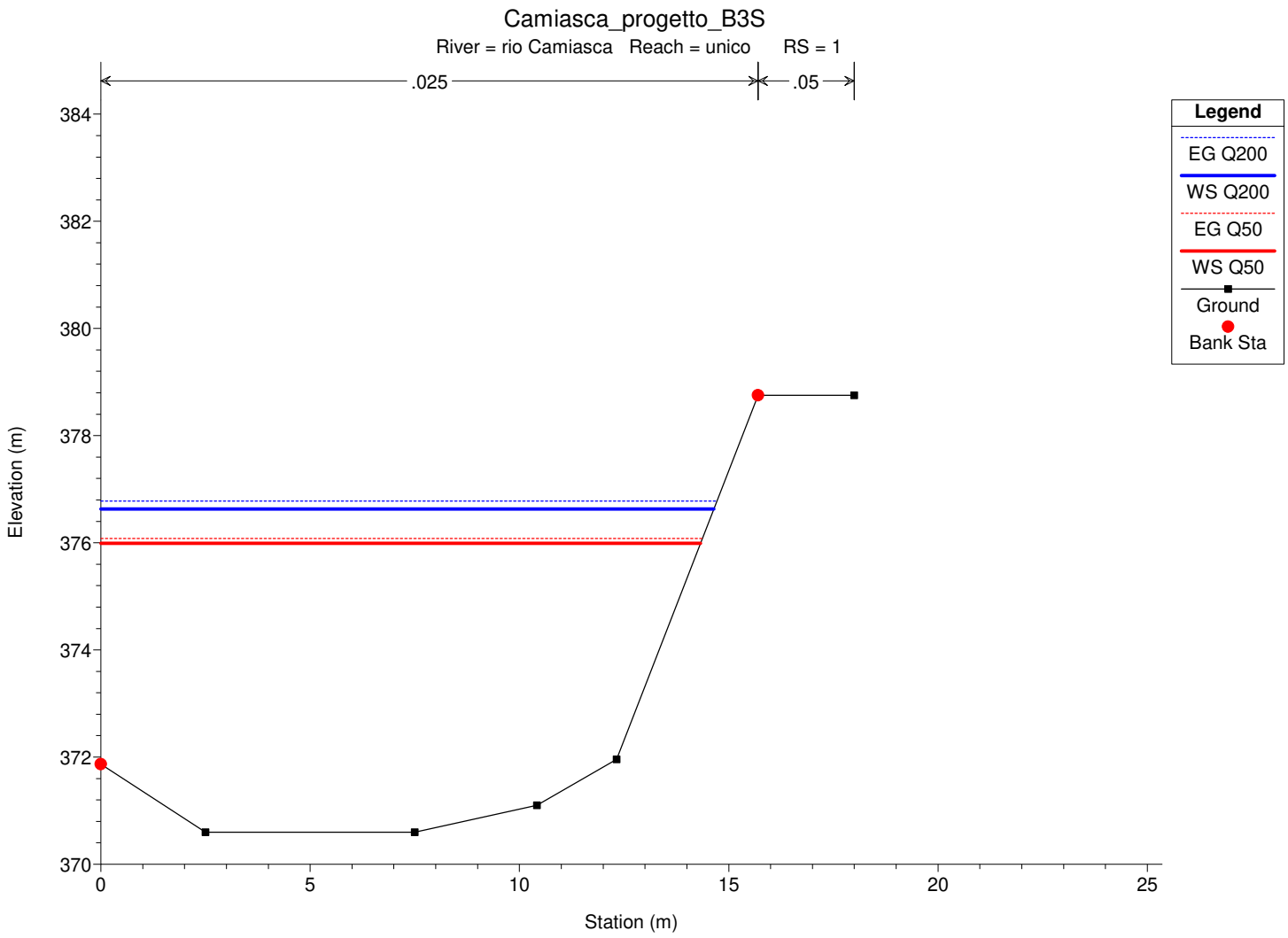


1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m





1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m



1 cm Horiz. = 1.6 m 1 cm Vert. = 1.25 m