REMNA Srl
Sviluppo impianti di produzione energia da fonti rinnovabili
Via De Amicis 26, 20123 Milano (MI)
Partita IVA e Cod. Fiscale 07405480968
Tel - 3496535114 - 3402570771 - 3288175300
Tel – 02 83986400; Fax – 02 83986401
Pec – remna@legalmail.it

Regione Liguria	*Comuni di Montalto Ligure e Molini di Triora*

IMPIANTO IDROELETTRICO DEL TORRENTE ARGENTINA A MONTALTO LIGURE

AUTORIZZAZIONE UNICA
ai sensi del D.L. 29 dicembre 2003, n. 387
CONCESSIONE DI DERIVAZIONE ACQUE AD USO IDROELETTRICO
ai sensi del R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775
VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE
Ai Sensi del dlgs 152/2006

R3 – RELAZIONE IDRAULICA

Gruppo di lavoro

Progettazione - Coordinamento dello SIA:

REMNA SRL
Dott. Ing. Camilla Castoldi

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
DOTT. ING. CASTOLDI CAMILLA
Sez. A Settore: a) civile e ambientale
n° A 30466

Comparto Ambientale:

FLUME SRL
Dott. Ing. Paolo Vezza
Dr. Michele Spairani
Dr. Nicola Polisciano
Dr. Alessandro Balestrieri
Dott. Ing. Andrea Zanin

FLUME s.r.l.
FLUvial Management and Ecology
Località Alpe Rong n. 1
11010 GIGNOD (AO)
C.F. e P.IVA: 01180000075

Comparto Geologia:

GEOTECAM
Dott.Geol. Andrea Robbiano
Dott.Geol. Giacomo Canepa

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 292
ANDREA ROBBIANO
GEOLOGO
data iscr. 12-01-1995

Dott. Geol. Andrea Robbiano

Data:	Febbraio 2016	Revisione:	01

Sommario

1 Premessa 3

2 Descrizione del torrente allo stato attuale 5

3 Descrizione dell'intervento in progetto 7

4 Analisi idraulica 9

4.1 Calcolo della portata di verifica del Torrente Argentina 9

4.2 Verifiche con modellazione idraulica dell'opera di presa 10

4.3 Verifiche con modellazione idraulica della passerella pedonale 14

4.4 Verifica dei fossi immissari lungo il tracciato della condotta sulla strada SP21 Bis 17

5 Conclusioni 23

6 ALLEGATI: materiale fotografico-cartografie-risultati HEC RAS 24

1 Premessa

La presente relazione è allegata al progetto di realizzazione di una centralina idroelettrica lungo il corso del Torrente Argentina nel Comune di Montalto Ligure e Molini Di Triora (IM).

L'intervento, come meglio descritto nella Relazione Tecnica allegata alla domanda di concessione di derivazione acqua, prevede l'innalzamento dello stato attuale della briglia, la costruzione di una scala di risalita per ittiofauna, la realizzazione di un'opera di presa e la posa di una condotta forzata sotto il manto stradale della Strada Provinciale 21 bis e della Strada Statale 584; la condotta convoglia la portata derivata fino all'edificio centrale, costruito in sponda sinistra circa 2.3 km a valle della presa, dove viene trasformata in energia elettrica da due gruppi turbina.
L'opera di presa è posizionata in sponda destra ed è dotata di vano dissabbiatore e vasca di carico che hanno la funzione di incanalare l'acqua verso la condotta di presa eliminando il materiale solido.
L'edificio centrale, nel quale verranno alloggiate le due turbine ed i quadri elettrici, verrà collocato in una fascia coltivata posta al di fuori delle fasce di pericolosità idraulica.

Scopo di questa analisi è quello di effettuare tutte le verifiche idrauliche necessarie alla realizzazione dell'impianto al fine di garantire la sicurezza idraulica dei manufatti in progetto senza alterare quella delle aree limitrofe e di ottenere la concessione demaniale per gli interventi in alveo.

Lo studio idraulico è stato eseguito in MOTO PERMANENTE con il programma di calcolo HEC-RAS versione 4.1.0 del 'U.S. Army Corps of Engineers' degli Stati Uniti d'America. I dati geometrici sono stati desunti da un rilievo plano altimetrico di dettaglio.

Le verifiche più importanti a livello di pericolosità idraulica sono quelle effettuate sul Torrente Argentina in due tratti dove viene modificata la sezione idraulica.

Il primo è ubicato in prossimità della sezione in cui allo stato attuale è presente una briglia e una piccola presa per un canale di irrigazione. Su questo tratto è previsto l'innalzamento del coronamento della briglia, la realizzazione dell'opera di presa comprensiva di dissabbiatore e vasca di carico e la costruzione della scala di risalita per l'ittiofauna, tutte opere che creano un ingombro e una variazione della sezione di deflusso.

Il secondo tratto si trova in corrispondenza del ponte in località Desteglio; è prevista poco più a valle del ponte la costruzione di una passerella pedonale progettata per "nascondere" e proteggere il passaggio aereo della condotta forzata dalla sponda destra alla sponda sinistra.

Data la presenza della presa del canale irriguo sull'ala sinistra della briglia, la particolare conformazione del territorio e la poca disponibilità di terreni adatti all'edificio centrale non è stato infatti possibile mantenere l'intera opera sulla stessa sponda.

Per quanto riguarda il tratto prossimo al sito di costruzione dell'edificio centrale invece non è necessaria alcuna verifica, essendo l'intera struttura già al di fuori delle fasce e non modificando in alcun punto la conformazione attuale del torrente.

La presente relazione pone la sua attenzione anche su altre tre situazioni idrauliche concomitanti. Si tratta della verifica idraulica di tre attraversamenti della Strada Provinciale su 3 piccoli immissari del Torrente Argentina. Dato che i lavori di posa della condotta interessano anche questi tre

manufatti, si procede verificandone la sicurezza e proponendo eventuali soluzioni tecniche laddove le verifiche diano esito negativo, rischiando di compromettere l'integrità della condotta forzata e della struttura che la sorregge.

Come si evince dagli elaborati cartografici del vigente PdB il torrente in oggetto risulta ampiamente indagato.

Si riporta l'elenco delle carte tematiche analizzate con l'esito dello stato di progetto.

Carta	**Esito**
Vincolo idrogeologico	Il progetto ricade in aree sottoposte a vincolo idrogeologico
Assetto insediativo	Il progetto ricade in aree IS-MA e IS-MO-B
Assetto geomorfologico	Il progetto ricade in zona MO-B
Assetto vegetazionale	Il progetto ricade in aree COL-ISS-MA
Carta dei manufatti emergenti	Nessun manufatto nell'area di progetto
Carta dei SIC	Il progetto non insiste su SIC
Carta delle ZPS	Il progetto non insiste su ZPS
Carta delle aree carsiche	Il progetto non insiste in aree carsiche
Carta delle biodiversità	Il progetto ricade in un corridoio ecologico
Carta dell'indice IBE	Il progetto ricade in area classificata: IBE 1
Carta dell'uso del suolo	Il progetto insiste su un'arteria di viabilità, aree coltivate, boschi e uliveti.
Carta della zonazione ittica	Il progetto ricade in area classificata a vocazione ciprinicola
Carta del DMV – Correttivo Q	Fattore correttivo 1
Carta del DMV – Correttivo G	Fattore correttivo CM3 – 1,1
Carta della pericolosità geomorfologica	Il progetto insiste in aree PG0, PG1, PG3a e PG3b
Carta degli interventi in atto	Il progetto non interferisce con interventi previsti dai Piani di Bacino
Carta dei regimi di tutela ai fini naturalistici	Il progetto non ricade in SIC, ZPS, Parchi regionali, Aree carsiche, ZRC, Foreste Demaniali o zone ANI-CE

La trattazione di dettaglio delle carte tecniche e delle opere descritte è presente nella Relazione Tecnica e nello Studio di Impatto Ambientale allegati al progetto.

2 Descrizione del torrente allo stato attuale

Dall'osservazione degli elaborati di rilievo (planimetria e sezioni), nonché dalla documentazione fotografica allegata, si rileva quanto di seguito.

2.1.1 Rilievo zona opera di presa

Il tratto rilevato a cavallo della sezione di presa è lungo complessivamente ca. 630 m e copre un dislivello di 25 m, risulta quindi una pendenza media del 4.0%, variabile lungo il suo sviluppo.

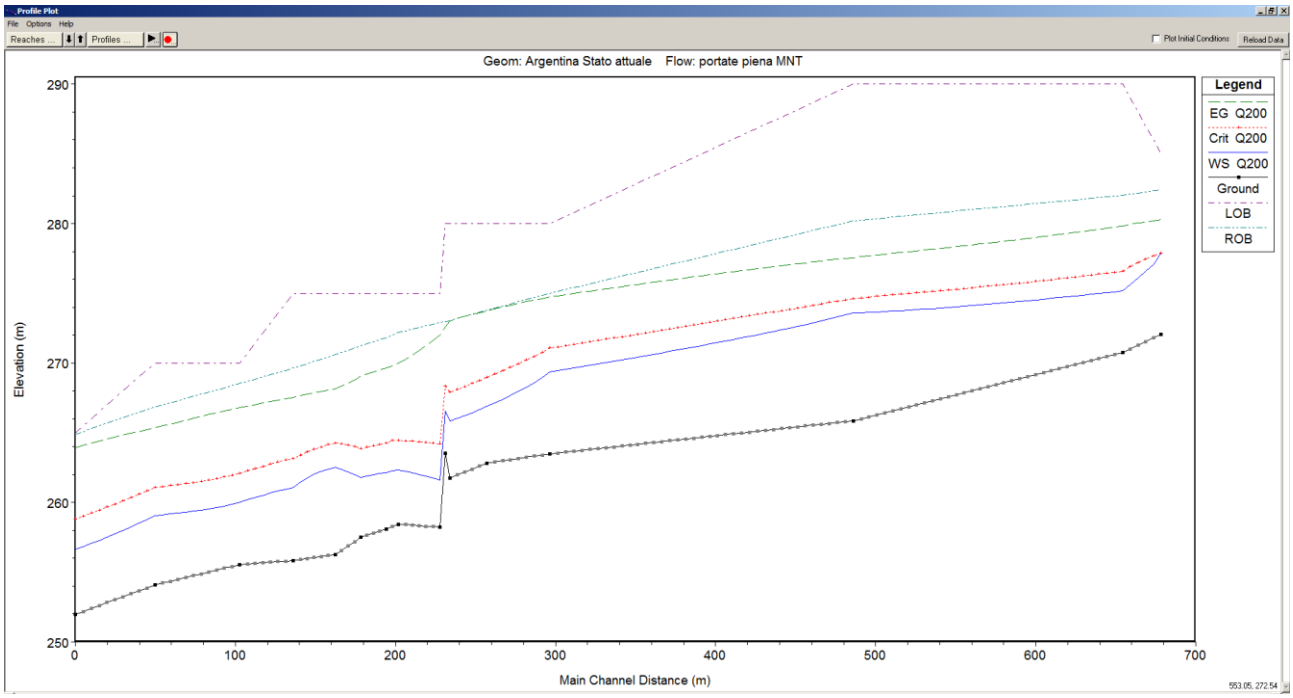
La forma e le dimensioni delle sezioni sono piuttosto eterogenee, sono caratterizzate da un fondo roccioso affiorante e dalla presenza di materiale in alveo di media e grossa pezzatura; sono inoltre presenti numerosi salti di fondo e locali restringimenti di sezione. Le sponde sono naturali e coperte da vegetazione arborea ed arbustiva. La sponda sinistra non presenta particolari problematiche per il contenimento di eventi straordinari, essendo costituita da una parete di roccia estremamente alta e ripida.

Non si sono rilevati fenomeni di instabilità né localizzati né diffusi, né ostruzioni al corretto deflusso della piena.

Le sezioni rilevate per la verifica dell'opera di presa sono 16 denominate MNT 1, MNT 2 etc; per la visione in dettaglio delle sezioni si rimanda agli elaborati grafici di rilievo e alla documentazione fotografica allegata.

Il tratto indagato risulta idraulicamente significativo per la presenza della briglia, la portata duecentennale utilizzata per le verifiche, come prescritto nelle NdA, rientra largamente negli argini dell'alveo, ma il carico cinetico risulta al pari dell'argine destro in prossimità della briglia.

Risulta quindi un ampio margine per l'innalzamento del pelo libero e di conseguenza dell'opera di sbarramento, ma con le necessarie verifiche.



Tratto dell'opera di presa allo stato attuale - Profilo idraulico Q 200

2.1.2 Strada Provinciale 21 bis

Il rilievo è stato prolungato su tutto il tratto della Strada Provinciale 21 bis dove è prevista la posa della condotta forzata al di sotto del manto stradale e nell'intorno del ponte in località Desteglio, dove è previsto l'attraversamento della condotta dalla sponda destra alla sponda sinistra. Sono state rilevate in questo caso anche le caratteristiche geometriche dei manufatti che permettono l'attraversamento da parte della Strada Provinciale dei tre impluvi che si immettono nel Torrente dalla sponda destra.

2.1.3 Zona centrale idroelettrica

La centrale idroelettrica è posizionata in sinistra idrografica su una fascia coltivata compresa tra la strada carrabile e il torrente. Essendo il tratto di fiume in questione già indagato dall'AdB non è richiesta alcuna verifica idraulica, dal momento che il fabbricato risulta al di fuori delle fasce di pericolosità idraulica indicate nelle carte delle fasce fluviali del Piano di Bacino.

Il pianoro risulta abbastanza ampio e permette il posizionamento del fabbricato al di fuori della fascia di rispetto di inedificabilità assoluta.

Come indicato dal Regolamento regionale n. 3/2011 recante "*Disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua"*, Art 4, commi 2 e 3, la fascia di inedificabilità assoluta è stabilita pari a 10 metri nel caso specifico <<a partire dall'intersezione del livello di piena duecentennale con la superficie topografica in caso di alvei incassati con sponde naturali>>.

3 Descrizione dell'intervento in progetto

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto idroelettrico, costituito da tre parti fondamentali: l'opera di presa, la condotta forzata e l'edificio centrale.

Il presente studio è finalizzato alla verifica idraulica in moto permanente del Torrente Argentina nel tratto ubicato in prossimità della sezione in cui verranno realizzate le opere di presa per la centrale idroelettrica e nel tratto in cui si ha l'attraversamento del torrente da parte della condotta forzata, ma non nel tratto prossimo al sito di costruzione della centralina stessa, essendo già al di fuori delle fasce, e non modificando lo stato attuale dell'alveo. Vengono inoltre verificati tre manufatti di attraversamento di altrettanti impluvi lungo il percorso della condotta forzata.

L'intervento prevede l'innalzamento dello stato attuale del coronamento della briglia di 1.5 metri portandolo ad una quota di 265.2 m s.l.m. e la realizzazione di un dissabbiatore e di una vasca di carico il cui sviluppo longitudinale complessivo è pari a ca. 53 m; questi ultimi hanno la funzione di incanalare l'acqua verso la condotta di presa una volta privata della componente del trasporto solido. Sempre sulla sezione di presa vi è la scala di risalita per l'ittiofauna, posizionata sull'ala sinistra della briglia esistente, che si protrae a valle della scala per circa 14 m e presenta un ingombro relativamente contenuto.

L'innalzamento della briglia si rende necessario per fini tecnici, in particolare per diminuire sensibilmente gli scavi necessari sul versante destro a mezza costa prima di guadagnare l'altimetria necessaria per procedere con la posa sotto la carreggiata della Strada Provinciale.

A valle dell'opera di presa è posizionata la condotta forzata, di diametro nominale 1.3 m, lunga complessivamente 2360 m che convoglia la quota parte di portata derivata fino all'edificio centrale. La condotta viene posata per un primo tratto, lungo circa 110 m, all'interno della sponda attuale, mentre per tutto il resto del percorso è posta al di sotto del manto stradale della Strada Provinciale 21 bis e della Strada Statale 584.

La condotta lungo il suo percorso da monte verso valle attraversa tre piccoli impluvi, e in località Desteglio, per mezzo di una passerella pedonale progettata appositamente, passa alla sponda sinistra del torrente per proseguire sempre sotto la provinciale 21 bis che dopo pochi metri si immette nella Statale 584 fino ad arrivare alla centrale di produzione.

L'edificio centrale, nel quale sono alloggiati due turbine ed i quadri elettrici, viene collocato in una fascia coltivata, posta al di fuori delle fasce di pericolosità idraulica. L'edificio si trova ad una quota di circa 209.2 m s.l.m.

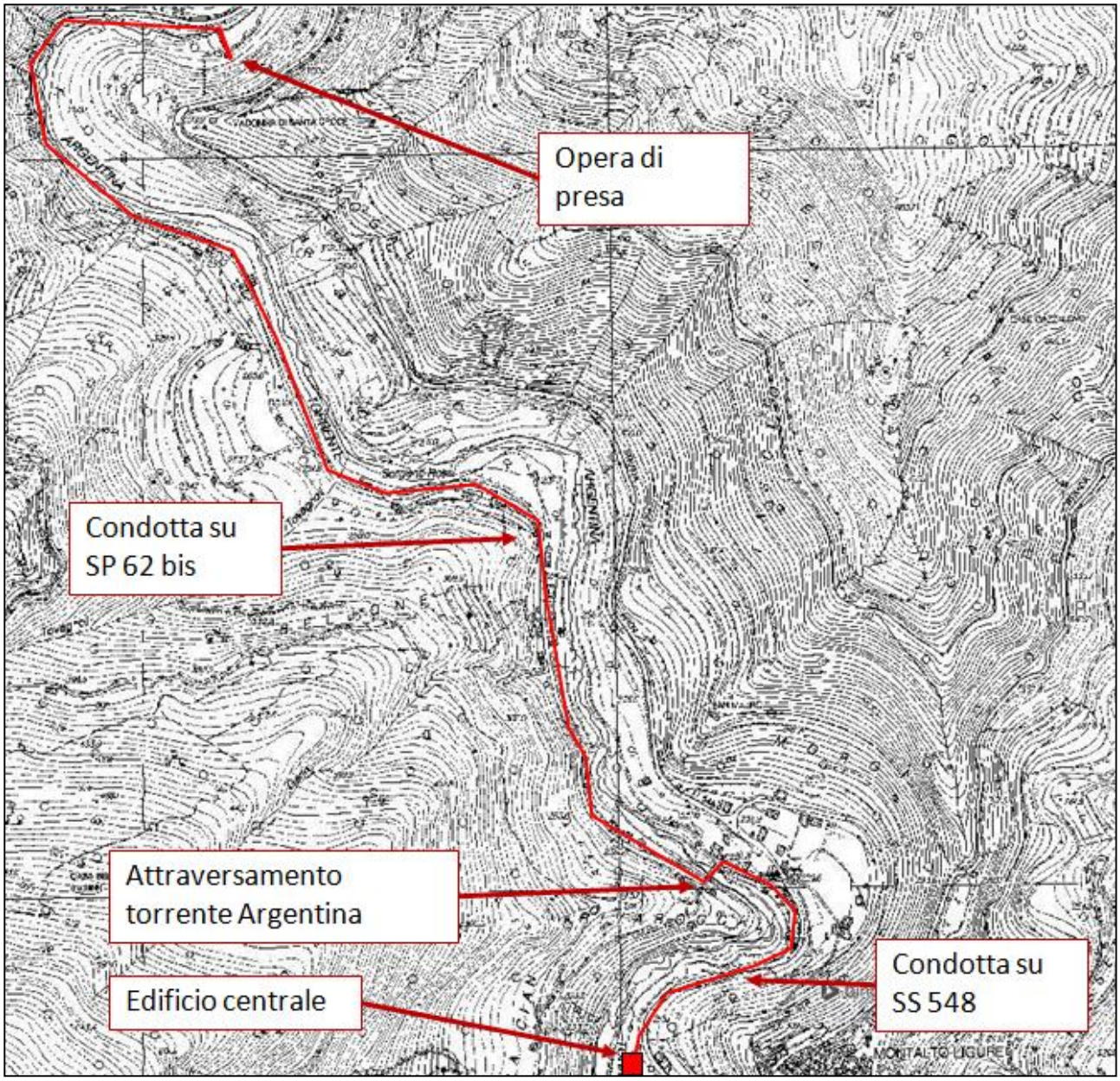
Per la descrizione dettagliata dell'intervento in progetto si rimanda alla relazione tecnico-illustrativa allegata al progetto definitivo.

Per lo studio idraulico del Torrente Argentina si fa solo riferimento alle opere che verranno realizzate in alveo in termini di modifica della sezione idraulica attuale.

Nella verifica relativa allo "stato di progetto" viene innanzi tutto innalzato il profilo del coronamento della briglia, mentre nelle sezioni interessate dalle altre opere viene inserito l'"ingombro" provocato dal manufatto in progetto (bocca di presa, canale dissabbiatore, vasca di carico, scala di risalita).

Separatamente vengono effettuate le verifiche per i manufatti di attraversamento dei tre impluvi e

l'attraversamento del torrente da parte della condotta/passerella pedonale.



Planimetria impianto

4 Analisi idraulica

4.1 Calcolo della portata di verifica del Torrente Argentina

All'interno delle Norme di Attuazione del Piano di Bacino dell'ambito n° 4 - Argentina -, nello specifico nell'Allegato 2 alle NdA, sono riportati i risultati dello studio idrologico eseguito dal Politecnico di Milano: "Valutazione delle portate e dei volumi idrici di piena del Torrente Argentina", in allegato alla relazione di piano. Lo studio fornisce i valori delle portate di piena nelle sezioni più importanti del Torrente calcolate tramite il metodo della portata indice, e illustra anche le metodologie di calcolo per la valutazione delle portate in sezioni non indicate e nei rami più piccoli del bacino.

Nella tabella seguente si riportano in corrispondenza di ogni sezione i valori delle portate indice e delle portate al colmo di piena relative ai diversi periodi di ritorno, valutati dagli autori con il metodo della Simulazione dell'Evento Critico.

Tabella. 7.1. Stime dei valori di portata indice e per tempi di ritorno salienti nelle sezioni non strumentate del torrente Argentina. Metodo GEV regionale con portata indice stimata con il metodo della Simulazione dell'Evento Critico.

Corso d'Acqua	Sezione	*Area* [Km²]	q_{indice} [m^3s^{-1}]	q_{50} [m^3s^{-1}]	q_{100} [m^3s^{-1}]	q_{200} [m^3s^{-1}]	q_{500} [m^3s^{-1}]
Argentina	Alla foce	208.68	327	1074	1353	1690	2245
Argentina	A Taggia	200.54	306	1004	1265	1579	2098
Argentina	*Merelli*	*192.20*	*299*	*982*	*1236*	*1544*	*2051*
Argentina	T. Oxentina v	183.39	281	923	1163	1452	1929
Argentina	T. Oxentina m	155.96	251	825	1039	1297	1723
Argentina	T. Carpasina m	130.52	221	725	914	1141	1516
Argentina	Ponte nuovo	118.65	212	698	879	1097	1458
Argentina	Ponte Aigovo	114.86	209	687	865	1080	1435
Argentina	A Agaggio	108.68	203	668	841	1050	1395
Argentina	Ponte Gavano	84.87	168	553	696	869	1154

Per il calcolo delle portate di piena nelle aste dei corsi d'acqua individuati nella tabella precedente, in sezioni non indicate nella tabella stessa, è possibile calcolare la portata mediante interpolazione lineare tra i valori relativi a due sezioni consecutive.

La superficie del bacino chiuso alla sezione di presa è pari a circa 124 km^2.

La sezione dell'opera di presa dell'impianto è compresa tra le sezioni T. Carpasina m e Ponte nuovo. Si procede interpolando i valori delle portate tra le due sezioni in funzione delle superfici di bacino interessate dalle sezioni. Per cui si ottiene:

$$T = 50\ anni \qquad Q_{50} = 710\ {}^{m^3}/_{s}$$

$$T = 200\ anni \qquad Q_{200} = 1117\ {}^{m^3}/_{s}$$

$$T = 500\ anni \qquad Q_{500} = 1484\ {}^{m^3}/_{s}$$

4.2 Verifiche con modellazione idraulica dell'opera di presa

Come anticipato nelle premesse, la verifica idraulica è stata eseguita in MOTO PERMANENTE con il programma di calcolo HEC-RAS versione 4.1.0.

Per il calcolo si è assunto, secondo i 'Valori di riferimento da adottare nei calcoli idraulici per la scabrezza idraulica' indicati nelle Norme di Attuazione del Piano di Bacino dell'ambito n° 4 - Argentina -, un coefficiente di scabrezza pari a n = 0,033, corrispondente a Ks = 30,0 $m^{1/3}/s$ valido <<per corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo>>.

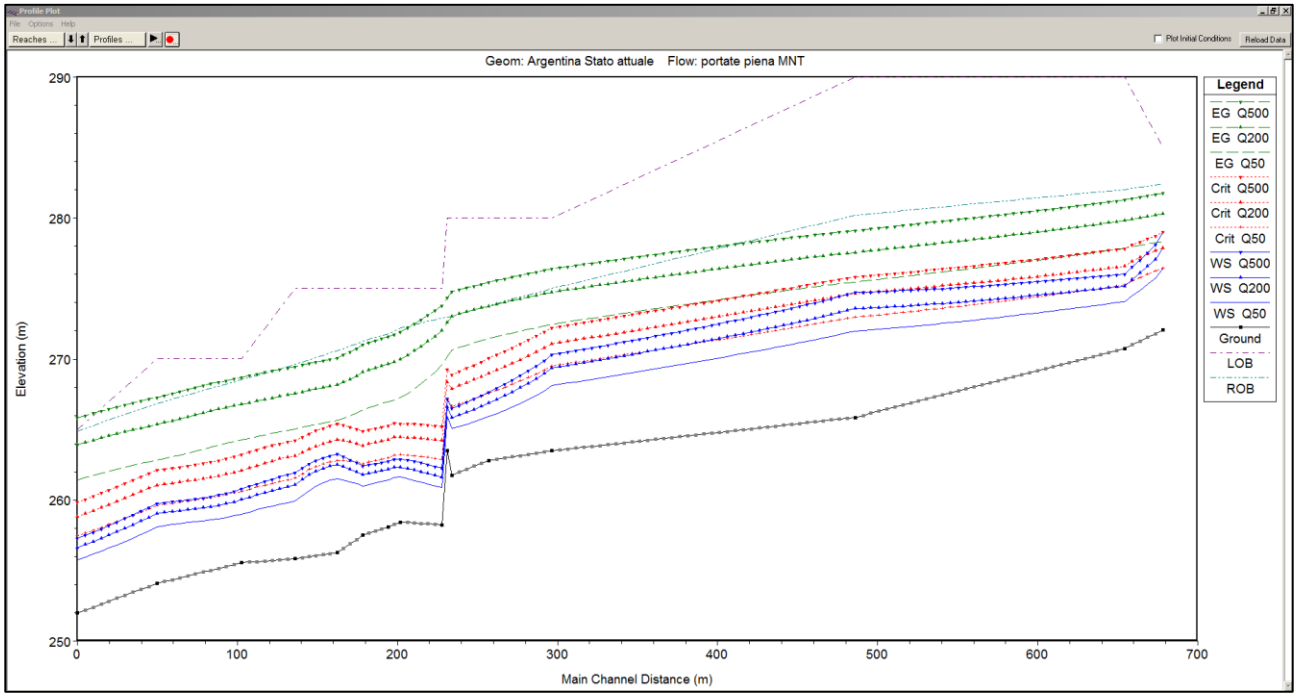
Tra le ipotesi fatte nel calcolo idraulico si sono assunte come condizioni al contorno quelle di livello critico sia a monte che a valle, determinate dalla naturale presenza di salti di fondo.

I risultati relativi alle simulazioni fatte per i tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni sono riportati nelle tabelle seguenti e nei grafici riportanti i livelli d'acqua nelle diverse sezioni considerate (documentazione completa in allegato alla relazione.

Si vedano le Tavole 2.5, 2.6 e 2.7, per una visione di dettaglio dello stato attuale, le Tavole 2.8, 2.9 e 2.10 per lo stato di progetto e le Tavole 2.11, 2.12 e 2.13 per il raffronto tra i due.

4.2.1 Risultati della verifica allo stato attuale dell'opera presa

Dall'analisi dei risultati si evince che il moto della corrente per le tre portate di piena si mantiene supercritico per tutto il tratto. Il tratto di fiume si trova quindi in condizioni di corrente veloce, le sponde sono sempre in grado di contenere le tre portate e dunque non si verificano esondazioni né in sinistra né in destra idrografica per tutto il tratto esaminato.



Tratto dell'opera di presa allo stato attuale - Profili idraulici per Q500, Q200 e Q50

Inoltre come indicato nell'allegato 3 delle NdA, il franco idraulico tra la sommità arginale ed il previsto livello della piena per la portata duecentennale, non deve essere inferiore al maggiore tra i valori contrassegnati con le lettere (a) e (b):

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 tombinature (ove ammesse), ponti e strutture di attraversamento di estensione oltre m. 12	cm. 150/200	cm 100

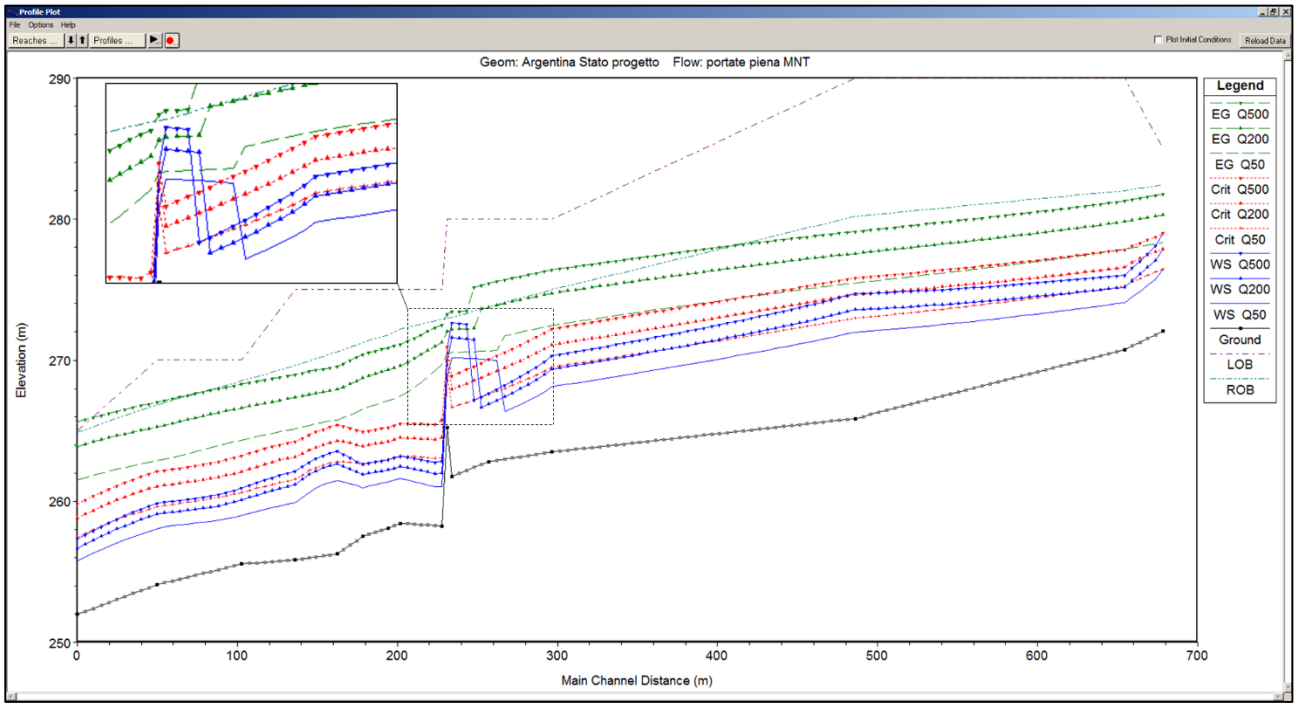
Nel caso specifico tra il carico cinetico ($U^2/2g$) e 1 m.

Allo stato attuale la sezione più critica è la MNT 6, dove il franco è pari al carico cinetico ed è maggiore di 1 m.
Il tratto risulta quindi verificato per la portata duecentennale.

Le velocità si attestano, in riferimento alla portata duecentennale, su valori anche elevati (6.9 - 14.3 m/s) ben sopportati dal substrato roccioso in alveo che infatti non evidenzia fenomeni di instabilità o erosione rilevanti.

4.2.2 Risultati della verifica allo stato di progetto dell'opera di presa

L'innalzamento della briglia di 1.5 m e la presenza dell'intera opera di presa, collocata tra le sezioni 6 e 11, determina un locale cambiamento del profilo idraulico di deflusso.



Tratto dell'opera di presa allo stato di progetto - Profili idraulici per Q500, Q200 e Q50

Per simulare l'ingombro del manufatto è stata utilizzata l'opzione "*obstruction"*, in quanto a differenza della classica "*inline structure"* l'opzione riproduce l'ingombro anche nelle sezioni interpolate.

Come si evince dagli elaborati grafici (allegati anche al termine della relazione), nell'ipotesi di progetto si può evidenziare un locale passaggio dallo stato di corrente veloce a quello di corrente lenta per le tre portate Q50, Q200 e Q500 in corrispondenza del tratto a monte del corpo di briglia.

Questo passaggio comporta un innalzamento locale dei tiranti, ed un conseguente abbassamento del carico cinetico dovuto alle velocità ridotte. La presenza del risalto idraulico, che si innesta naturalmente al passaggio dalla corrente veloce a quella lenta, comporta inoltre un abbassamento del carico idraulico totale, essendo il risalto un fenomeno fortemente dissipativo grazie alla presenza di vorticosità al suo interno che trasformano l'energia meccanica in energia termica, disperdendola.

Il risalto generato per i tre tempi di ritorno 50, 200 e 500 anni risulta completamente contenuto all'interno degli argini, e presenta un'estensione massima rispettivamente di circa 36 m, 21.6 m e 17 m a monte della briglia (sezione MNT 7); il massimo innalzamento locale dei tiranti è pari a circa 5.1 m per la portata cinquantennale, 5.7 m per la duecentennale e 6.2 m per la cinquecentennale e si verifica in corrispondenza della sezione MNT 6 subito a monte dell'opera di sbarramento.

A monte del risalto idraulico gli effetti sono nulli e il profilo è perfettamente coincidente con quello allo stato attuale.

A valle del manufatto il profilo di corrente subisce deformazioni di modestissima entità, con un innalzamento dei tiranti nella maggior parte dei casi di pochi centimetri, la variazione maggiore si ha in corrispondenza della sezione subito a valle della briglia che presenta un innalzamento del tirante di circa 13 cm, 36 cm e 59 cm per le portate rispettivamente con Tr 50, 200, 500 anni.

Le sponde in roccia sono sempre in grado di contenere la piena anche in corrispondenza del tratto in cui si registrano gli effetti della presenza dell'opera di presa in progetto e non si verificano quindi esondazioni al di fuori delle naturali aree golenali.

L'area interessata dall'opera di presa è completamente disabitata, inoltre le fasce fluviali sono interamente comprese all'interno dell'alveo naturale, l'intero tratto non è quindi soggetto ad alcun rischio idraulico.

Come già indicato nelle verifiche allo stato attuale, il franco idraulico tra la sommità arginale ed il previsto livello della piena per la portata duecentennale, non deve essere inferiore al maggiore tra il carico cinetico ($U^2/2g$) e 1 m.

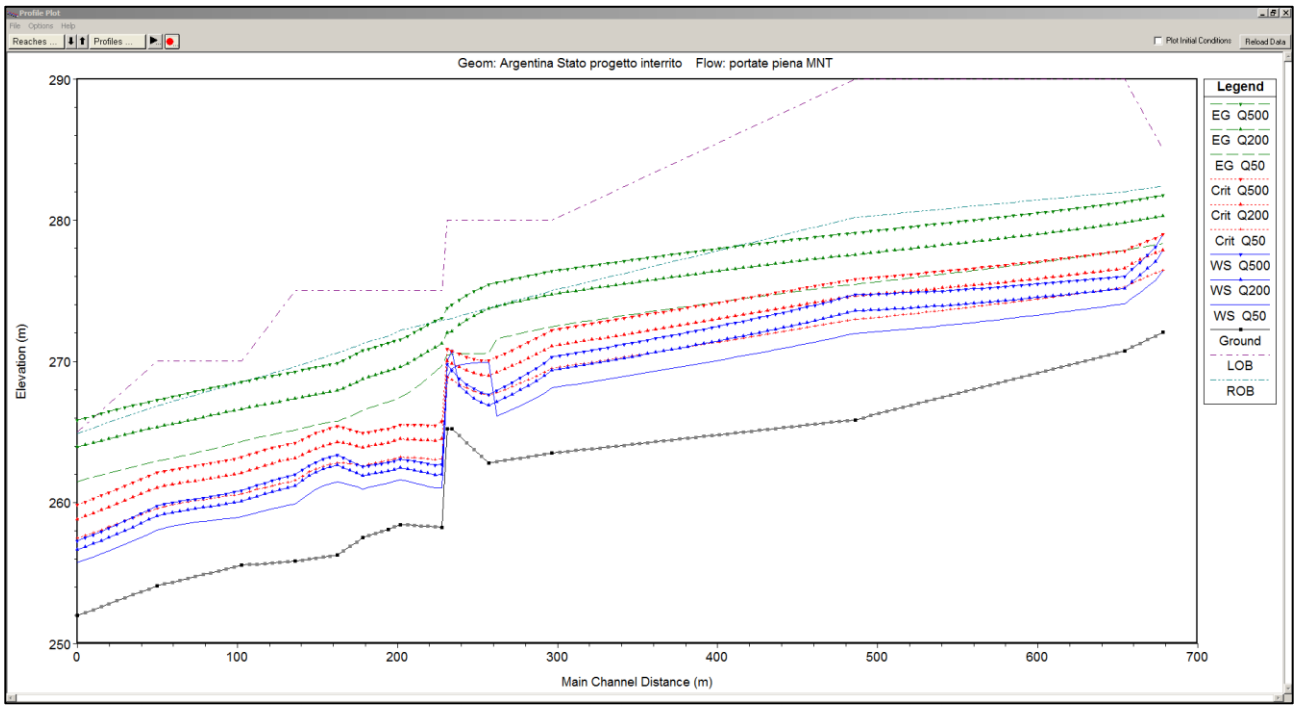
Rispetto allo stato attuale, per la portata duecentennale si ha una diminuzione del carico totale in corrispondenza del risalto idraulico e un aumento della quota del pelo libero laddove la corrente è lenta. La sezione più critica risulta sempre la MNT 6 dove il franco è superiore di poco al carico cinetico, mentre è sempre superiore a 1 m per tutto il tratto analizzato.

Il tratto risulta quindi verificato per la portata duecentennale.

Per quanto riguarda la possibilità di parziale interrimento della briglia, viene previsto il controllo periodico e lo svuotamento del materiale depositato a seguito di fenomeni intensi tramite l'utilizzo di paratoie mobili poste nel corpo briglia. Il controllo dello svuotamento della briglia è ricompreso nella normale prassi di manutenzione in quanto costituisce elemento fondamentale al corretto funzionamento della captazione delle acque.

In caso di interrimento infatti la derivazione non potrebbe essere attiva.

A livello idraulico un eventuale interrimento andrà a provocare un miglioramento del profilo idraulico rispetto allo stato di progetto, in quanto l'assenza di un brusco cambiamento del fondo permette il passaggio delle portate Q200 e Q500 in corrente "veloce" con tiranti inferiori, mentre la Q50 provoca un risalto in prossimità della briglia, completamente contenuto negli argini.



Tratto dell'opera di presa allo stato di progetto con interrimento - Profili idraulici per Q500, Q200 e Q50

4.3 Verifiche con modellazione idraulica della passerella pedonale

La condotta forzata parte dall'opera di presa, passa per un breve tratto sulla sponda e viene posata al di sotto del manto stradale della Strada Provinciale 21 bis. Dopo circa 1880 m dall'opera di presa è previsto l'attraversamento del Torrente Argentina per passare dalla sponda destra alla sponda sinistra, sulla quale più a valle è posizionato l'edificio centrale.

Il punto prescelto per il passaggio è situato poco a valle del ponte in località Desteglio con soluzione di passaggio aereo.

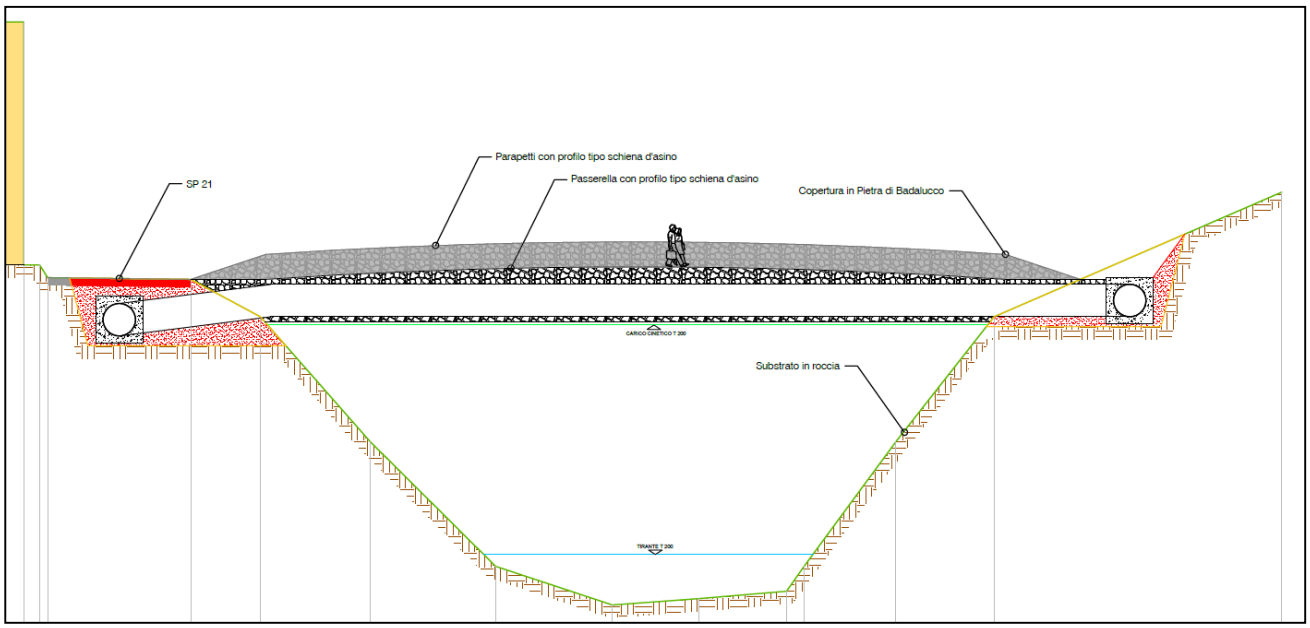
Il ponte della Provinciale in località Desteglio comporta un restringimento che determina insufficienze idrauliche al passaggio delle piene. In particolare il restringimento determina un rigurgito a monte che va ad interessare alcuni terreni agricoli per la fascia cinquantennale e due fabbricati per la fascia duecentennale.

Il Piano interventi dell'Autorità di Bacino non prevede ancora un progetto per la messa in sicurezza dell'area, ma vengono sinteticamente individuate come soluzioni la demolizione e ricostruzione del ponte o la realizzazione di bypass. Vista la bassa importanza strategica e l'ingente costo di tali interventi la priorità della messa in sicurezza risulta comunque bassa.

Non potendo quindi prevedere il passaggio della condotta all'interno del ponte (comunque tecnicamente fattibile) al fine di non creare qualsivoglia interferenza con futuri interventi di messa in sicurezza, si è previsto di effettuare l'attraversamento aereo circa 30 m a valle del ponte stesso, in un'area in cui il problema idraulico si esaurisce e possibili interferenze tecniche con eventuali interventi di messa in sicurezza risultano da escludersi.

La condotta aerea, con funzione portante, viene utilizzata come soletta per una passerella pedonale.

Tale passerella viene realizzata con profilo leggermente a schiena d'asino e copertura con pietra di Badalucco, per garantire un ottimo inserimento con l'ambiente circostante.



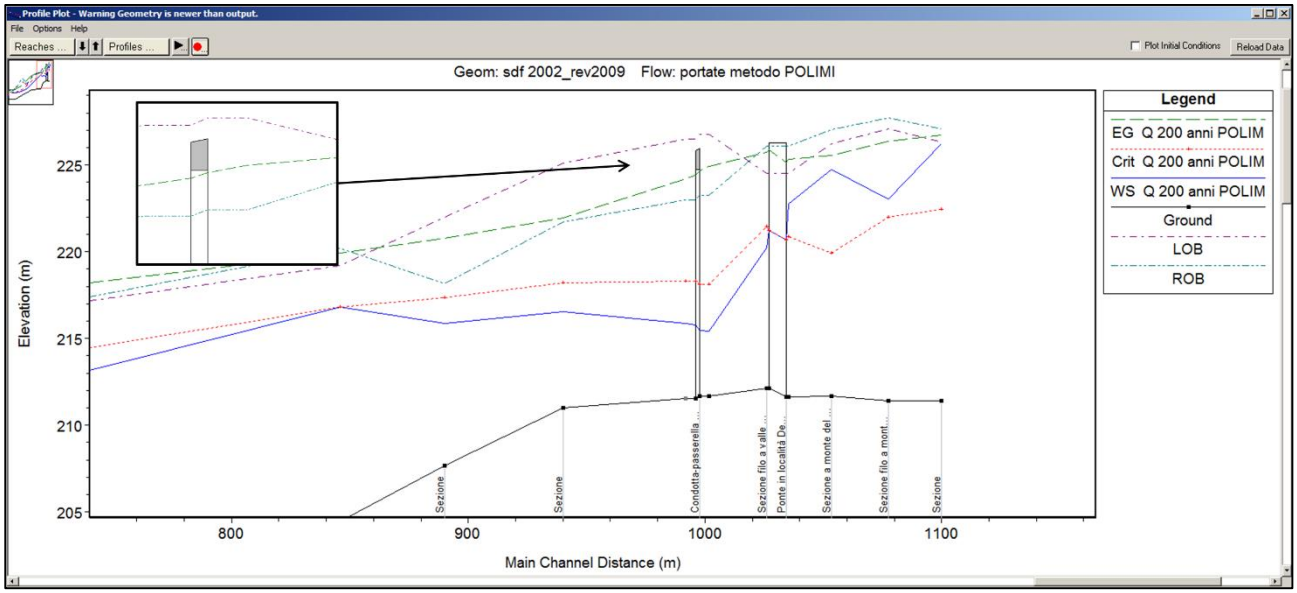
Sezioni e prospetti della passerella pedonale rivestita in pietra

Per la verifica idraulica si utilizza il modello sviluppato all'interno del Piano di Bacino il quale si è avvalso dello studio effettuato dal Politecnico di Milano a cura del Prof. Renzo Rosso "*Valutazioni delle portate e dei volumi idrici di piena del Torrente Argentina*" (2007), per l'aggiornamento delle portate di piena da includere tra le norme di attuazione del piano stesso.

Lo studio idraulico è stato eseguito in moto permanente con il programma di calcolo HEC-RAS versione 4.1.0, del 'U.S. Army Corps of Engineers' degli Stati Uniti d'America.

Analizzando i risultati del modello è stato possibile individuare l'area più adatta per il passaggio della condotta aerea e la costruzione della passerella pedonale, in modo da rispettare le indicazioni sul franco idraulico riportate dalle Norme tecniche di Attuazione.

È stato quindi inserito all'interno del modello il manufatto progettato e verificata la pericolosità idraulica per la portata duecentennale.



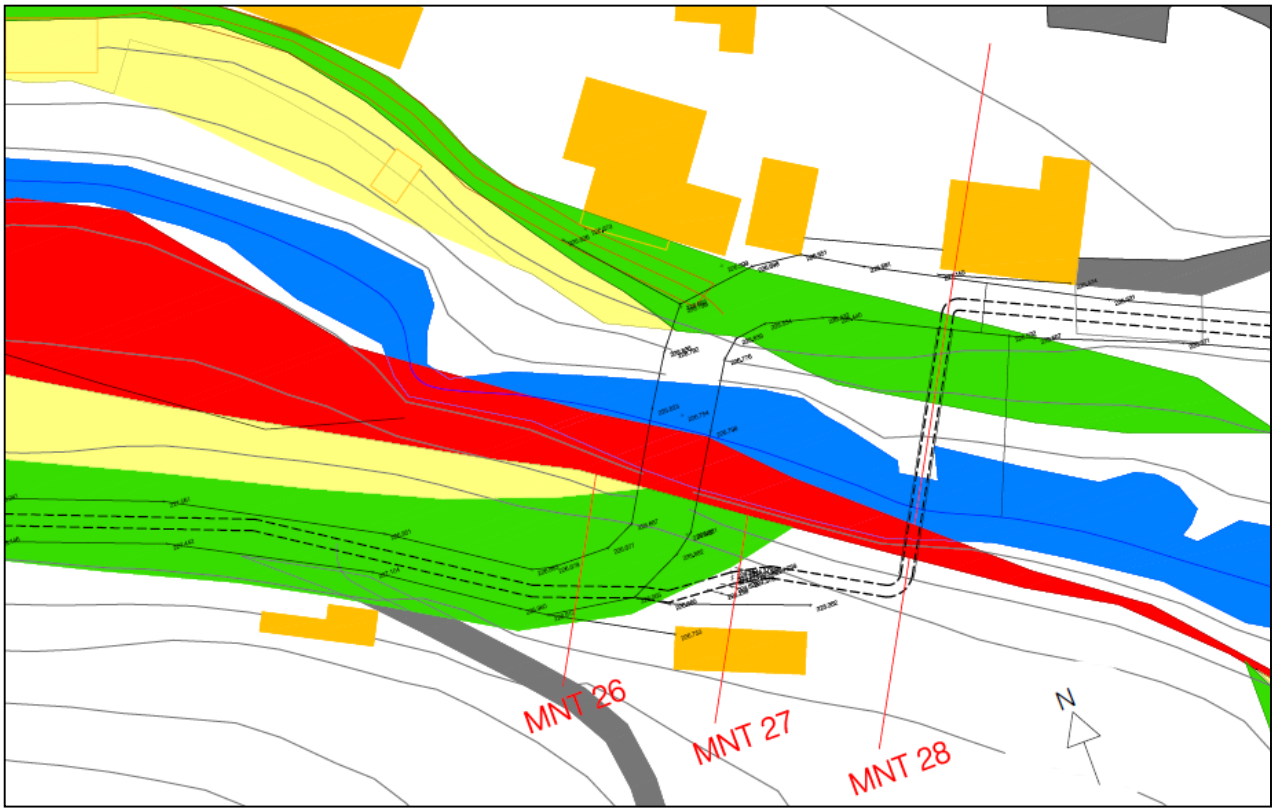
Profilo idraulico del ponte e della passerella pedonale in progetto – località Desteglio

Nell'immagine si osserva sulla destra il ponte presente in località Desteglio che risulta a rischio idraulico, e a sinistra il manufatto in progetto per l'attraversamento della condotta forzata, posizionato circa 30 metri a valle del ponte. Come si può osservare anche nell'ingrandimento di dettaglio, la linea dei carichi totali passa al di sotto dell'intradosso della passerella pedonale, e il livello del pelo libero dell'acqua dista ampiamente oltre un metro sempre dall'estradosso.

È importante sottolineare che il profilo dell'argine destro dell'alveo a valle del ponte (ROB), che risulta a quota inferiore sia del passaggio pedonale che della linea dei carichi, rappresenta nella realtà il profilo di un canale irriguo in alveo, l'argine è costituito da un pendio naturale praticamente verticale che contiene ampiamente la quota del carico totale.

La passerella pedonale contente la condotta forzata risulta quindi verificata per la portata duecentennale.

Nell'immagine seguente si riporta la planimetria dell'area di progetto, dove è indicata la sezione per l'attraversamento della condotta come MNT 28.



Planimetria della passerella pedonale rivestita in pietra

4.4 Verifica dei fossi immissari lungo il tracciato della condotta sulla strada SP 21 bis

4.4.1 Calcolo delle portate di progetto dei fossi.

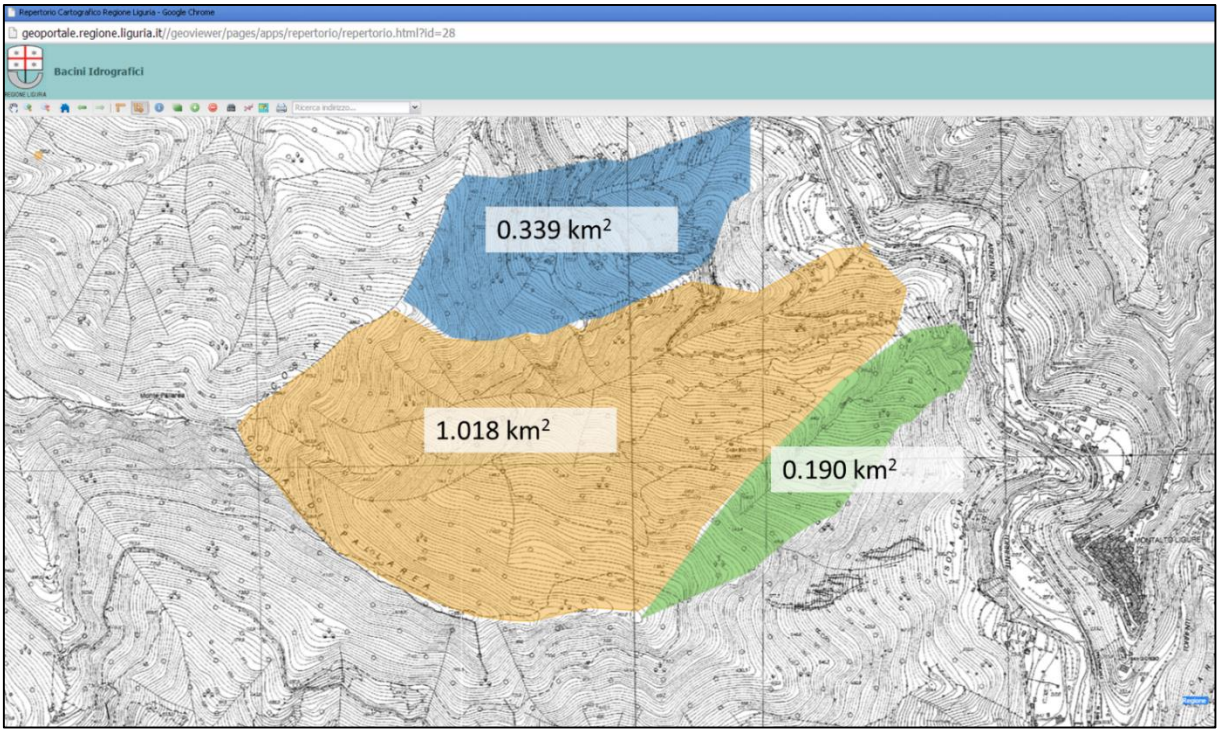
Essendo tutti e tre i fossi di dimensioni ridotte, con bacini inferiori ai 2 km^2, si valuta la portata di progetto come indicato nelle Norme di Attuazione del Piano di Bacino dell'ambito n° 4 – Argentina: <<Per i corsi d'acqua minori nonché per gli affluenti dei torrenti principali con bacino inferiore a 2 km^2, salvo diversa indicazione prevista nel presente Piano, si assume una portata massima ottenuta utilizzando un contributo unitario pari a 40 m^3/s per ogni chilometro quadrato di superficie del bacino sotteso da assumere come portata duecentennale.>>

I valori da adottarsi per la determinazione delle portate Q50 e Q500 sono rispettivamente:

- **Q50 = Q200 (calcolato con il contributo unitario pari a m^3/s 40) moltiplicato 0.64**
- **Q500 = Q200 (calcolato con il contributo unitario pari a m^3/s 40) moltiplicato 1.33**

Si ottengono quindi le portate di progetto per i tre rii:

Bacino	A [km^2]	q [m^3/s/km^2]	Q50 [m^3/s]	Q200 [m^3/s]	Q500 [m^3/s]
Tombino monte SN	0.339	40	8.69	13.57	18.05
Tombino centrale RT	1.018	40	26.06	40.72	54.16
Tombino di valle FG	0.190	40	4.86	7.59	10.10

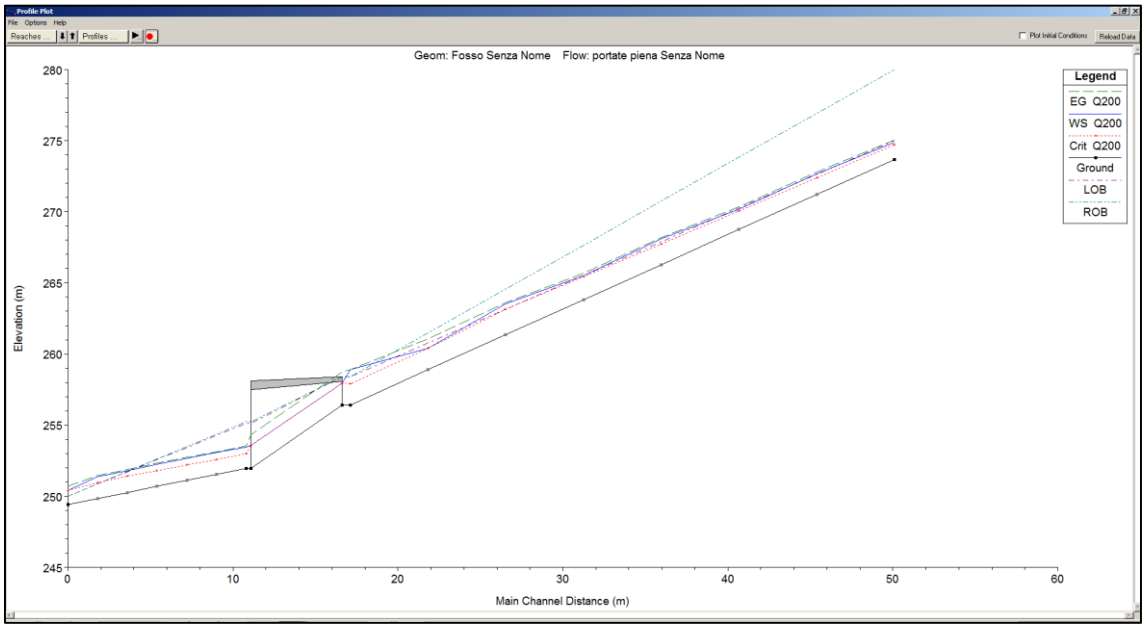


Superfici di bacino dei tre fossi

È sufficiente che le tre strutture siano verificate per la Q 200.

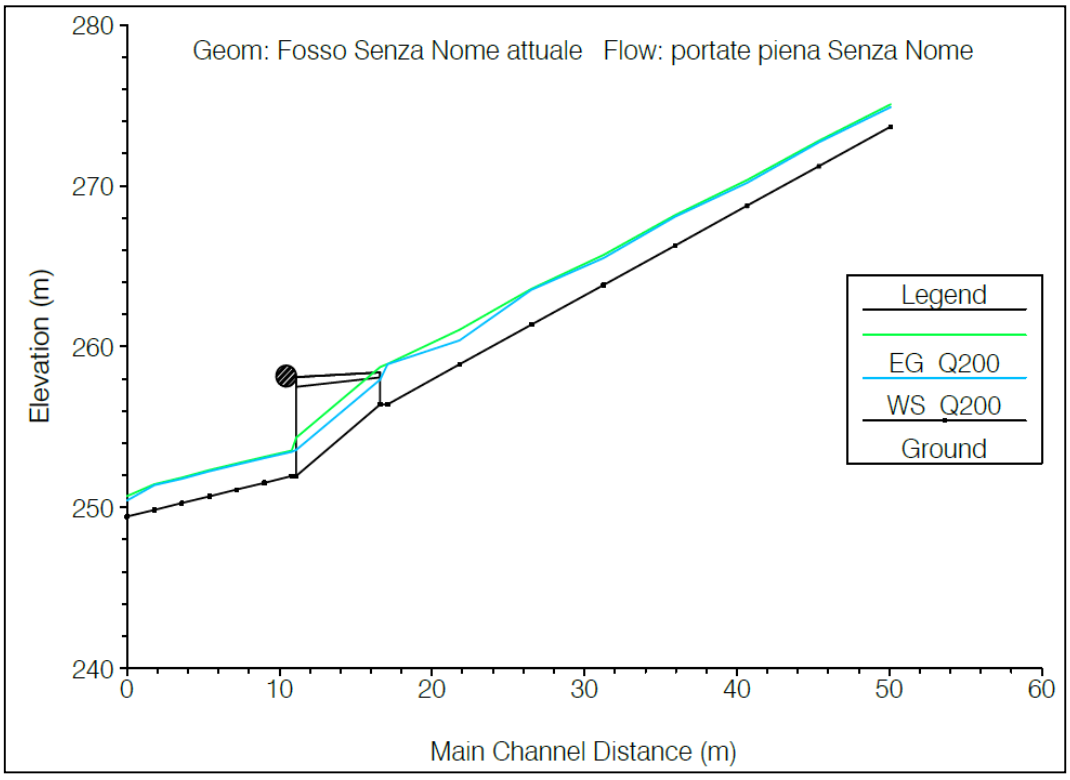
4.4.2 Fosso Senza Nome

Il fosso più a monte, di cui è ignoto il nome, indicato come “Fosso Senza Nome”, ha un bacino di 0.339 km^2 e una portata duecentennale di circa 13.57 m^3/s.Il passaggio sotto l’attraversamento stradale **risulta verificato**, come si può osservare nell’immagine seguente.



Profilo idraulico Fosso Senza Nome - stato attuale

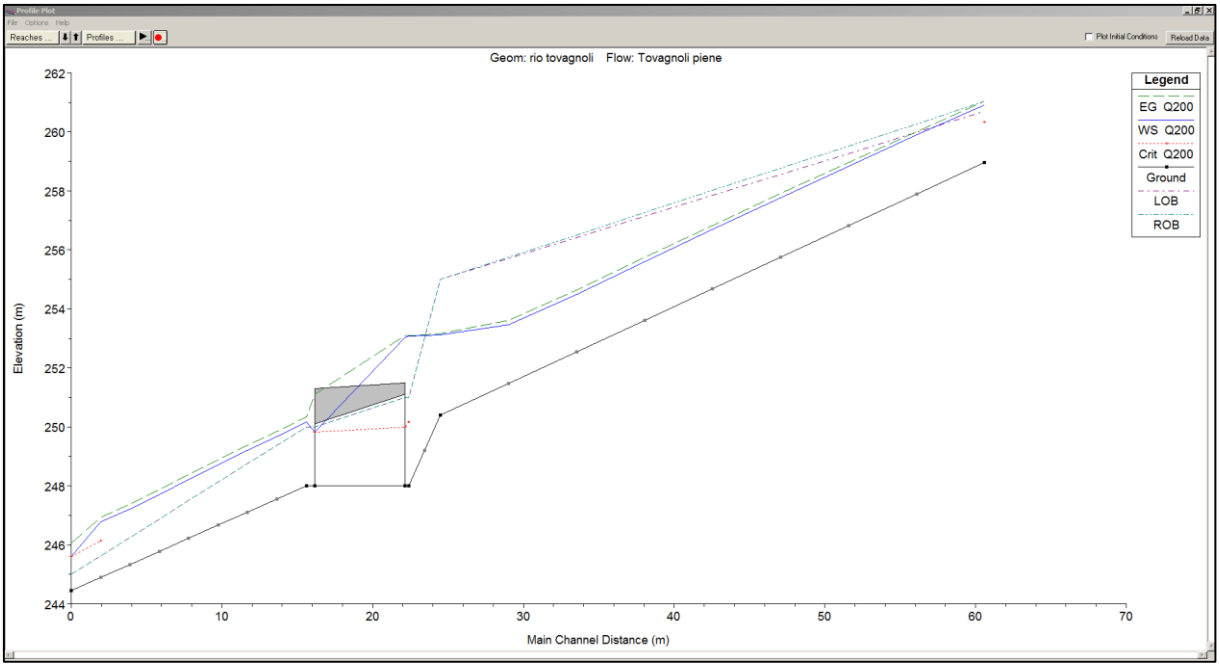
L’attraversamento è previsto mediante posa della condotta nell’ombra dell’impalcato di valle, senza alcun restringimento della sezione idraulica di deflusso.



Profilo idraulico Fosso Senza Nome - stato progetto

4.4.3 Rio Tovagnoli

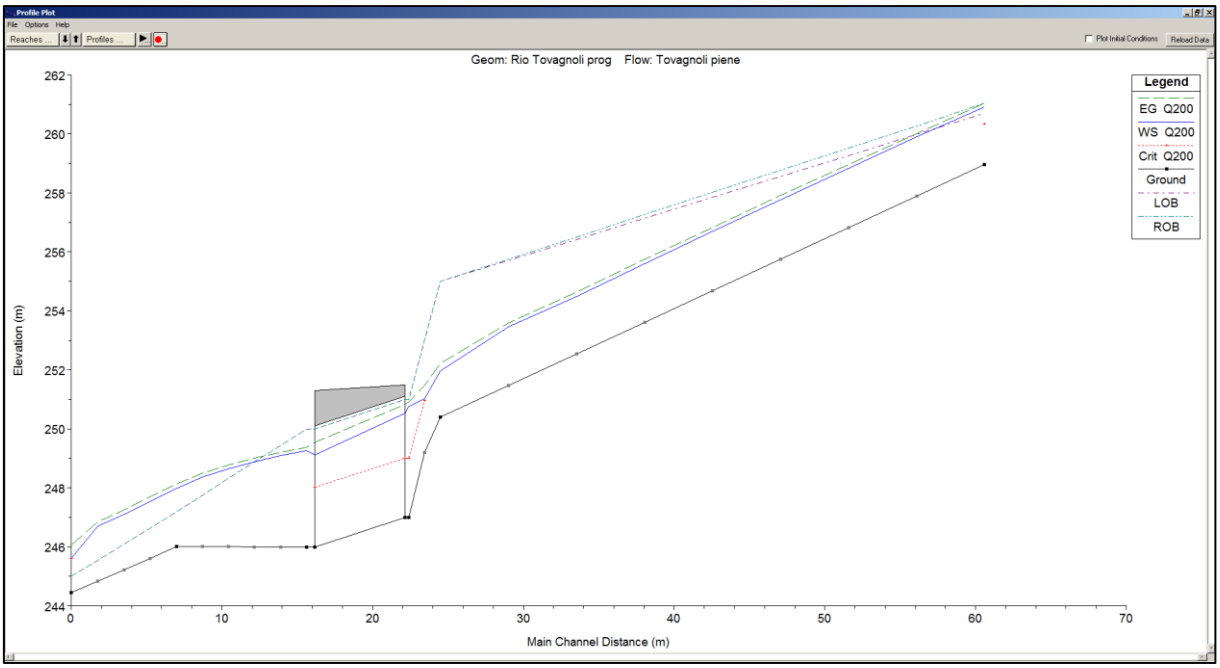
Il secondo fosso a partire da monte del tratto indagato è il Rio Tovagnoli. Tra i tre fossi analizzati è quello che presenta il bacino maggiore, con una superficie di circa 1.018 km^2, la portata duecentennale è pari a 40.72 m^3/s e la struttura **non risulta verificata** per tale portata.



Profilo idraulico Rio Tovagnoli - stato attuale

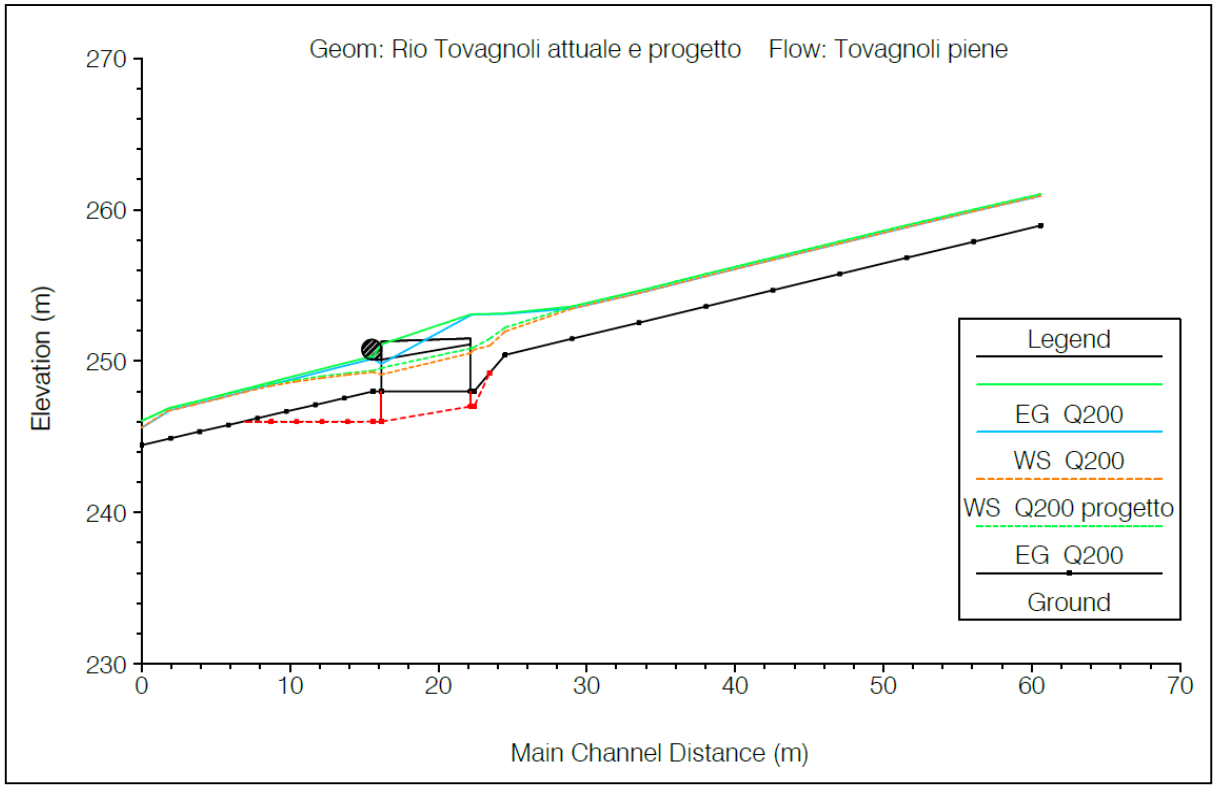
Per questa struttura non verificata con Q200 si propone di effettuare un intervento di adeguamento della sezione idraulica, tale da non modificare sostanzialmente la struttura del passaggio. Il progetto prevede quindi di intervenire sulla quota del fondo del canale, senza intervenire sulle fondazioni dell'attraversamento.

Il profilo idraulico del Rio Tovagnoli risulta verificato con un abbassamento del fondo del canale di circa 1 metro nella sezione a filo monte della strada, dove già è presente un gradino artificiale all'interno del fosso, e di 2 metri nella sezione a filo valle della strada, in modo tale da raccordarsi poi alla quote di monte e di valle, come in figura seguente.



Profilo idraulico Rio Tovagnoli - stato progetto

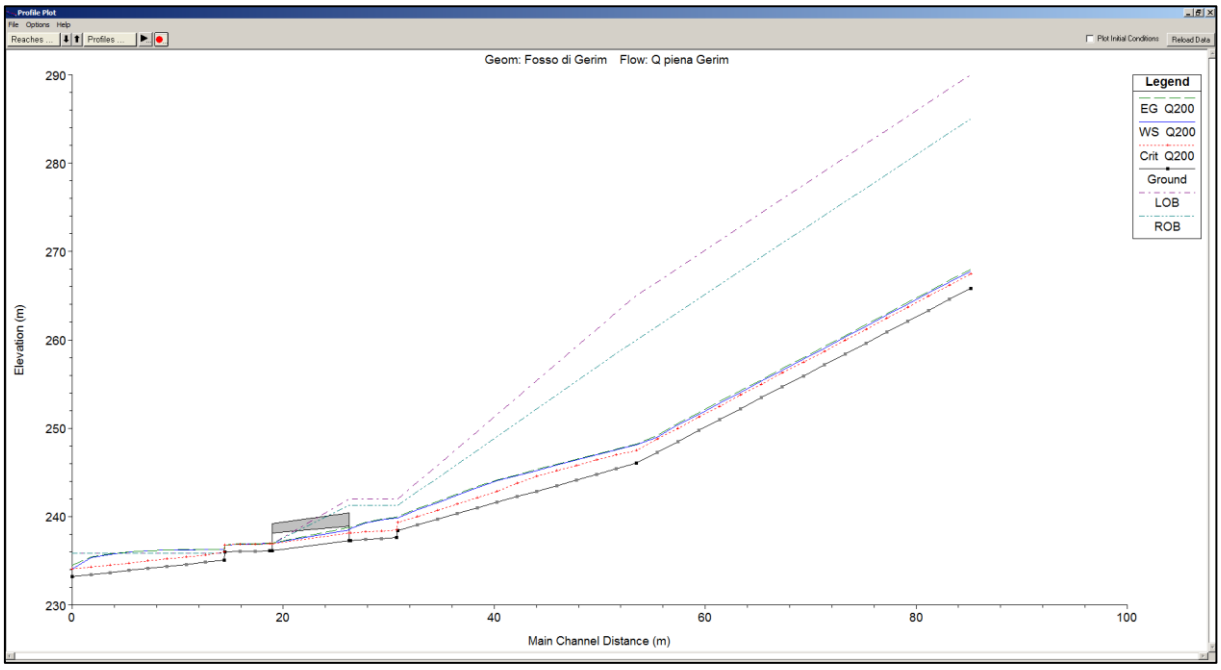
Una volta effettuato l'intervento di adeguamento della sezione idraulica l'attraversamento risulterà verificato e la condotta potrà essere posizionata nell'ombra dell'impalcato di valle, senza alcuna diminuzione della sezione stessa.



Profili idraulici in stato raffronto

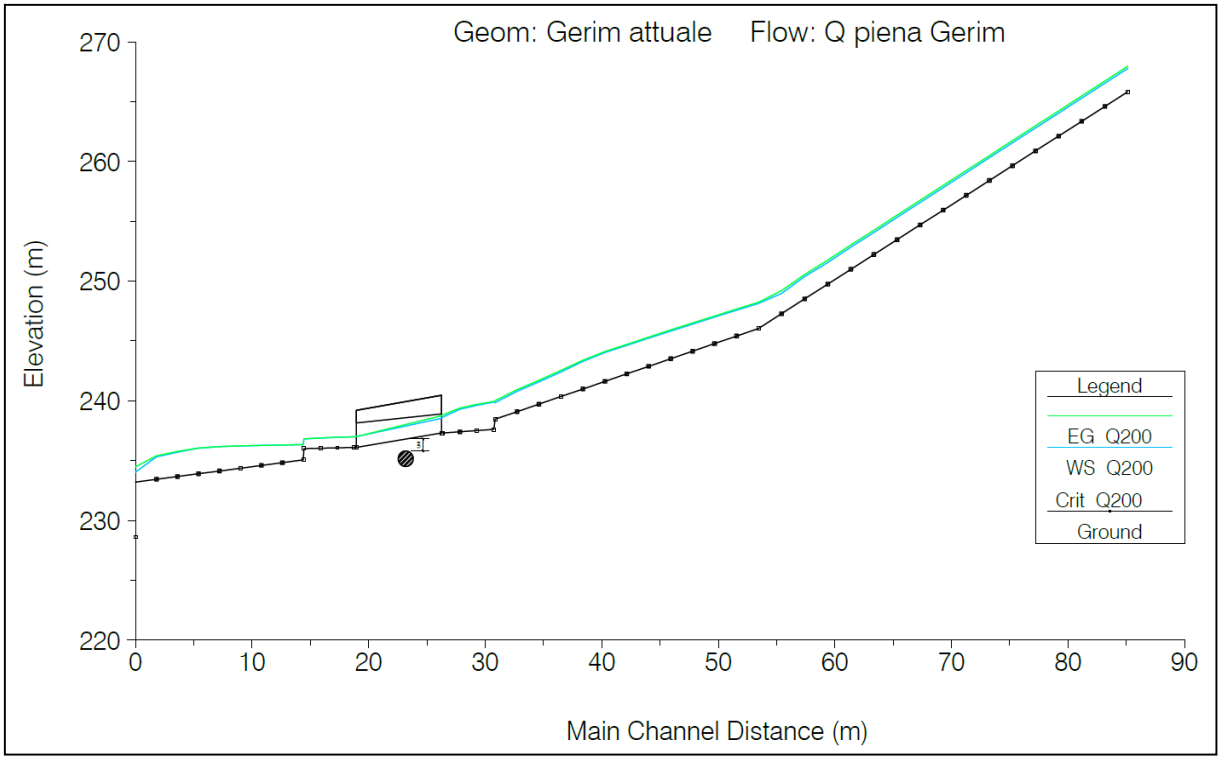
4.4.4 Fosso Gerim

Il canale posto più a valle è quello del Fosso Gerim che presenta la superficie di bacino minore tra i tre casi, di circa 0.190 km^2, e una portata duecentennale pari a 7.59 m^3/s. La struttura del fosso è completamente antropizzata dal momento che si sviluppa tra le abitazioni e piccoli orti coltivati. La struttura **risulta verificata**.



Profilo idraulico Fosso Gerim - stato attuale

Per l'attraversamento si prevede il passaggio della condotta in subalveo a 1 metro di profondità, con demolizione e integrale ricostruzione della struttura.



Profilo idraulico stato progetto

Per tutti i dettagli progettuali relativi agli attraversamenti si vedano le tavole 3.4-3.5.

5 Conclusioni

Dall'esame dei calcoli idraulici eseguiti si osserva quanto segue:

- la costruzione dell'opera di presa in progetto non determina peggioramenti delle condizioni di rischio nel tratto indagato in quanto il rigurgito generato dalla presenza della stessa risulta rimanere contenuto dalle sponde naturali del torrente senza determinare esondazioni, anzi il risalto riduce il carico totale in prossimità della briglia grazie alla dissipazione di energia portando la linea al di sotto della quota strada;
- la costruzione della passerella pedonale per il passaggio della condotta dalla destra alla sinistra idrografica a valle del ponte in località Desteglio non determina alcuna interferenza con le condizioni idrauliche della portata duecentennale per il tratto esaminato e con eventuali interventi di messa in sicurezza dei tratti a monte;
- la posa della condotta sulla SP 21 bis non comporta interferenze per due dei tre attraversamenti di corsi d'acqua (Fosso Senza Nome, Fosso Gerim). Per il Rio Tovagnoli è previsto l'intervento di adeguamento della sezione idraulica di deflusso per la portata duecentennale stimata con conseguente miglioramento dello stato attuale.
- la costruzione dell'edificio è effettuata al di fuori della fascia di rispetto di 10 m dai corsi d'acqua e dalle fasce di pericolosità idraulica.

Tutto ciò premesso si ritene che le opere in progetto siano assentibili dal punto di vista idraulico.

6 ALLEGATI: materiale fotografico-cartografie-risultati HEC RAS



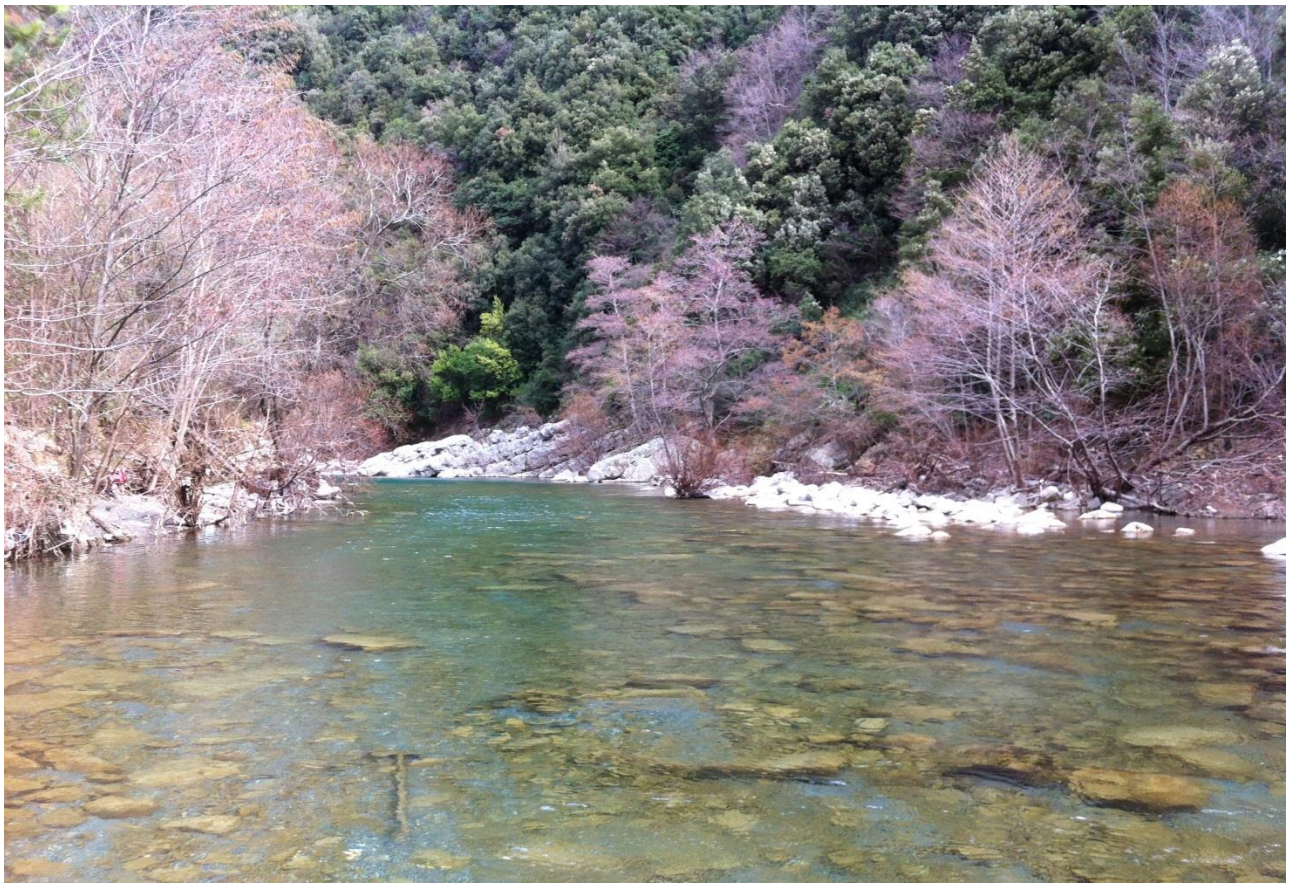
Vista zona opera di presa da monte



Vista zona presa da valle



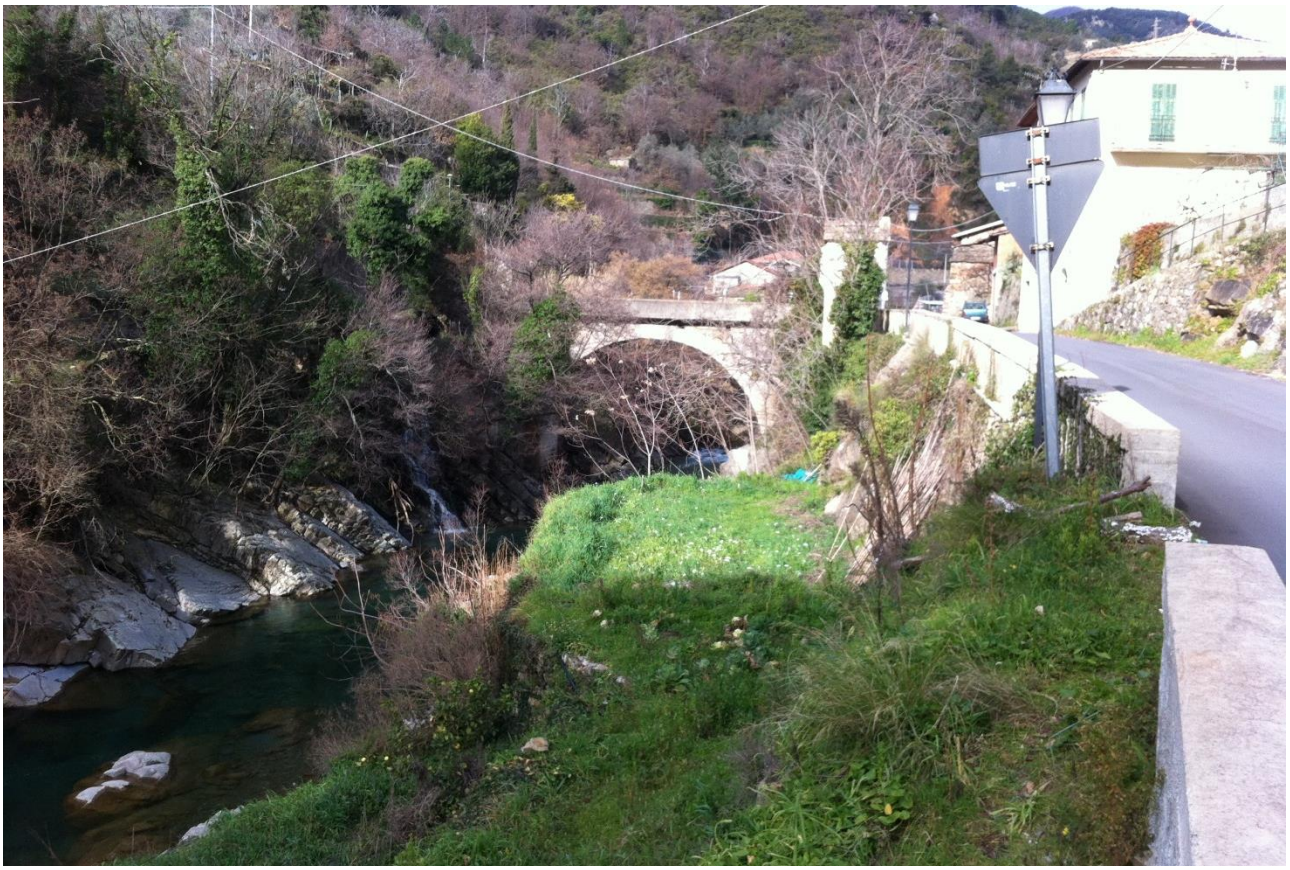
Zona di posizionamento di dissabbiatore



Tratto a monte della briglia



Prime due sezioni di monte del rilievo (MNT 1-2)



Ponte località Desteglio – vista da valle





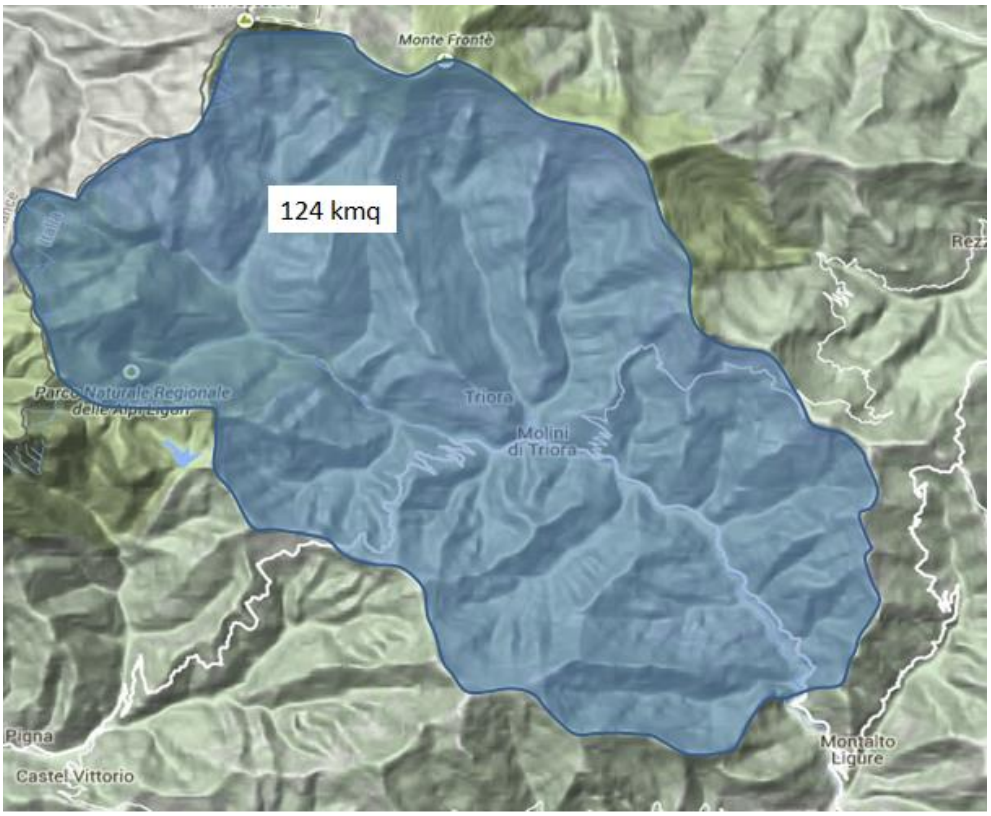
Fosso Senza Nome



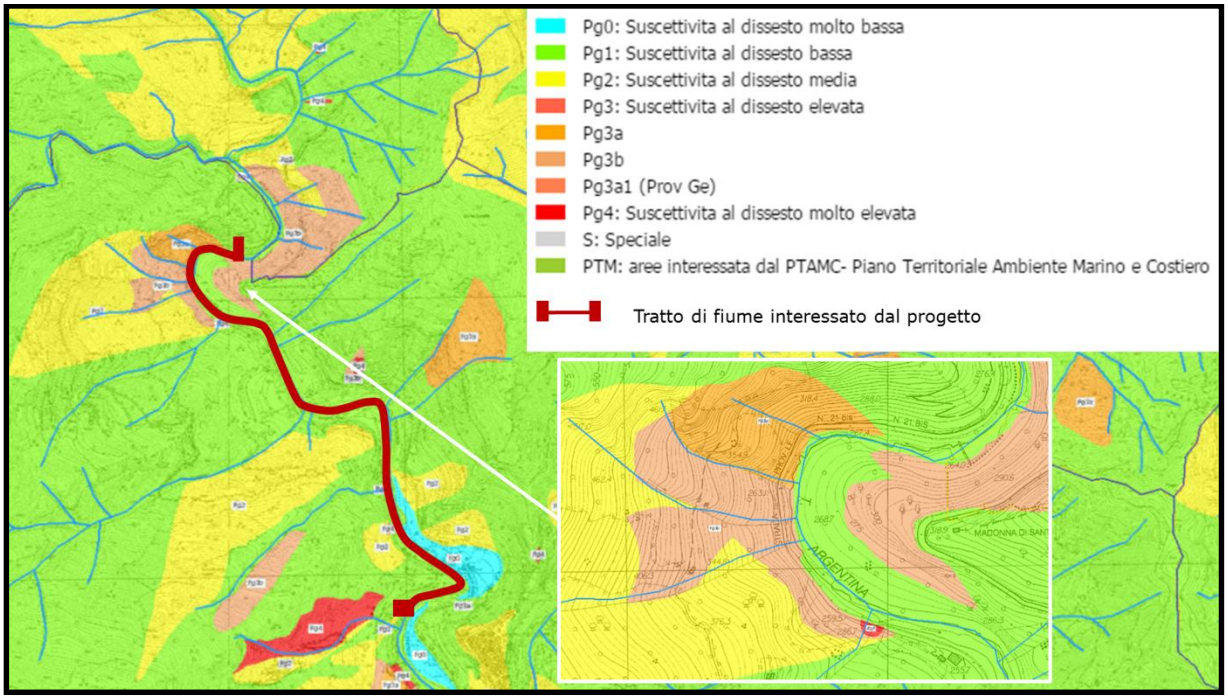
Rio Tovagnoli



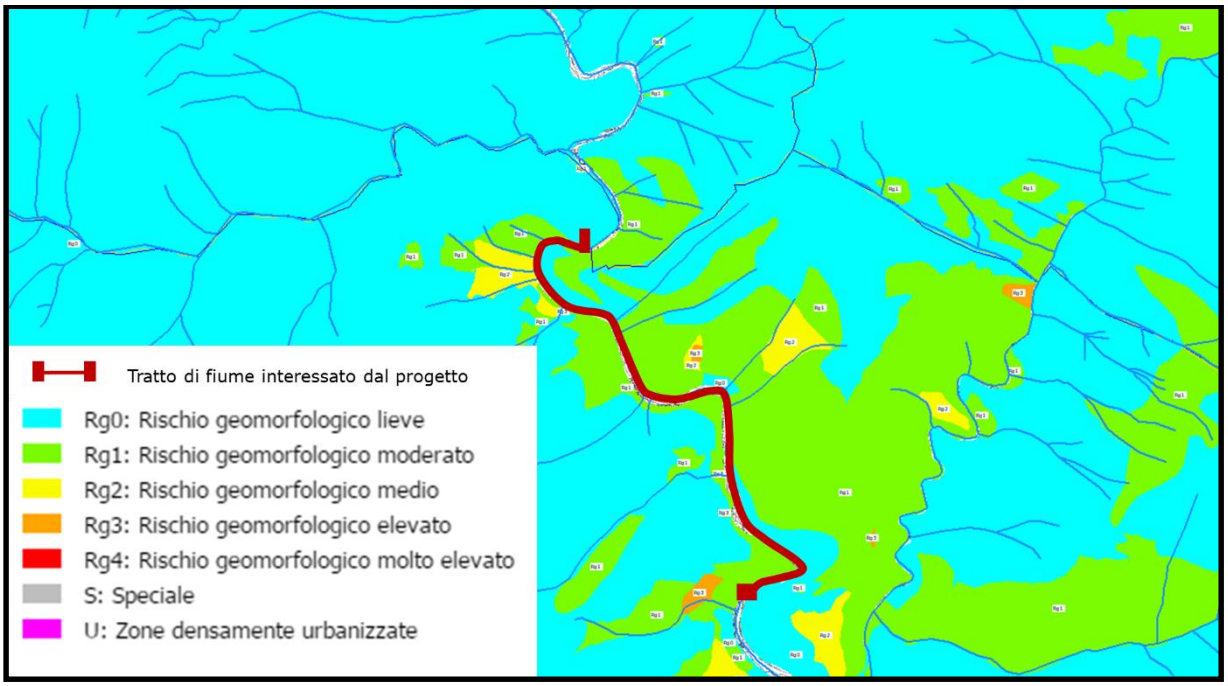
Fosso Gerim



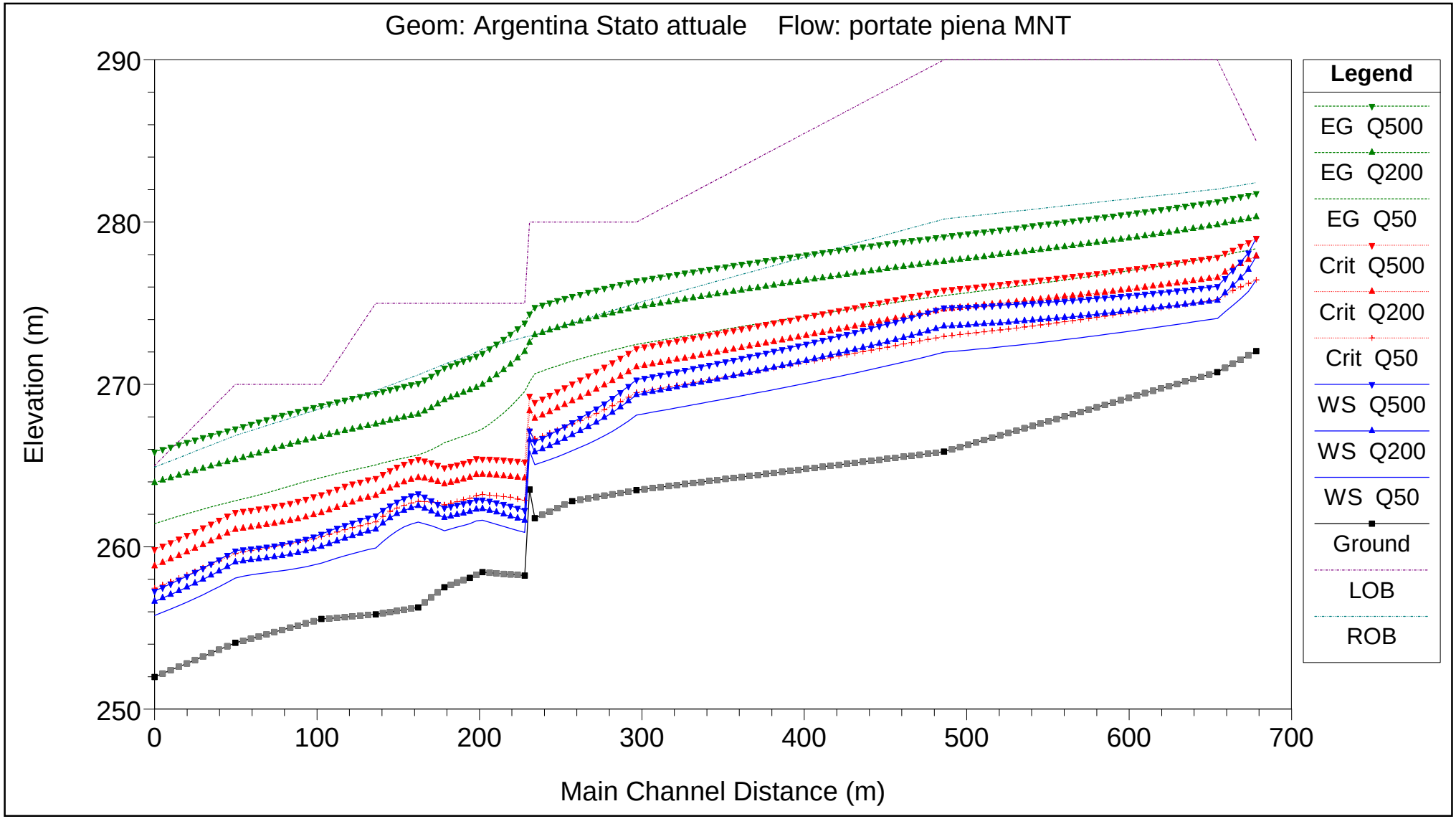
Bacino sotteso all'opera di presa

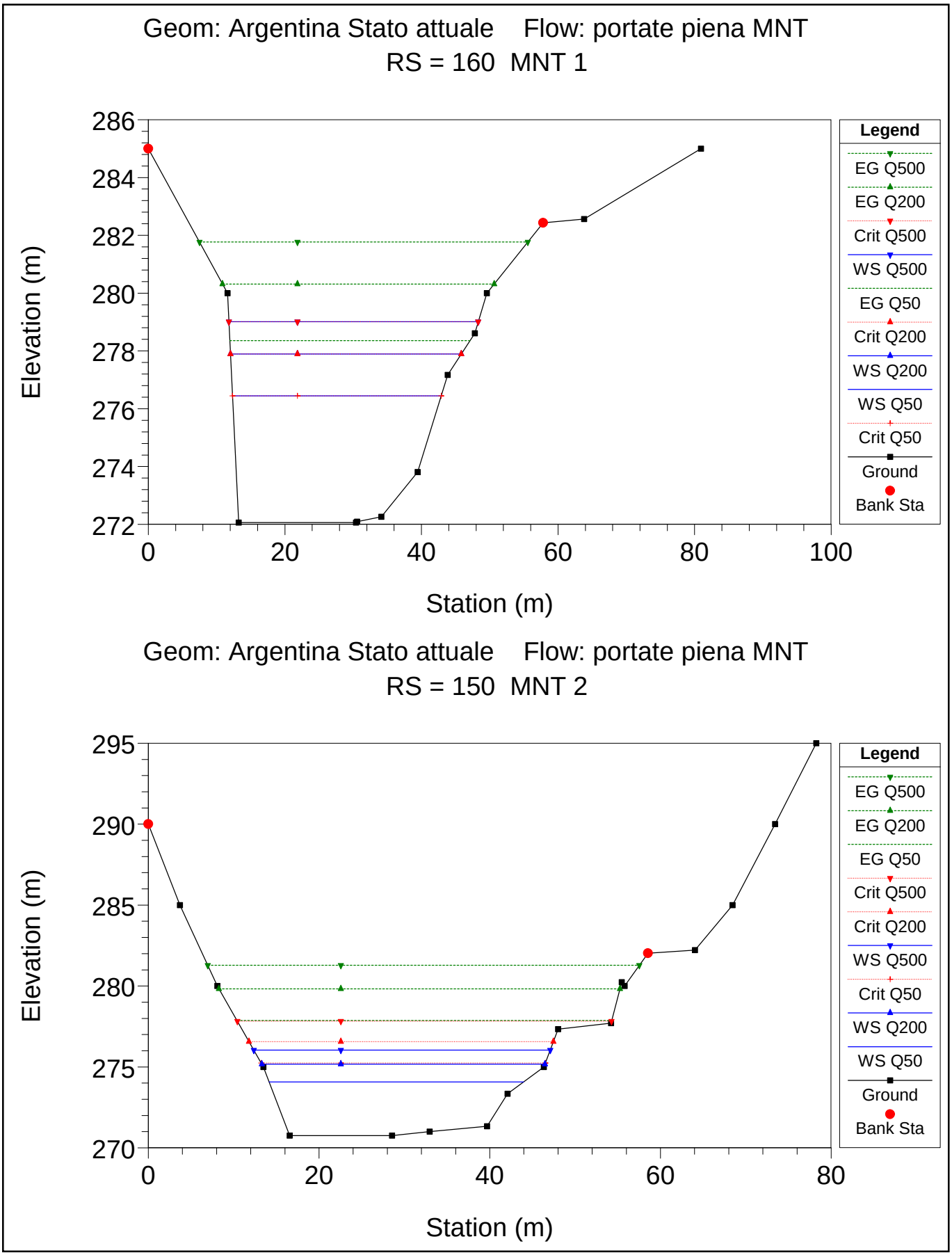


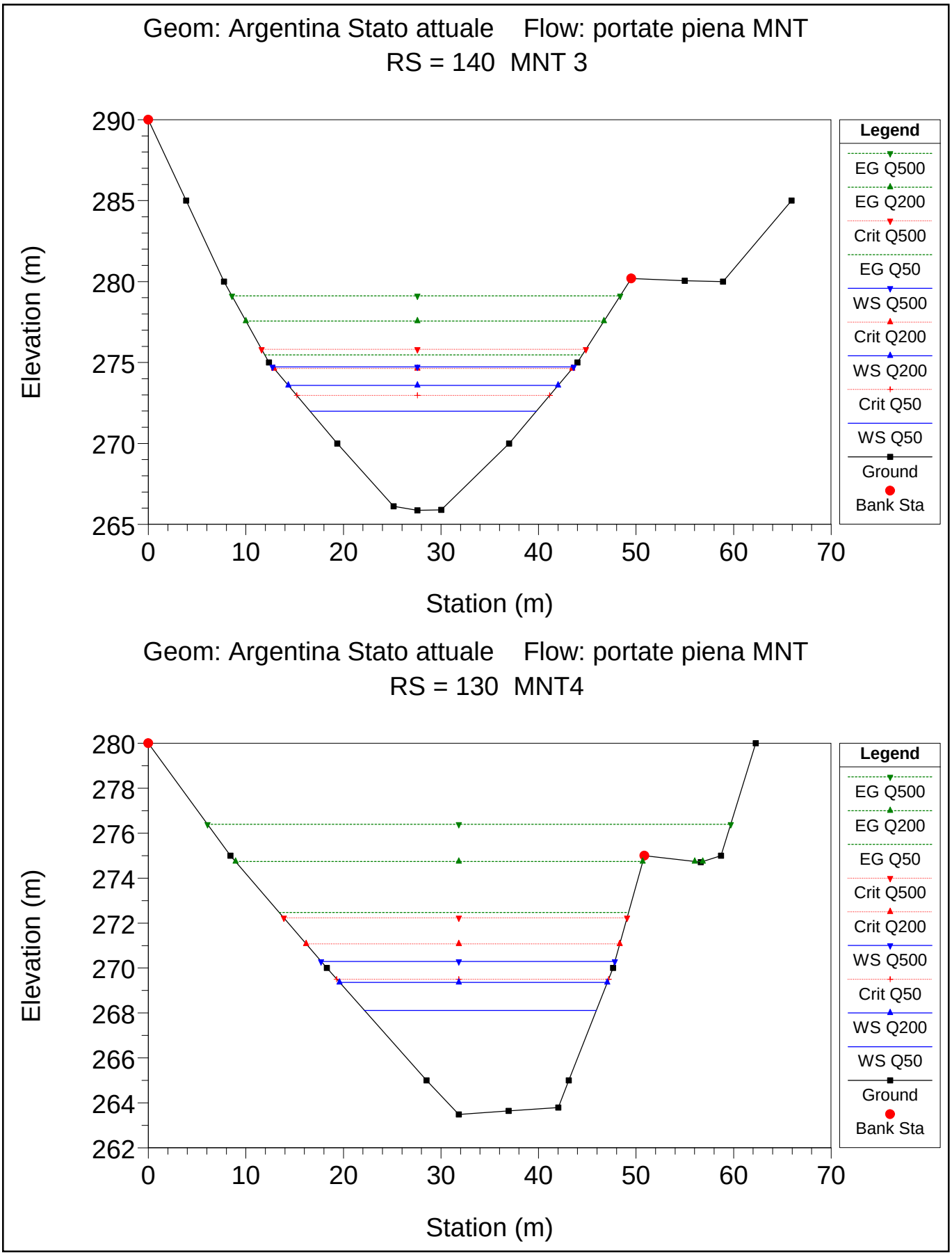
Carta della pericolosità geomorfologica (Piano di Bacino)



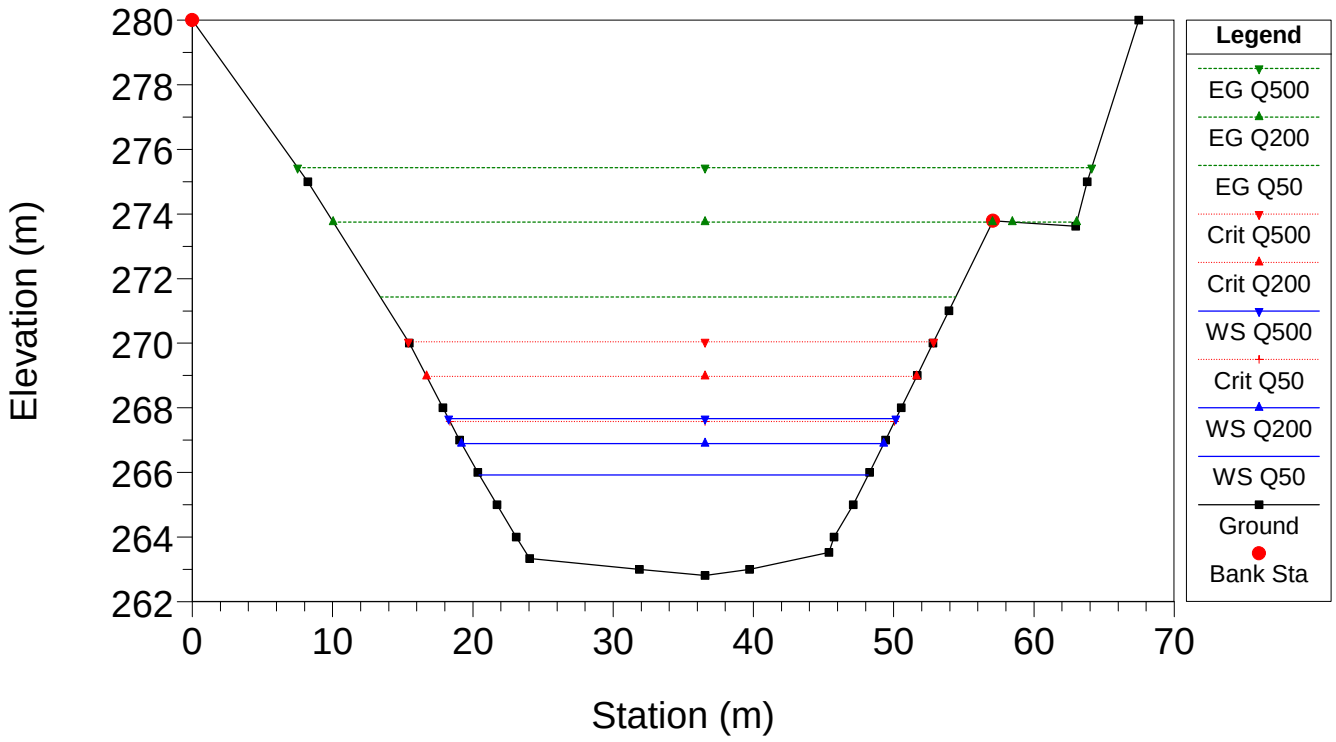
Carta del rischio geomorfologico (Piano di Bacino)


Geom: Argentina Stato attuale Flow: portate piena MNT
Elevation (m)
290
280
270
260
250
0
100
200
300
400
500
600
700
Main Channel Distance (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
Crit Q500
Crit Q200
Crit Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
LOB
ROB

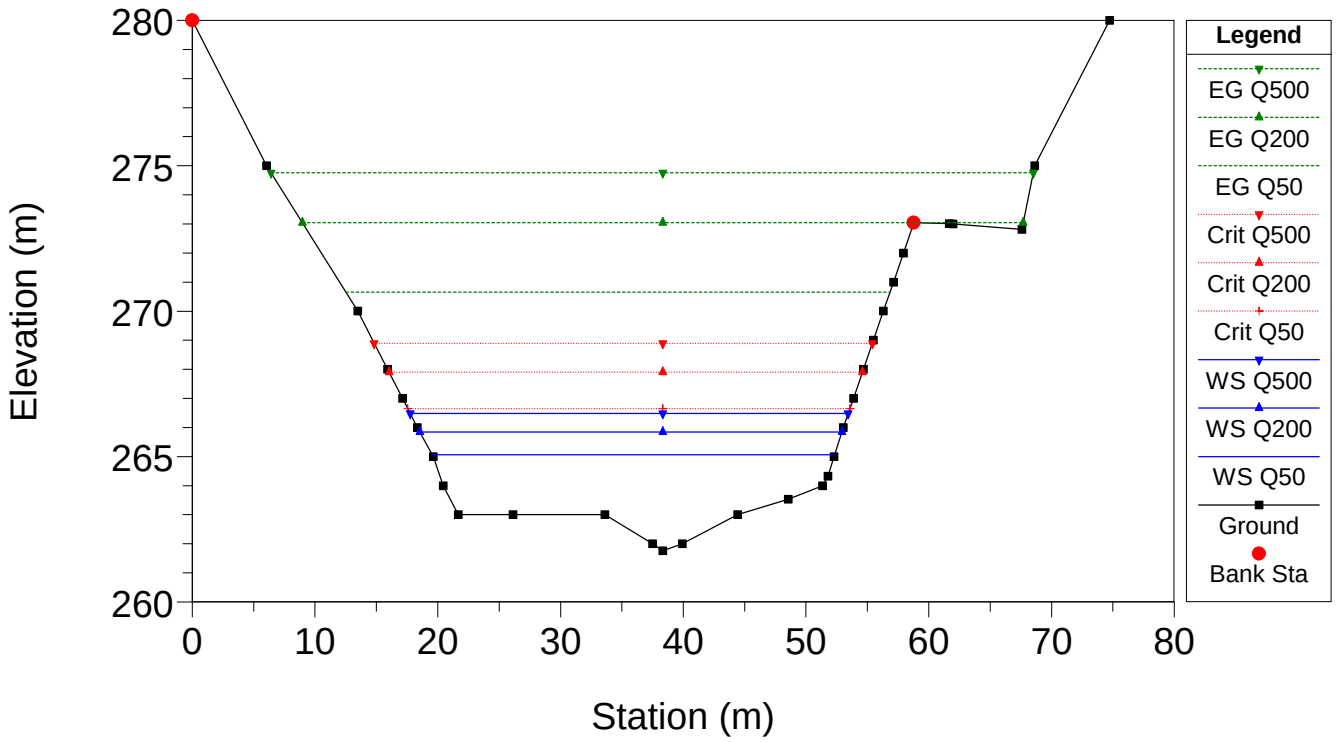

Geom: Argentina Stato attuale Flow: portate piena MNT
RS = 160 MNT 1
Elevation (m)
286
284
282
280
278
276
274
272
0
20
40
60
80
100
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
Crit Q500
WS Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Bank Sta
Geom: Argentina Stato attuale Flow: portate piena MNT
RS = 150 MNT 2
Elevation (m)
295
290
285
280
275
270
0
20
40
60
80
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
Crit Q500
Crit Q200
WS Q500
Crit Q50
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta


Geom: Argentina Stato attuale Flow: portate piena MNT
RS = 140 MNT 3
Elevation (m)
290
285
280
275
270
265
0
10
20
30
40
50
60
70
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
Crit Q500
EG Q50
WS Q500
Crit Q200
WS Q200
Crit Q50
WS Q50
Ground
Bank Sta
Geom: Argentina Stato attuale Flow: portate piena MNT
RS = 130 MNT4
Elevation (m)
280
278
276
274
272
270
268
266
264
262
0
10
20
30
40
50
60
70
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
Crit Q500
Crit Q200
WS Q500
Crit Q50
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta

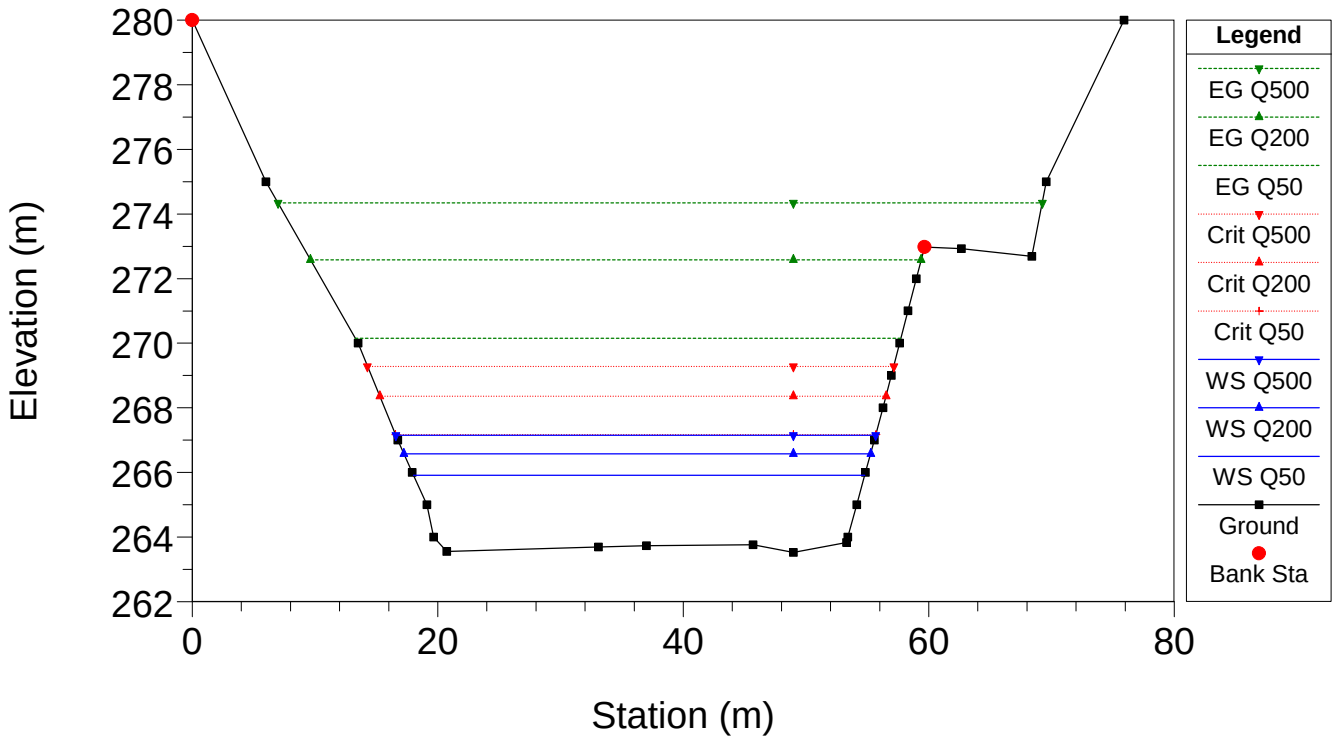
Geom: Argentina Stato attuale Flow: portate piena MNT
RS = 120 MNT5



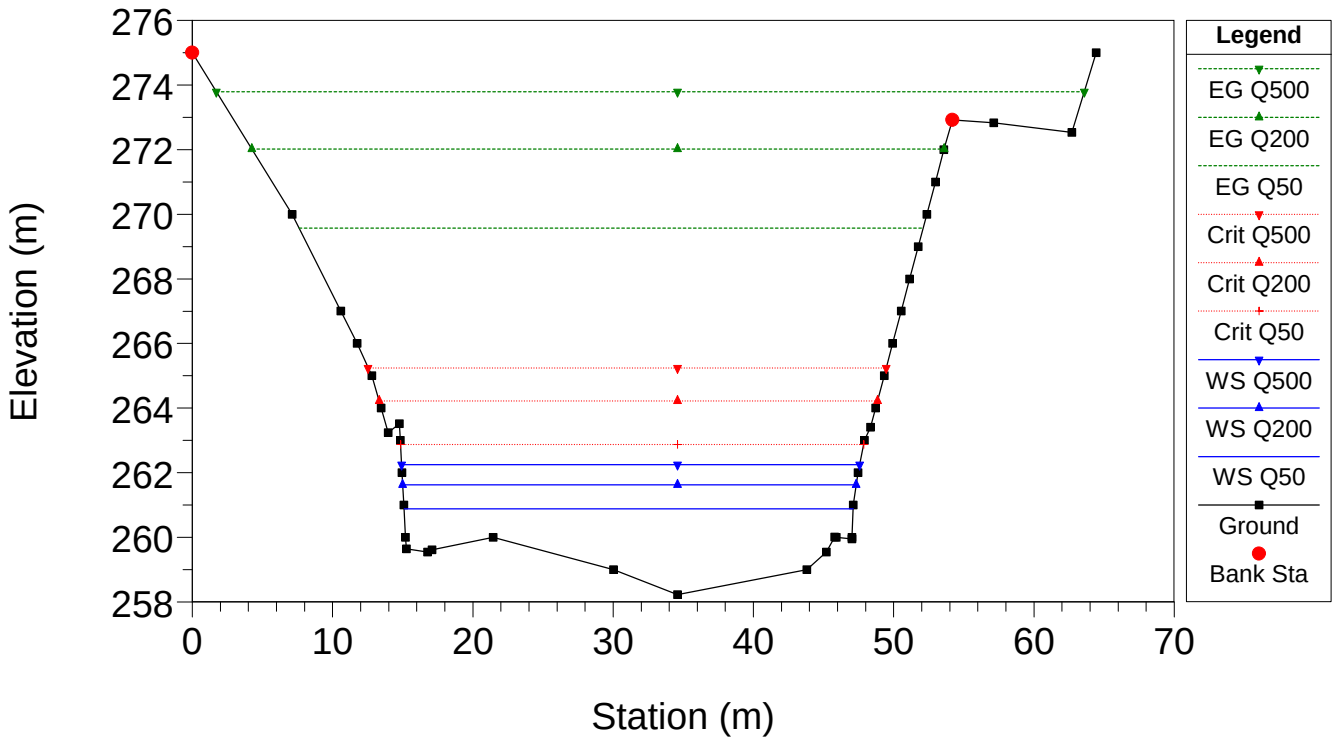
Geom: Argentina Stato attuale Flow: portate piena MNT
RS = 110 MNT 6 Monte brig



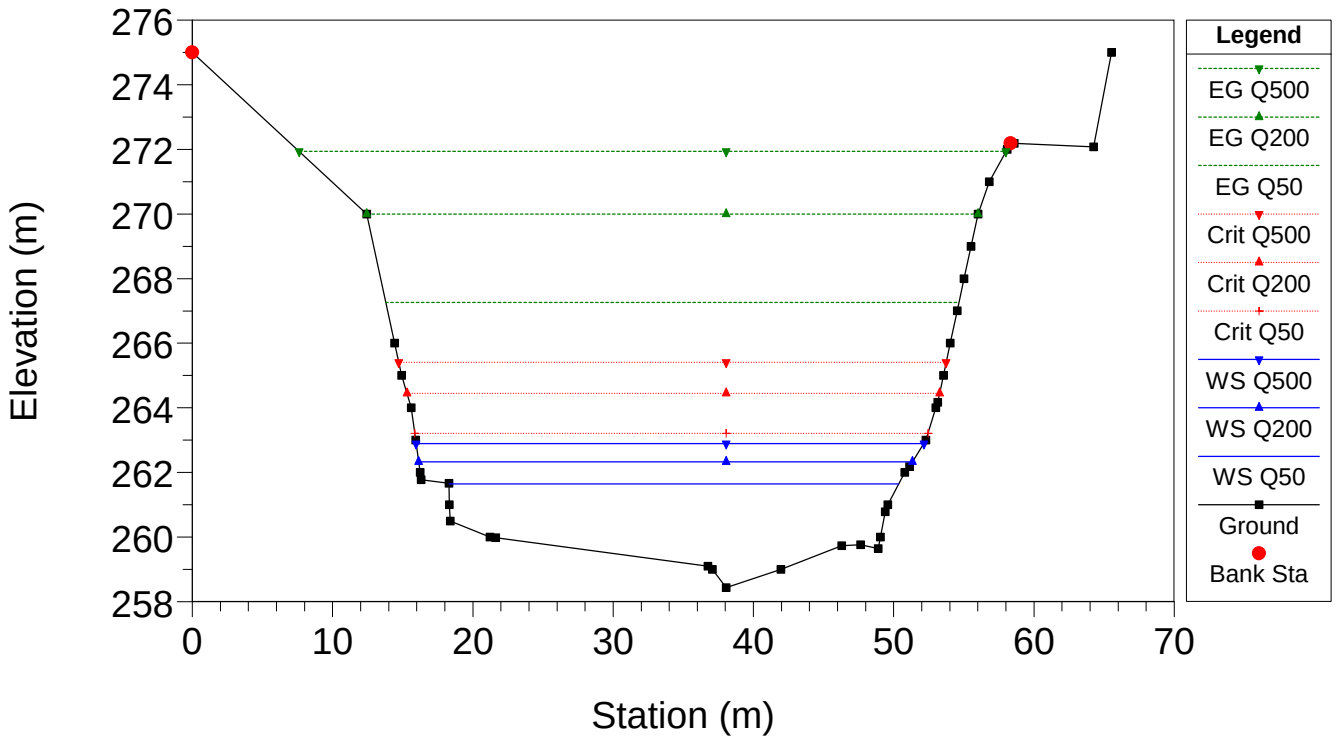
Geom: Argentina Stato attuale Flow: portate piena MNT
RS = 100 MNT 7 corpo brig



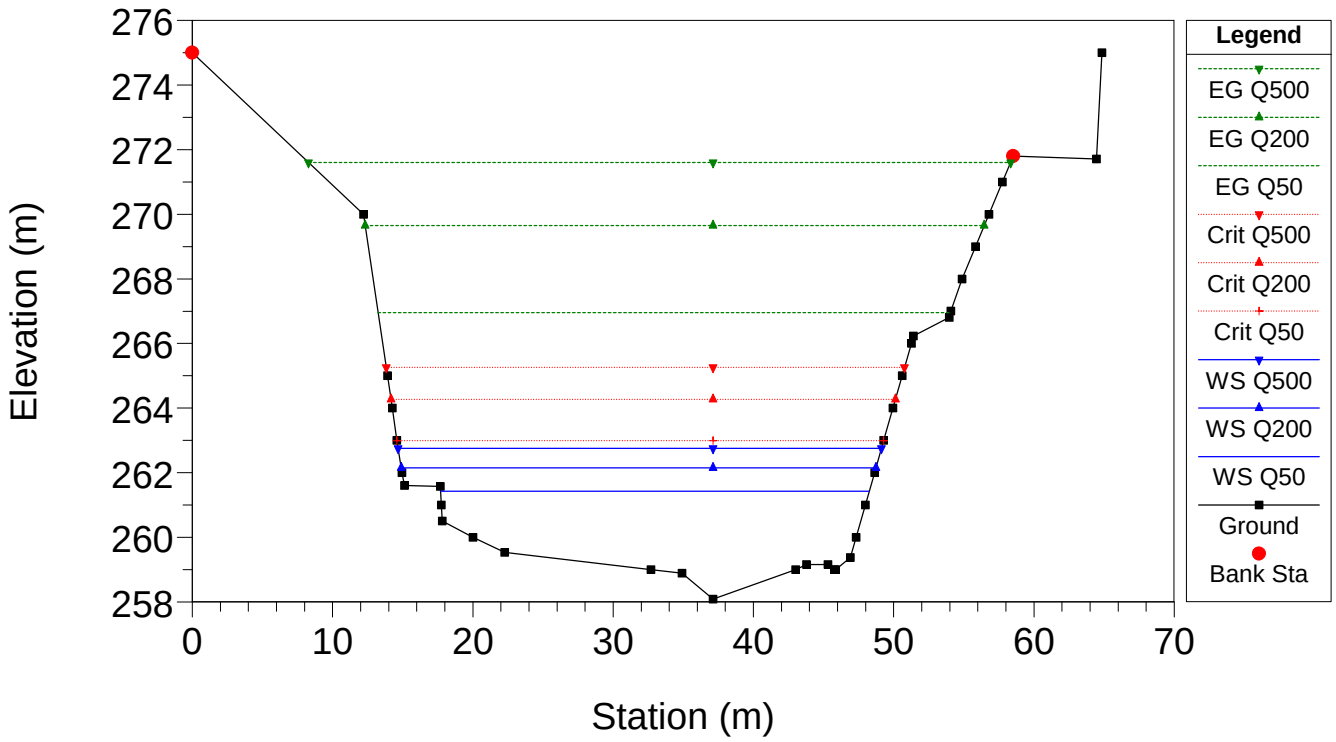
Geom: Argentina Stato attuale Flow: portate piena MNT
RS = 90 MNT 8 valle brig



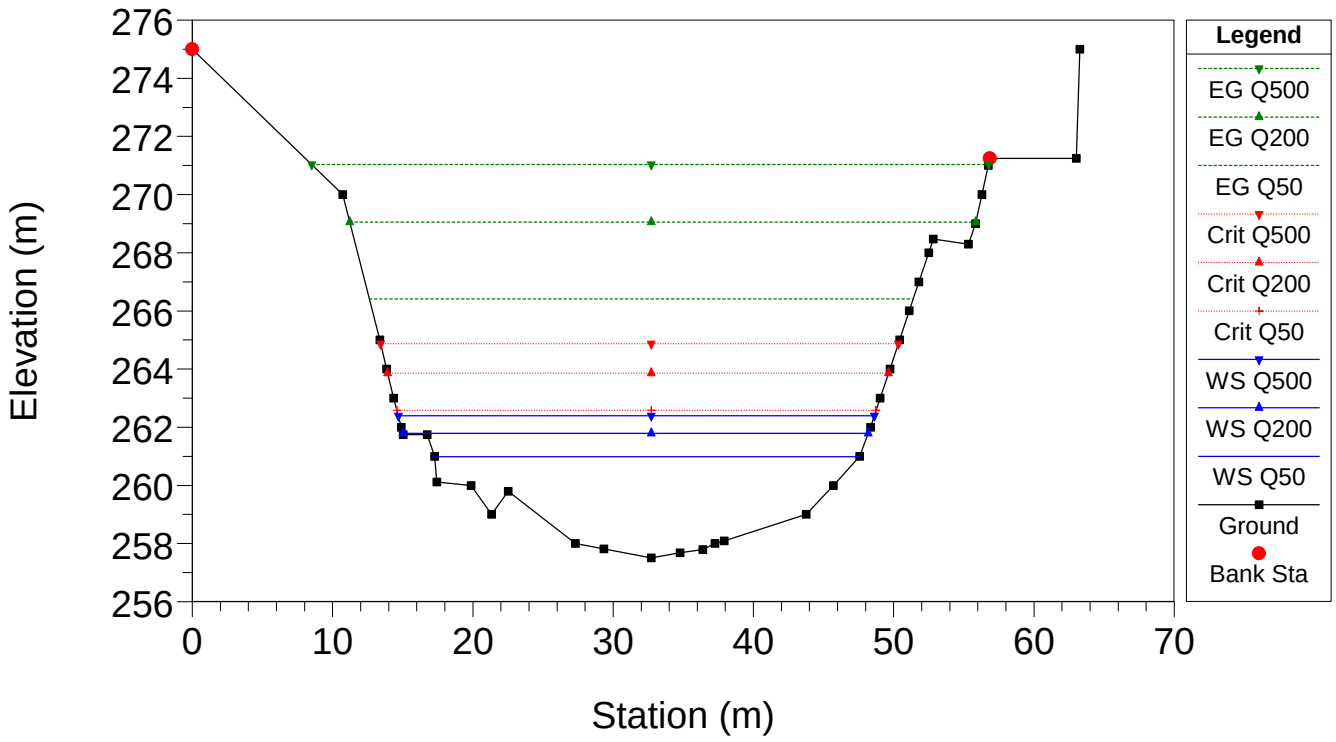
Geom: Argentina Stato attuale Flow: portate piena MNT
RS = 80 MNT 9



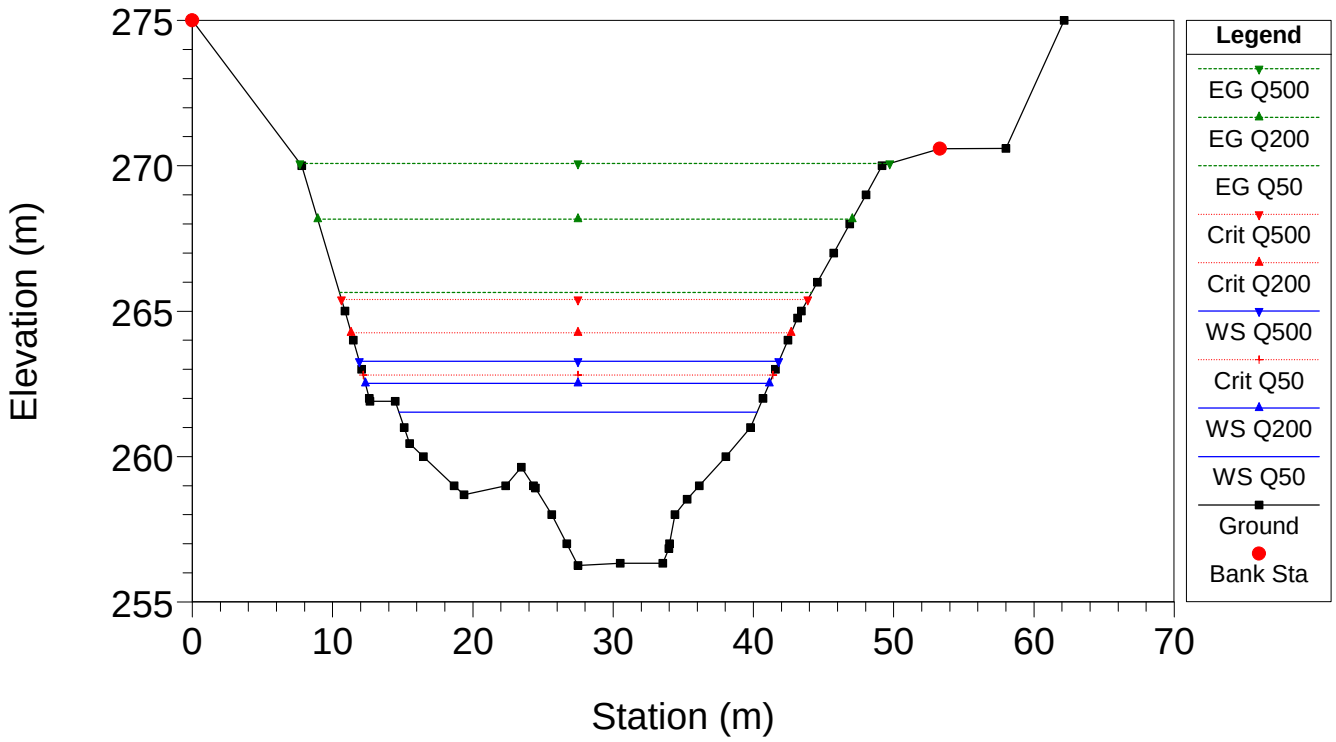
Geom: Argentina Stato attuale Flow: portate piena MNT
RS = 70 MNT 10



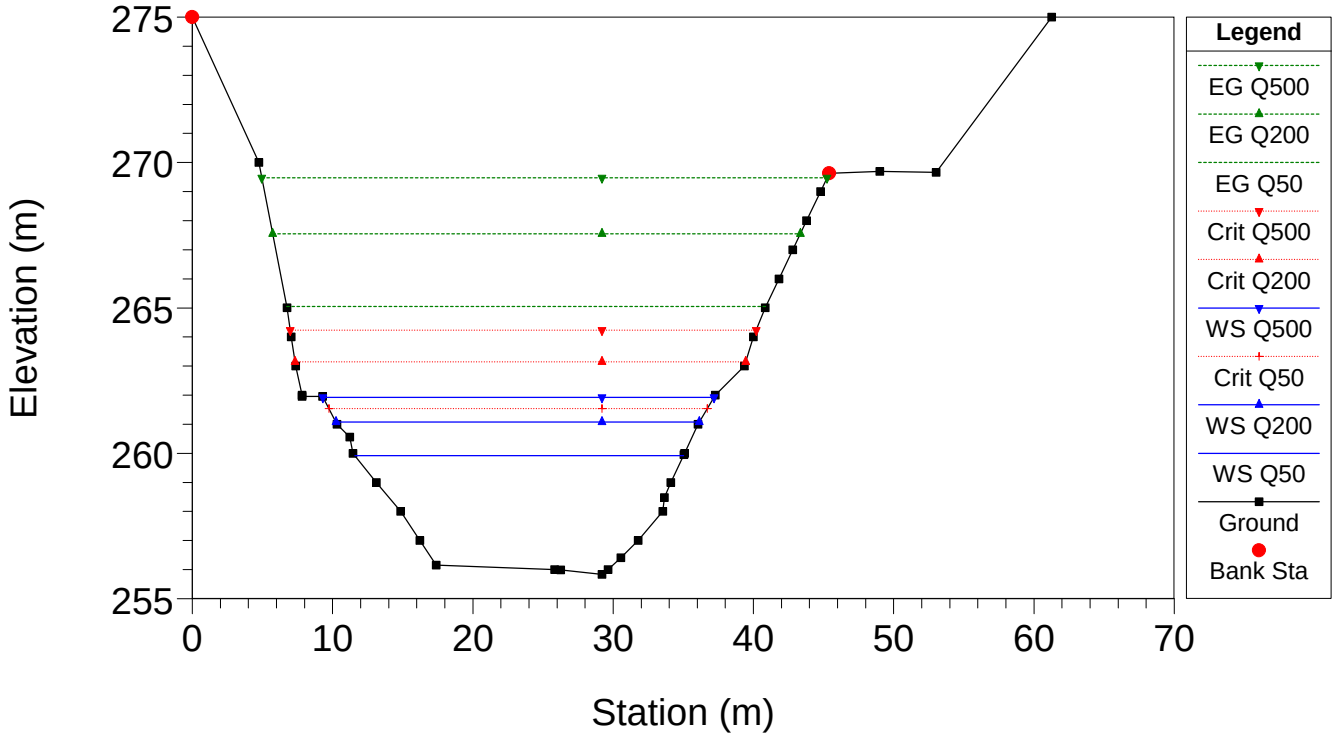
Geom: Argentina Stato attuale Flow: portate piena MNT
RS = 60 MNT 11



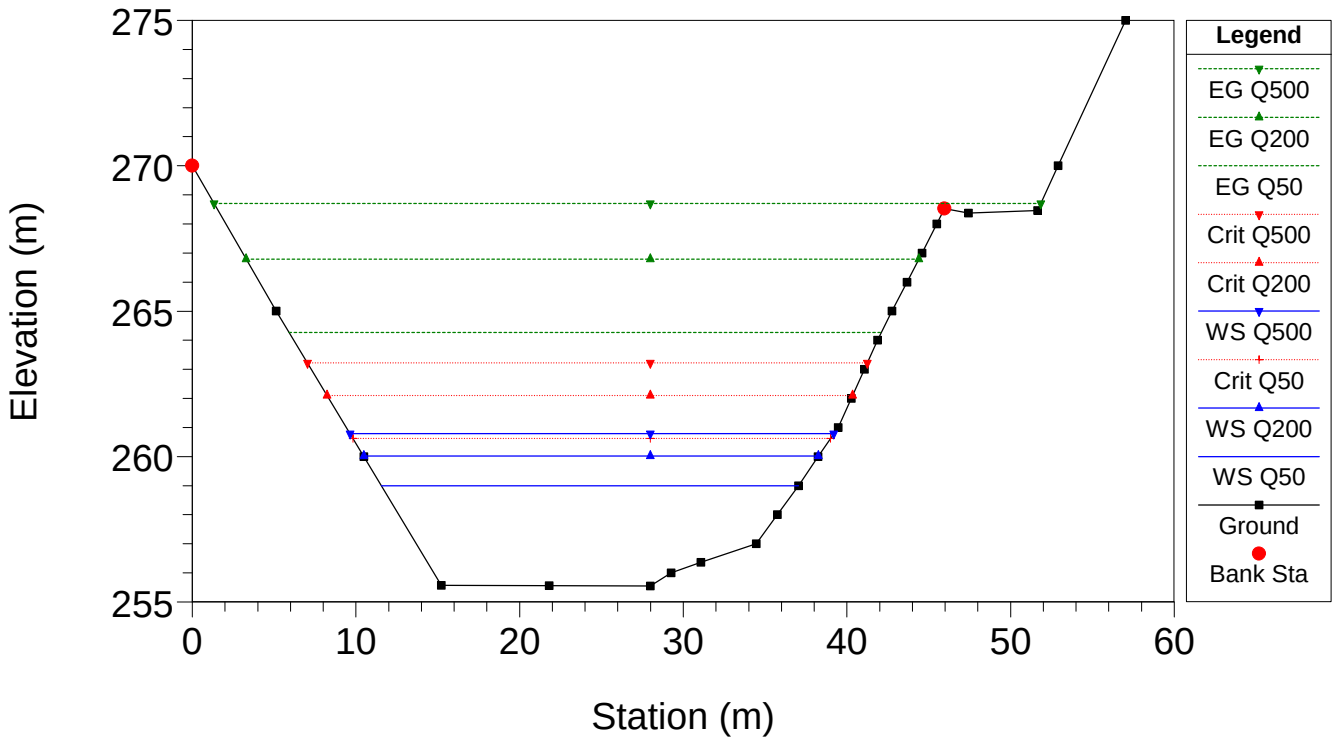
Geom: Argentina Stato attuale Flow: portate piena MNT
RS = 50 MNT 12

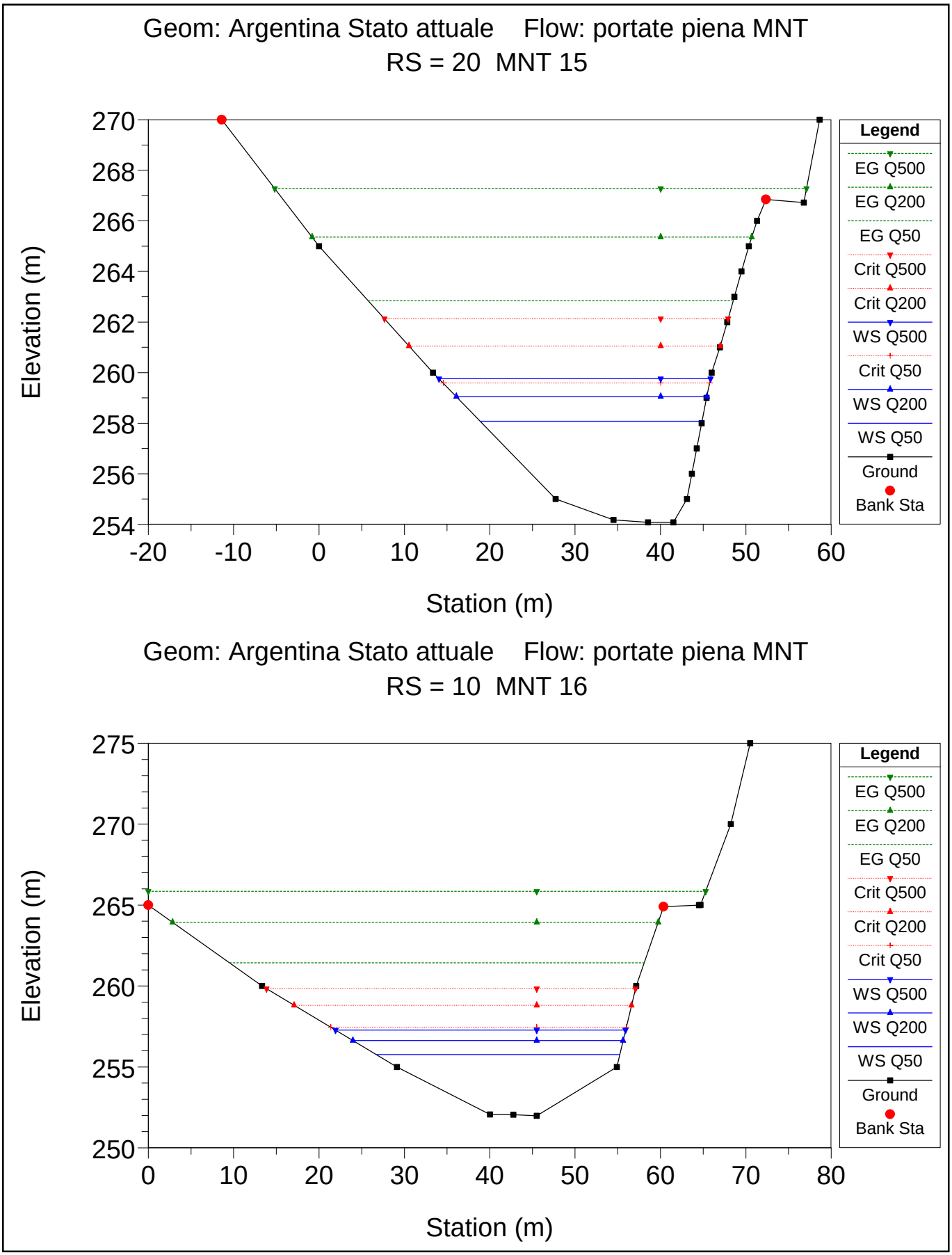


Geom: Argentina Stato attuale Flow: portate piena MNT
RS = 40 MNT 13



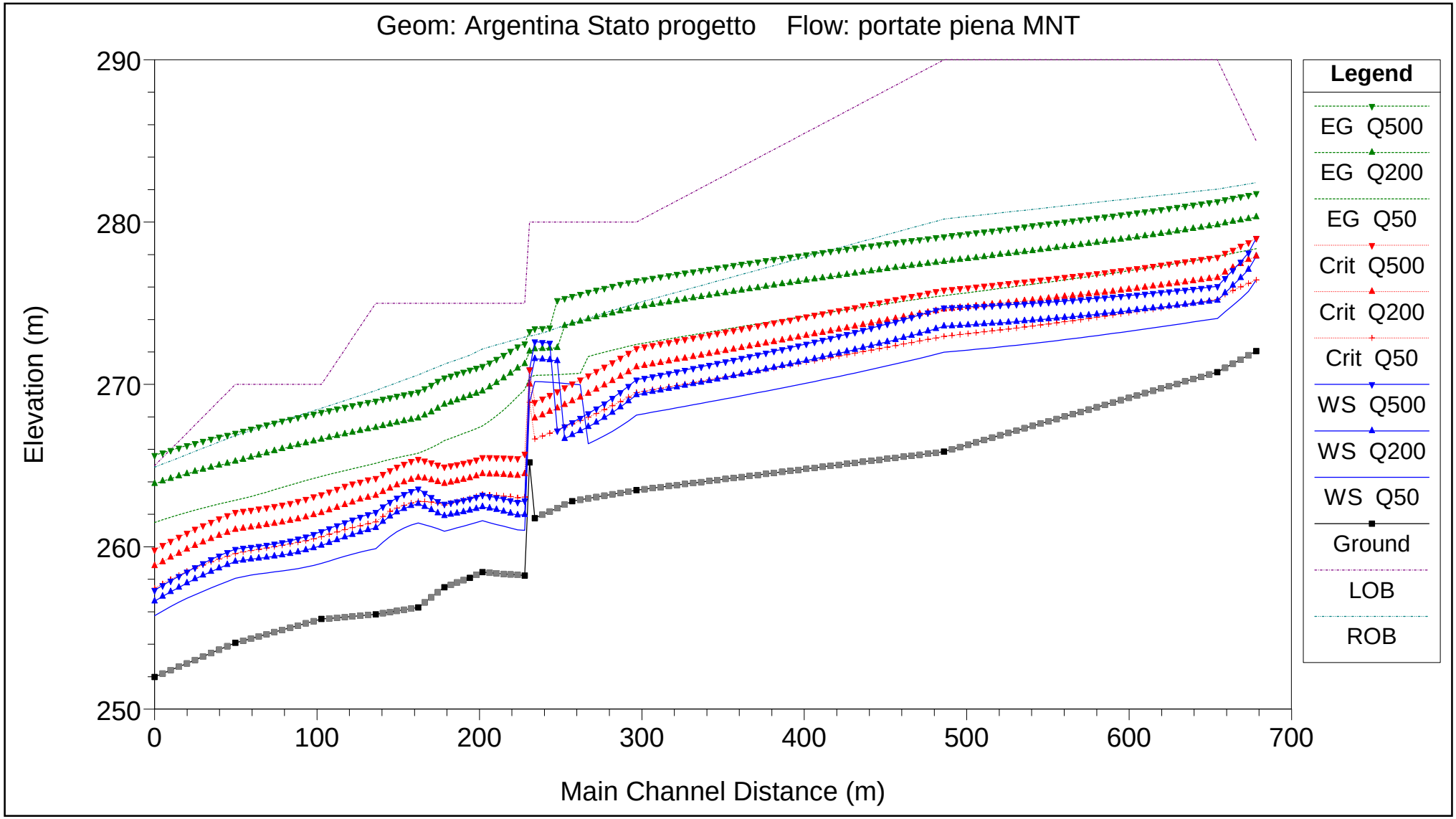
Geom: Argentina Stato attuale Flow: portate piena MNT
RS = 30 MNT 14



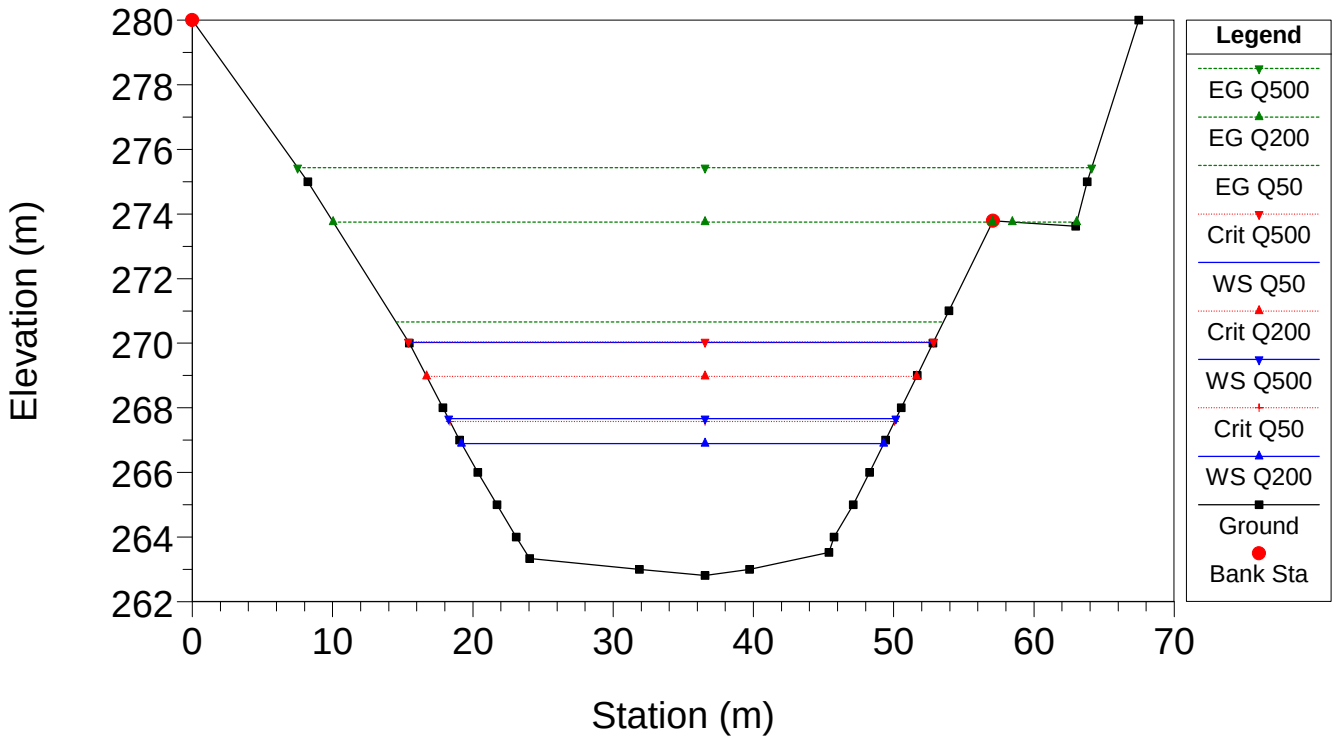

Geom: Argentina Stato attuale Flow: portate piena MNT
RS = 20 MNT 15
Elevation (m)
270
268
266
264
262
260
258
256
254
-20
-10
0
10
20
30
40
50
60
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
Crit Q500
Crit Q200
WS Q500
Crit Q50
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta
Geom: Argentina Stato attuale Flow: portate piena MNT
RS = 10 MNT 16
Elevation (m)
275
270
265
260
255
250
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
Crit Q500
Crit Q200
Crit Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
Bank Sta

HEC-RAS Plan: Attuale River: Argentina Reach: Argentina

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	LOB Elev	ROB Elev
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)		(m)	(m)
Argentina	160	Q50	710.00	272.06	276.44	276.44	278.36	0.006290	6.13	115.83	30.56	1.01	285.00	282.43
Argentina	160	Q200	1117.00	272.06	277.89	277.89	280.31	0.006021	6.89	162.09	33.80	1.00	285.00	282.43
Argentina	160	Q500	1484.00	272.06	279.01	279.01	281.77	0.005820	7.36	201.51	36.52	1.00	285.00	282.43
Argentina	150	Q50	710.00	270.76	274.07	275.24	277.88	0.017643	8.64	82.16	29.80	1.66	290.00	282.03
Argentina	150	Q200	1117.00	270.76	275.17	276.57	279.83	0.015857	9.56	116.86	33.16	1.63	290.00	282.03
Argentina	150	Q500	1484.00	270.76	276.04	277.84	281.28	0.014376	10.14	146.32	34.72	1.58	290.00	282.03
Argentina	140	Q50	710.00	265.86	271.99	272.96	275.47	0.011799	8.26	85.93	23.19	1.37	290.00	280.19
Argentina	140	Q200	1117.00	265.86	273.58	274.63	277.56	0.010356	8.84	126.33	27.64	1.32	290.00	280.19
Argentina	140	Q500	1484.00	265.86	274.73	275.81	279.11	0.009692	9.27	160.08	30.87	1.30	290.00	280.19
Argentina	130	Q50	710.00	263.49	268.12	269.50	272.47	0.017125	9.24	76.82	23.78	1.64	280.00	275.00
Argentina	130	Q200	1117.00	263.49	269.36	271.07	274.74	0.016408	10.28	108.68	27.45	1.65	280.00	275.00
Argentina	130	Q500	1484.00	263.49	270.29	272.23	276.39	0.015842	10.94	135.61	30.11	1.65	280.00	275.00
Argentina	120	Q50	710.00	262.81	265.93	267.58	271.43	0.028874	10.39	68.31	27.75	2.11	280.00	273.79
Argentina	120	Q200	1117.00	262.81	266.89	268.98	273.75	0.025946	11.60	96.29	30.10	2.07	280.00	273.79
Argentina	120	Q500	1484.00	262.81	267.66	270.05	275.44	0.024037	12.35	120.14	31.89	2.03	280.00	273.79
Argentina	110	Q50	710.00	261.76	265.06	266.65	270.66	0.036510	10.48	67.72	32.76	2.33	280.00	273.04
Argentina	110	Q200	1117.00	261.76	265.84	267.90	273.04	0.033038	11.89	93.96	34.39	2.30	280.00	273.04
Argentina	110	Q500	1484.00	261.76	266.48	268.90	274.76	0.030477	12.75	116.40	35.69	2.25	280.00	273.04
Argentina	100	Q50	710.00	263.53	265.91	267.17	270.15	0.026981	9.12	77.81	36.76	2.00	280.00	272.98
Argentina	100	Q200	1117.00	263.53	266.58	268.36	272.58	0.028017	10.86	102.89	38.03	2.11	280.00	272.98
Argentina	100	Q500	1484.00	263.53	267.15	269.29	274.34	0.027259	11.88	124.90	39.10	2.12	280.00	272.98
Argentina	90	Q50	710.00	258.23	260.88	262.87	269.57	0.075786	13.06	54.36	32.01	3.20	275.00	272.92
Argentina	90	Q200	1117.00	258.23	261.62	264.22	272.02	0.059148	14.29	78.19	32.33	2.93	275.00	272.92
Argentina	90	Q500	1484.00	258.23	262.25	265.24	273.79	0.050558	15.05	98.59	32.65	2.76	275.00	272.92
Argentina	80	Q50	710.00	258.44	261.64	263.21	267.27	0.036913	10.51	67.58	32.07	2.31	275.00	272.19
Argentina	80	Q200	1117.00	258.44	262.33	264.45	269.99	0.038844	12.27	91.06	35.20	2.43	275.00	272.19
Argentina	80	Q500	1484.00	258.44	262.90	265.41	271.94	0.036963	13.32	111.40	36.20	2.42	275.00	272.19
Argentina	70	Q50	710.00	258.09	261.43	262.99	266.96	0.033633	10.42	68.15	30.56	2.23	275.00	271.80
Argentina	70	Q200	1117.00	258.09	262.16	264.27	269.65	0.035828	12.13	92.07	33.85	2.35	275.00	271.80
Argentina	70	Q500	1484.00	258.09	262.76	265.26	271.60	0.033904	13.18	112.61	34.46	2.33	275.00	271.80
Argentina	60	Q50	710.00	257.51	260.99	262.58	266.41	0.032073	10.32	68.80	30.27	2.19	275.00	271.25
Argentina	60	Q200	1117.00	257.51	261.79	263.86	269.05	0.032898	11.94	93.55	33.16	2.27	275.00	271.25
Argentina	60	Q500	1484.00	257.51	262.40	264.87	271.03	0.031660	13.02	113.99	33.93	2.27	275.00	271.25
Argentina	50	Q50	710.00	256.26	261.53	262.80	265.65	0.018142	8.99	78.98	25.52	1.63	275.00	270.59
Argentina	50	Q200	1117.00	256.26	262.52	264.26	268.16	0.020015	10.52	106.17	28.80	1.75	275.00	270.59
Argentina	50	Q500	1484.00	256.26	263.28	265.40	270.08	0.020105	11.55	128.46	29.90	1.78	275.00	270.59
Argentina	40	Q50	710.00	255.84	259.92	261.54	265.05	0.021725	10.03	70.79	23.44	1.84	275.00	269.63
Argentina	40	Q200	1117.00	255.84	261.07	263.15	267.55	0.020745	11.28	99.06	25.91	1.84	275.00	269.63
Argentina	40	Q500	1484.00	255.84	261.93	264.23	269.47	0.020484	12.17	121.96	27.87	1.86	275.00	269.63
Argentina	30	Q50	710.00	255.55	259.00	260.62	264.27	0.024644	10.17	69.84	25.49	1.96	270.00	268.53
Argentina	30	Q200	1117.00	255.55	260.01	262.09	266.79	0.023568	11.53	96.86	27.77	1.97	270.00	268.53
Argentina	30	Q500	1484.00	255.55	260.79	263.22	268.71	0.023104	12.47	119.01	29.55	1.98	270.00	268.53
Argentina	20	Q50	710.00	254.08	258.08	259.59	262.84	0.021747	9.67	73.43	25.99	1.84	270.00	266.85
Argentina	20	Q200	1117.00	254.08	259.05	261.05	265.36	0.022665	11.12	100.41	29.36	1.92	270.00	266.85
Argentina	20	Q500	1484.00	254.08	259.76	262.13	267.28	0.023379	12.15	122.17	31.82	1.98	270.00	266.85
Argentina	10	Q50	710.00	251.98	255.77	257.46	261.43	0.030913	10.54	67.37	28.54	2.19	265.00	264.90
Argentina	10	Q200	1117.00	251.98	256.63	258.81	263.94	0.030324	11.98	93.28	31.65	2.23	265.00	264.90
Argentina	10	Q500	1484.00	251.98	257.28	259.84	265.85	0.030179	12.97	114.40	33.98	2.26	265.00	264.90

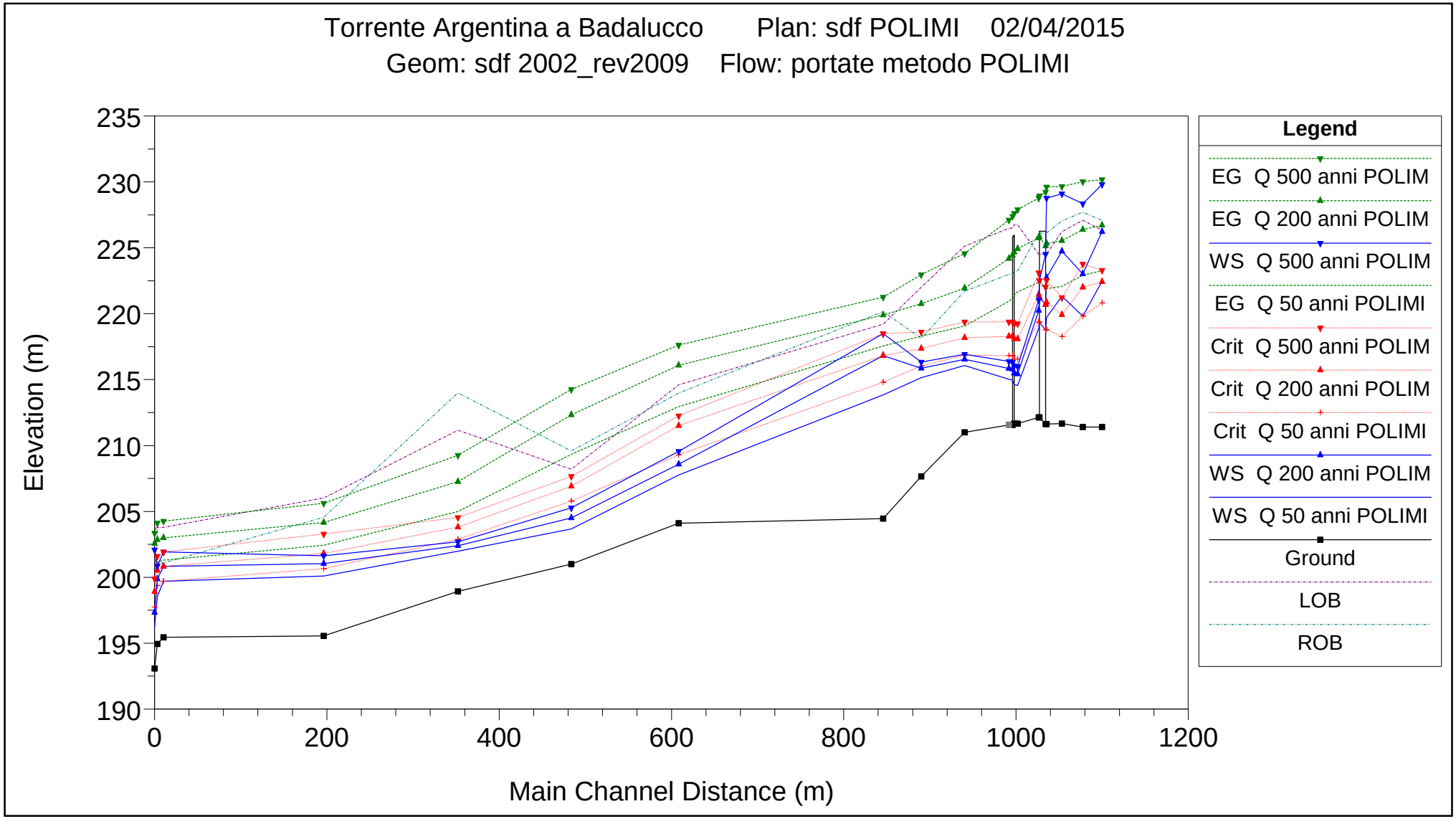

Geom: Argentina Stato progetto Flow: portate piena MNT
Elevation (m)
290
280
270
260
250
0
100
200
300
400
500
600
700
Main Channel Distance (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
Crit Q500
Crit Q200
Crit Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
LOB
ROB

Geom: Argentina Stato progetto Flow: portate piena MNT
RS = 120 MNT5

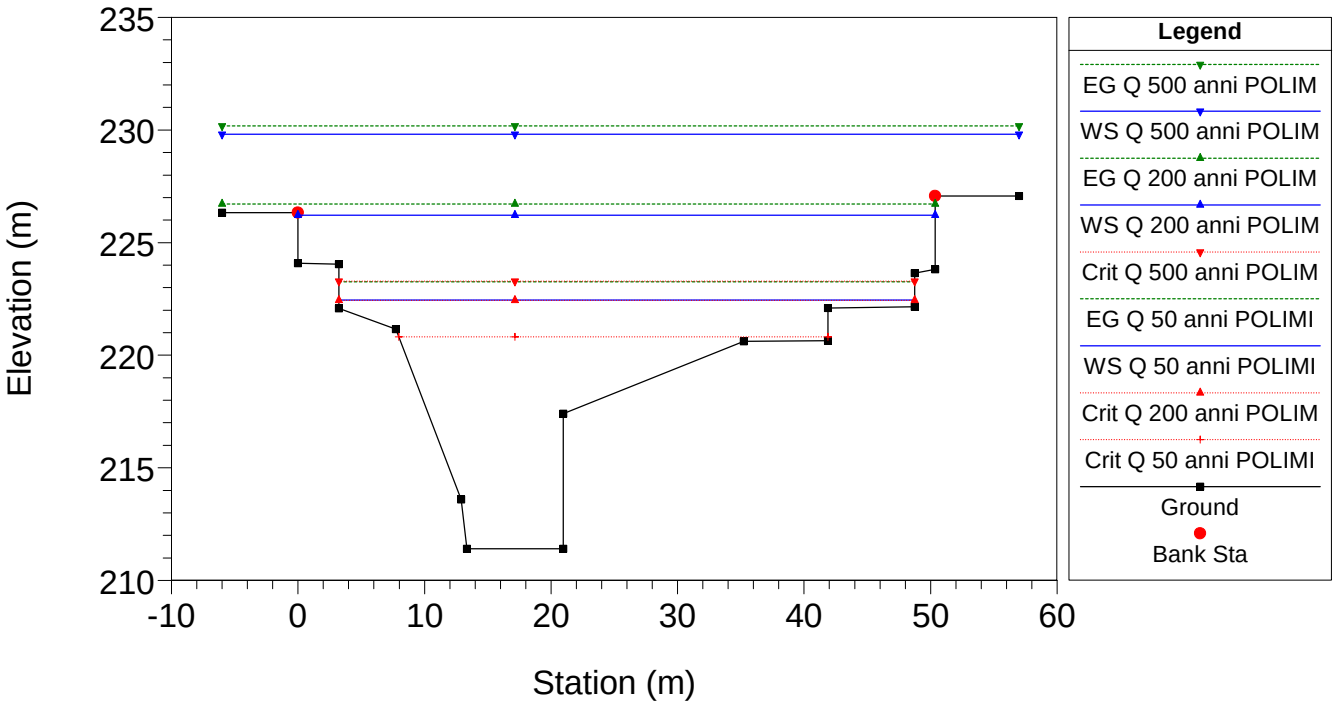


HEC-RAS Plan: Progetto River: Argentina Reach: Argentina

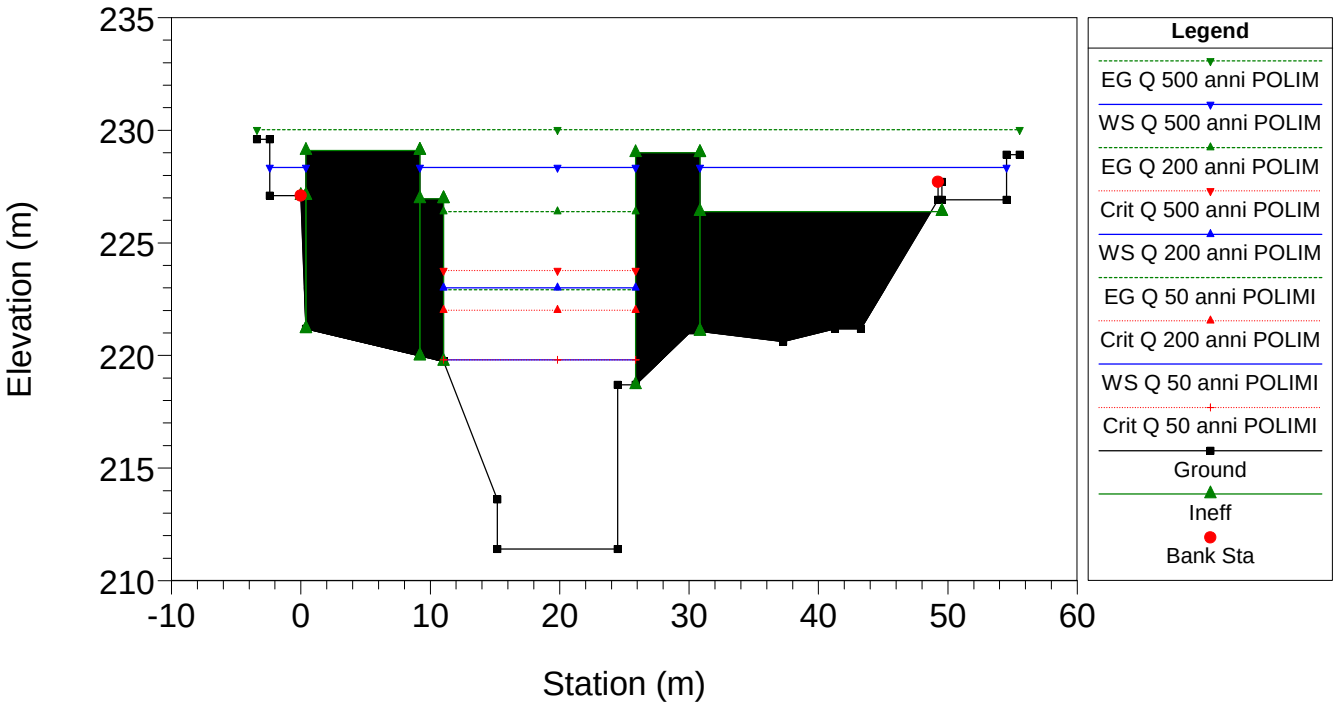
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl	LOB Elev	ROB Elev
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)		(m)	(m)
Argentina	160	Q50	710.00	272.06	276.44	276.44	278.36	0.006290	6.13	115.83	30.56	1.01	285.00	282.43
Argentina	160	Q200	1117.00	272.06	277.89	277.89	280.31	0.006021	6.89	162.09	33.80	1.00	285.00	282.43
Argentina	160	Q500	1484.00	272.06	279.01	279.01	281.77	0.005820	7.36	201.51	36.52	1.00	285.00	282.43
Argentina	150	Q50	710.00	270.76	274.07	275.24	277.88	0.017643	8.64	82.16	29.80	1.66	290.00	282.03
Argentina	150	Q200	1117.00	270.76	275.17	276.57	279.83	0.015857	9.56	116.86	33.16	1.63	290.00	282.03
Argentina	150	Q500	1484.00	270.76	276.04	277.84	281.28	0.014376	10.14	146.32	34.72	1.58	290.00	282.03
Argentina	140	Q50	710.00	265.86	271.99	272.96	275.47	0.011799	8.26	85.93	23.19	1.37	290.00	280.19
Argentina	140	Q200	1117.00	265.86	273.58	274.63	277.56	0.010356	8.84	126.33	27.64	1.32	290.00	280.19
Argentina	140	Q500	1484.00	265.86	274.73	275.81	279.11	0.009692	9.27	160.08	30.87	1.30	290.00	280.19
Argentina	130	Q50	710.00	263.49	268.12	269.50	272.47	0.017125	9.24	76.82	23.78	1.64	280.00	275.00
Argentina	130	Q200	1117.00	263.49	269.36	271.07	274.74	0.016408	10.28	108.68	27.45	1.65	280.00	275.00
Argentina	130	Q500	1484.00	263.49	270.29	272.23	276.39	0.015842	10.94	135.61	30.11	1.65	280.00	275.00
Argentina	120	Q50	710.00	262.81	270.02	267.58	270.65	0.001254	3.52	201.88	37.37	0.48	280.00	273.79
Argentina	120	Q200	1117.00	262.81	266.89	268.98	273.75	0.025946	11.60	96.29	30.10	2.07	280.00	273.79
Argentina	120	Q500	1484.00	262.81	267.66	270.05	275.44	0.024037	12.35	120.14	31.89	2.03	280.00	273.79
Argentina	110	Q50	710.00	261.76	270.18	266.64	270.56	0.000642	2.71	262.40	43.23	0.35	280.00	273.04
Argentina	110	Q200	1117.00	261.76	271.58	267.91	272.18	0.000872	3.44	324.97	46.44	0.41	280.00	273.04
Argentina	110	Q500	1484.00	261.76	272.64	268.90	273.44	0.001027	3.95	375.65	48.89	0.45	280.00	273.04
Argentina	100	Q50	710.00	265.20	268.90	268.90	270.44	0.006368	5.49	129.29	42.20	1.00	280.00	272.98
Argentina	100	Q200	1117.00	265.20	270.01	270.01	272.03	0.005957	6.29	177.47	44.16	1.00	280.00	272.98
Argentina	100	Q500	1484.00	265.20	270.91	270.91	273.27	0.005698	6.81	217.80	46.11	1.00	280.00	272.98
Argentina	90	Q50	710.00	258.23	261.01	263.06	269.68	0.069540	13.04	54.45	29.24	3.05	275.00	272.92
Argentina	90	Q200	1117.00	258.23	261.98	264.50	271.27	0.046094	13.50	82.74	29.24	2.56	275.00	272.92
Argentina	90	Q500	1484.00	258.23	262.84	265.72	272.51	0.036044	13.78	107.71	29.24	2.29	275.00	272.92
Argentina	80	Q50	710.00	258.44	261.61	263.22	267.44	0.038541	10.70	66.37	31.27	2.34	275.00	272.19
Argentina	80	Q200	1117.00	258.44	262.46	264.50	269.58	0.033618	11.82	94.48	33.47	2.25	275.00	272.19
Argentina	80	Q500	1484.00	258.44	263.19	265.51	271.12	0.029010	12.48	118.94	33.70	2.12	275.00	272.19
Argentina	70	Q50	710.00	258.09	261.39	262.98	267.13	0.035684	10.62	66.88	30.52	2.29	275.00	271.80
Argentina	70	Q200	1117.00	258.09	262.24	264.24	269.30	0.032592	11.78	94.85	33.73	2.24	275.00	271.80
Argentina	70	Q500	1484.00	258.09	262.95	265.24	270.90	0.028601	12.49	118.78	33.99	2.13	275.00	271.80
Argentina	60	Q50	710.00	257.51	260.96	262.58	266.54	0.033022	10.47	67.82	29.62	2.21	275.00	271.25
Argentina	60	Q200	1117.00	257.51	261.90	263.89	268.76	0.029493	11.60	96.28	31.95	2.13	275.00	271.25
Argentina	60	Q500	1484.00	257.51	262.64	264.93	270.41	0.026352	12.35	120.16	32.36	2.05	275.00	271.25
Argentina	50	Q50	710.00	256.26	261.46	262.80	265.76	0.019363	9.19	77.27	25.42	1.68	275.00	270.59
Argentina	50	Q200	1117.00	256.26	262.65	264.26	267.91	0.018031	10.16	109.96	28.99	1.66	275.00	270.59
Argentina	50	Q500	1484.00	256.26	263.57	265.40	269.54	0.016619	10.83	137.09	30.33	1.63	275.00	270.59
Argentina	40	Q50	710.00	255.84	259.88	261.54	265.14	0.022538	10.16	69.88	23.34	1.87	275.00	269.63
Argentina	40	Q200	1117.00	255.84	261.17	263.15	267.34	0.019371	11.00	101.51	26.13	1.78	275.00	269.63
Argentina	40	Q500	1484.00	255.84	262.13	264.23	268.99	0.019027	11.61	127.87	29.78	1.79	275.00	269.63
Argentina	30	Q50	710.00	255.55	258.97	260.62	264.34	0.025328	10.26	69.19	25.43	1.99	270.00	268.53
Argentina	30	Q200	1117.00	255.55	260.08	262.09	266.61	0.022379	11.33	98.62	27.92	1.92	270.00	268.53
Argentina	30	Q500	1484.00	255.55	260.94	263.22	268.29	0.020800	12.02	123.51	29.90	1.89	270.00	268.53
Argentina	20	Q50	710.00	254.08	258.06	259.59	262.87	0.022055	9.72	73.06	25.94	1.85	270.00	266.85
Argentina	20	Q200	1117.00	254.08	259.09	261.05	265.25	0.021972	11.00	101.55	29.49	1.89	270.00	266.85
Argentina	20	Q500	1484.00	254.08	259.86	262.13	267.00	0.021809	11.84	125.32	32.16	1.91	270.00	266.85
Argentina	10	Q50	710.00	251.98	255.75	257.45	261.50	0.031611	10.62	66.85	28.47	2.21	265.00	264.90
Argentina	10	Q200	1117.00	251.98	256.65	258.82	263.88	0.029929	11.92	93.71	31.70	2.21	265.00	264.90
Argentina	10	Q500	1484.00	251.98	257.33	259.81	265.64	0.028925	12.78	116.16	34.16	2.21	265.00	264.90


Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
Elevation (m)
235
230
225
220
215
210
205
200
195
190
0
200
400
600
800
1000
1200
Main Channel Distance (m)
Legend
EG Q 500 anni POLIM
EG Q 200 anni POLIM
WS Q 500 anni POLIM
EG Q 50 anni POLIMI
Crit Q 500 anni POLIM
Crit Q 200 anni POLIM
Crit Q 50 anni POLIMI
WS Q 200 anni POLIM
WS Q 50 anni POLIMI
Ground
LOB
ROB

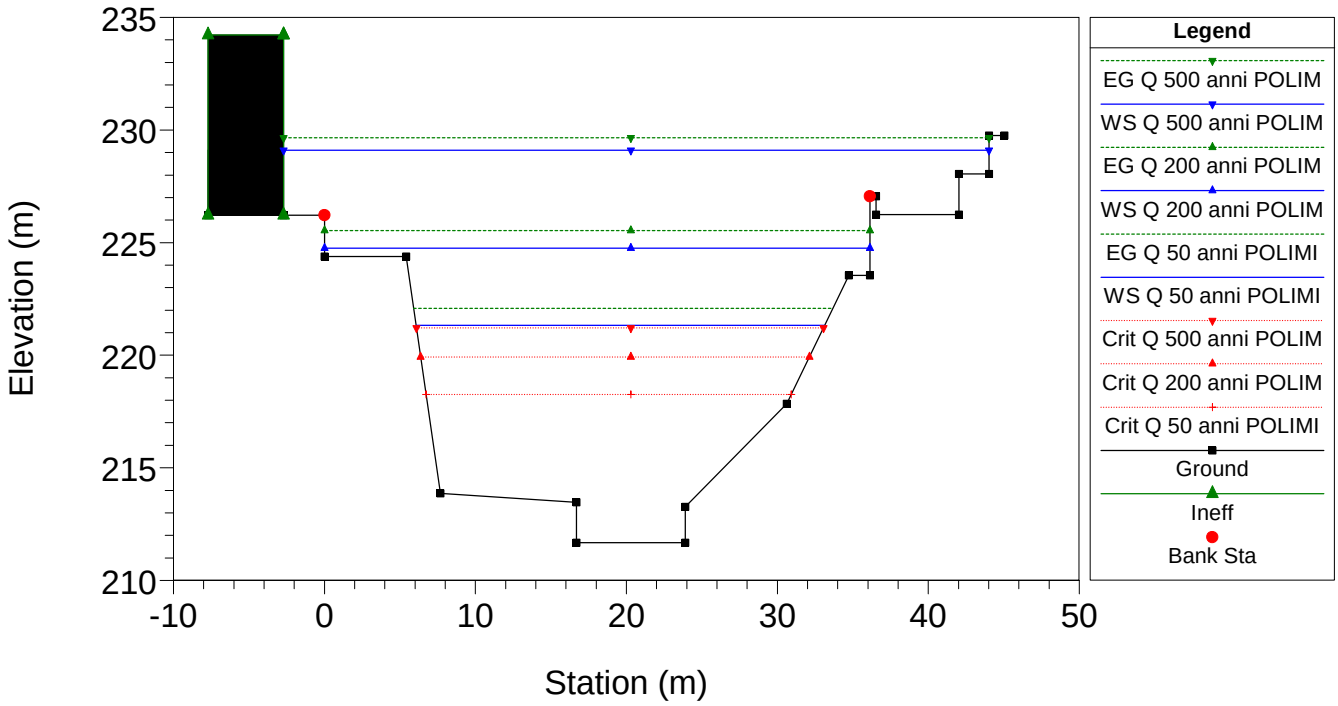
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2640 Sezione



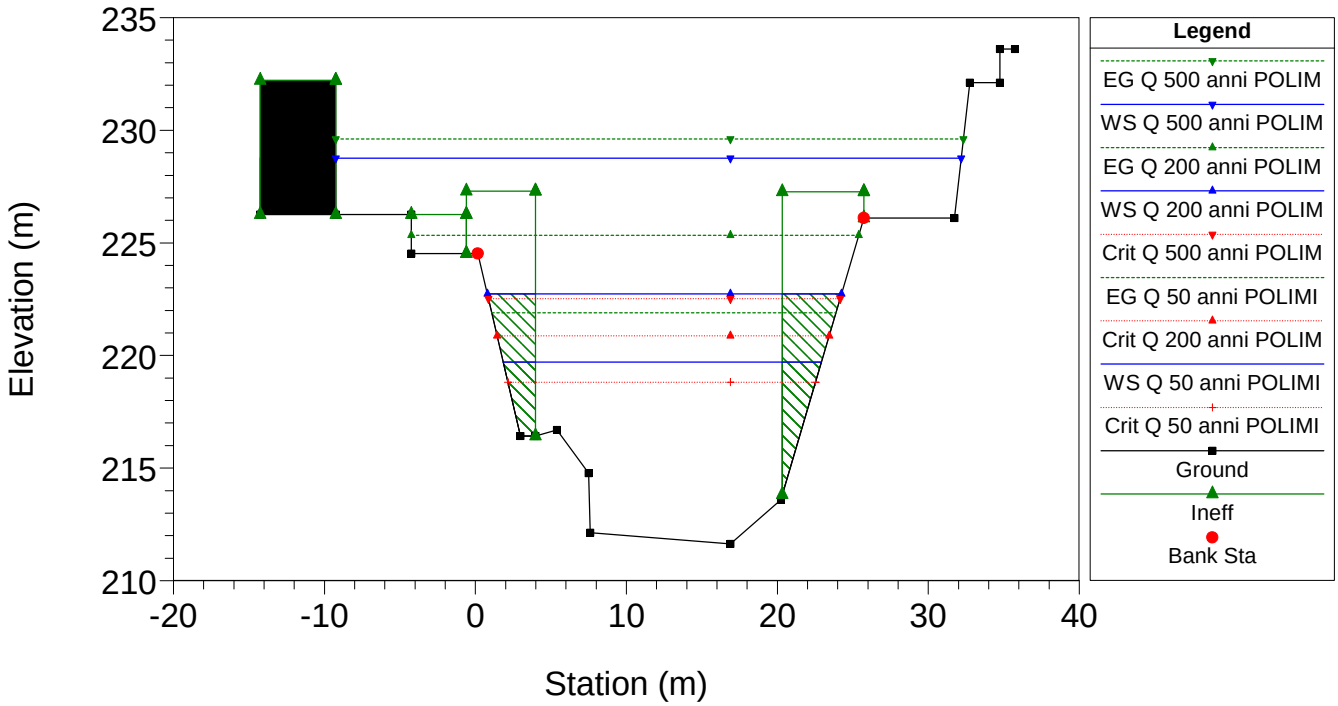
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2630 Sezione filo a monte del rudere vecchio ponte



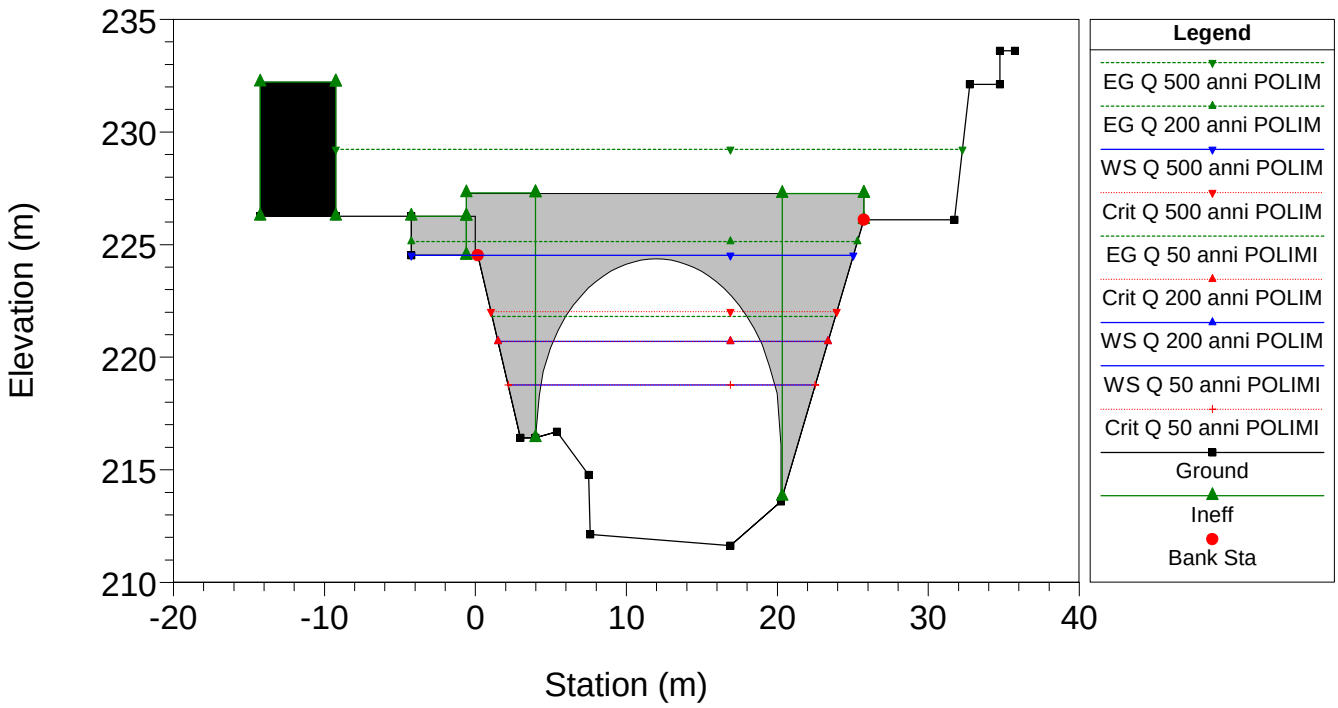
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2620 Sezione a monte del ponte in località Desteglio



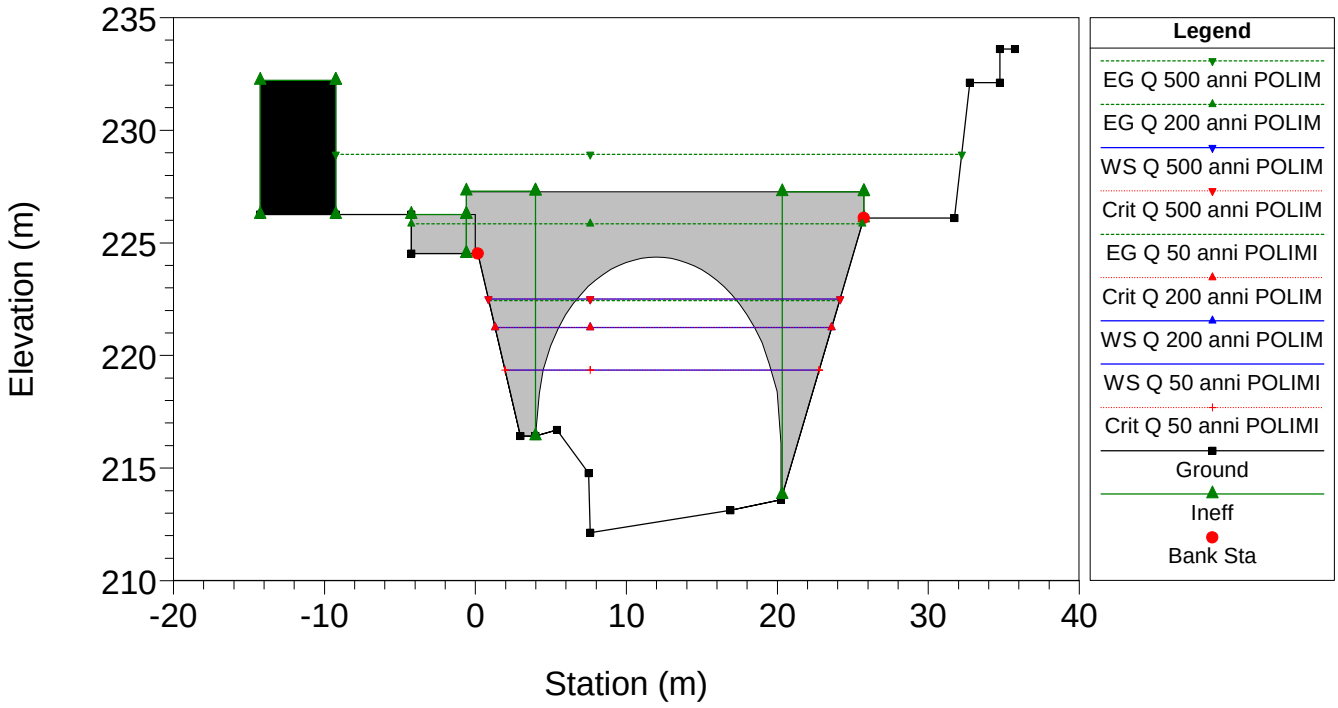
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2610 Sezione filo a monte ponte in località Desteglio



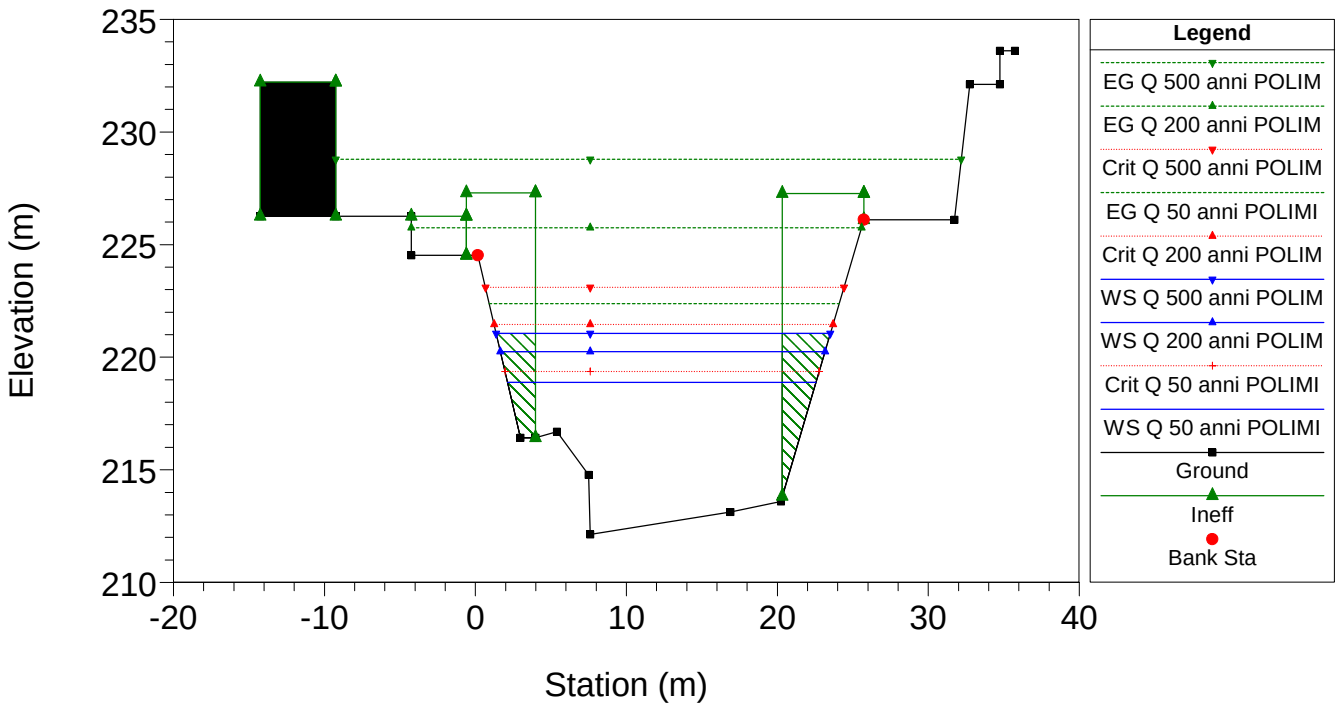
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2605 BR Ponte in località Desteglio



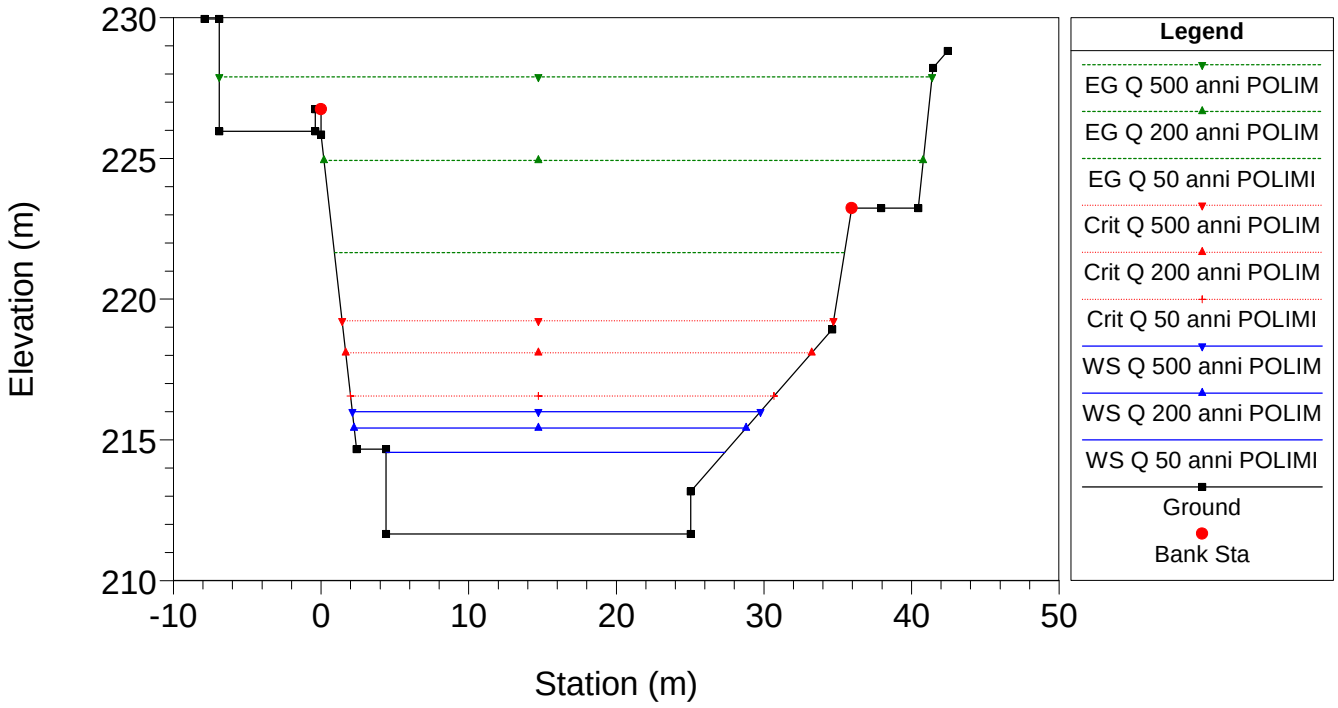
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2605 BR Ponte in località Desteglio



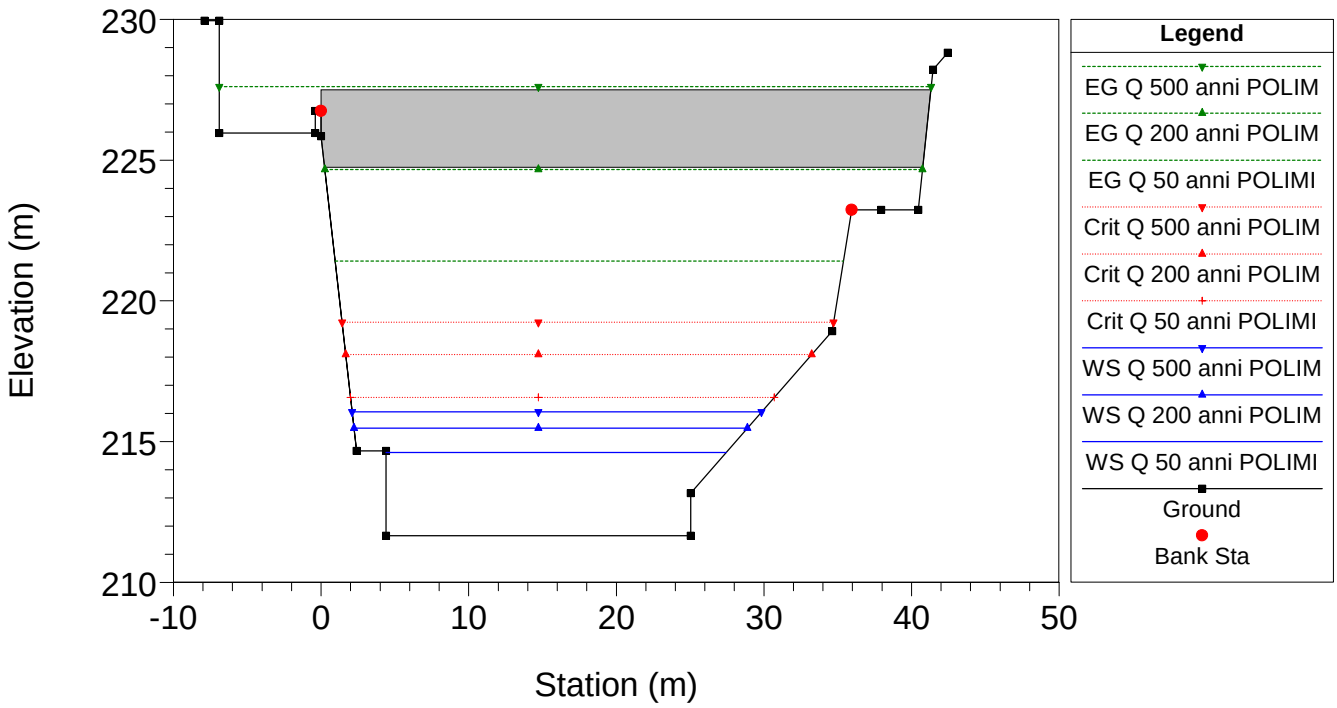
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2604 Sezione filo a valle ponte in località Desteglio



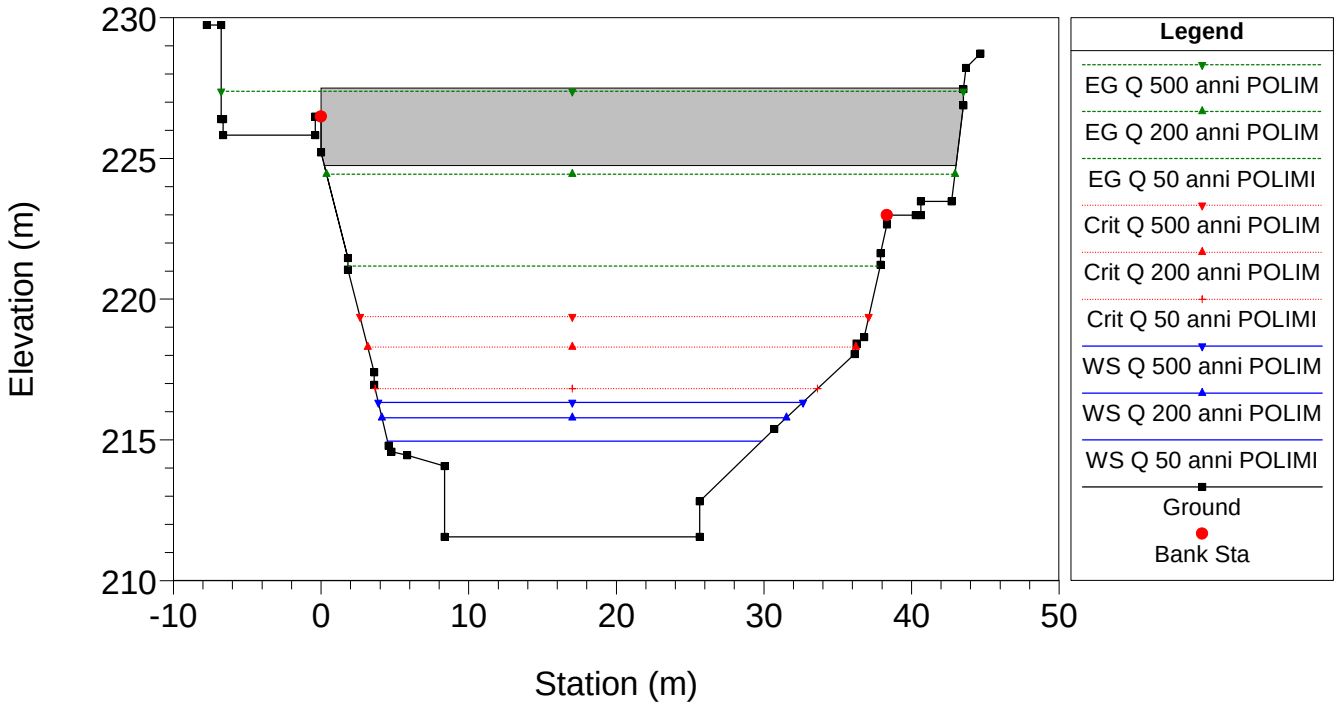
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2600 Sezione a valle del ponte in località Desteglio



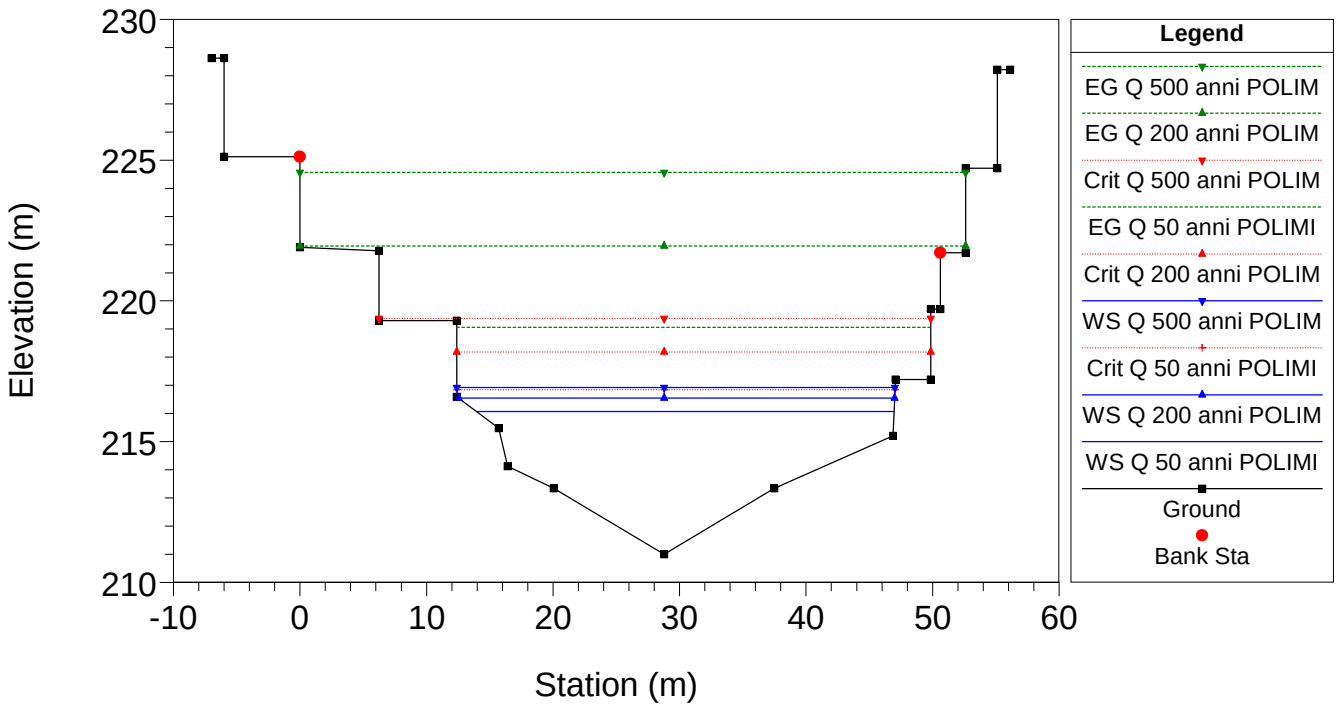
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2599 BR



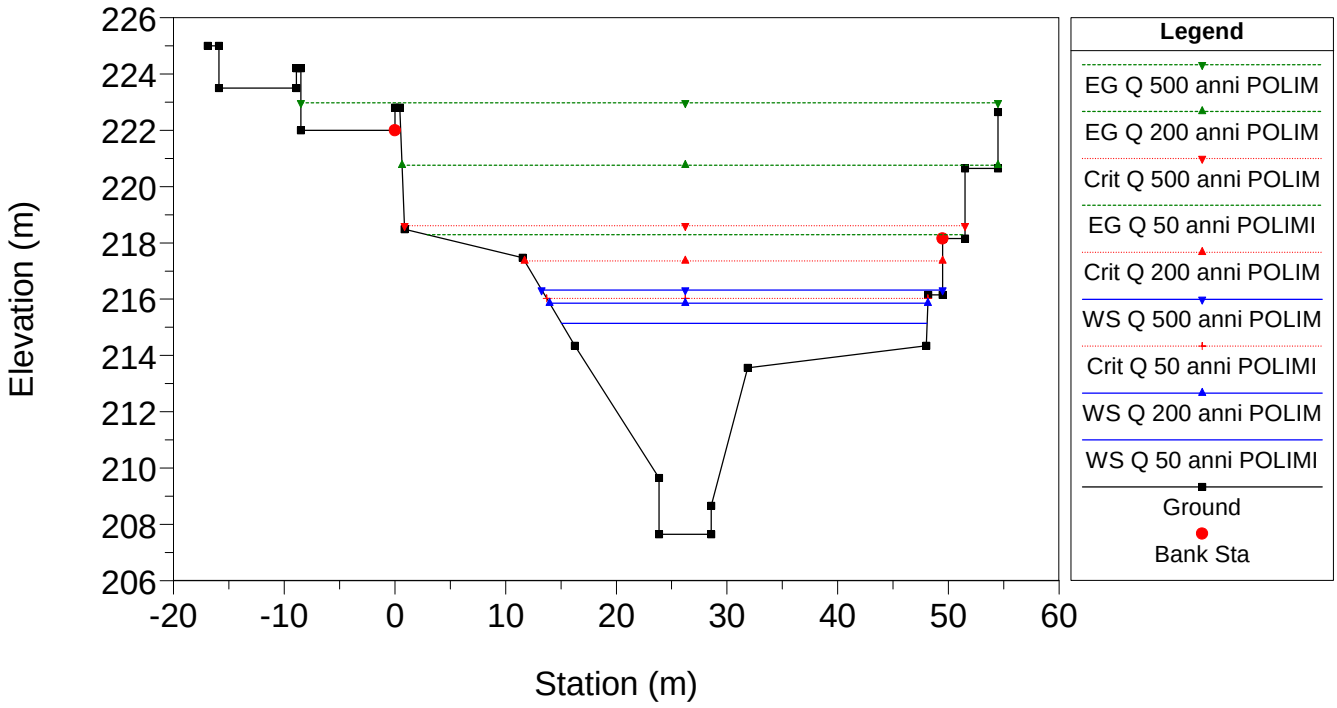
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2599 BR



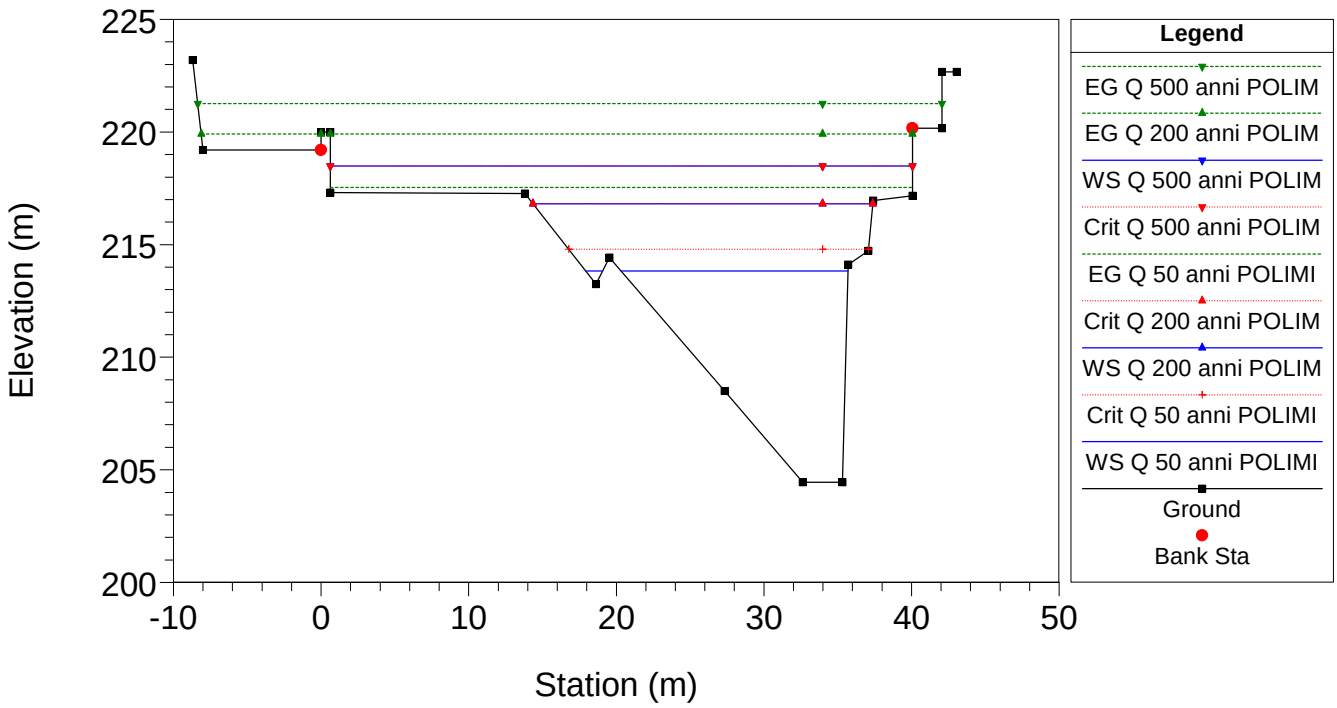
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2590 Sezione



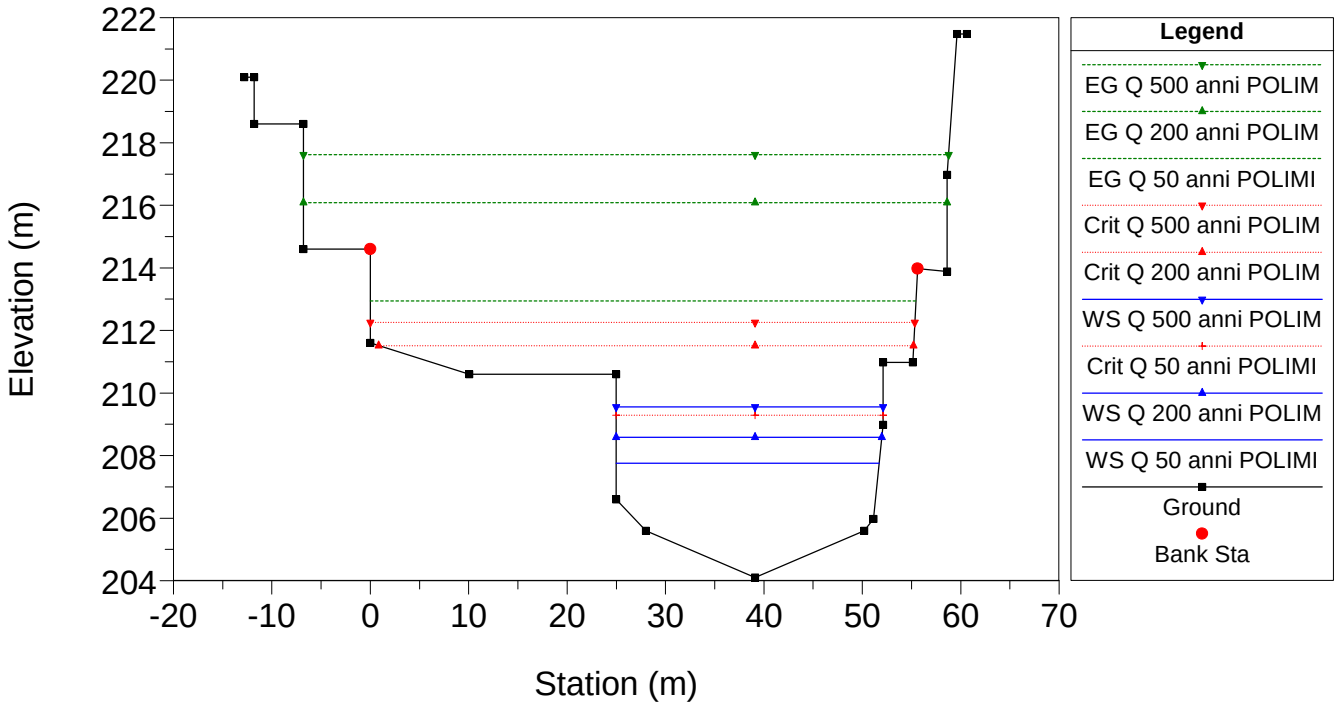
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2580 Sezione



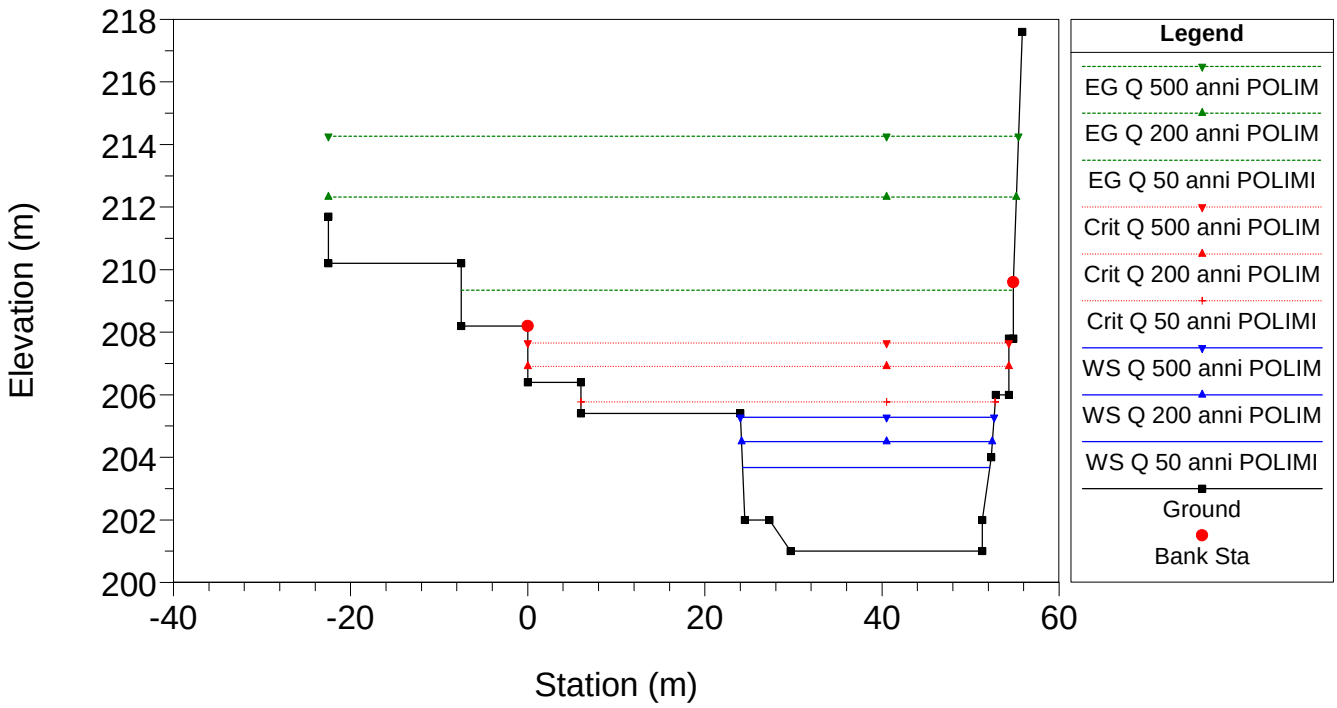
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2570 Sezione



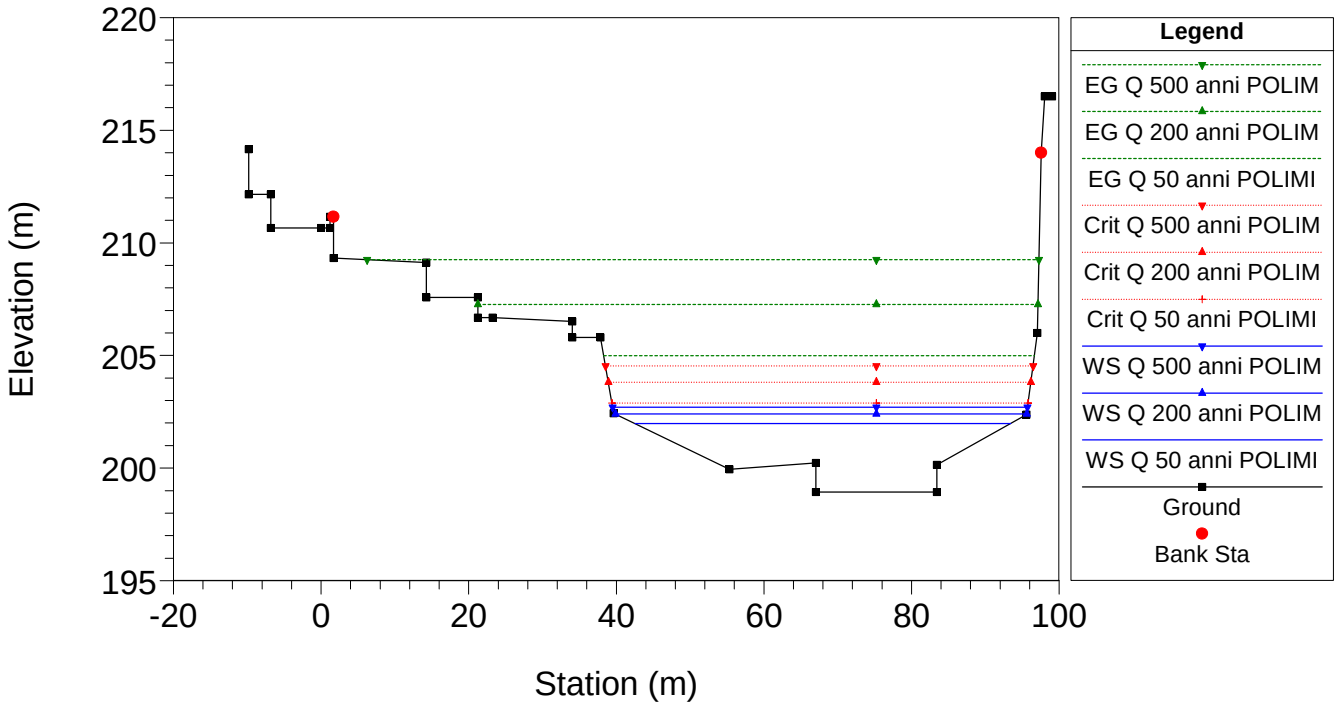
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2560 Sezione



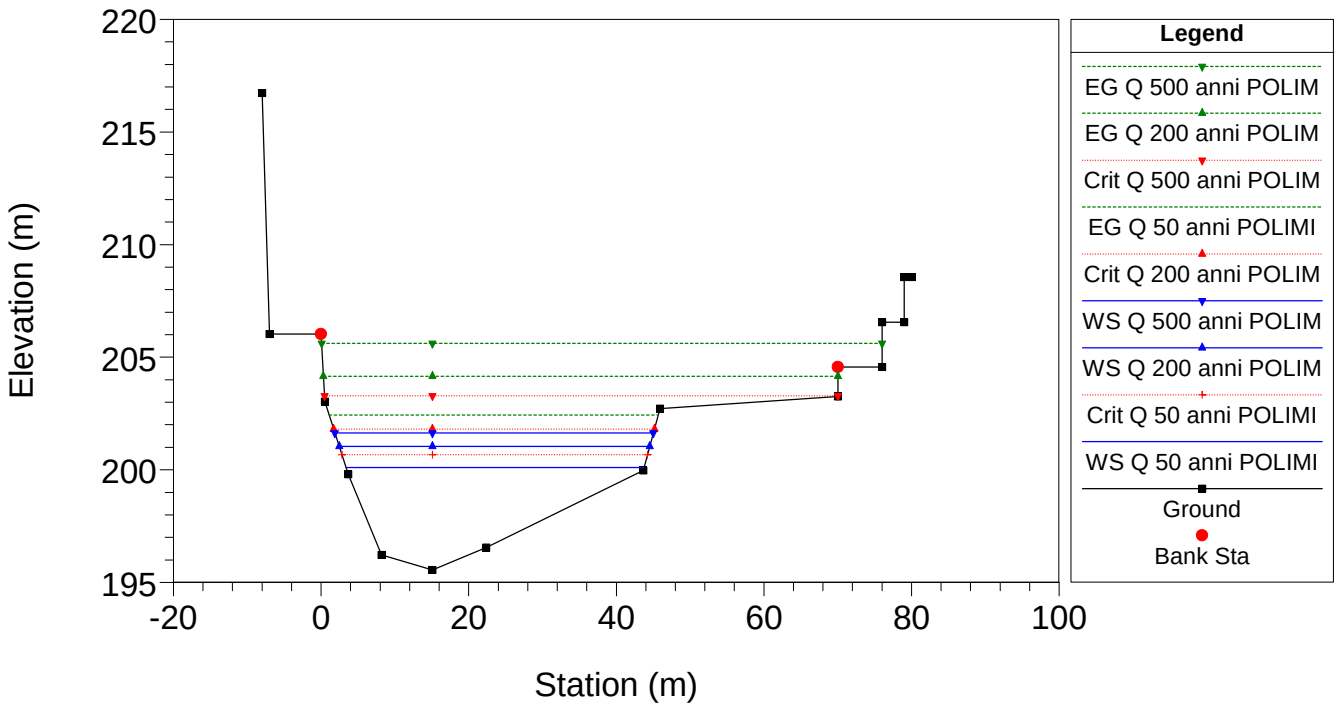
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2550 Sezione



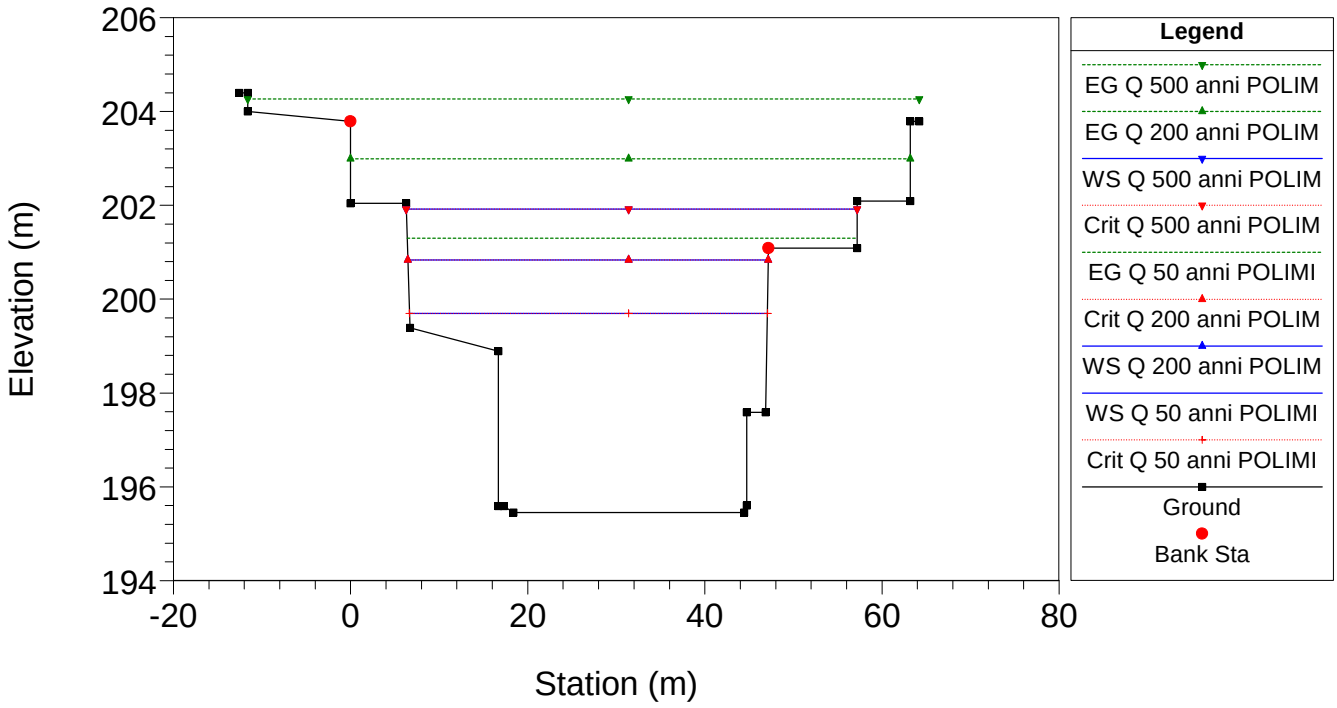
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2540 Sezione



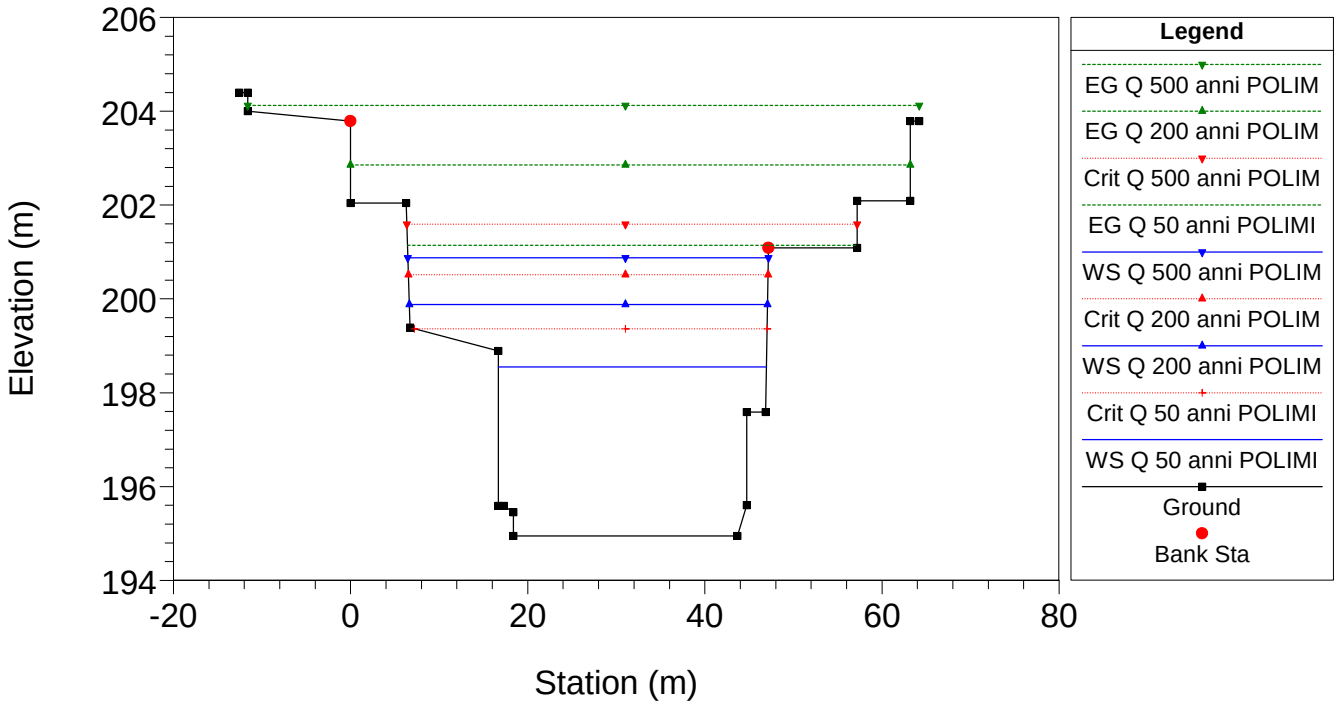
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2530 Sezione



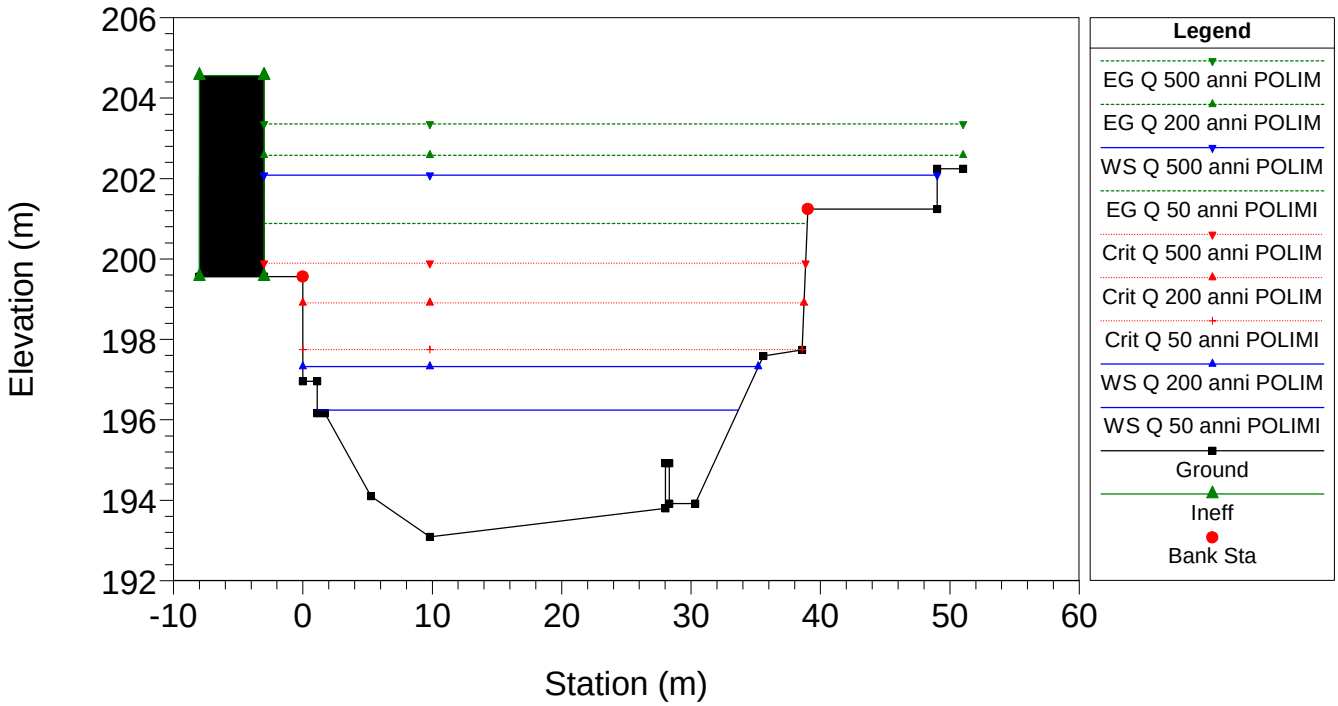
Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2520 Sezione filo a monte della briglia località S. Antonio



Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2518 Sezione filo a valle della briglia località S. Antonio

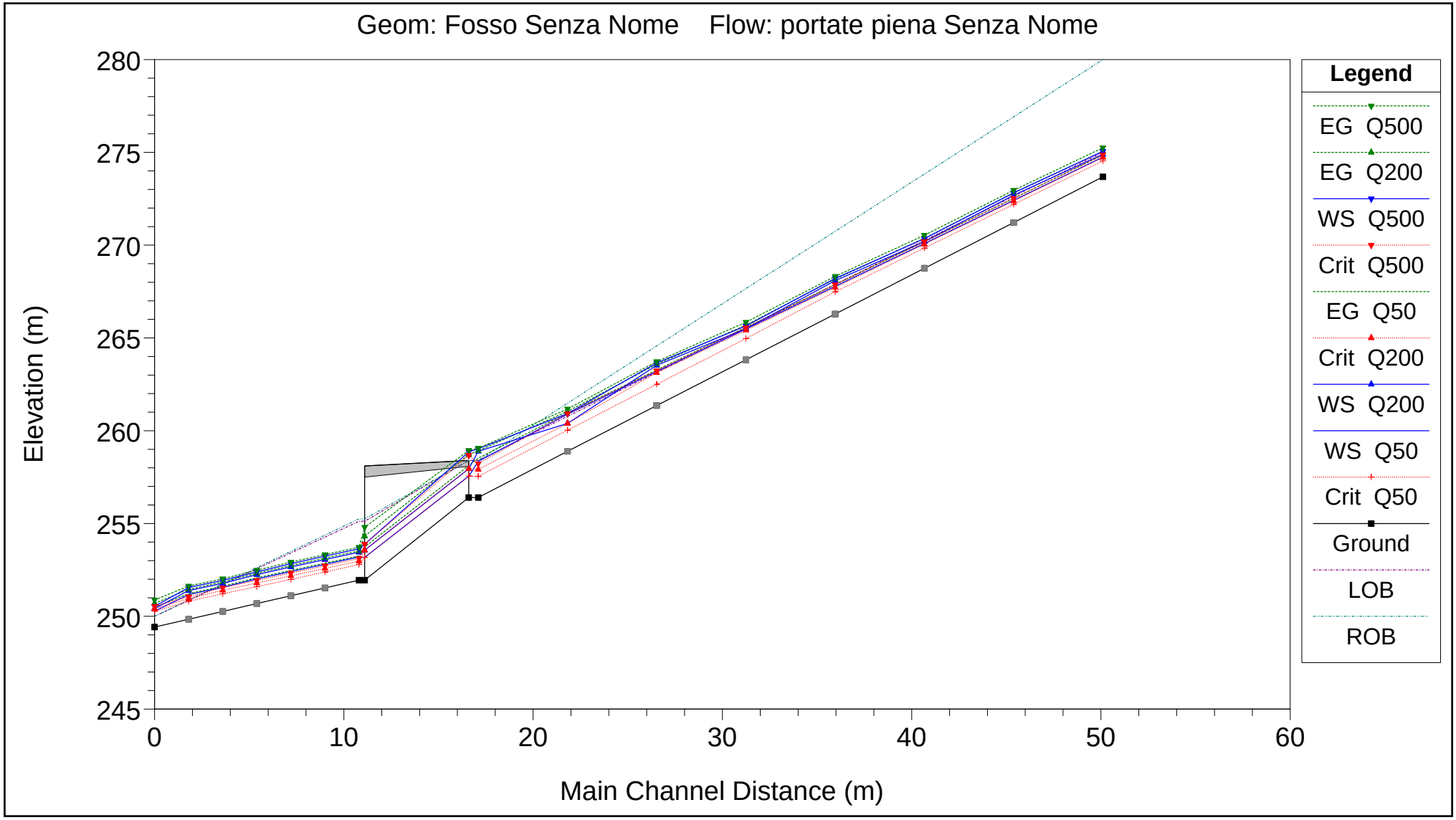


Torrente Argentina a Badalucco Plan: sdf POLIMI 02/04/2015
Geom: sdf 2002_rev2009 Flow: portate metodo POLIMI
RS = 2510 Sezione a monte della confluenza con il Torrente Carpasina

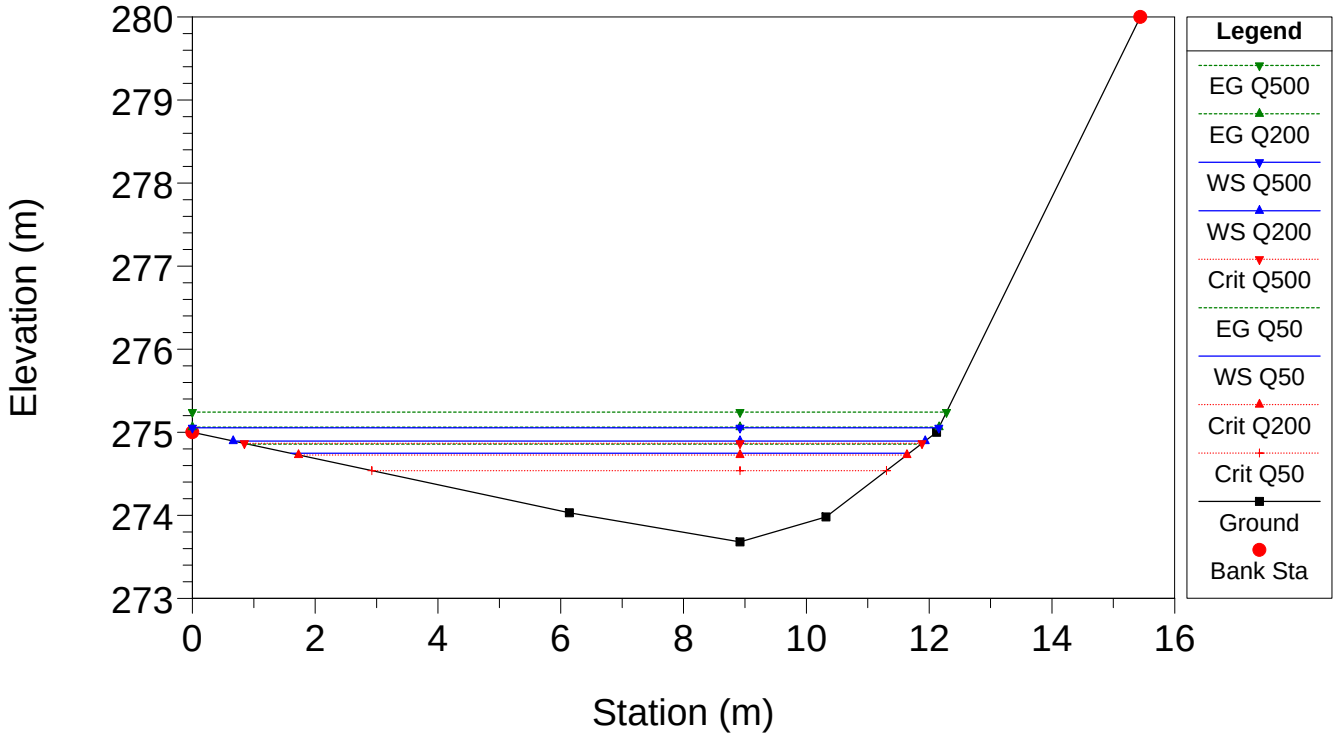


HEC-RAS Plan: sdf POLIMI River: Argentina Reach: Argentina monte

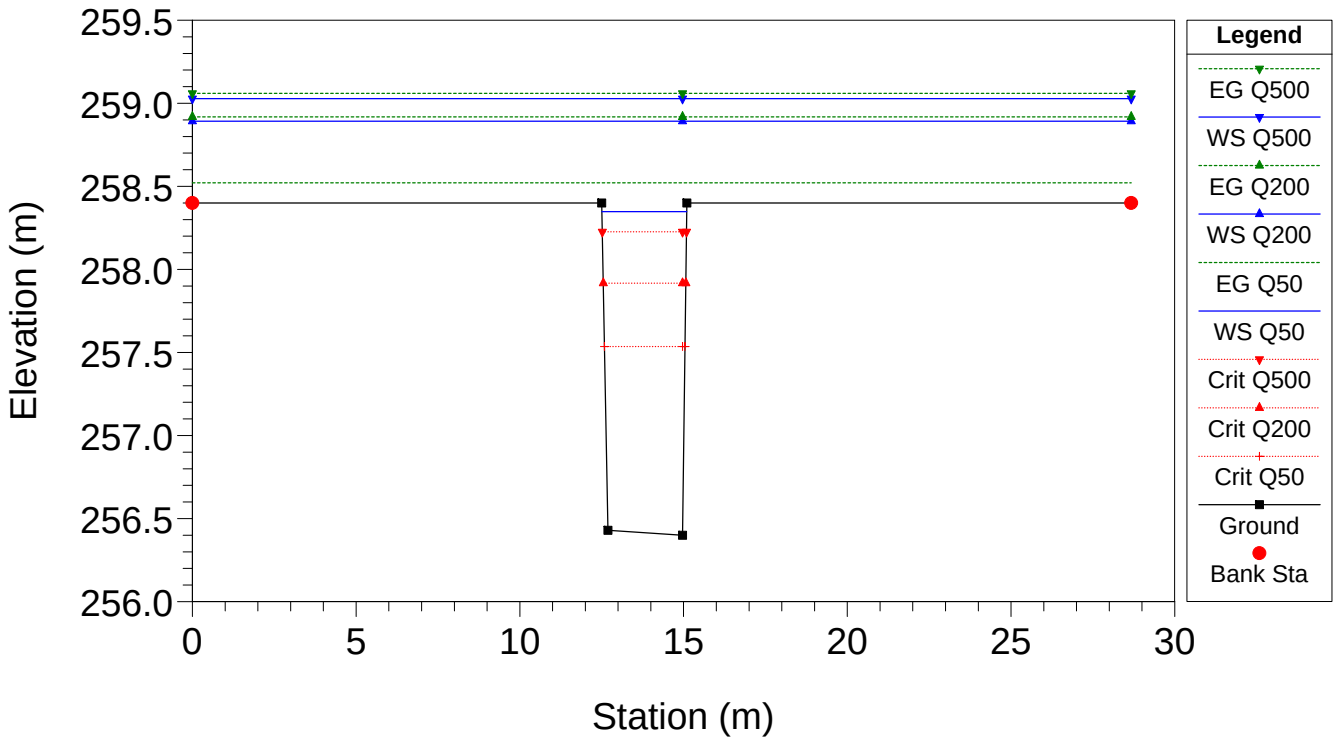
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl	LOB Elev	ROB Elev
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)		(m)	(m)
Argentina monte	2640	Q 50 anni POLIMI	725.00	211.41	222.46	220.82	223.26	0.002937	3.98	182.20	45.52	0.63	226.33	227.07
Argentina monte	2640	Q 200 anni POLIM	1141.00	211.41	226.21	222.43	226.71	0.000925	3.13	364.20	50.35	0.37	226.33	227.07
Argentina monte	2640	Q 500 anni POLIM	1516.00	211.41	229.82	223.29	230.18	0.000407	2.70	584.73	63.00	0.26	226.33	227.07
Argentina monte	2630	Q 50 anni POLIMI	725.00	211.41	219.81	219.81	222.92	0.010490	7.82	92.74	14.84	1.00	227.10	227.71
Argentina monte	2630	Q 200 anni POLIM	1141.00	211.41	223.01	222.01	226.38	0.008550	8.13	140.29	14.84	0.84	227.10	227.71
Argentina monte	2630	Q 500 anni POLIM	1516.00	211.41	228.35	223.77	230.02	0.004835	5.77	268.90	43.17	0.68	227.10	227.71
Argentina monte	2620	Q 50 anni POLIMI	725.00	211.67	221.33	218.26	222.09	0.001534	3.86	187.80	27.06	0.47	226.22	227.05
Argentina monte	2620	Q 200 anni POLIM	1141.00	211.67	224.75	219.92	225.54	0.001360	3.95	288.92	36.13	0.45	226.22	227.05
Argentina monte	2620	Q 500 anni POLIM	1516.00	211.67	229.10	221.22	229.66	0.000593	3.33	472.67	46.73	0.30	226.22	227.05
Argentina monte	2610	Q 50 anni POLIMI	725.00	211.63	219.71	218.81	221.90	0.003692	6.56	110.49	21.08	0.81	224.52	226.11
Argentina monte	2610	Q 200 anni POLIM	1141.00	211.63	222.74	220.88	225.33	0.002661	7.13	160.02	23.47	0.73	224.52	226.11
Argentina monte	2610	Q 500 anni POLIM	1516.00	211.63	228.76	222.53	229.61	0.000916	4.19	389.36	41.43	0.37	224.52	226.11
Argentina monte	2605		Bridge											
Argentina monte	2604	Q 50 anni POLIMI	725.00	212.13	218.88	219.37	222.38	0.007789	8.28	87.51	20.43	1.14	224.52	226.11
Argentina monte	2604	Q 200 anni POLIM	1141.00	212.13	220.25	221.45	225.75	0.009054	10.39	109.80	21.50	1.28	224.52	226.11
Argentina monte	2604	Q 500 anni POLIM	1516.00	212.13	221.06	223.10	228.79	0.010937	12.32	123.04	22.14	1.43	224.52	226.11
Argentina monte	2600	Q 50 anni POLIMI	725.00	211.66	214.56	216.56	221.65	0.039489	11.80	61.43	22.96	2.30	226.75	223.23
Argentina monte	2600	Q 200 anni POLIM	1141.00	211.66	215.42	218.09	224.93	0.043015	13.66	83.53	26.56	2.46	226.75	223.23
Argentina monte	2600	Q 500 anni POLIM	1516.00	211.66	216.00	219.23	227.89	0.045805	15.28	99.25	27.65	2.57	226.75	223.23
Argentina monte	2599		Bridge											
Argentina monte	2598.37*	Q 50 anni POLIMI	725.00	211.55	215.02	216.81	220.95	0.032599	10.79	67.22	25.52	2.12	226.49	222.98
Argentina monte	2598.37*	Q 200 anni POLIM	1141.00	211.55	215.85	218.28	224.19	0.035432	12.80	89.13	27.55	2.27	226.49	222.98
Argentina monte	2598.37*	Q 500 anni POLIM	1516.00	211.55	216.39	219.37	227.12	0.039624	14.51	104.46	28.90	2.44	226.49	222.98
Argentina monte	2590	Q 50 anni POLIMI	725.00	211.00	216.07	216.85	219.06	0.013014	7.66	94.64	32.98	1.44	225.12	221.71
Argentina monte	2590	Q 200 anni POLIM	1141.00	211.00	216.55	218.19	221.94	0.020455	10.29	110.86	34.46	1.83	225.12	221.71
Argentina monte	2590	Q 500 anni POLIM	1516.00	211.00	216.92	219.38	224.56	0.025779	12.25	123.77	34.65	2.07	225.12	221.71
Argentina monte	2580	Q 50 anni POLIMI	725.00	207.65	215.14	216.03	218.29	0.017186	7.87	92.13	33.02	1.50	222.00	218.15
Argentina monte	2580	Q 200 anni POLIM	1141.00	207.65	215.86	217.36	220.76	0.020840	9.81	116.37	34.18	1.70	222.00	218.15
Argentina monte	2580	Q 500 anni POLIM	1516.00	207.65	216.33	218.61	222.97	0.025671	11.42	132.76	36.23	1.90	222.00	218.15
Argentina monte	2570	Q 50 anni POLIMI	725.00	204.45	213.83	214.80	217.54	0.014335	8.53	84.96	16.52	1.20	219.20	220.17
Argentina monte	2570	Q 200 anni POLIM	1141.00	204.45	216.82	216.82	219.90	0.008614	7.78	146.62	23.02	0.98	219.20	220.17
Argentina monte	2570	Q 500 anni POLIM	1516.00	204.45	218.48	218.48	221.26	0.008397	7.38	205.29	39.43	1.03	219.20	220.17
Argentina monte	2560	Q 50 anni POLIMI	725.00	204.10	207.76	209.29	212.95	0.025531	10.09	71.84	26.71	1.96	214.60	213.98
Argentina monte	2560	Q 200 anni POLIM	1141.00	204.10	208.58	211.51	216.09	0.027787	12.14	94.01	26.99	2.08	214.60	213.98
Argentina monte	2560	Q 500 anni POLIM	1516.00	204.10	209.56	212.26	217.62	0.023256	12.58	120.52	27.12	1.90	214.60	213.98
Argentina monte	2550	Q 50 anni POLIMI	725.00	201.00	203.68	205.77	209.34	0.032217	10.54	68.79	27.92	2.14	208.20	209.60
Argentina monte	2550	Q 200 anni POLIM	1141.00	201.00	204.51	206.91	212.32	0.032357	12.39	92.11	28.33	2.19	208.20	209.60
Argentina monte	2550	Q 500 anni POLIM	1516.00	201.00	205.28	207.65	214.27	0.029718	13.28	114.15	28.63	2.12	208.20	209.60
Argentina monte	2540	Q 50 anni POLIMI	725.00	198.94	201.98	202.89	205.00	0.022957	7.70	94.15	50.90	1.81	211.16	214.00
Argentina monte	2540	Q 200 anni POLIM	1141.00	198.94	202.40	203.81	207.26	0.031142	9.77	116.79	55.71	2.15	211.16	214.00
Argentina monte	2540	Q 500 anni POLIM	1516.00	198.94	202.70	204.53	209.26	0.035780	11.34	133.64	56.21	2.35	211.16	214.00
Argentina monte	2530	Q 50 anni POLIMI	725.00	195.55	200.10	200.67	202.43	0.010743	6.75	107.36	40.40	1.32	206.03	204.56
Argentina monte	2530	Q 200 anni POLIM	1141.00	195.55	201.04	201.81	204.15	0.010290	7.81	146.13	42.09	1.34	206.03	204.56
Argentina monte	2530	Q 500 anni POLIM	1516.00	195.55	201.64	203.28	205.62	0.011158	8.84	171.54	43.16	1.41	206.03	204.56
Argentina monte	2520	Q 50 anni POLIMI	725.00	195.45	199.70	199.70	201.30	0.006882	5.62	129.11	40.41	1.00	203.79	201.09
Argentina monte	2520	Q 200 anni POLIM	1141.00	195.45	200.83	200.83	202.99	0.006550	6.51	175.27	40.70	1.00	203.79	201.09
Argentina monte	2520	Q 500 anni POLIM	1516.00	195.45	201.92	201.92	204.27	0.005508	6.82	228.03	50.90	0.94	203.79	201.09
Argentina monte	2518	Q 50 anni POLIMI	725.00	194.95	198.55	199.36	201.14	0.010737	7.14	101.61	30.25	1.24	203.79	201.09
Argentina monte	2518	Q 200 anni POLIM	1141.00	194.95	199.88	200.52	202.85	0.010777	7.64	149.40	40.46	1.27	203.79	201.09
Argentina monte	2518	Q 500 anni POLIM	1516.00	194.95	200.87	201.60	204.13	0.009050	7.99	189.72	40.71	1.18	203.79	201.09
Argentina monte	2510	Q 50 anni POLIMI	725.00	193.09	196.25	197.75	200.88	0.027677	9.54	75.98	32.55	1.99	199.56	201.24
Argentina monte	2510	Q 200 anni POLIM	1141.00	193.09	197.33	198.91	202.58	0.021421	10.15	112.40	35.20	1.81	199.56	201.24
Argentina monte	2510	Q 500 anni POLIM	1516.00	193.09	202.09	199.90	203.36	0.001906	5.03	312.24	52.03	0.58	199.56	201.24

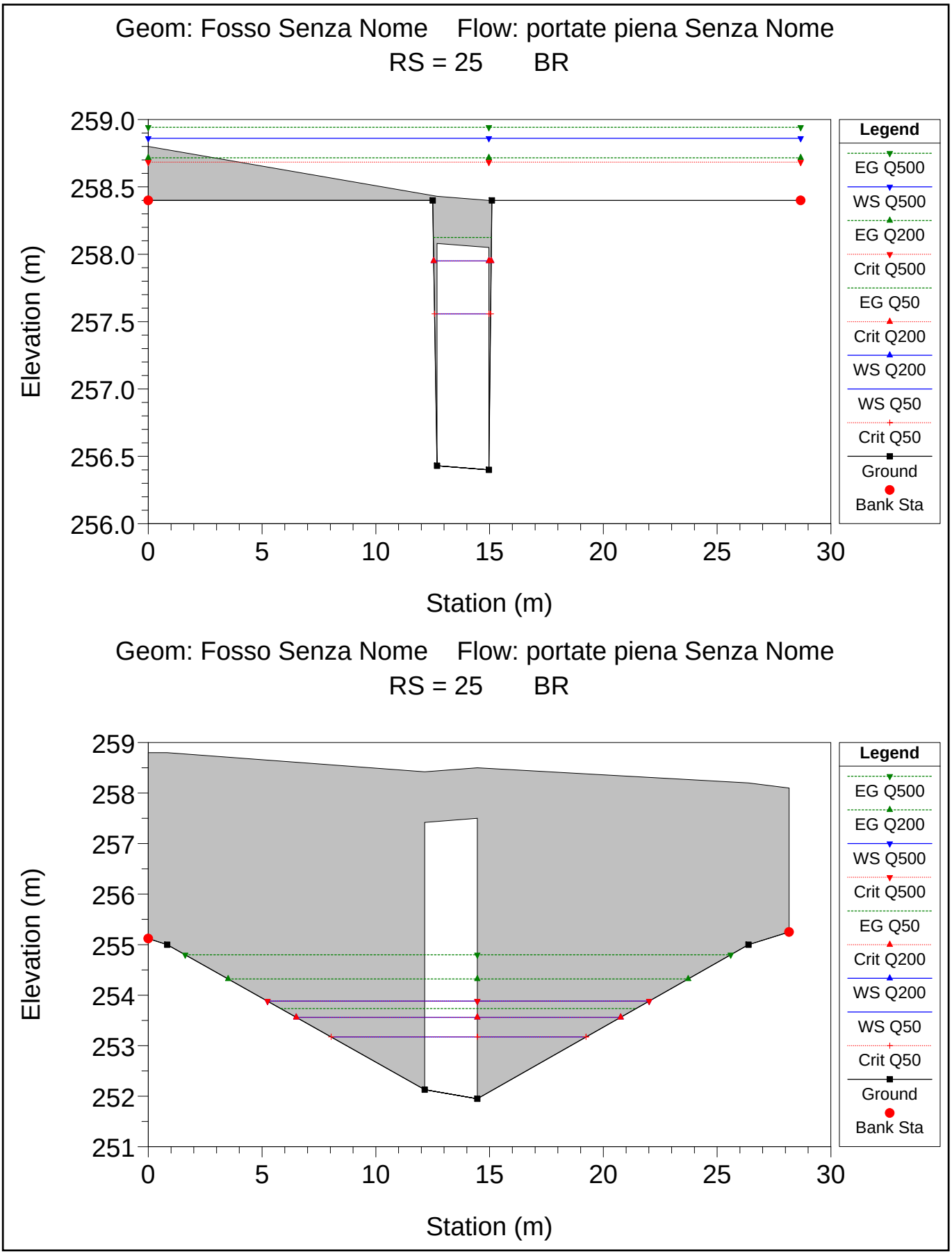

Geom: Fosso Senza Nome Flow: portate piena Senza Nome
Elevation (m)
280
275
270
265
260
255
250
245
0
10
20
30
40
50
60
Main Channel Distance (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
Crit Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
LOB
ROB

Geom: Fosso Senza Nome Flow: portate piena Senza Nome
RS = 40 sezione monte

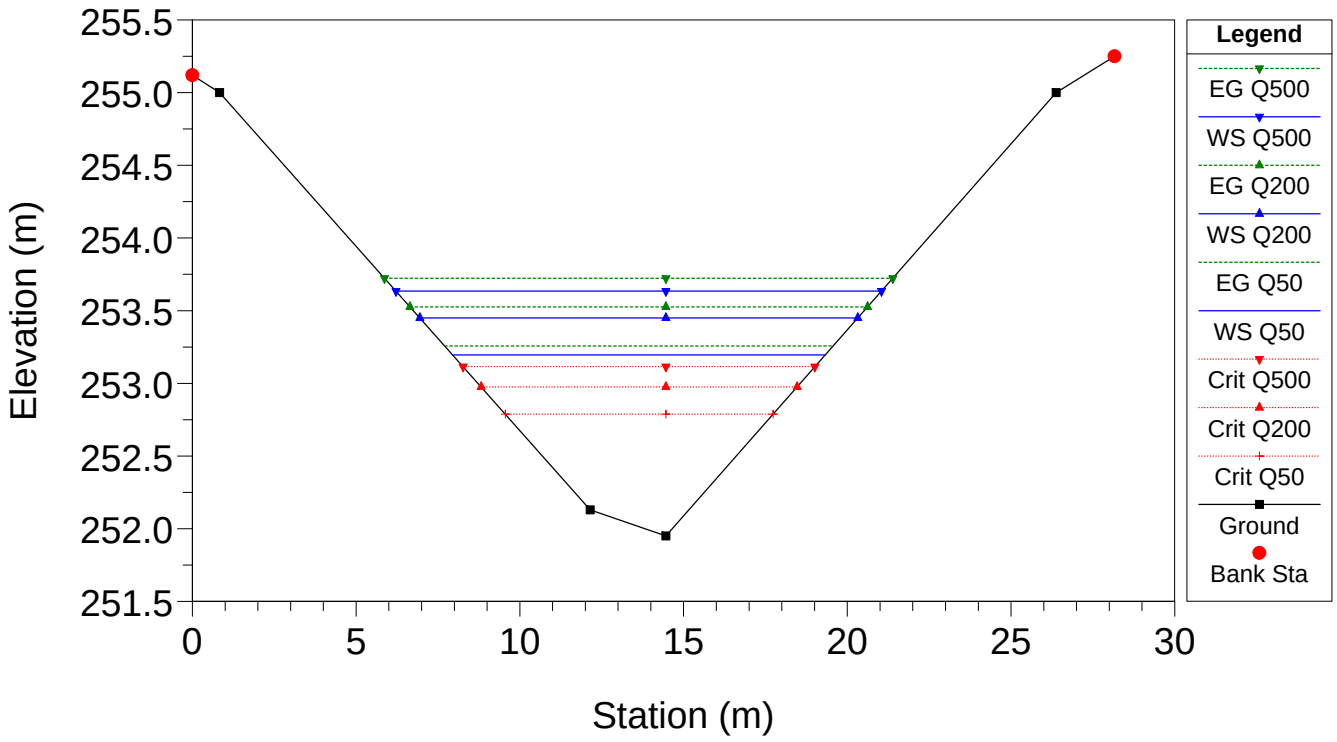


Geom: Fosso Senza Nome Flow: portate piena Senza Nome
RS = 30 sezione monte strada

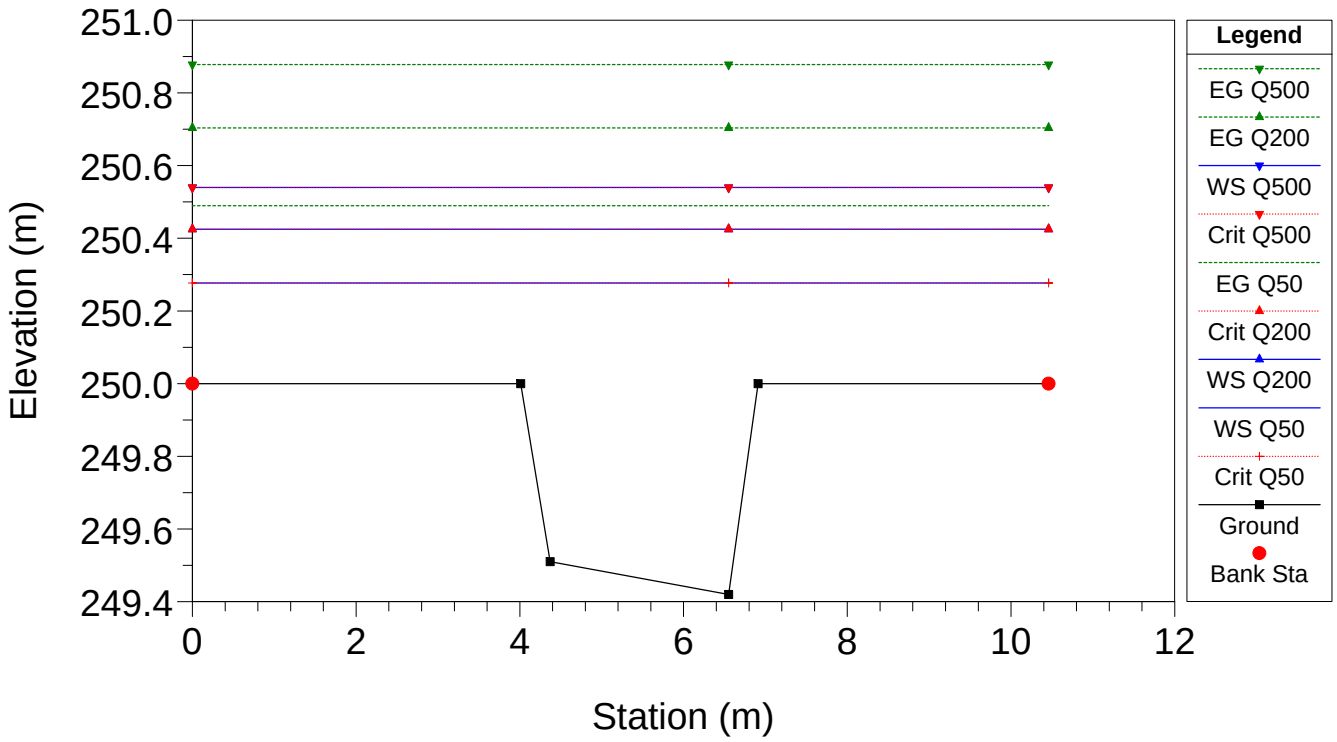



Geom: Fosso Senza Nome Flow: portate piena Senza Nome
RS = 25 BR
Elevation (m)
259.0
258.5
258.0
257.5
257.0
256.5
256.0
0
5
10
15
20
25
30
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
Crit Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Bank Sta
Geom: Fosso Senza Nome Flow: portate piena Senza Nome
RS = 25 BR
Elevation (m)
259
258
257
256
255
254
253
252
251
0
5
10
15
20
25
30
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
Crit Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Bank Sta

Geom: Fosso Senza Nome Flow: portate piena Senza Nome
RS = 20 sezione valle strada

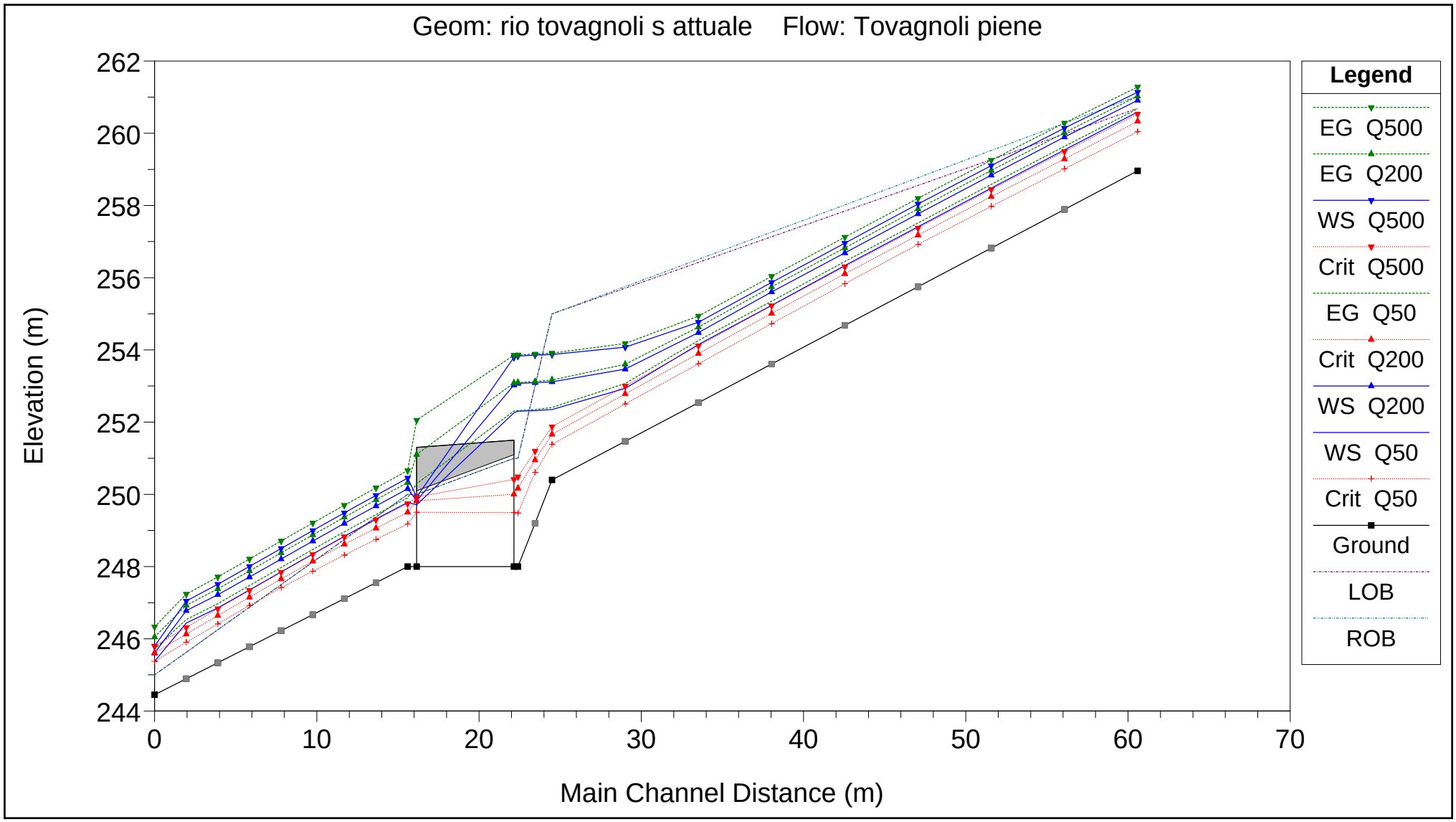


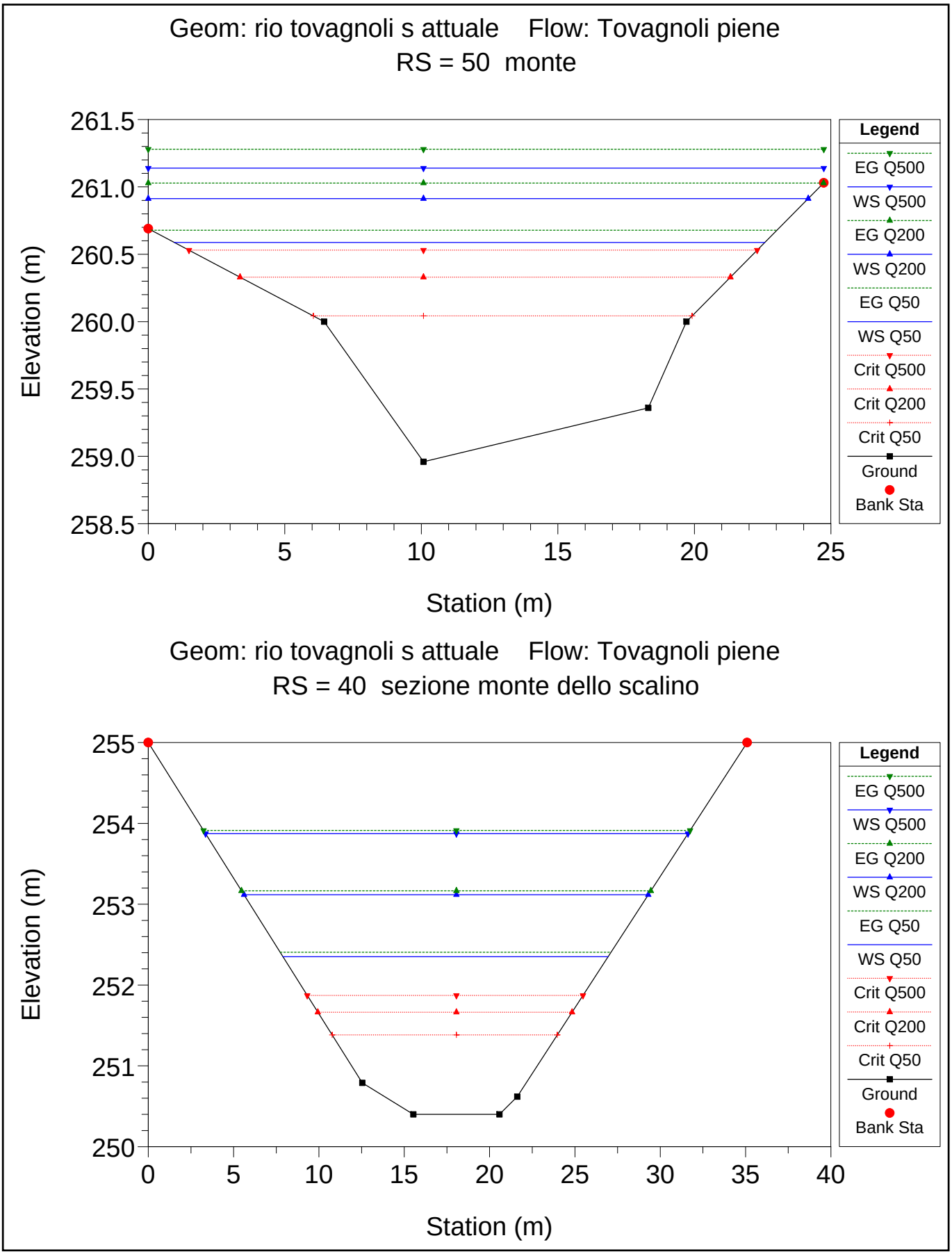
Geom: Fosso Senza Nome Flow: portate piena Senza Nome
RS = 10 sezione valle

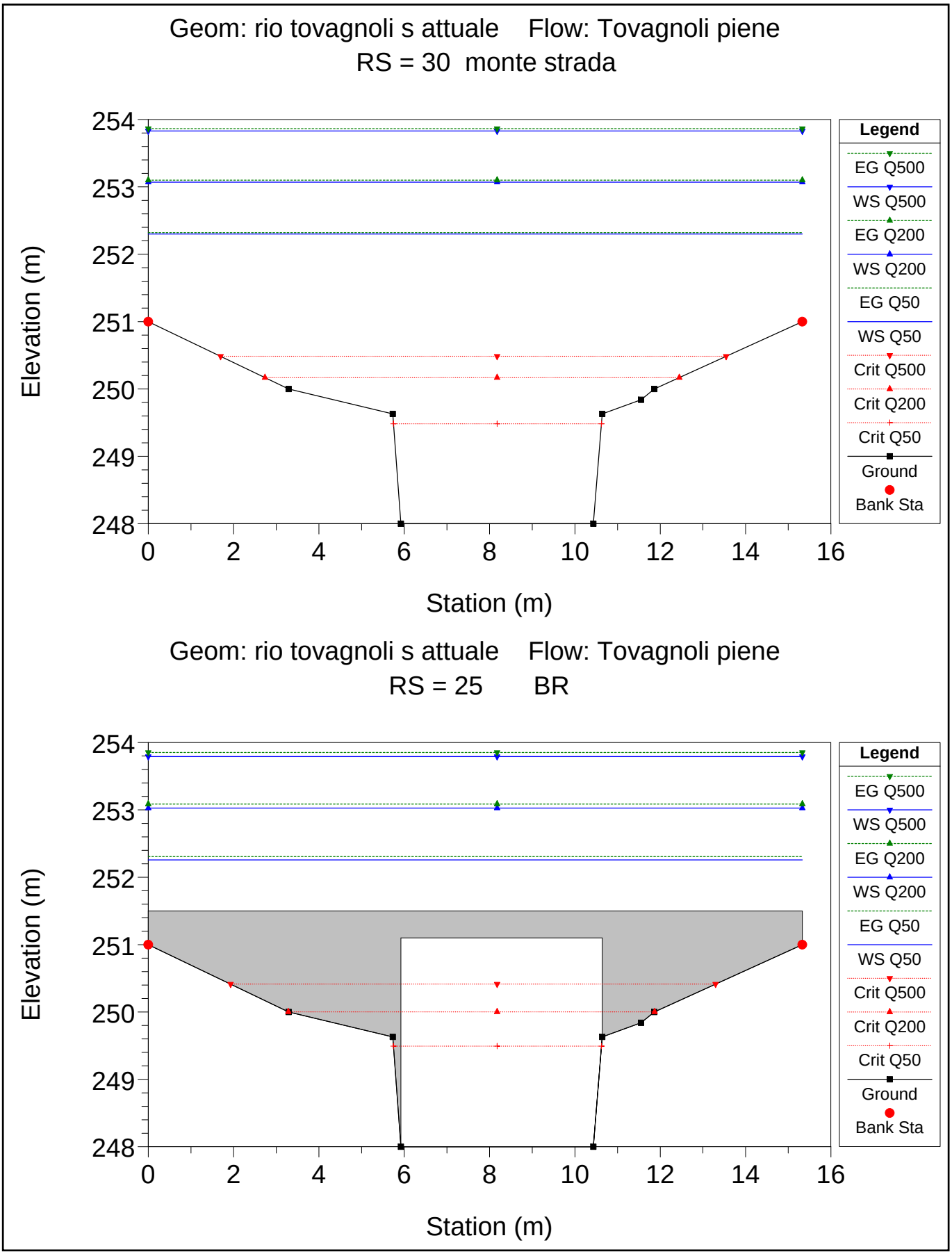


HEC-RAS Plan: SN Piena River: fosso monte Reach: Argentina

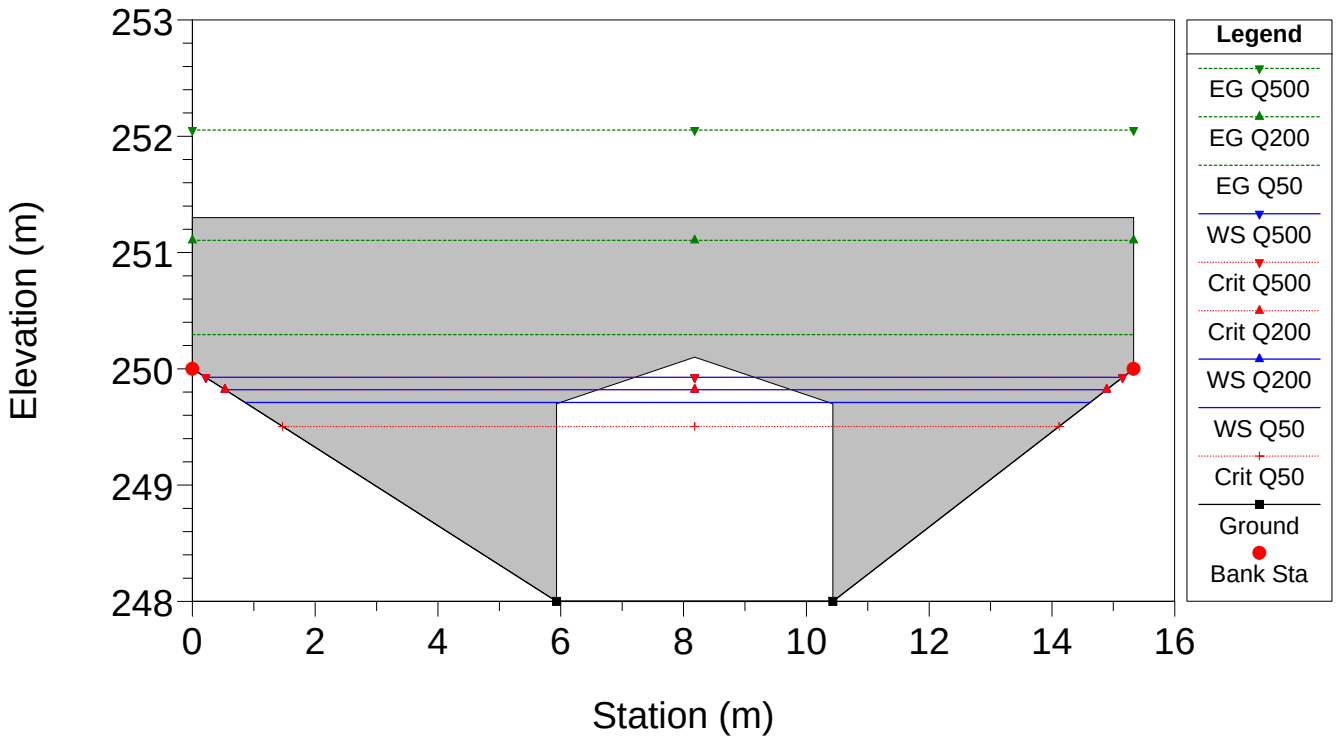
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Argentina	40	Q50	8.69	273.68	274.75	274.54	274.86	0.499822	1.47	5.91	10.07	0.61
Argentina	40	Q200	13.57	273.68	274.89	274.73	275.06	0.643893	1.81	7.49	11.27	0.71
Argentina	40	Q500	18.05	273.68	275.05	274.87	275.24	0.600674	1.92	9.38	12.16	0.70
Argentina	30	Q50	8.69	256.40	258.35	257.54	258.52	0.531027	1.85	4.71	2.59	0.44
Argentina	30	Q200	13.57	256.40	258.89	257.92	258.92	0.118422	0.72	18.95	28.67	0.28
Argentina	30	Q500	18.05	256.40	259.03	258.23	259.06	0.113432	0.79	22.86	28.67	0.28
Argentina	25		Bridge									
Argentina	20	Q50	8.69	251.95	253.20	252.79	253.26	0.217922	1.09	7.94	11.38	0.42
Argentina	20	Q200	13.57	251.95	253.45	252.98	253.53	0.217025	1.22	11.09	13.38	0.43
Argentina	20	Q500	18.05	251.95	253.63	253.12	253.72	0.218162	1.32	13.69	14.83	0.44
Argentina	10	Q50	8.69	249.42	250.28	250.28	250.49	1.727961	2.04	4.25	10.46	1.02
Argentina	10	Q200	13.57	249.42	250.43	250.43	250.70	1.546923	2.34	5.80	10.46	1.00
Argentina	10	Q500	18.05	249.42	250.54	250.54	250.88	1.499637	2.58	7.01	10.46	1.00


Geom: rio tovagnoli s attuale Flow: Tovagnoli piene
Elevation (m)
262
260
258
256
254
252
250
248
246
244
0
10
20
30
40
50
60
70
Main Channel Distance (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
Crit Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
LOB
ROB

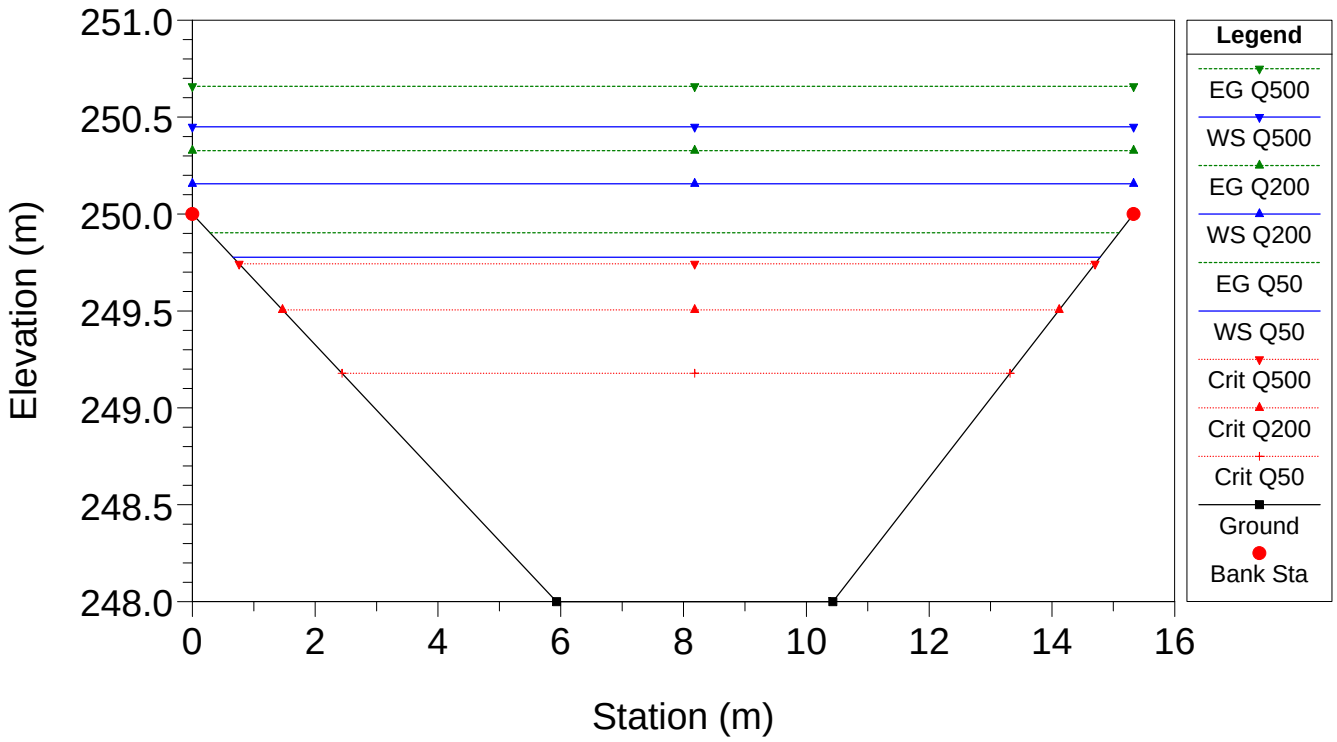

Geom: rio tovagnoli s attuale Flow: Tovagnoli piene
RS = 50 monte
Elevation (m)
261.5
261.0
260.5
260.0
259.5
259.0
258.5
0
5
10
15
20
25
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
WS Q50
Crit Q500
Crit Q200
Crit Q50
Ground
Bank Sta
Geom: rio tovagnoli s attuale Flow: Tovagnoli piene
RS = 40 sezione monte dello scalino
Elevation (m)
255
254
253
252
251
250
0
5
10
15
20
25
30
35
40
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
WS Q50
Crit Q500
Crit Q200
Crit Q50
Ground
Bank Sta

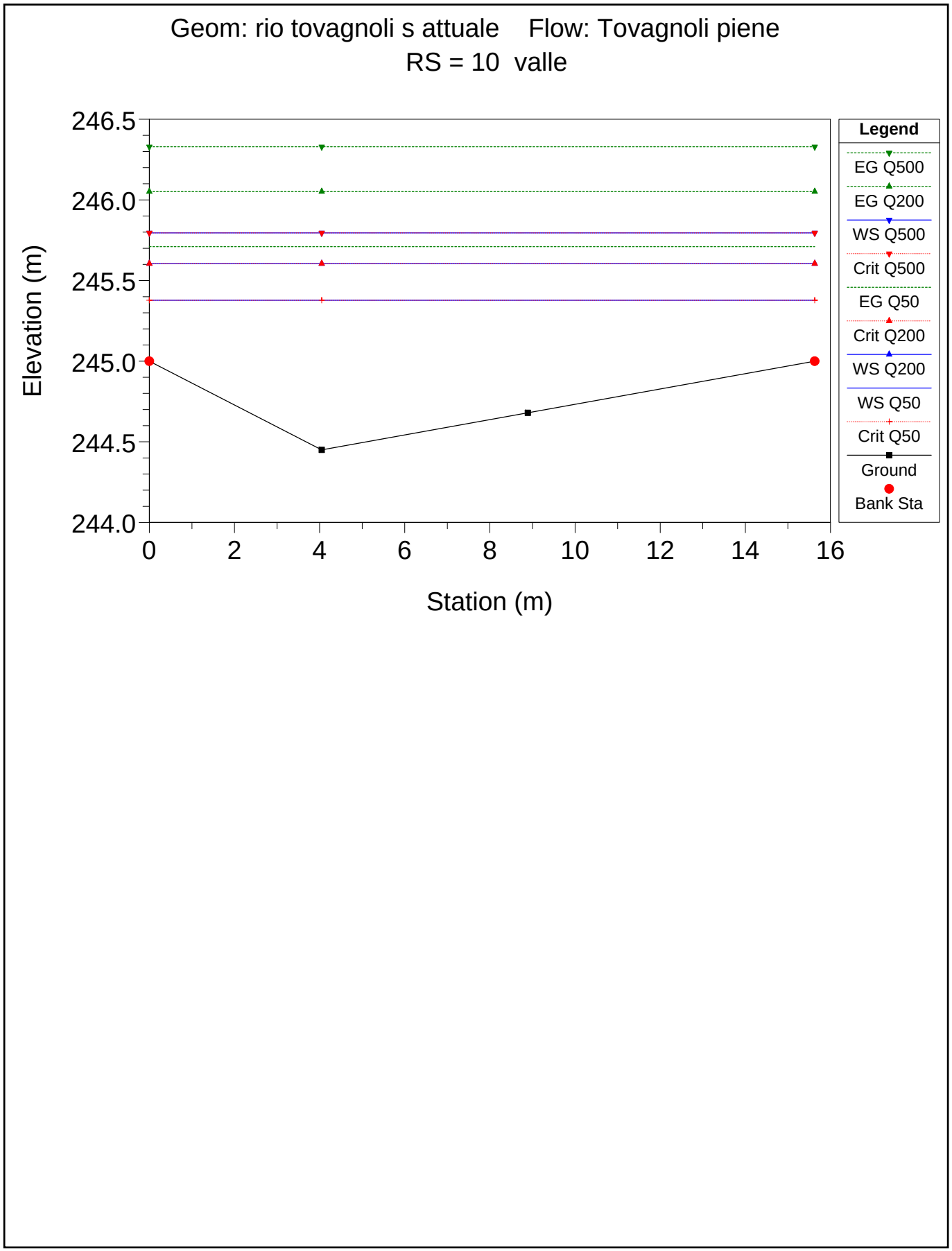

Geom: rio tovagnoli s attuale Flow: Tovagnoli piene
RS = 30 monte strada
Elevation (m)
254
253
252
251
250
249
248
0
2
4
6
8
10
12
14
16
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
WS Q50
Crit Q500
Crit Q200
Crit Q50
Ground
Bank Sta
Geom: rio tovagnoli s attuale Flow: Tovagnoli piene
RS = 25 BR
Elevation (m)
254
253
252
251
250
249
248
0
2
4
6
8
10
12
14
16
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
WS Q50
Crit Q500
Crit Q200
Crit Q50
Ground
Bank Sta

Geom: rio tovagnoli s attuale Flow: Tovagnoli piene
RS = 25 BR



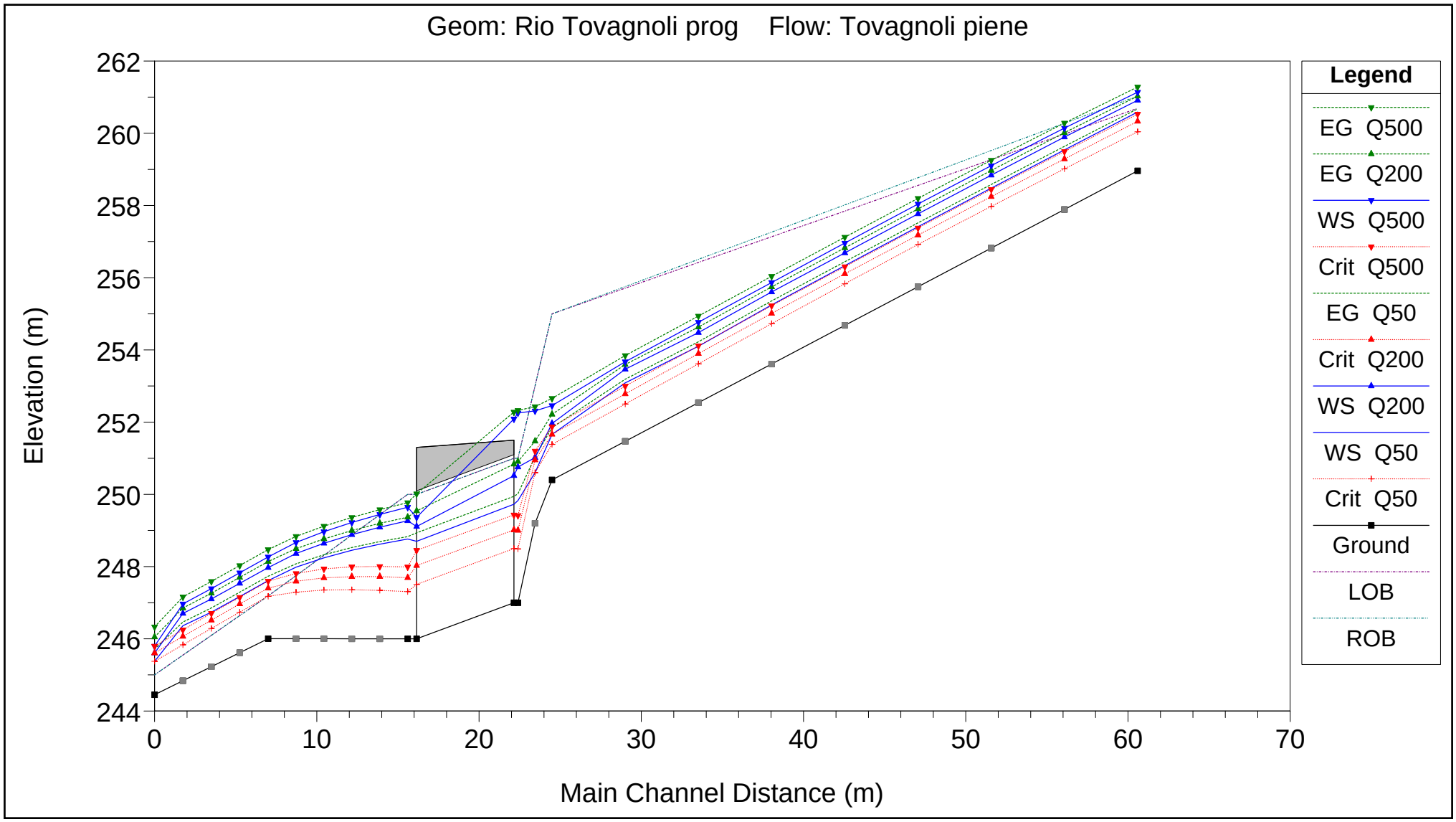
Geom: rio tovagnoli s attuale Flow: Tovagnoli piene
RS = 20 valle strada

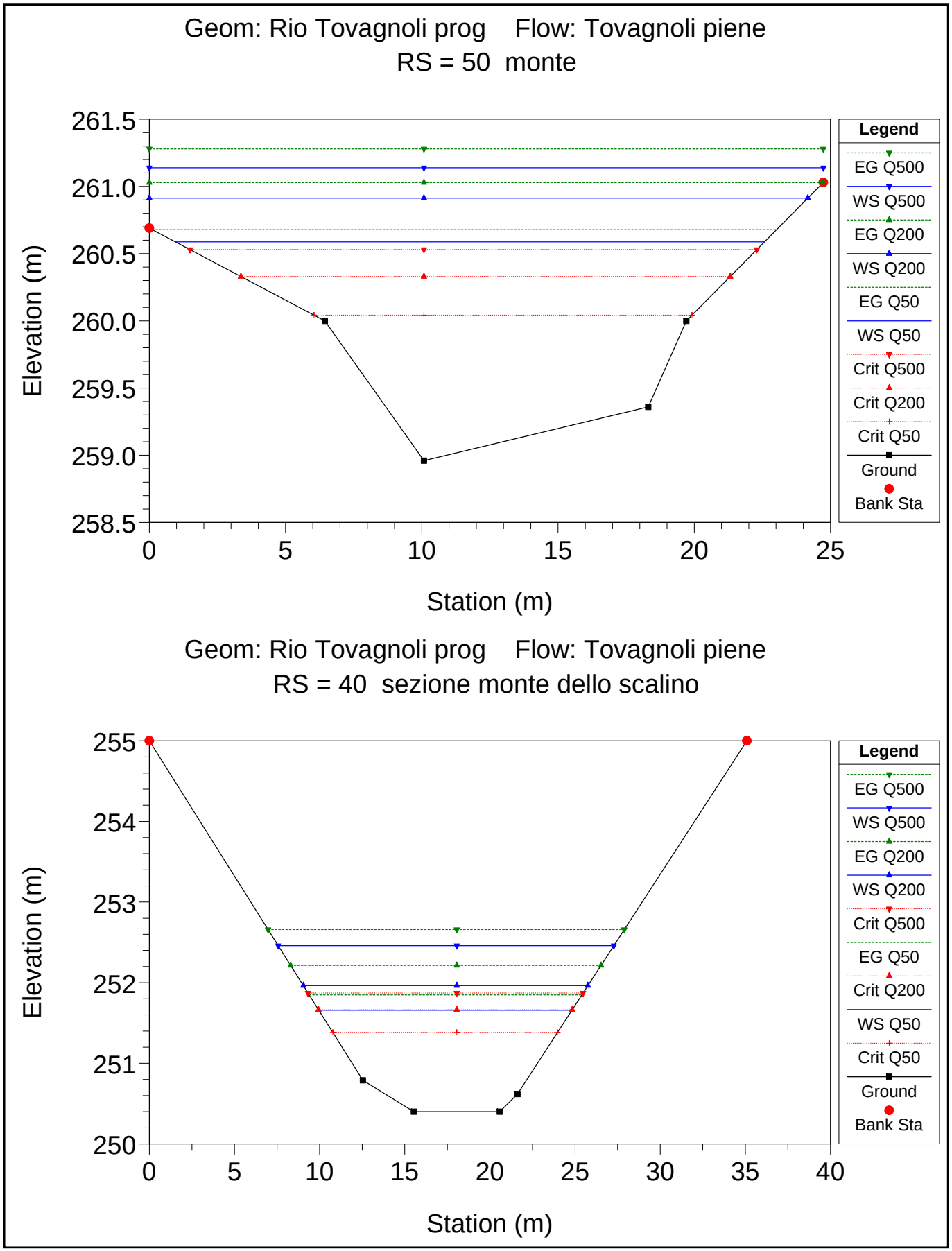


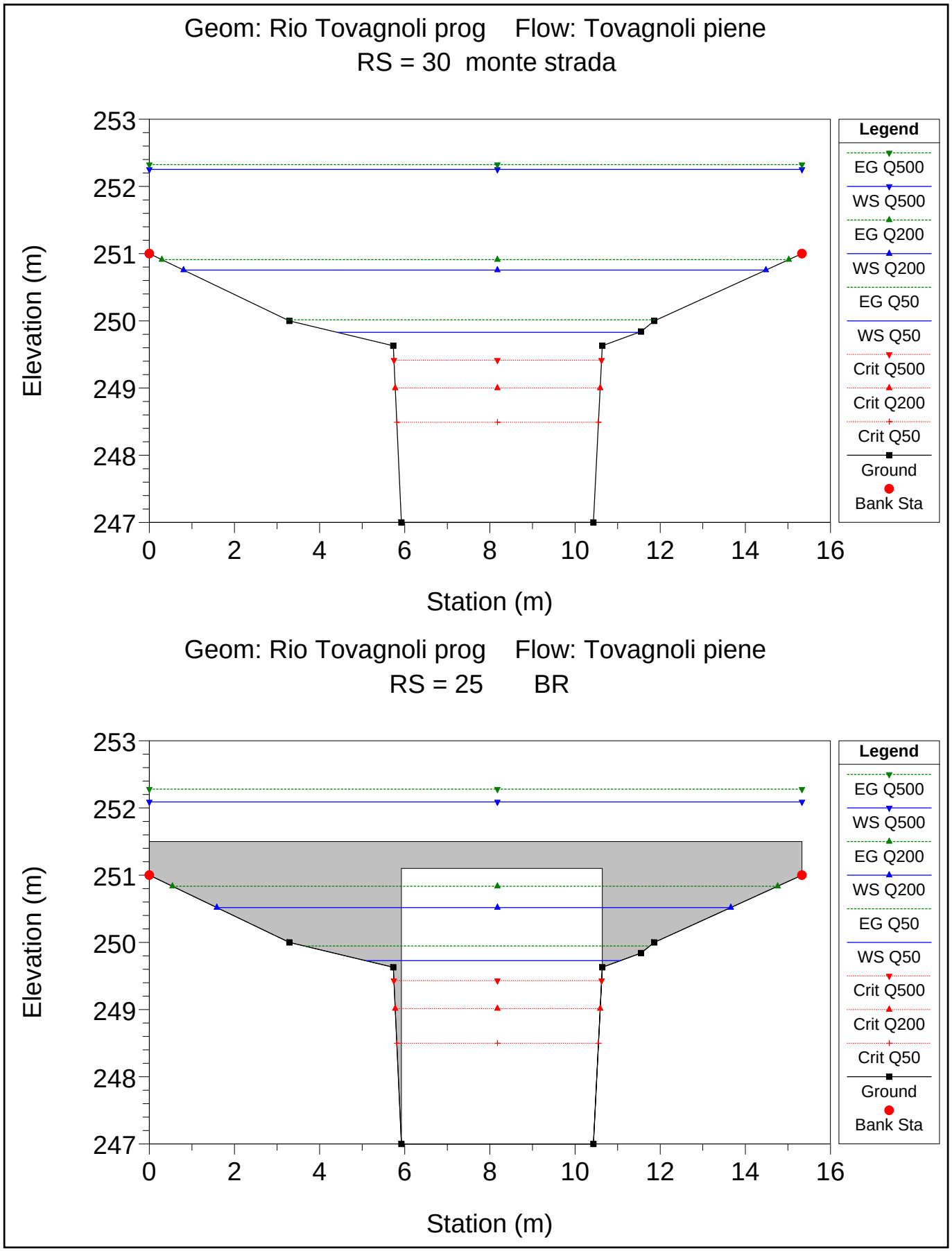

Geom: rio tovagnoli s attuale Flow: Tovagnoli piene
RS = 10 valle
Elevation (m)
246.5
246.0
245.5
245.0
244.5
244.0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
Crit Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Bank Sta

HEC-RAS Plan: Attuale piena River: rio Tovagnoli Reach: rio Tovagnoli

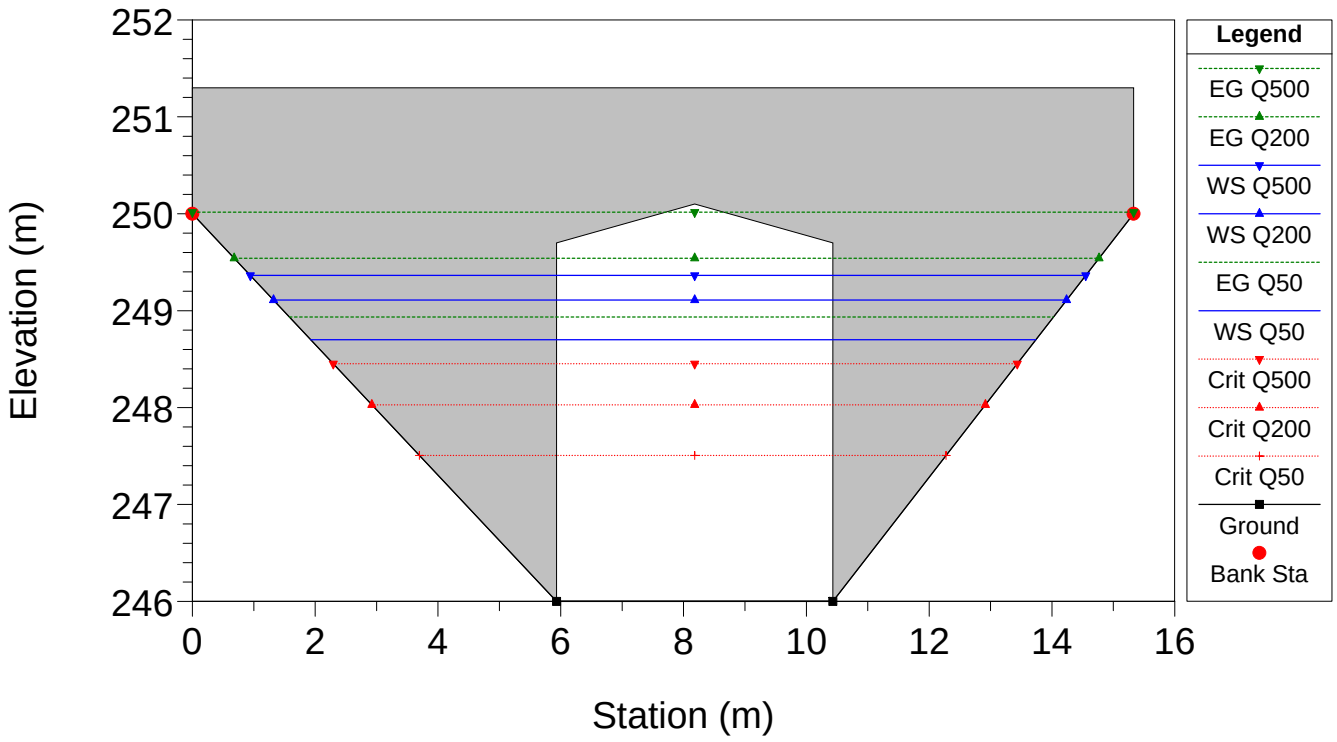
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
rio Tovagnoli	50	Q50	26.06	258.96	260.59	260.04	260.68	0.228239	1.34	19.51	21.63	0.45
rio Tovagnoli	50	Q200	40.72	258.96	260.91	260.33	261.03	0.219460	1.50	27.07	24.17	0.45
rio Tovagnoli	50	Q500	54.16	258.96	261.14	260.53	261.28	0.218551	1.66	32.63	24.74	0.46
rio Tovagnoli	40	Q50	26.06	250.40	252.35	251.38	252.41	0.082826	1.03	25.26	19.05	0.29
rio Tovagnoli	40	Q200	40.72	250.40	253.12	251.66	253.17	0.051460	0.98	41.62	23.69	0.24
rio Tovagnoli	40	Q500	54.16	250.40	253.87	251.87	253.91	0.031895	0.88	61.25	28.27	0.19
rio Tovagnoli	30	Q50	26.06	248.00	252.30	249.48	252.32	0.016710	0.62	42.10	15.33	0.12
rio Tovagnoli	30	Q200	40.72	248.00	253.07	250.17	253.10	0.019663	0.76	53.90	15.33	0.13
rio Tovagnoli	30	Q500	54.16	248.00	253.83	250.49	253.86	0.019758	0.83	65.54	15.33	0.13
rio Tovagnoli	25		Bridge									
rio Tovagnoli	20	Q50	26.06	248.00	249.78	249.18	249.90	0.231949	1.57	16.55	14.12	0.46
rio Tovagnoli	20	Q200	40.72	248.00	250.16	249.51	250.33	0.243185	1.83	22.22	15.33	0.49
rio Tovagnoli	20	Q500	54.16	248.00	250.45	249.74	250.66	0.243586	2.03	26.73	15.33	0.49
rio Tovagnoli	10	Q50	26.06	244.45	245.38	245.38	245.71	1.344794	2.56	10.20	15.63	1.01
rio Tovagnoli	10	Q200	40.72	244.45	245.61	245.61	246.05	1.255362	2.96	13.75	15.63	1.01
rio Tovagnoli	10	Q500	54.16	244.45	245.80	245.80	246.33	1.190306	3.24	16.73	15.63	1.00


Geom: Rio Tovagnoli prog Flow: Tovagnoli piene
Elevation (m)
262
260
258
256
254
252
250
248
246
244
0
10
20
30
40
50
60
70
Main Channel Distance (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
Crit Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
LOB
ROB

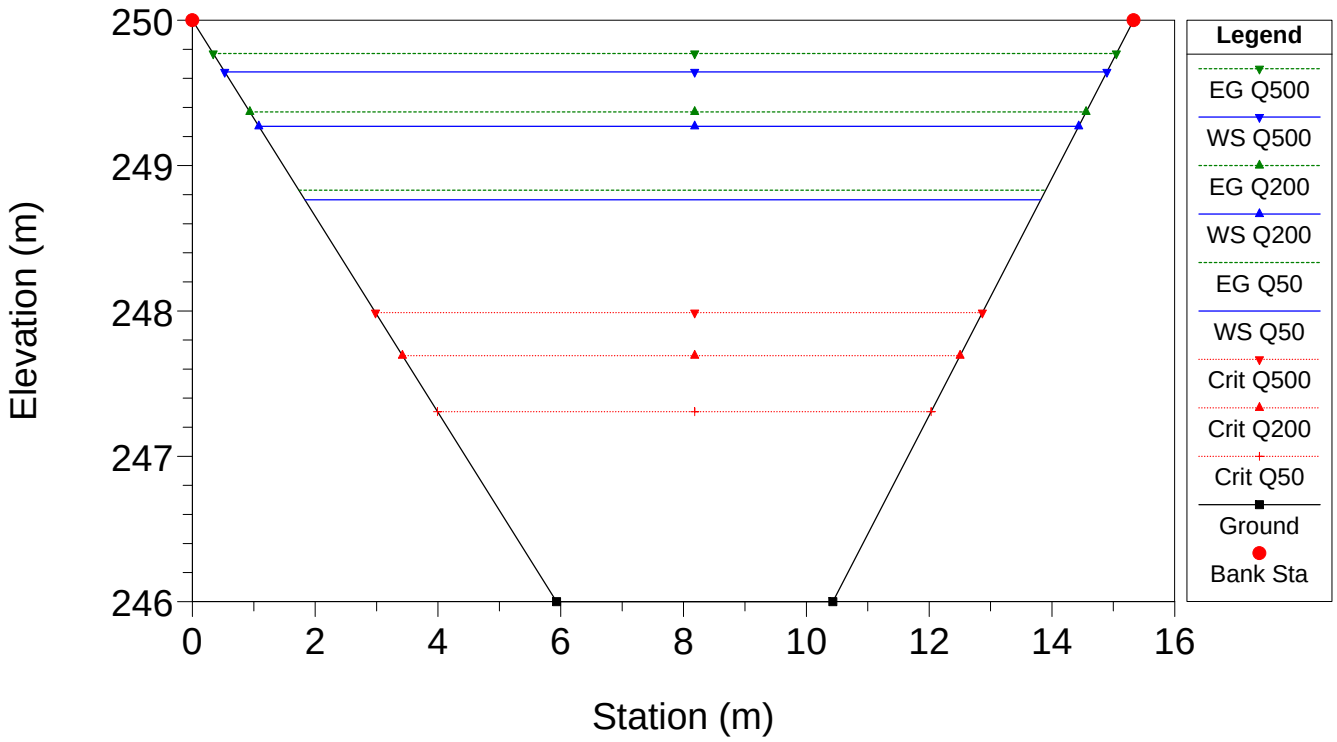

Geom: Rio Tovagnoli prog Flow: Tovagnoli piene
RS = 50 monte
Elevation (m)
261.5
261.0
260.5
260.0
259.5
259.0
258.5
0
5
10
15
20
25
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
WS Q50
Crit Q500
Crit Q200
Crit Q50
Ground
Bank Sta
Geom: Rio Tovagnoli prog Flow: Tovagnoli piene
RS = 40 sezione monte dello scalino
Elevation (m)
255
254
253
252
251
250
0
5
10
15
20
25
30
35
40
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
Crit Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Bank Sta

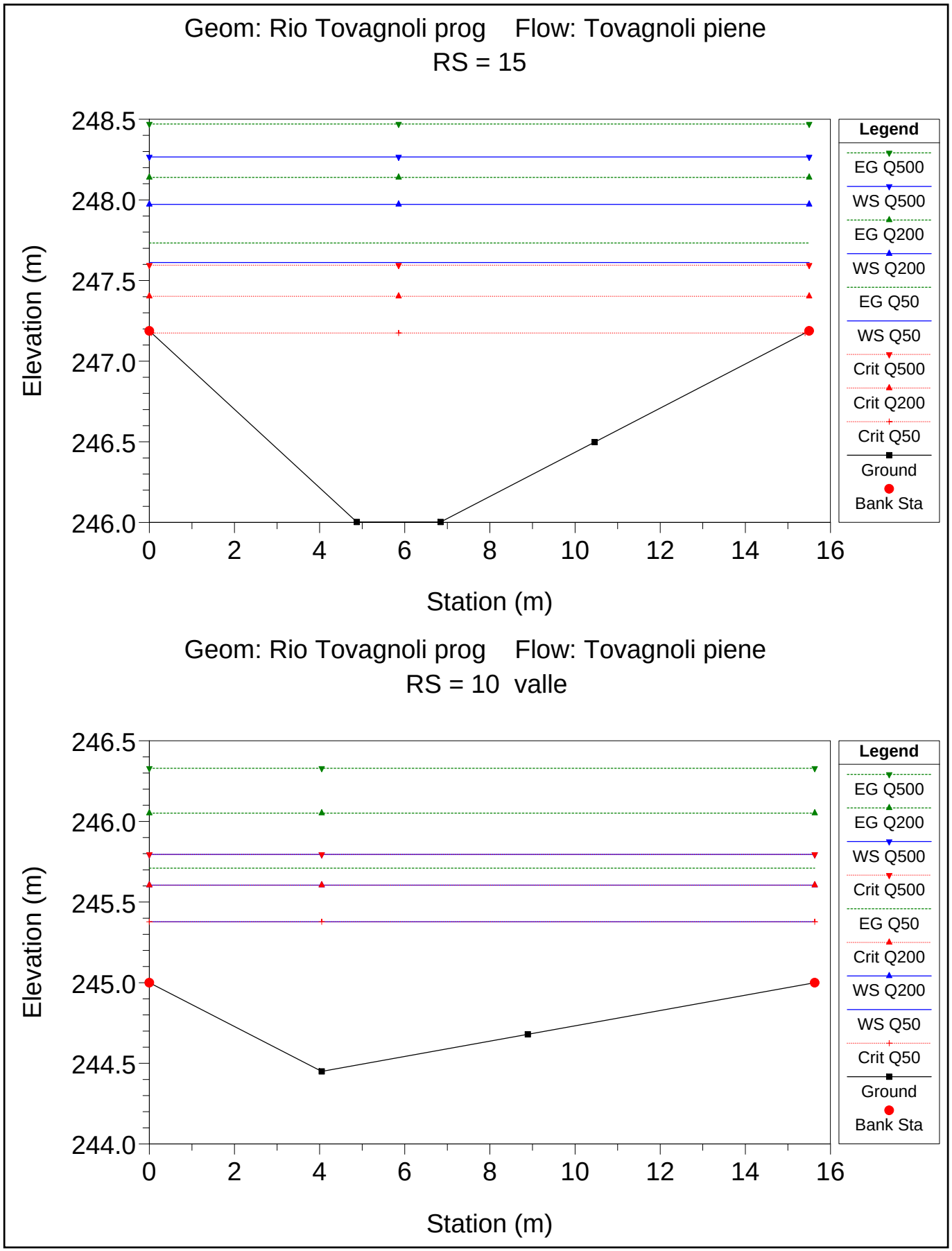

Geom: Rio Tovagnoli prog Flow: Tovagnoli piene
RS = 30 monte strada
Elevation (m)
253
252
251
250
249
248
247
0
2
4
6
8
10
12
14
16
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
WS Q50
Crit Q500
Crit Q200
Crit Q50
Ground
Bank Sta
Geom: Rio Tovagnoli prog Flow: Tovagnoli piene
RS = 25 BR
Elevation (m)
253
252
251
250
249
248
247
0
2
4
6
8
10
12
14
16
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
WS Q50
Crit Q500
Crit Q200
Crit Q50
Ground
Bank Sta

Geom: Rio Tovagnoli prog Flow: Tovagnoli piene
RS = 25 BR



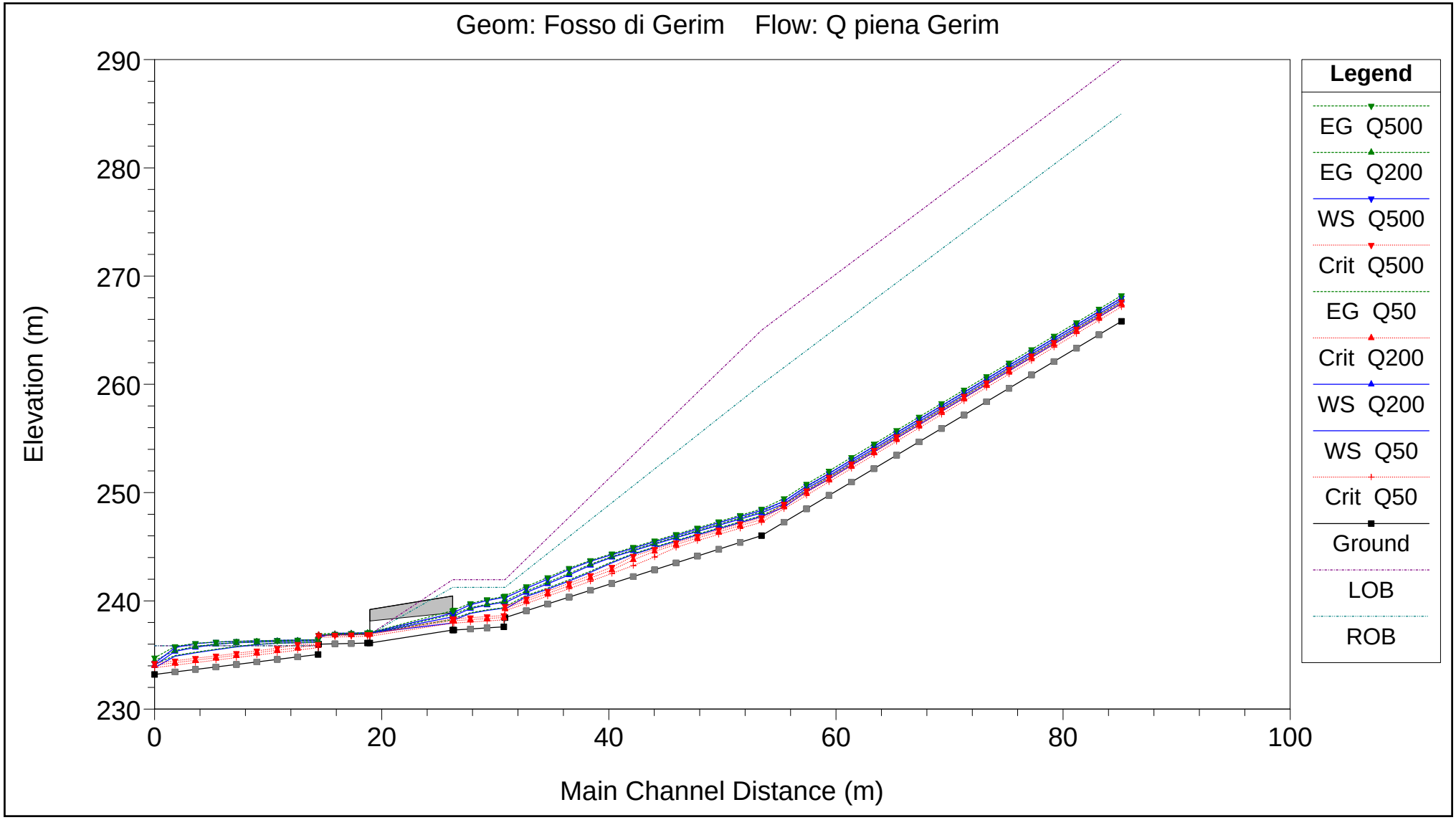
Geom: Rio Tovagnoli prog Flow: Tovagnoli piene
RS = 20 valle strada

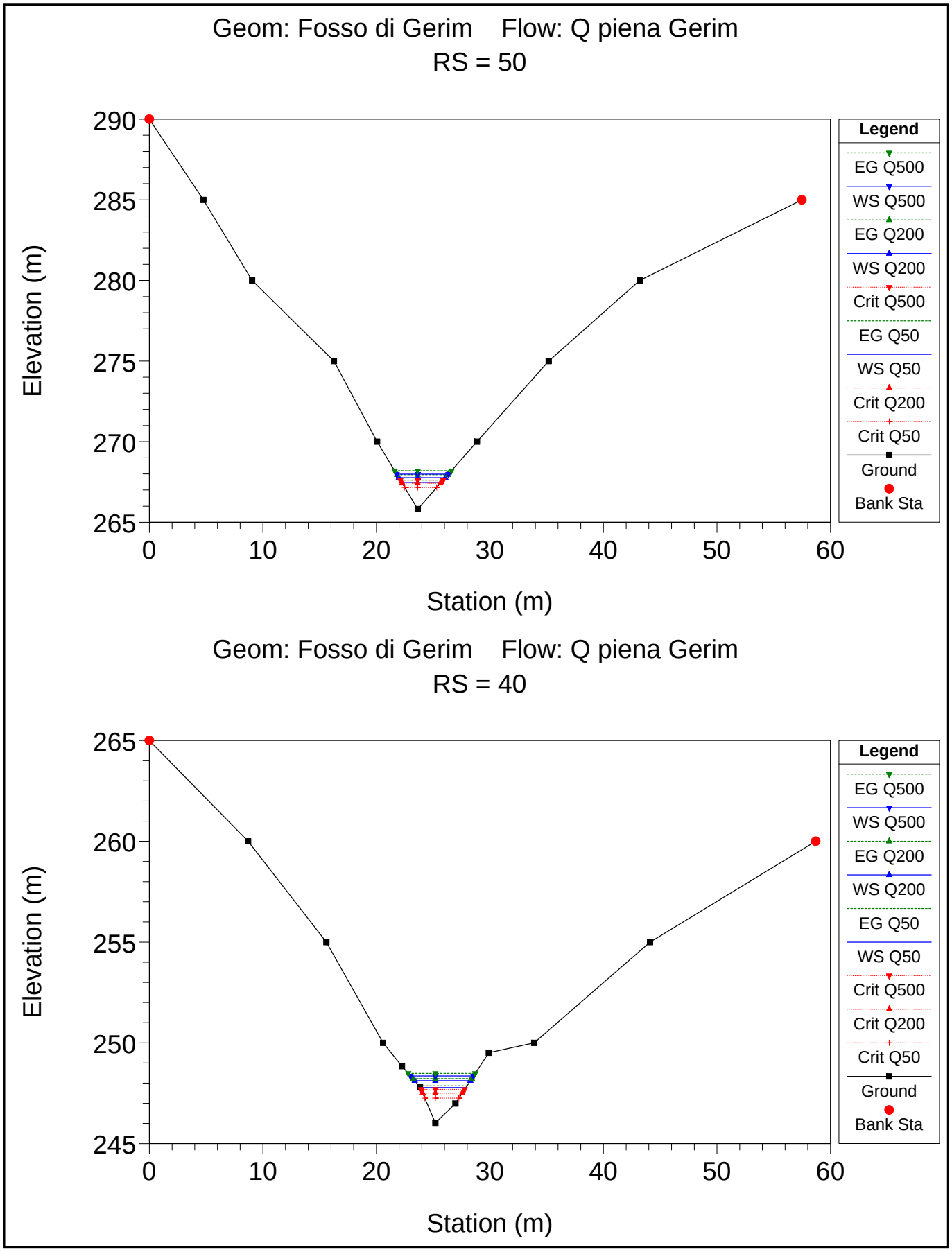


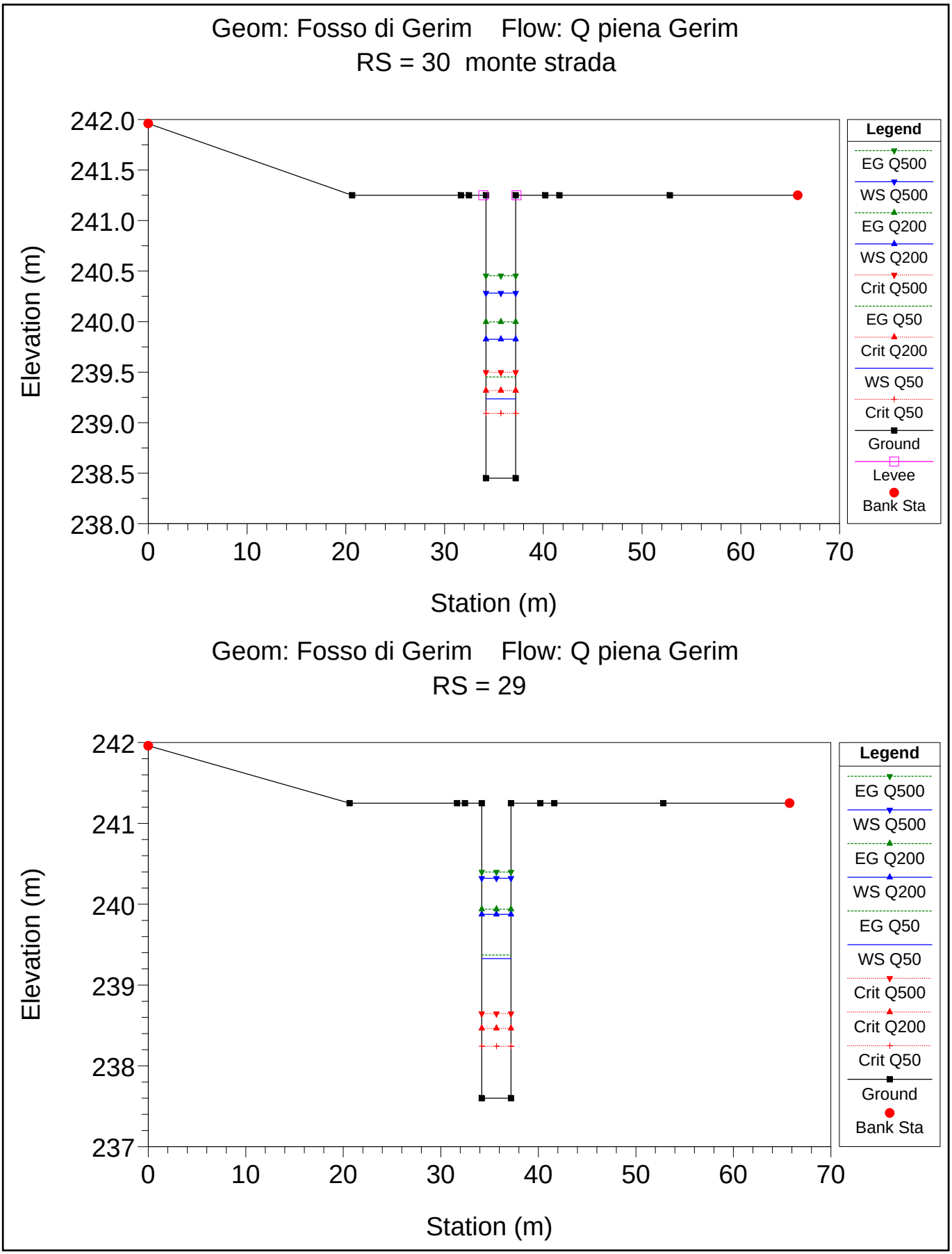

Geom: Rio Tovagnoli prog Flow: Tovagnoli piene
RS = 15
Elevation (m)
248.5
248.0
247.5
247.0
246.5
246.0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
WS Q50
Crit Q500
Crit Q200
Crit Q50
Ground
Bank Sta
Geom: Rio Tovagnoli prog Flow: Tovagnoli piene
RS = 10 valle
Elevation (m)
246.5
246.0
245.5
245.0
244.5
244.0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
Crit Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Bank Sta

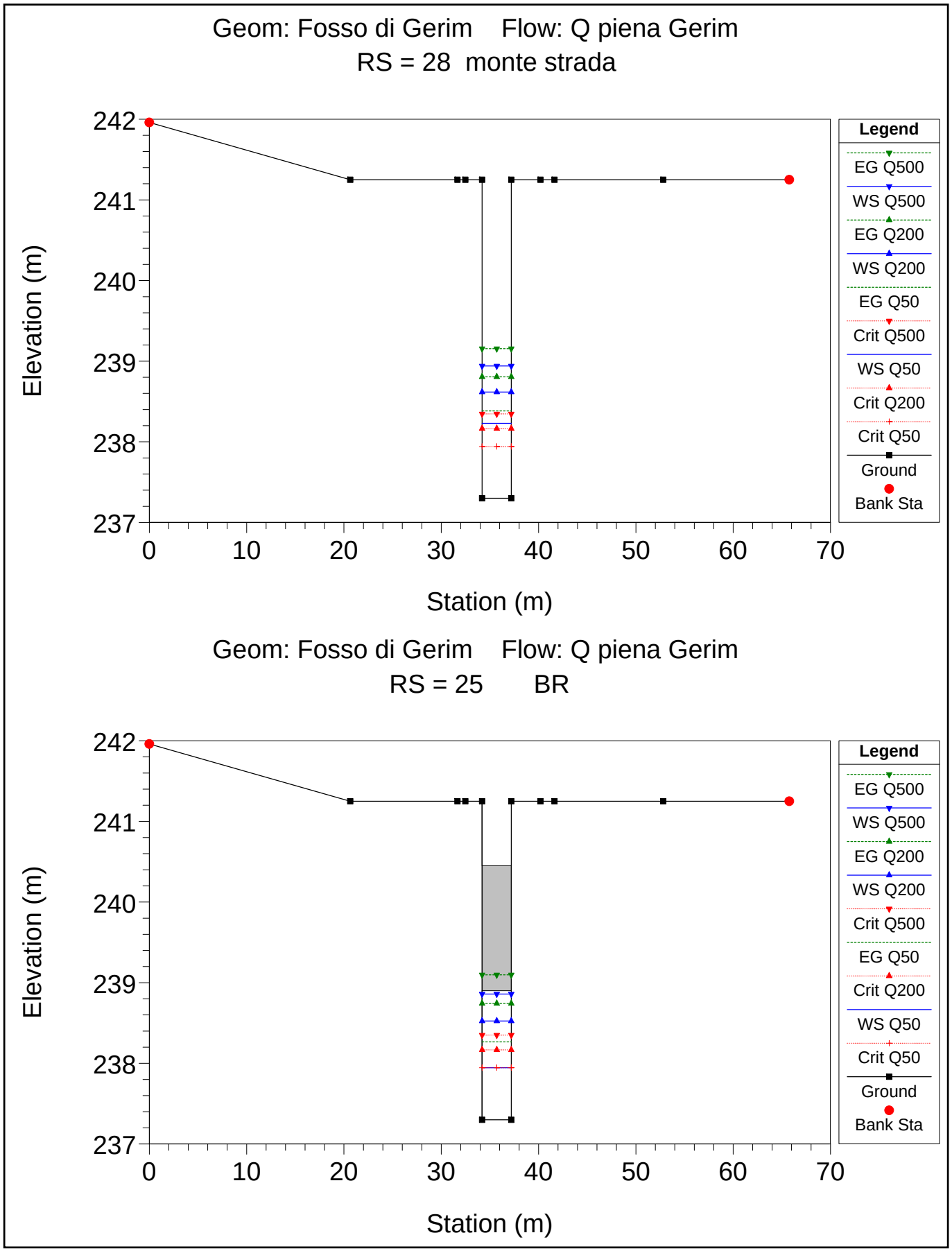
HEC-RAS Plan: prog piena River: rio Tovagnoli Reach: rio Tovagnoli

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)	
rio Tovagnoli	50	Q50	26.06	258.96	260.59	260.04	260.68	0.228275	1.34	19.51	21.63	0.45
rio Tovagnoli	50	Q200	40.72	258.96	260.91	260.33	261.03	0.219460	1.50	27.07	24.17	0.45
rio Tovagnoli	50	Q500	54.16	258.96	261.14	260.53	261.28	0.218551	1.66	32.63	24.74	0.46
rio Tovagnoli	40	Q50	26.06	250.40	251.66	251.38	251.85	0.474192	1.93	13.52	14.86	0.65
rio Tovagnoli	40	Q200	40.72	250.40	251.96	251.66	252.22	0.492683	2.22	18.32	16.71	0.68
rio Tovagnoli	40	Q500	54.16	250.40	252.46	251.87	252.66	0.287452	1.98	27.35	19.71	0.54
rio Tovagnoli	30	Q50	26.06	247.00	249.83	248.49	250.02	0.339977	1.92	13.58	7.08	0.44
rio Tovagnoli	30	Q200	40.72	247.00	250.76	249.00	250.91	0.249979	1.75	23.33	13.68	0.43
rio Tovagnoli	30	Q500	54.16	247.00	252.25	249.41	252.32	0.059809	1.17	46.10	15.33	0.22
rio Tovagnoli	25		Bridge									
rio Tovagnoli	20	Q50	26.06	246.00	248.76	247.31	248.83	0.073101	1.14	22.79	11.98	0.26
rio Tovagnoli	20	Q200	40.72	246.00	249.27	247.69	249.37	0.091317	1.40	29.18	13.35	0.30
rio Tovagnoli	20	Q500	54.16	246.00	249.64	247.99	249.77	0.103880	1.58	34.38	14.37	0.33
rio Tovagnoli	15	Q50	26.06	246.00	247.61	247.18	247.73	0.251254	1.54	16.92	15.50	0.47
rio Tovagnoli	15	Q200	40.72	246.00	247.97	247.40	248.14	0.250650	1.81	22.51	15.50	0.48
rio Tovagnoli	15	Q500	54.16	246.00	248.27	247.60	248.47	0.250955	2.00	27.06	15.50	0.48
rio Tovagnoli	10	Q50	26.06	244.45	245.38	245.38	245.71	1.344794	2.56	10.20	15.63	1.01
rio Tovagnoli	10	Q200	40.72	244.45	245.61	245.61	246.05	1.255362	2.96	13.75	15.63	1.01
rio Tovagnoli	10	Q500	54.16	244.45	245.80	245.80	246.33	1.190306	3.24	16.73	15.63	1.00

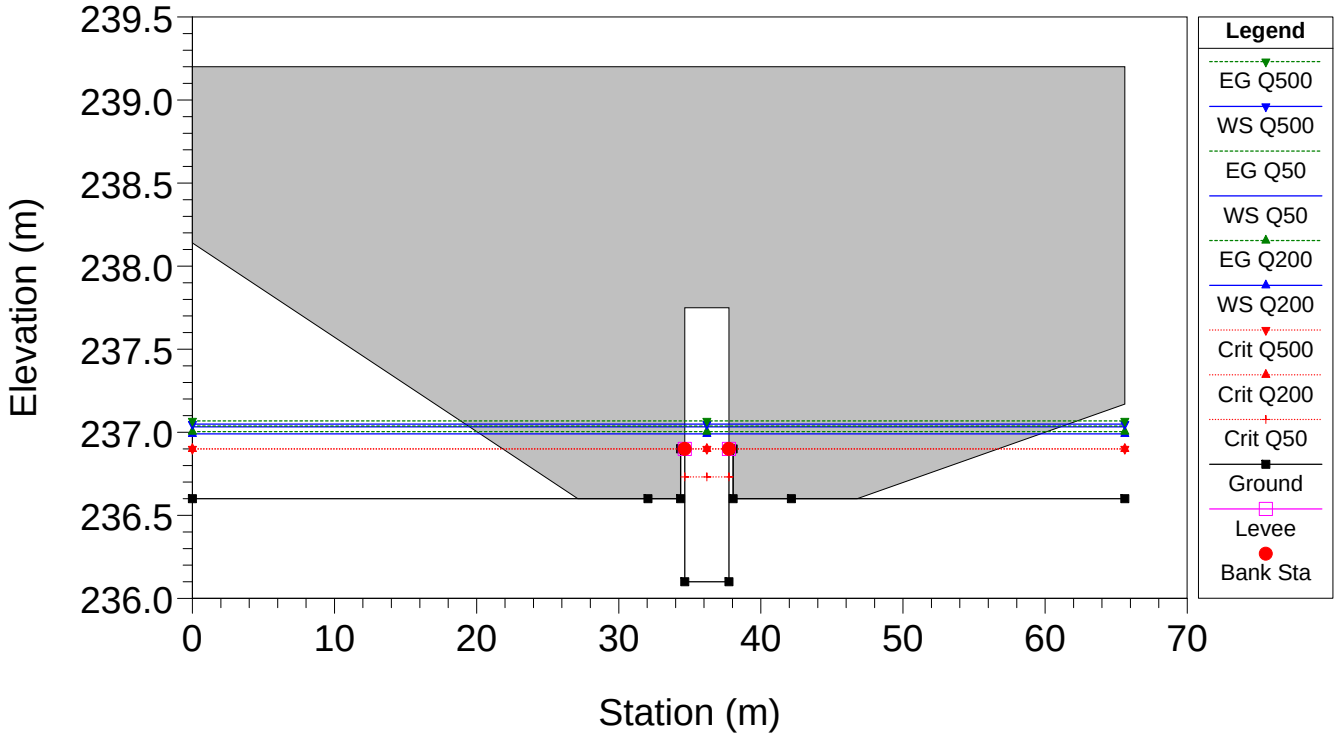

Geom: Fosso di Gerim Flow: Q piena Gerim
Elevation (m)
290
280
270
260
250
240
230
0
20
40
60
80
100
Main Channel Distance (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
Crit Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
LOB
ROB


Geom: Fosso di Gerim Flow: Q piena Gerim
RS = 50
Elevation (m)
290
285
280
275
270
265
0
10
20
30
40
50
60
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
Crit Q500
EG Q50
WS Q50
Crit Q200
Crit Q50
Ground
Bank Sta
Geom: Fosso di Gerim Flow: Q piena Gerim
RS = 40
Elevation (m)
265
260
255
250
245
0
10
20
30
40
50
60
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
WS Q50
Crit Q500
Crit Q200
Crit Q50
Ground
Bank Sta

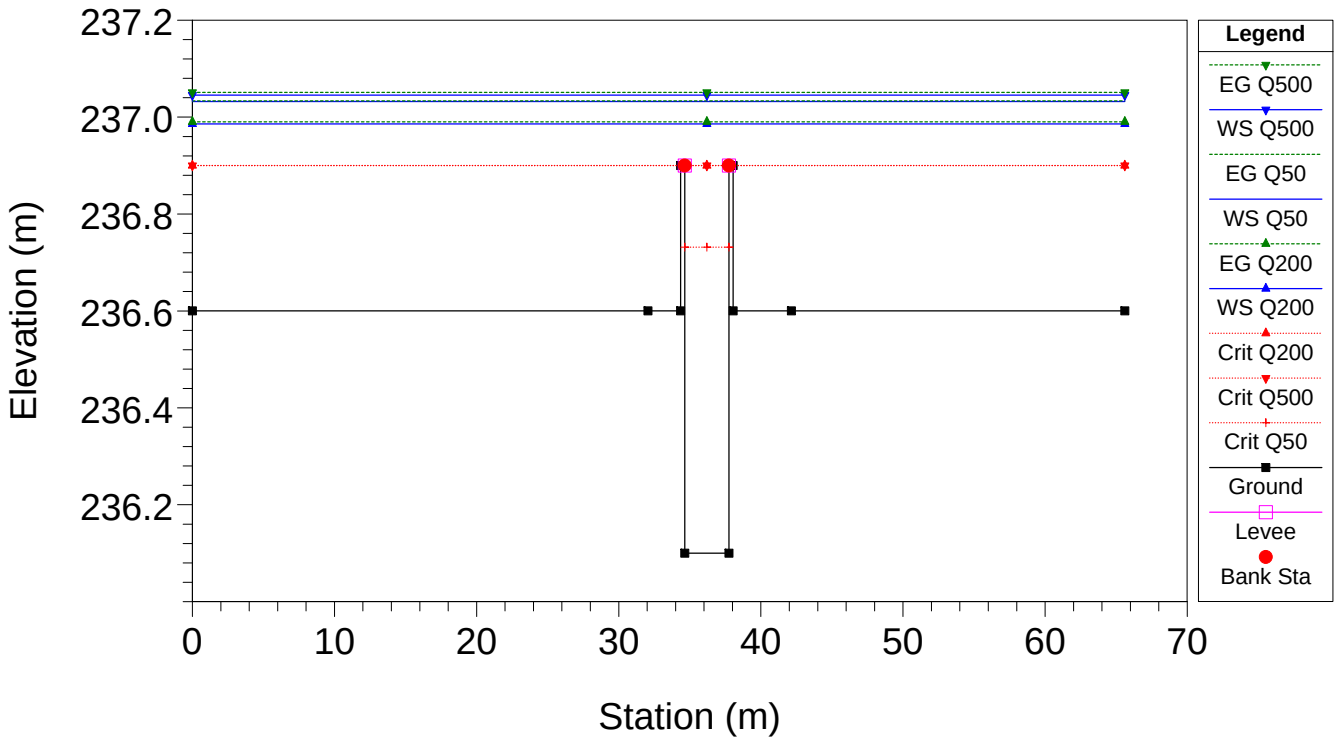

Geom: Fosso di Gerim Flow: Q piena Gerim
RS = 30 monte strada
Elevation (m)
242.0
241.5
241.0
240.5
240.0
239.5
239.0
238.5
238.0
0
10
20
30
40
50
60
70
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
Crit Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta
Geom: Fosso di Gerim Flow: Q piena Gerim
RS = 29
Elevation (m)
242
241
240
239
238
237
0
10
20
30
40
50
60
70
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
WS Q50
Crit Q500
Crit Q200
Crit Q50
Ground
Bank Sta

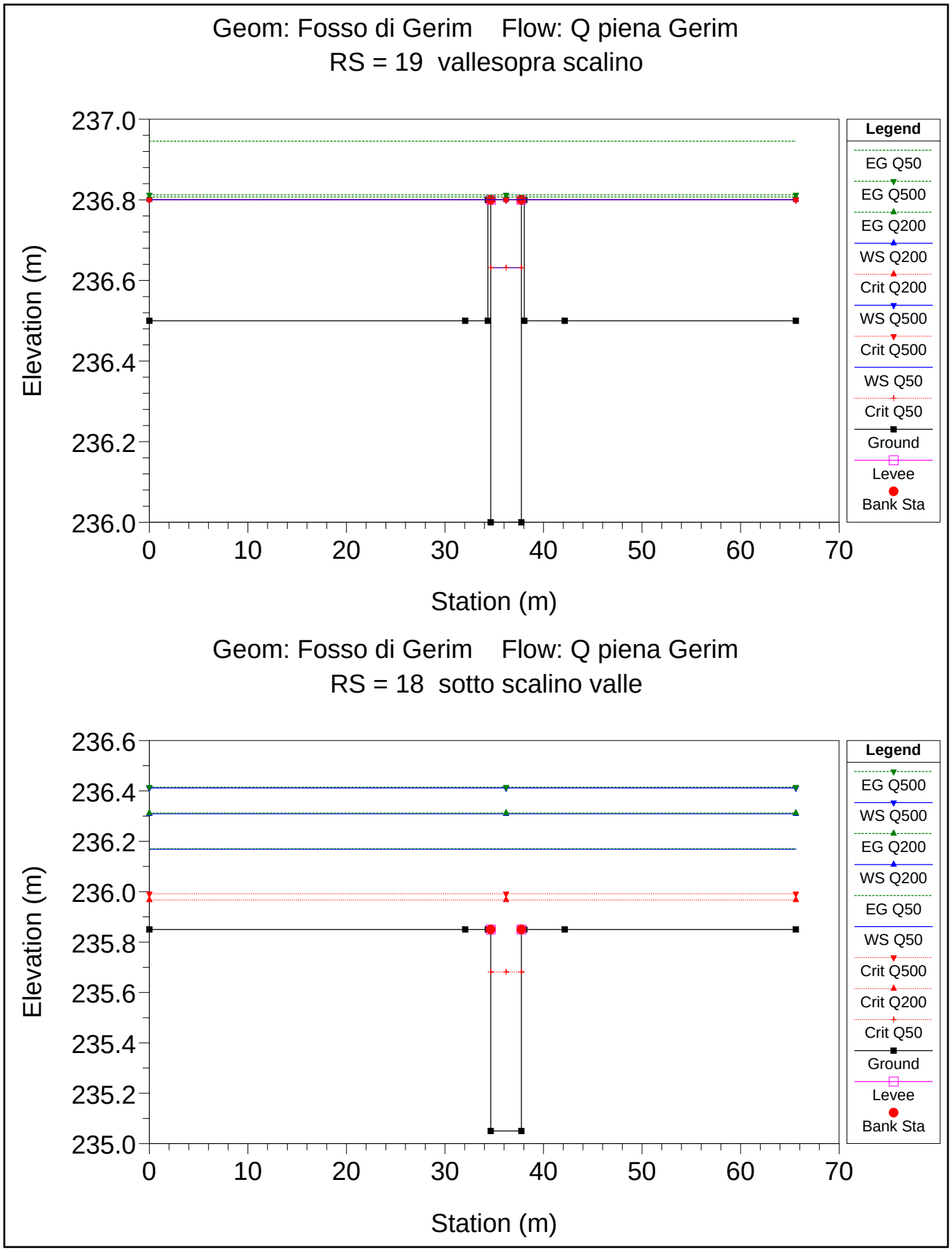

Geom: Fosso di Gerim Flow: Q piena Gerim
RS = 28 monte strada
Elevation (m)
242
241
240
239
238
237
0
10
20
30
40
50
60
70
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
Crit Q500
WS Q50
Crit Q200
Crit Q50
Ground
Bank Sta
Geom: Fosso di Gerim Flow: Q piena Gerim
RS = 25 BR
Elevation (m)
242
241
240
239
238
237
0
10
20
30
40
50
60
70
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
Crit Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Bank Sta

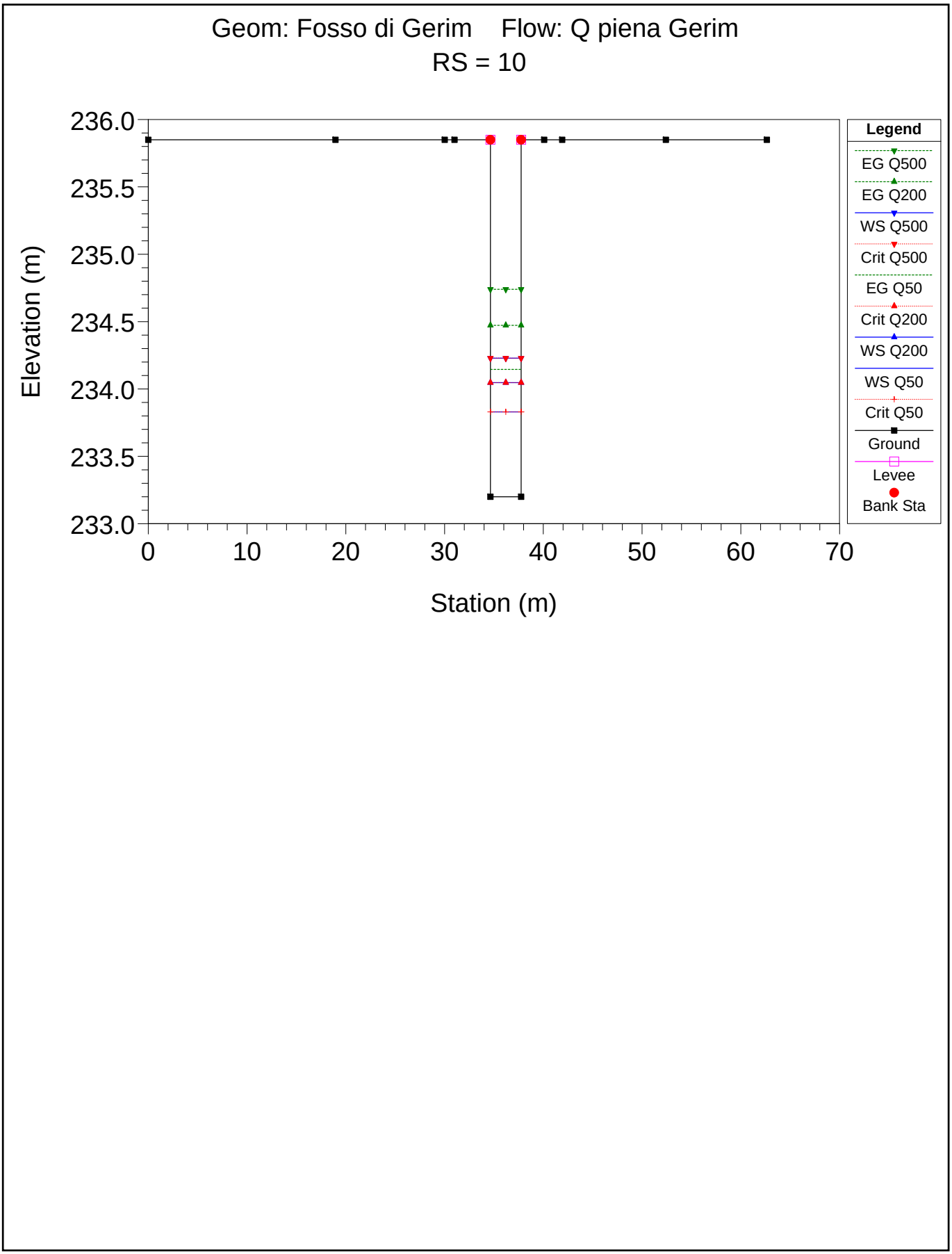
Geom: Fosso di Gerim Flow: Q piena Gerim
RS = 25 BR



Geom: Fosso di Gerim Flow: Q piena Gerim
RS = 20 valle strada




Geom: Fosso di Gerim Flow: Q piena Gerim
RS = 19 vallesopra scalino
Elevation (m)
237.0
236.8
236.6
236.4
236.2
236.0
0
10
20
30
40
50
60
70
Station (m)
Legend
EG Q50
EG Q500
EG Q200
WS Q200
Crit Q200
WS Q500
Crit Q500
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta
Geom: Fosso di Gerim Flow: Q piena Gerim
RS = 18 sotto scalino valle
Elevation (m)
236.6
236.4
236.2
236.0
235.8
235.6
235.4
235.2
235.0
0
10
20
30
40
50
60
70
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
WS Q50
Crit Q500
Crit Q200
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta


Geom: Fosso di Gerim Flow: Q piena Gerim
RS = 10
Elevation (m)
236.0
235.5
235.0
234.5
234.0
233.5
233.0
0
10
20
30
40
50
60
70
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
Crit Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta

HEC-RAS Plan: attuale River: Gerim Reach: Gerim

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)	
Gerim	50	Q50	4.86	265.82	267.47	267.16	267.62	0.626558	1.70	2.86	3.47	0.60
Gerim	50	Q200	7.59	265.82	267.77	267.42	267.95	0.626287	1.90	4.00	4.10	0.61
Gerim	50	Q500	10.10	265.82	267.99	267.62	268.20	0.630951	2.04	4.94	4.56	0.63
Gerim	40	Q50	4.86	246.03	247.78	247.26	247.87	0.292633	1.29	3.78	4.02	0.42
Gerim	40	Q200	7.59	246.03	248.12	247.50	248.23	0.299894	1.44	5.28	4.91	0.44
Gerim	40	Q500	10.10	246.03	248.36	247.69	248.48	0.304717	1.55	6.54	5.56	0.45
Gerim	30	Q50	4.86	238.45	239.24	239.09	239.45	1.119702	2.06	2.36	3.00	0.74
Gerim	30	Q200	7.59	238.45	239.83	239.32	240.00	0.573926	1.84	4.13	3.00	0.50
Gerim	30	Q500	10.10	238.45	240.28	239.50	240.45	0.475544	1.84	5.50	3.00	0.43
Gerim	29	Q50	4.86	237.60	239.33	238.24	239.37	0.128504	0.94	5.18	3.00	0.23
Gerim	29	Q200	7.59	237.60	239.87	238.46	239.94	0.154192	1.11	6.82	3.00	0.24
Gerim	29	Q500	10.10	237.60	240.32	238.65	240.40	0.174459	1.24	8.16	3.00	0.24
Gerim	28	Q50	4.86	237.30	238.23	237.94	238.38	0.695673	1.74	2.79	3.00	0.58
Gerim	28	Q200	7.59	237.30	238.62	238.16	238.81	0.644870	1.92	3.95	3.00	0.53
Gerim	28	Q500	10.10	237.30	238.94	238.35	239.15	0.635393	2.05	4.92	3.00	0.51
Gerim	25		Bridge									
Gerim	20	Q50	4.86	236.10	237.03	236.73	237.03	0.009128	0.19	29.71	65.61	0.06
Gerim	20	Q200	7.59	236.10	236.99	236.90	236.99	0.031682	0.34	26.69	65.61	0.12
Gerim	20	Q500	10.10	236.10	237.05	236.90	237.05	0.035836	0.38	30.59	65.61	0.12
Gerim	19	Q50	4.86	236.00	236.63	236.63	236.95	1.952542	2.48	1.96	3.10	1.00
Gerim	19	Q200	7.59	236.00	236.80	236.80	236.81	0.068705	0.47	21.05	65.61	0.17
Gerim	19	Q500	10.10	236.00	236.80	236.80	236.81	0.121661	0.62	21.05	65.61	0.22
Gerim	18	Q50	4.86	235.05	236.17	235.68	236.17	0.018787	0.31	23.38	65.61	0.09
Gerim	18	Q200	7.59	235.05	236.31	235.97	236.31	0.015865	0.30	32.61	65.61	0.09
Gerim	18	Q500	10.10	235.05	236.41	235.99	236.41	0.015299	0.31	39.31	65.61	0.09
Gerim	10	Q50	4.86	233.20	233.83	233.83	234.15	1.968565	2.49	1.95	3.10	1.00
Gerim	10	Q200	7.59	233.20	234.05	234.05	234.47	2.029263	2.89	2.63	3.10	1.00
Gerim	10	Q500	10.10	233.20	234.23	234.23	234.74	2.071595	3.17	3.19	3.10	1.00