

Comune di Limone Piemonte

**DAL20054.2 - LAVORI DI RIFACIMENTO COLLETTORI
FOGNARI IN LOCALITA' TETTO MECCI, TETTO COREA,
PANICE E LIMONETTO A SEGUITO DEGLI EVENTI
ALLUVIONALI DEL 2-3 OTTOBRE 2020 -
CN_A16_710_20_119 - CUP: J75B20000240007**

| | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| Livello di progettazione: | PROGETTO DEFINITIVO |
| Oggetto elaborato: | RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA |

| | |
|---------------------|---|
| Committente: |  <p>Sede Legale: Corso Nizza, 88 - 12100 - Cuneo Tel. 800.194.065 - fax 0171.326710 Partita IVA: 02468770041 Capitale sociale € 5.000.000 e-mail: acda@acda.it</p> |
|---------------------|---|

| | |
|--|---|
| Progettazione: (Ordine Ingegneri di Cuneo n. A743) |  <p>Ferrari, Giraudo e Associati S.r.l. STP Corso Nizza, 67/A - 12100 - Cuneo C.F. e P. IVA 02126240049 Tel. (+39) 0171480247 - PEC ferrari@ferrari-giraudo.it e-mail franco@ferrari-giraudo.com Dott. Ing. Franco GIRAUDO</p> |
| Responsabile Unico del Procedimento (Ordine Ingegneri di Cuneo n. A1886) | Ing. Fabio Monaco |

| COMMESSA | Livello di progetto | Categoria di progetto | Tipo elaborato | N. elaborato | REV. | DATA |
|-------------------|---------------------|-----------------------|----------------|--------------|-----------|-------------------|
| DAL20054.2 | DE | GE | TX | 01.A | 00 | 19/04/2023 |

| REV. | Descrizione: | DATA: | Redatto da: | Verificato da: | Approvato da: |
|------|-----------------------------|------------|-----------------|--------------------|----------------|
| 00 | Emissione per consegna P.D. | 19/04/2023 | Ing. F. Giraudo | F. Giraudo/F. Ghio | Ing. F. Monaco |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | |
|---|-----------|
| Premessa..... | 2 |
| Inquadramento geografico | 3 |
| I criteri di verifica | 4 |
| Stima delle portate di piena | 5 |
| La morfologia del bacino drenante | 5 |
| Pioggia di progetto | 6 |
| Il metodo razionale | 7 |
| Definizione delle portate di progetto | 10 |
| Verifiche idrauliche in moto permanente..... | 13 |
| Condizioni al contorno..... | 14 |
| Coefficienti di scabrezza | 14 |
| Scenari di riferimento | 15 |
| Risultati | 16 |
| Conclusioni | 18 |
| Occupazione sedime demaniale | 20 |
| Allegati..... | 24 |

Premessa

La presente relazione idrologico-idraulica analizza le condizioni di deflusso lungo alcuni tratti del Torrente Vermenagna e del Rio Panice in Comune di Limone Piemonte, in corrispondenza delle aree in cui si prevede, nell'ambito del presente progetto, di intervenire per il ripristino di alcune porzioni della rete fognaria a servizio delle frazioni poste a monte del centro abitato e che sono state pesantemente danneggiate e/o divelte durante gli eventi alluvionali del 2-3 ottobre 2020.

Nell'ambito delle opere in progetto si è infatti previsto di intervenire lungo il Torrente Vermenagna in Località Tetto Mecci, nell'area compresa tra il Condominio Rio ed al Villaggio Mirafiori, presso la confluenza, da destra, del Rio Panice, e poi più a monte in due tratti poco a valle della Località Limonetto. Infine, si procederà al rifacimento della condotta fognaria che è stata danneggiata lungo il Vallone della Panice nella porzione compresa tra la Località Tetto Corea, a monte, e l'area presso la confluenza del Rio Panice nel Torrente Vermenagna, a valle.

Con gli interventi sopra descritti si procederà al ripristino dei tratti di condotta fognaria danneggiati e/o asportati dalle acque in piena dei corsi d'acqua durante l'evento alluvionale in parola, quando provocarono estese erosioni spondali lungo le incisioni degli alvei con smottamenti delle scarpate spondali e dei ripidi versanti. In particolare, si procederà con la posa di nuove condotte cercando, per quanto morfologicamente possibile, di posizionarle ad una maggiore distanza dalle sezioni incise dei due corsi d'acqua, mentre nelle porzioni di tracciato prossime all'alveo si è prevista la realizzazione di difese spondali in massi di cava per la loro protezione.

Per quanto attiene le verifiche idrauliche lungo i due corsi d'acqua (Torrente Vermenagna e Rio Panice) sono state qui stimate, a seguito di un'analisi idrologica, le portate con tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni (Q_{20} , Q_{100} e Q_{200}), prese come riferimento per definire le condizioni di pericolosità. Si sono quindi stimate le condizioni di deflusso di dette portate adottando un modello idraulico monodimensionale valevole sia per la situazione attuale che per quella in progetto, in cui sono state inserite le opere di difesa spondale previste. A questo riguardo occorre infatti evidenziare che le difese spondali in progetto andranno solo a consolidare le attuali sponde dell'alveo inciso in modo

da contrastare i fenomeni di erosione che si possono manifestare durante gli eventi più gravosi, mentre il consolidamento di brevi tratti del fondo alveo con la posa di massi ci cava verrà realizzato solamente in corrispondenza degli attraversamenti in subalveo da parte della condotta fognaria senza alterare le quote del profilo del corso d'acqua.

Inquadramento geografico

Il Torrente Vermenagna è un corso d'acqua che discende nel Vallone di Limonetto e, dopo avere ricevuto l'apporto di più affluenti laterali, raggiunge l'abitato di Limone Piemonte da cui poi prosegue scorrendo nel fondo valle fino a raggiungere le prime propaggini della pianura cuneese presso l'abitato di Borgo San Dalmazzo, dove confluisce nel Torrente Gesso.

Il Rio Panice è invece un modesto affluente di destra del Torrente Vermenagna che discende lungo l'omonimo Vallone della Panice scorrendo nella profonda incisione posta ai piedi del versante orografico sinistro che risulta percorso dall'importante arteria della Strada Statale n. 20 che, a monte del centro abitato di Limone Piemonte, sale con ampi tornanti verso il traforo del Colle di Tenda.

Il territorio di riferimento è collocato ai margini delle Alpi Marittime, che sono caratterizzate da una discreta piovosità (1000 – 1300 mm annui).

La quota massima del bacino del Torrente Vermenagna è rappresentata dalla Rocca dell'Abisso (2756 m s.l.m.), mentre per il bacino del Rio Panice la quota massima è rappresentata dalle cime poste lungo il confine francese (2228 m s.l.m.). La confluenza, da destra, del Rio Panice nel Torrente Vermenagna, circa 120 metri a monte del ponte della S.S. n. 20 presso il Condominio Rio, a valle dei tornanti, si trova invece alla quota di 1110 m s.l.m.

I criteri di verifica

Sotto il profilo delle verifiche idrologiche ed idrauliche si sono svolti i calcoli per:

- stimare le portate di progetto per assegnati tempi di ritorno (20, 100, 200 e 500 anni) per le sezioni di chiusura del Torrente Vermenagna presso le aree di intervento (in Fraz. Limonetto e presso la confluenza del Rio Panice) e del Rio Panice a monte della confluenza;
- elaborare un modello idraulico in moto permanente che consenta di simulare lo scenario di deflusso della corrente lungo i vari tratti di alveo interessati dalle opere in progetto.

Stima delle portate di piena

Ai fini di un corretto dimensionamento idraulico delle opere di difesa spondale e degli interventi di ripristino delle condotte fognarie previste a progetto, si è effettuata una stima idrologica delle portate di piena in alcune sezioni dei corsi d'acqua in esame, che sono poi state prese come riferimento per le varie aree di intervento.

La stima idrologica è stata redatta facendo ricorso alla modellazione afflussi-deflussi con l'applicazione del metodo razionale, i cui risultati sono stati confrontati con i valori proposti dall'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po e con i valori al colmo di piena proposti nello studio idraulico allegato alla Variante 2001 di adeguamento al P.A.I. del P.R.G. del Comune di Limone Piemonte. Di seguito vengono illustrati i parametri morfologici e meteorologici impiegati nelle elaborazioni.

La morfologia del bacino drenante

Dalla Carta Tecnica Regionale si è ricavato lo schema della rete idrografica del Torrente Vermenagna e del Rio Panice. In particolare, si sono analizzate le principali caratteristiche della morfologia del bacino del Torrente Vermenagna, chiuso alla quota di 1255 m s.l.m. in corrispondenza dell'area di intervento n. 2 posta a valle della Frazione Limonetto (si veda la seguente tabella 1).

| Bacino | Torrente Vermenagna |
|-------------------------------|---------------------|
| Superficie (km ²) | 13,35 |
| L versante (m) | 1770 |
| q max (m s.l.m.) | 2756 |
| q min (m.s.l.m.) | 1920 |
| Pendenza versante | 47% |
| L asta (m) | 4888 |
| q max (m s.l.m.) | 1920 |
| q min (m s.l.m.) | 1255 |
| Pendenza asta | 13,6% |
| Altezza media del bacino | 1867,7 |

Tabella 1 – Dati morfologici del bacino del Torrente Vermenagna alla sezione di chiusura posta a valle della Frazione Limonetto.

Si è poi considerato anche il bacino del Torrente Vermenagna chiuso a monte della confluenza, da destra, del Rio Panice, presso l'area dell'intervento n. 1 (a questo proposito si veda la tabella 2).

| Bacino | Torrente Vermenagna |
|-------------------------------|---------------------|
| Superficie (km ²) | 16,94 |
| L versante (m) | 1770 |
| q max (m s.l.m.) | 2756 |
| q min (m.s.l.m.) | 1920 |
| Pendenza versante | 47% |
| L asta (m) | 5986 |
| q max (m s.l.m.) | 1920 |
| q min (m s.l.m.) | 1110 |
| Pendenza asta | 13,5% |
| Altezza media del bacino | 1795,2 |

Tabella 2 – Dati morfologici del bacino del Torrente Vermenagna alla sezione di chiusura posta a monte della confluenza del Rio Panice.

Le caratteristiche morfologiche del bacino del Rio Panice, chiuso alla quota di 1110 m s.l.m. in corrispondenza della sua confluenza nel Torrente Vermenagna, posta poco a valle dell'area interessata dall'intervento n. 3, sono invece riportate in tabella 3.

| Bacino | Rio Panice |
|-------------------------------|------------|
| Superficie (km ²) | 9,61 |
| L versante (m) | 291 |
| q max (m s.l.m.) | 2228 |
| q min (m.s.l.m.) | 2040 |
| Pendenza versante | 65% |
| L asta (m) | 4951 |
| q max (m s.l.m.) | 2040 |
| q min (m s.l.m.) | 1110 |
| Pendenza asta | 18,8% |
| Altezza media del bacino | 1557,6 |

Tabella 3 – Dati morfologici del bacino del Rio Panice alla sezione di chiusura posta a monte della confluenza nel Torrente Vermenagna.

Pioggia di progetto

I bacini del Torrente Vermenagna e del Rio Panice sono posizionati, rispetto alla modellazione adottata dalla Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po, in corrispondenza della cella AQ155. Da questa si derivano le curve di possibilità pluviometrica, legate ai tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni, pari rispettivamente a:

$$h = 35,83 t^{0,49}$$

$$h = 45,44 \, t^{0,49}$$

$$h = 49,59 \, t^{0,49}$$

$$h = 55,01 \, t^{0,49}$$

Da esse si possono derivare le seguenti precipitazioni, per assegnata durata:

| AQ155 | TR 20 | TR 100 | TR 200 | TR 500 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|
| a | 35,83 | 45,44 | 49,59 | 55,01 |
| n | 0,49 | 0,49 | 0,49 | 0,49 |
| 5 minuti | 10,68 | 13,51 | 14,75 | 16,36 |
| 15 minuti | 18,24 | 23,10 | 25,21 | 27,97 |
| 30 minuti | 25,56 | 32,40 | 35,36 | 39,22 |
| 1 ora | 35,83 | 45,44 | 49,59 | 55,01 |
| 2 ore | 50,22 | 63,73 | 69,55 | 77,15 |
| 3 ore | 61,18 | 77,67 | 84,77 | 94,03 |
| 6 ore | 85,74 | 108,94 | 118,89 | 131,88 |
| 12 ore | 120,17 | 152,78 | 166,74 | 184,96 |
| 24 ore | 168,43 | 214,28 | 233,85 | 259,41 |
| 36 ore | 205,19 | 261,16 | 285,02 | 316,17 |
| 48 ore | 236,05 | 300,53 | 327,97 | 363,82 |

Tabella 4 – Altezze di pioggia (in mm) per assegnati tempi di durata.

Il metodo razionale

Il metodo razionale è un modello di determinazione delle portate di tipo semi-empirico. La portata al colmo deriva dalla seguente formula:

$$Q = k \cdot C \cdot i \cdot A$$

in cui A rappresenta l'area del bacino (in km²), i l'intensità della precipitazione (in mm/h), C un coefficiente adimensionale che sintetizza la funzione di trasferimento afflussi-deflussi e la quantificazione della portata al colmo e k è un coefficiente adimensionale che tiene conto delle diverse unità di misura.

Il metodo razionale considera precipitazione ed intensità costanti su tutto il bacino, ed una trasformazione lineare della pioggia in deflusso, senza fenomeni di invaso lungo la rete idrografica. Il coefficiente di deflusso C (pari a 0,65) è stato scelto facendo riferimento ai coefficienti proposti da Lotti per un suolo mediamente permeabile coperto da vegetazione cespuglioso-arborea.

La durata di precipitazione da assumere è quella pari al tempo di concentrazione, cioè pari al maggiore dei tempi di trasporto nel bacino. Per i bacini in cui il deflusso si articola prevalentemente in alveo dopo un breve tratto di deflusso superficiale e ruscellato su versante, si può ricorrere alla nota formula di Tournon con i coefficienti determinati da Merlo (1973) per i corsi d'acqua delle Alpi piemontesi, che fornisce il tempo di corrivazione, che può essere equiparato al tempo di trasporto, espresso in ore:

$$t_c = 0.396L \frac{L}{\sqrt{i_a}} \left(\frac{A \sqrt{i_a}}{L^2 \sqrt{i_v}} \right)^{0.72}$$

dove L è la lunghezza dell'asta principale, i_a la pendenza dell'asta principale, A è la superficie del bacino e i_v la pendenza dei versanti.

I valori del tempo di concentrazione fornito dalla formula di Tournon, ed adottati nel presente studio, sono riportati nella seguente tabella 5.

| Bacino idrografico | Tempo di corrivazione [min.] |
|---|------------------------------|
| Torrente Vermenagna - Frazione Limonetto | 132 |
| Torrente Vermenagna - Confluenza Rio Panice | 144 |
| Rio Panice - Confluenza Torrente Vermenagna | 89 |

Tabella 5 – Valori del tempo di corrivazione determinati con la formula di Tournon per i bacini idrografici considerati.

Pertanto, i risultati ricavati per il bacino del Torrente Vermenagna, chiuso presso le due sezioni qui considerate, e del Rio Panice, sono riportati nelle seguenti tabelle.

| Metodo razionale | tr20 | | tr 100 | | tr 200 | | tr 500 | |
|---------------------------------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | a | n | a | n | a | n | a | n |
| | 35,83 | 0,49 | 45,44 | 0,49 | 49,59 | 0,49 | 55,01 | 0,49 |
| Stima della portata di progetto | | | | | | | | |
| Tempo di ritorno(anni) | Tr | 20 | Tr | 100 | Tr | 200 | Tr | 500 |
| precipitazione (mm) | hp | 52,60 | hp | 66,76 | hp | 72,86 | hp | 80,82 |
| riduzione per area | Ca | 1,00 | Ca | 1,00 | Ca | 1,00 | Ca | 1,00 |
| precipitazione ragguagliata mm | hr | 52,60 | hr | 66,76 | hr | 72,86 | hr | 80,82 |
| Durata di pioggia h | tp | 2,20 | tp | 2,20 | tp | 2,20 | tp | 2,20 |
| intensità pioggia (mm/ora) | i | 23,91 | i | 30,35 | i | 33,12 | i | 36,74 |
| Coefficiente di deflusso | Cd | 0,65 | Cd | 0,65 | Cd | 0,65 | Cd | 0,65 |
| Area bacino (kmq) | A | 13,35 | A | 13,35 | A | 13,35 | A | 13,35 |
| Portata liquida m³/s | Ql_20 | 57,63 | Ql_100 | 73,15 | Ql_200 | 79,83 | Ql_500 | 88,56 |
| Contributo unitario m³/s/kmq | qp_20 | 4,32 | qp_100 | 5,48 | qp_200 | 5,98 | qp_500 | 6,63 |

Tabella 6 – Calcolo delle portate di piena con il metodo razionale per il bacino del Torrente Vermenagna chiuso a valle della Frazione Limonetto.

| Metodo razionale | tr20 | | tr 100 | | tr 200 | | tr 500 | |
|---|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|
| | a | n | a | n | a | n | a | n |
| | 35,83 | 0,49 | 45,44 | 0,49 | 49,59 | 0,49 | 55,01 | 0,49 |
| Stima della portata di progetto | | | | | | | | |
| Tempo di ritorno(anni) | Tr | 20 | Tr | 100 | Tr | 200 | Tr | 500 |
| precipitazione (mm) | hp | 54,88 | hp | 69,66 | hp | 76,02 | hp | 84,33 |
| riduzione per area | Ca | 1,00 | Ca | 1,00 | Ca | 1,00 | Ca | 1,00 |
| precipitazione ragguagliata mm | hr | 54,88 | hr | 69,66 | hr | 76,02 | hr | 84,33 |
| Durata di pioggia h | tp | 2,40 | tp | 2,40 | tp | 2,40 | tp | 2,40 |
| intensità pioggia (mm/ora) | i | 22,87 | i | 29,02 | i | 31,68 | i | 35,14 |
| Coefficiente di deflusso | Cd | 0,65 | Cd | 0,65 | Cd | 0,65 | Cd | 0,65 |
| Area bacino (kmq) | A | 16,94 | A | 16,94 | A | 16,94 | A | 16,94 |
| Portata liquida m ³ /s | Ql_20 | 69,94 | Ql_100 | 88,78 | Ql_200 | 96,88 | Ql_500 | 107,47 |
| Contributo unitario m ³ /s/kmq | qp_20 | 4,13 | qp_100 | 5,24 | qp_200 | 5,72 | qp_500 | 6,34 |

Tabella 7 – Calcolo delle portate di piena con il metodo razionale per il bacino del Torrente Vermenagna chiuso a monte della confluenza del Rio Panice.

| Metodo razionale | tr20 | | tr 100 | | tr 200 | | tr 500 | |
|---|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | a | n | a | n | a | n | a | n |
| | 35,83 | 0,49 | 45,44 | 0,49 | 49,59 | 0,49 | 55,01 | 0,49 |
| Stima della portata di progetto | | | | | | | | |
| Tempo di ritorno(anni) | Tr | 20 | Tr | 100 | Tr | 200 | Tr | 500 |
| precipitazione (mm) | hp | 43,37 | hp | 55,02 | hp | 60,05 | hp | 66,61 |
| riduzione per area | Ca | 1,00 | Ca | 1,00 | Ca | 1,00 | Ca | 1,00 |
| precipitazione ragguagliata mm | hr | 43,37 | hr | 55,02 | hr | 60,05 | hr | 66,61 |
| Durata di pioggia h | tp | 1,48 | tp | 1,48 | tp | 1,48 | tp | 1,48 |
| intensità pioggia (mm/ora) | i | 29,30 | i | 37,18 | i | 40,57 | i | 45,01 |
| Coefficiente di deflusso | Cd | 0,65 | Cd | 0,65 | Cd | 0,65 | Cd | 0,65 |
| Area bacino (kmq) | A | 9,61 | A | 9,61 | A | 9,61 | A | 9,61 |
| Portata liquida m ³ /s | Ql_20 | 50,84 | Ql_100 | 64,51 | Ql_200 | 70,40 | Ql_500 | 78,09 |
| Contributo unitario m ³ /s/kmq | qp_20 | 5,29 | qp_100 | 6,71 | qp_200 | 7,33 | qp_500 | 8,13 |

Tabella 8 – Calcolo delle portate di piena con il metodo razionale per il bacino del Rio Panice chiuso a monte della confluenza con il Torrente Vermenagna.

Per la valutazione dei valori di portata al colmo lungo il Torrente Vermenagna nella sezione di chiusura posta presso il ponte della Strada Statale n. 20, in corrispondenza delle opere previste nell'intervento n. 1 a lato del Condominio Rio, e circa 120 metri a valle della confluenza del Rio Panice, si è effettuata una stima interpolando i valori riportati in tabella 7 con riferimento al bacino chiuso poco più a valle (superficie pari a 26,62 km²). I valori così ottenuti sono riportati nella seguente tabella 9.

| Bacino | Portata [m ³ /s] | | | |
|---|-----------------------------|--------|--------|--------|
| | TR20 | TR100 | TR200 | TR500 |
| Torrente Vermenagna chiuso al ponte S.S. n. 20 – Loc. Tetto Mecci | 109,90 | 139,50 | 152,30 | 168,80 |

Tabella 9 - Portate di piena per il bacino del Torrente Vermenagna chiuso al ponte della S.S. n. 20, in Loc. Tetto Mecci, ottenute interpolando i valori individuati in Tabella 7.

Definizione delle portate di progetto

Nella tabella seguente sono riassunti i valori delle portate di piena con tempo di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni individuati nel corso dello studio idrologico effettuato con il metodo razionale.

| Bacino | Portata [m³/s] | | | |
|--|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | TR20 | TR100 | TR200 | TR500 |
| Torrente Vermenagna chiuso a valle della Frazione Limonetto | 57,60 | 73,20 | 79,80 | 88,60 |
| Torrente Vermenagna chiuso a monte della confluenza del Rio Panice | 69,90 | 88,80 | 96,90 | 107,50 |
| Torrente Vermenagna chiuso al ponte S.S. n. 20 – Loc. Tetto Mecci | 109,90 | 139,50 | 152,30 | 168,80 |
| Rio Panice alla confluenza nel Torrente Vermenagna | 50,80 | 64,50 | 70,40 | 78,10 |

Tabella 10 - Portate individuate nello studio idrologico dei bacini del Torrente Vermenagna e del Rio Panice.

Per la corretta definizione delle portate di piena da assumere nelle successive simulazioni idrauliche si è però anche fatto riferimento alle verifiche svolte nell'ambito della Variante 2001 al Piano Regolatore Generale del Comune di Limone Piemonte concernenti la Verifica di Compatibilità idraulica ed idrogeologica dello strumento urbanistico. In particolare, negli elaborati predisposti dal Comune di Limone Piemonte per l'adeguamento del P.R.G. al Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico, sono stati individuati i valori di portata al colmo riferiti ai bacini di alcuni dei corsi d'acqua che attraversano il territorio comunale, tra i quali risulta anche il Torrente Vermenagna nella sezione posta presso la Frazione Limonetto (circa 350 metri a monte della sezione qui considerata) ed a valle della confluenza del Rio Sant'Anna (circa 900 metri a valle del ponte della S.S. n. 20 in esame). Tali valori sono indicati nella seguente tabella.

| Bacino | Portata [m^3/s] | | |
|---|-------------------------------------|--------------|--------------|
| | TR50 | TR200 | TR500 |
| Torrente Vermenagna chiuso presso la Frazione Limonetto | 54 | 82 | 90 |
| Torrente Vermenagna chiuso a valle della confluenza del Rio Sant'Anna | 106 | 160 | 178 |

Tabella 11 – Valori delle portate di piena del Torrente Vermenagna individuate nello studio di adeguamento del P.R.G. al P.A.I.

I valori di portata al colmo stimati nello studio idrologico riportato sopra (tabella 10) risultano pertanto congruenti con le portate adottate nella verifica di compatibilità idraulica ed idrogeologica dello strumento urbanistico, e risultano anche paragonabili ai valori proposti dall'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po in relazione ai valori massimi delle portate al colmo osservate o valutate in Piemonte, Valle d'Aosta e Ticino svizzero (si veda la figura seguente).

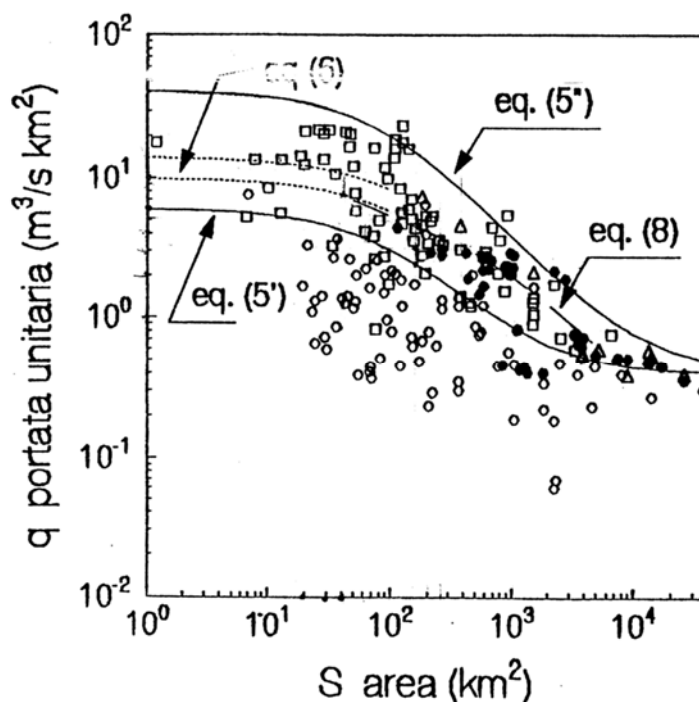


Figura 1 – Valori massimi delle portate al colmo osservate o indirettamente valutate in Piemonte, Valle d'Aosta e Ticino svizzero a fronte di alcune relazioni di inviluppo dei valori con Tr200 proposti dall'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (cerchi pieni).

Alla luce delle considerazioni sopra esposte, si è pertanto deciso che le portate stimate nel presente studio idrologico verranno assunte come riferimento per le verifiche idrauliche, dove, in particolare, sono stati adottati i valori relativi ai tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni per simulare le condizioni di pericolosità (si veda la tabella seguente).

| Bacino | Portata [m³/s] | | |
|--|----------------------------------|--------------|--------------|
| | TR20 | TR100 | TR200 |
| Torrente Vermenagna chiuso a valle della Frazione Limonetto | 57,60 | 73,20 | 79,80 |
| Torrente Vermenagna chiuso a monte della confluenza del Rio Panice | 69,90 | 88,80 | 96,90 |
| Torrente Vermenagna chiuso al ponte S.S. n. 20 – Loc. Tetto Mecci | 109,90 | 139,50 | 152,30 |
| Rio Panice alla confluenza nel Torrente Vermenagna | 50,80 | 64,50 | 70,40 |

Tabella 12 – Valori delle portate di piena del Torrente Vermenagna e del Rio Panice presso le aree di intervento qui in progetto, assunte nelle simulazioni idrauliche.

Verifiche idrauliche in moto permanente

Con il presente studio idraulico si intendono verificare i profili idrici delle portate di riferimento adottate nel Torrente Vermenagna e nel Rio Panice (portate di piena Q20, Q100 e Q200) in relazione alle opere in progetto consistenti essenzialmente nel consolidamento di alcuni tratti delle sponde dei due corsi d'acqua mediante la realizzazione di scogliere in massi di cava parzialmente intasati con calcestruzzo, le quali verranno impostate sulle attuali scarpate senza quindi creare ostacoli al regolare deflusso delle acque. I previsti attraversamenti dei corsi d'acqua da parte delle condotte fognarie in progetto verranno invece ricavati in subalveo, con il consolidamento di sponde e fondo con massi di cava disposti in modo da non modificare l'attuale profilo dell'alveo, oppure con attraversamenti aerei senza quindi la costruzione di manufatti interferenti con le sezioni di deflusso. Per la verifica idraulica il modello utilizzato è il software HEC-RAS (River Analysis System) dell'Hydrologic Engineering Center del U.S. Army Corps of Engineers di Davies nella versione 6.3.1. Il modello risolve le equazioni del moto permanente monodimensionali.

Il software è in grado di modellare il profilo della corrente in regime di corrente lenta e/o veloce prendendo in esame anche situazioni miste in cui siano possibili alternanze di tronchi in corrente lenta e veloce. In particolare, nel caso specifico, si è deciso di verificare il deflusso in condizioni di corrente mista.

Le normali perdite di energia meccanica sono valutate dal modello tenendo conto dell'attrito (grazie all'equazione di Manning) e di coefficienti di espansione-contrazione (moltiplicati per la variazione di velocità media della corrente), questi sono rispettivamente assunti pari a 0.1 e 0.3 nelle sezioni senza brusche variazioni e pari a 0.3 e 0.5 nelle sezioni con brusche variazioni (ad esempio in corrispondenza dei ponti). Il modello permette di simulare gli effetti di vari ostacoli al deflusso, come possono essere edifici, ponti, tombini, e può calcolare i profili di corrente in corrispondenza delle confluenze.

Condizioni al contorno

Sono state studiate le condizioni di deflusso per le portate di piena riferibili ai tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni individuate nello studio idrologico (si veda la tabella 12). A questo proposito si evidenzia che nella simulazione idraulica approntata lungo il Torrente Vermenagna presso l'area dell'intervento n. 1 si sono adottati valori delle portate di riferimento differenti tra il tratto posto a monte della confluenza del Rio Panice e la porzione a valle, tenendo così in considerazione l'apporto idrico dell'affluente.

Per quanto riguarda le condizioni idrauliche dei vari tratti dei corsi d'acqua qui considerati, sia al contorno di monte che a quello di valle, si sono assegnati i valori di altezza in moto uniforme considerando la pendenza caratteristica dei vari tratti in esame (si veda la tabella seguente).

| Simulazione idraulica | Pendenza caratteristica dell'alveo [%] | |
|---|---|--------------|
| | Monte | Valle |
| Intervento n. 1: Torrente Vermenagna in Località Tetto Mecci | 9,80 | 7,00 |
| Intervento n. 2: Torrente Vermenagna a valle della Frazione Limonetto | 8,33 | 8,56 |
| Intervento n. 2: Torrente Vermenagna a monte della strada per Loc. Tetti Gigant | 9,27 | 9,27 |
| Intervento n. 3: Rio Panice Località Tetto Corea | 3,31 | 9,51 |
| Intervento n. 3: Rio Panice attraversamento aereo | 6,65 | 10,38 |

Tabella 13 – Condizioni al contorno delle simulazioni idrauliche: valori di altezza in moto uniforme valutati considerando la pendenza caratteristica dei tratti di alveo in esame.

Coefficienti di scabrezza

Il modello richiede che la scabrezza sia espressa secondo la formula di Manning. Pertanto, si sono adottati numeri di Manning pari a 0,05 e 0,06 s/m^{1/3}, per l'alveo inciso che è caratterizzato dalla

presenza di trovanti rocciosi ed ha una tipica conformazione irregolare a buche e raschi, mentre per le aree golenali e le superfici in sponda si sono impiegati valori pari a $0,06 \text{ s/m}^{1/3}$, per le aree con vegetazione arbustivo-arborea, e pari a $0,04 \text{ s/m}^{1/3}$, per le superfici prive di alberi. Tali valori sono congruenti con quelli indicati nella letteratura di settore e nelle normative della Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po.

Infine, il corso d'acqua è stato modellato secondo le misure effettuate in campo, riconducendole, nel caso di depositi alluvionali localizzati, a forme trapezoidali o simili, quali sono quelle che si producono durante il deflusso di piene rilevanti.

Scenari di riferimento

Per la valutazione delle condizioni di deflusso lungo i vari tratti di Torrente Vermenagna e Rio Panice qui oggetto di intervento, si sono allestite, previo rilievo topografico, diverse simulazioni idrauliche per la verifica della compatibilità delle opere di difesa spondale e/o di consolidamento dell'alveo inciso previste nell'ambito degli interventi di ripristino delle condotte fognarie a seguito degli eventi alluvionali del 2-3 ottobre 2020.

Per i vari tratti di corso d'acqua interessati è stata pertanto approntata una simulazione di deflusso delle portate stimate considerando la sola geometria di progetto con l'inserimento delle opere di difesa spondale previste, in quanto le scogliere ed i consolidamenti in massi di cava previsti rappresentano essenzialmente una protezione dall'azione erosiva della corrente andando a consolidare le sponde esistenti o l'attuale assetto di fondo alveo, in corrispondenza degli attraversamenti in subalveo, senza alterare o modificare in modo apprezzabile le attuali condizioni di deflusso. In particolare, si sono definite le seguenti simulazioni:

- **Intervento n. 1 – Località Tetto Mecci:** geometria del Torrente Vermenagna con l'inserimento delle opere di consolidamento e difesa dell'alveo inciso presso l'attraversamento in subalveo della condotta fognaria e simulazione dell'attuale ponte della S.S. n. 20 dove è prevista la realizzazione di un attraversamento fognario aereo;

- **Intervento n. 2 di monte – Località Limonetto:** geometria del Torrente Vermenagna con l'inserimento delle opere di consolidamento e difesa dell'alveo inciso presso il nuovo attraversamento in subalveo della condotta fognaria, il consolidamento dell'attraversamento fognario esistente più a valle e la costruzione di una scogliera in sinistra;
- **Intervento n. 2 di valle – Presso strada per Tetti Gigant:** geometria del Torrente Vermenagna con l'inserimento delle opere di consolidamento e difesa dell'alveo inciso presso l'esistente attraversamento fognario in subalveo e costruzione di scogliere in sponda sinistra e destra per il ripristino delle scarpate erose;
- **Intervento n. 3 – Località Tetto Corea:** geometria del Rio Panice con l'inserimento delle opere di consolidamento e difesa dell'alveo inciso presso il nuovo attraversamento in subalveo della condotta fognaria, costruzione di scogliere in sponda sinistra e destra per il ripristino delle scarpate erose e consolidamento dell'attraversamento fognario esistente a monte;
- **Intervento n. 3 – Attraversamento aereo:** geometria del Rio Panice in corrispondenza dell'attuale ponte della S.S. n. 20 dove è prevista la realizzazione di un attraversamento aereo della condotta fognaria.

Risultati

I risultati di calcolo sono invece riportati nei seguenti **Allegati A-E**, in cui sono illustrate le sezioni idrauliche, i profili e tutti i dati idraulici elaborati dal software e relativi ai livelli idrici considerati.

Le seguenti variabili sono indicate nelle tabelle in lingua inglese:

| | |
|-------------|---|
| W.S. Elev: | quota del pelo libero (m) |
| Vel head: | termine cinetico (m) |
| E.G. Elev: | quota della linea dell'energia (m) |
| Crit. W.S: | quota della profondità critica (m) |
| E.G. slope: | pendenza della linea dell'energia (m/m) |
| Q totale: | portata totale (m ³ /s) |

| | |
|----------------|---|
| Top Width: | larghezza del pelo libero (m) |
| Vel Total: | velocità media nella sezione (m/s) |
| Max Chl. Dpth: | profondità massima della corrente nell'alveo principale (m) |
| Min Ch El: | quota minima del fondo (m) |
| Left OB: | golena sinistra |
| Channel: | alveo principale |
| Right OB: | golena destra |
| Wt n-Val: | valori della scabrezza secondo Manning |
| Reach Len: | lunghezza del tronco d'alveo (distinta a seconda che si tratti dello sviluppo della golena e dell'alveo principale) |
| Flow area: | area bagnata (m ²) |
| Flow: | portata (m ³ /s) |
| Avg. vel: | velocità media (in golena e nell'alveo principale; m/s) |
| Wetted Per: | contorno bagnato (m) |
| Shear: | forza trattiva (N/m ²). |

Conclusioni

Le opere qui previste sono state concepite come **interventi finalizzati alla protezione delle condotte fognarie esistenti e di quelle in progetto**, nell'ambito delle azioni di ripristino della rete fognaria a servizio del Comune di Limone Piemonte, che è stata gravemente danneggiata nel corso degli eventi alluvionali del 2-3 ottobre 2020 (si vedano gli elaborati grafici di progetto). Si procederà infatti alla ricostruzione di alcuni tratti di fognatura che sono stati danneggiati e/o asportati dalle acque in piena del Torrente Vermenagna e del Rio Panice, andando a posare le nuove condotte in posizione più discosta dagli attuali alvei dei due corsi d'acqua. Nei tratti in cui la morfologia dei luoghi comporta però la posa della fognatura in posizione ravvicinata all'alveo inciso, si è prevista la costruzione di opportune difese in massi di cava, intasati con calcestruzzo nella sola porzione non visibile, per fornire una protezione contro l'azione erosiva della corrente durante gli eventi più gravosi. Per non alterare le attuali condizioni di deflusso, le difese spondali in massi saranno impostate lungo il ciglio delle esistenti scarpate di sponda, senza quindi creare ostacolo alle acque e senza diminuire le sezioni utili al deflusso. Dall'analisi delle simulazioni idrauliche condotte è stato inoltre possibile verificare come i profili idrici delle portate di progetto siano in gran parte contenuti entro la sommità delle difese, o comunque, se superiori, presentano un contenuto tirante idrico che rimane delimitato dalla conformazione incassata dell'alveo stesso.

I nuovi attraversamenti in subalveo delle condotte fognarie verranno realizzati posando le condotte all'interno di tubocamicia in acciaio, a sua volta collocato all'interno di un cordolo in calcestruzzo armato, mentre il fondo alveo verrà consolidato con la posa di massi di cava intasati con calcestruzzo posti ad una quota pari all'attuale fondo alveo, senza quindi alterare l'attuale profilo di fondo (la condotta fognaria avrà un ricoprimento pari ad almeno un metro).

Anche il consolidamento degli attraversamenti fognari esistenti (ed ancora funzionanti) verrà ottenuto mediante la posa di massi di cava intasati con calcestruzzo che verranno sistemati pressappoco alla quota di fondo alveo, andando eventualmente ad occludere la sola buca creatasi

a valle del manufatto trasversale, impedendo così che futuri eventi alluvionali possano provocarne il collasso.

Per quanto riguarda invece il ripristino dell'**attraversamento aereo sul Torrente Vermenagna** previsto nell'ambito dell'intervento n. 1, in Località Tetto Mecci, si è valutata la posa di una nuova condotta fognaria che verrà staffata sul lato di monte del ponte della S.S. n. 20, collegando così gli edifici residenziali presenti in destra idrografica con le aree poste in sinistra, dove si trova il collettore principale che prosegue verso valle in direzione del concentrico di Limone Piemonte. L'attraversamento verrà inoltre mascherato e protetto mediante la posa di una struttura in acciaio corten collegata all'impalcato del ponte che sosterrà la condotta e ne eviterà l'eventuale danneggiamento. Come si può vedere nell'elaborato grafico *02.04 – Intervento n. 1 – Tetto Mecci – Profilo longitudinale condotte in progetto*, la struttura trasversale all'alveo sarà posta alla quota necessaria per poter collegare il nuovo tratto di condotta con la fognatura esistente, posta in sinistra idrografica, e presenterà un franco idraulico minimo pari a 1,78 m rispetto alla portata con tempo di ritorno di 200 anni (franco idraulico richiesto pari a 1,27 m). A questo proposito occorre evidenziare che la scelta di ripristinare l'attraversamento fognario aereo a monte del ponte della S.S. n. 20 è dovuto ad esigenze morfologiche locali, in quanto un eventuale attraversamento posto lungo il lato di valle del ponte avrebbe comportato la realizzazione di un tratto aereo molto più esteso (a causa della scarpata stradale molto scoscesa), oltre al fatto che si sarebbero dovuti realizzare due attraversamenti della strada statale (uno in destra del Torrente Vermenagna ed un secondo in posizione più discosta, circa 50 metri più a valle in sinistra idrografica).

Per quanto riguarda invece il ripristino della condotta fognaria che discende lungo il Vallone della Panice (intervento n. 3 – Località Tetto Corea), si è prevista la realizzazione di un **attraversamento aereo del Rio Panice** mediante la posa di una nuova condotta fognaria che verrà staffata sul lato di valle del ponte della S.S. n. 20, collegando così le frazioni poste a monte con il collettore fognario principale che discende dal Vallone di Limonetto, subito a monte dell'attraversamento in subalveo

del Torrente Vermenagna. L'attraversamento aereo verrà mascherato e protetto mediante la posa di una struttura in acciaio corten collegata all'impalcato del ponte, il quale sosterrà la condotta e ne eviterà l'eventuale danneggiamento. Come si può vedere nell'elaborato grafico 02.13 – *Intervento n. 3 – Loc. Tetto Corea – Profilo longitudinale condotte in progetto*, la struttura trasversale all'alveo sarà posta alla quota massima che si riuscirà ad ottenere subito a valle dell'attraversamento del sedime della Strada Statale n. 20. La nuova condotta presenterà quindi un franco idraulico minimo pari a 2,85 m rispetto alla portata con tempo di ritorno di 200 anni (franco idraulico richiesto pari a 1,06 m).

Occupazione sedime demaniale

Come già indicato precedentemente, la realizzazione delle opere in progetto comporterà anche la formazione di alcuni nuovi attraversamenti fognari in subalveo (n. 2 sul Torrente Vermenagna e n. 1 sul Rio Panice) e la realizzazione di due nuovi attraversamenti aerei presso le esistenti strutture di due ponti della Strada Statale n. 20. In particolare, gli attraversamenti fognari in progetto comporteranno l'occupazione del sedime demaniale sia del Torrente Vermenagna che del Rio Panice mediante la posa delle nuove condotte in PVC di diametro pari a 400, 315 e 250 mm.

Per la valutazione della lunghezza dei tratti di occupazione demaniale dovuta ai vari attraversamenti fognari si è fatto riferimento sia al sedime catastale dei corsi d'acqua interessati che alla proiezione delle sponde dell'alveo inciso. Se ne derivano le seguenti situazioni:

- 1) Intervento n. 1: attraversamento aereo del Torrente Vermenagna a lato del ponte della S.S. n. 20 con tubazione in PVC del diametro di 250 mm → lunghezza attraversamento pari a 12,15 m;
- 2) Intervento n. 1: attraversamento in subalveo del Torrente Vermenagna a monte della confluenza del Rio Panice con tubazione in PVC del diametro di 400 mm (tubocamicia in acciaio DN500) → lunghezza attraversamento pari a 11,00 m;

- 3) Intervento n. 2: attraversamento in subalveo del Torrente Vermenagna subito a valle della Località Limonetto con tubazione in PVC del diametro di 400 mm (tubocamicia in acciaio DN500) → lunghezza attraversamento pari a 9,70 m;
- 4) Intervento n. 3: attraversamento in subalveo del Rio Panice a valle della Località Tetto Corea con tubazione in PVC del diametro di 315 mm (tubocamicia in acciaio DN400) → lunghezza attraversamento pari a 11,65 m;
- 5) Intervento n. 3: attraversamento aereo del Rio Panice a lato del ponte della S.S. n. 20 con tubazione in PVC del diametro di 315 mm → lunghezza attraversamento pari a 10,70 m.

Per una migliore definizione degli attraversamenti in parola si vedano anche gli estratti cartografici riportati di seguito.

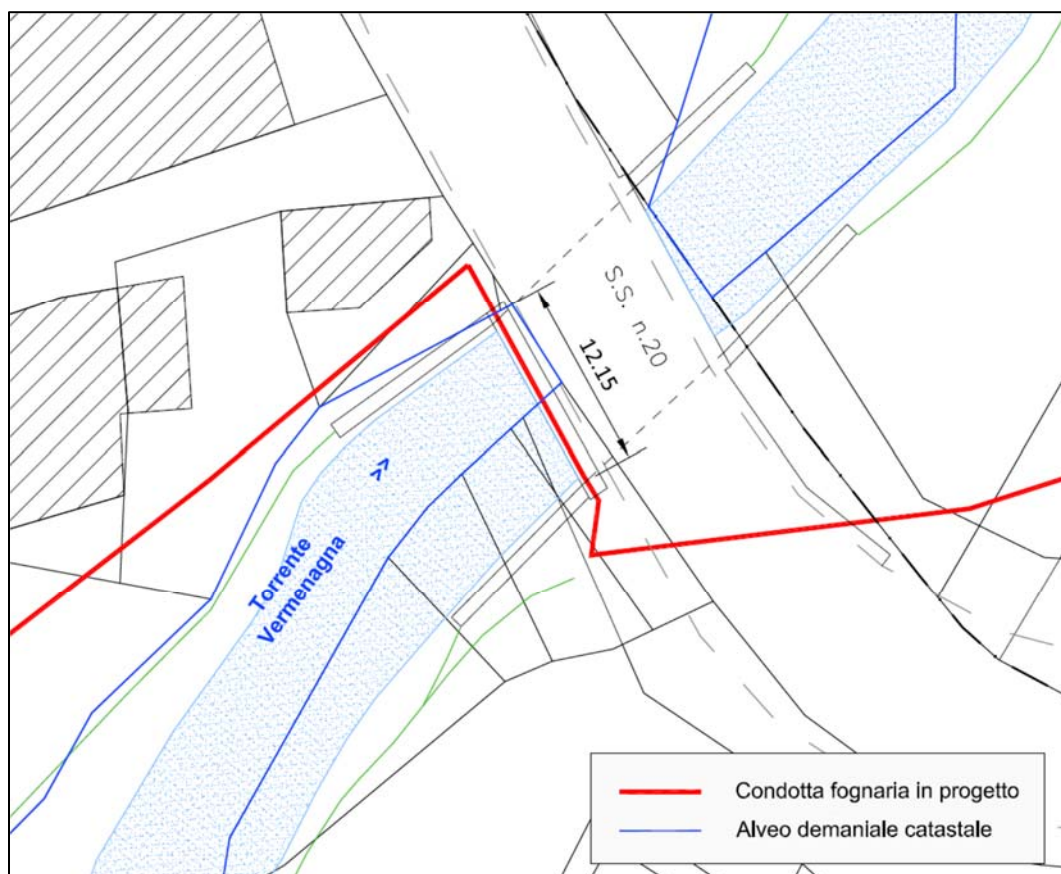


Figura 2 – Intervento n. 1: attraversamento aereo del Torrente Vermenagna a lato del ponte della Strada Statale n. 20 (Foglio catastale n. 43: lunghezza occupazione demaniale pari a 12,15 m).

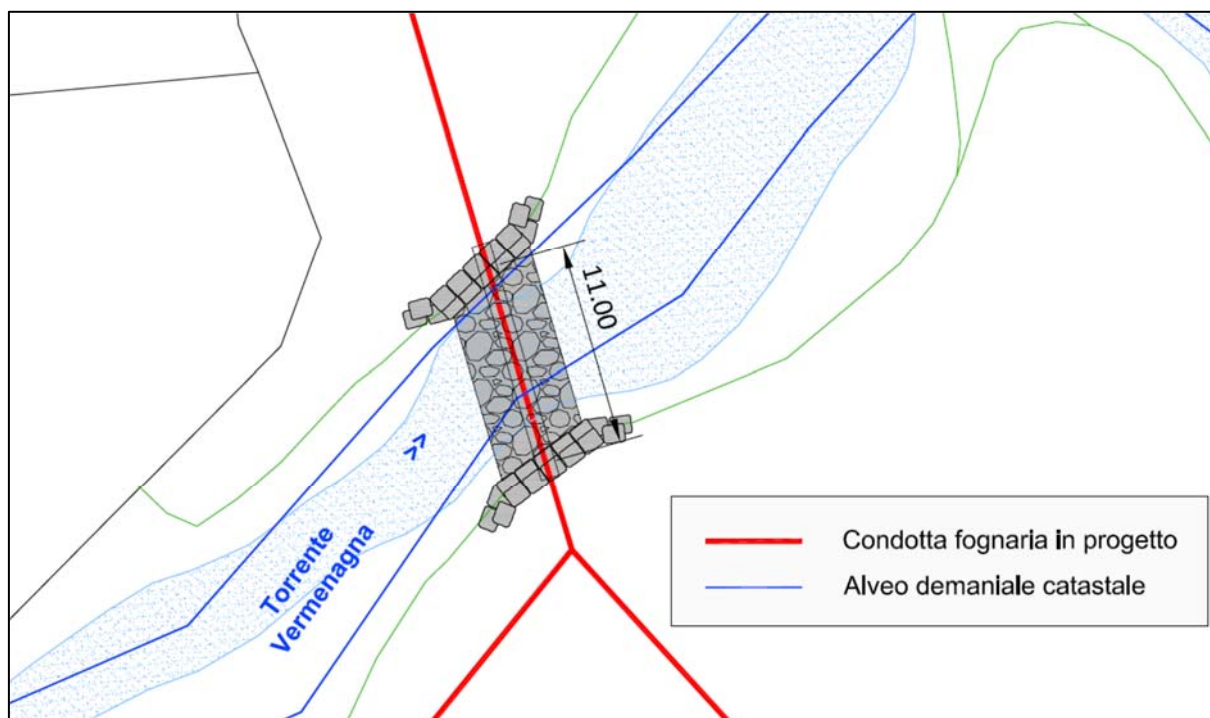


Figura 3 – Intervento n. 1: attraversamento in subalveo del Torrente Vermenagna a monte della confluenza del Rio Panice (Foglio catastale n. 43: lunghezza occupazione demaniale pari a 11,00 m).

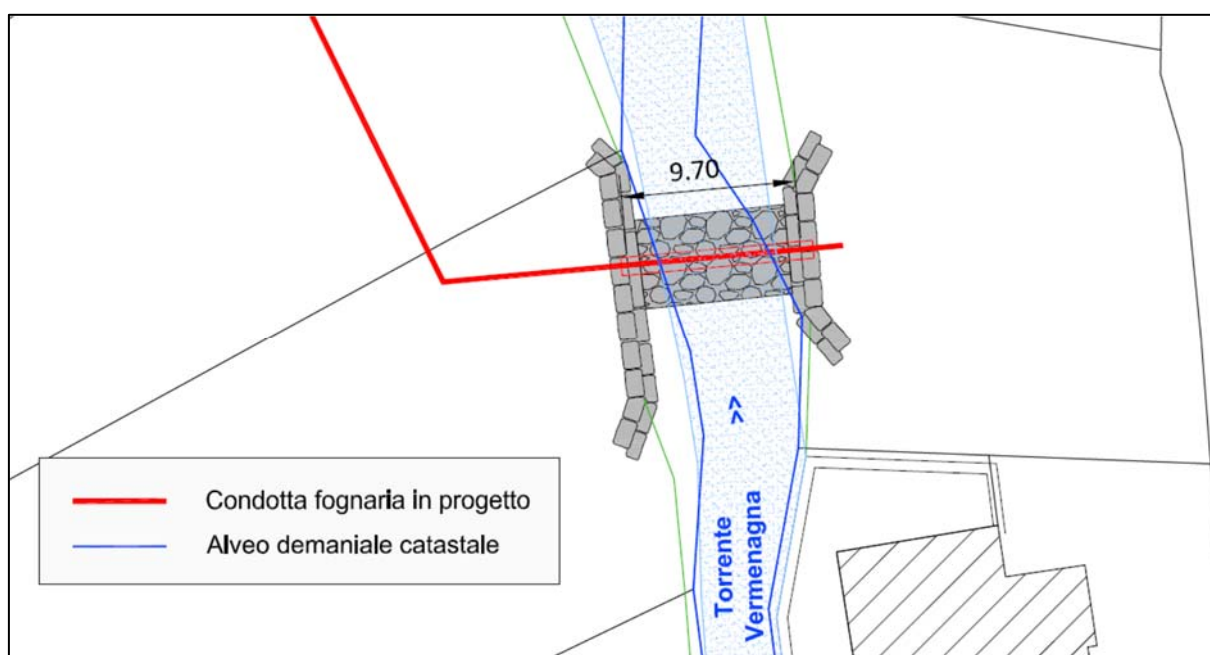


Figura 4 – Intervento n. 2: attraversamento in subalveo del Torrente Vermenagna subito a valle della Località Limonetto (Foglio catastale n. 44: lunghezza occupazione demaniale pari a 9,70 m).

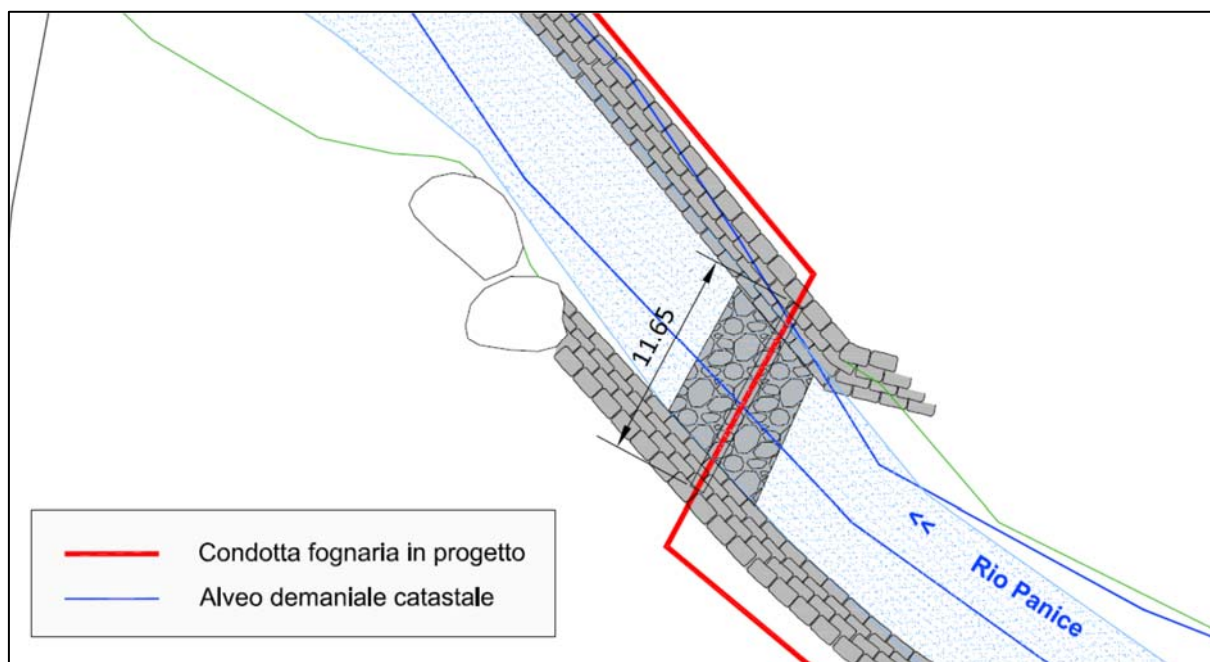


Figura 5 – Intervento n. 3: attraversamento in subalveo del Rio Panice a valle della Località Tetto Corea (Foglio catastale n. 35; lunghezza occupazione demaniale pari a 11,65 m).

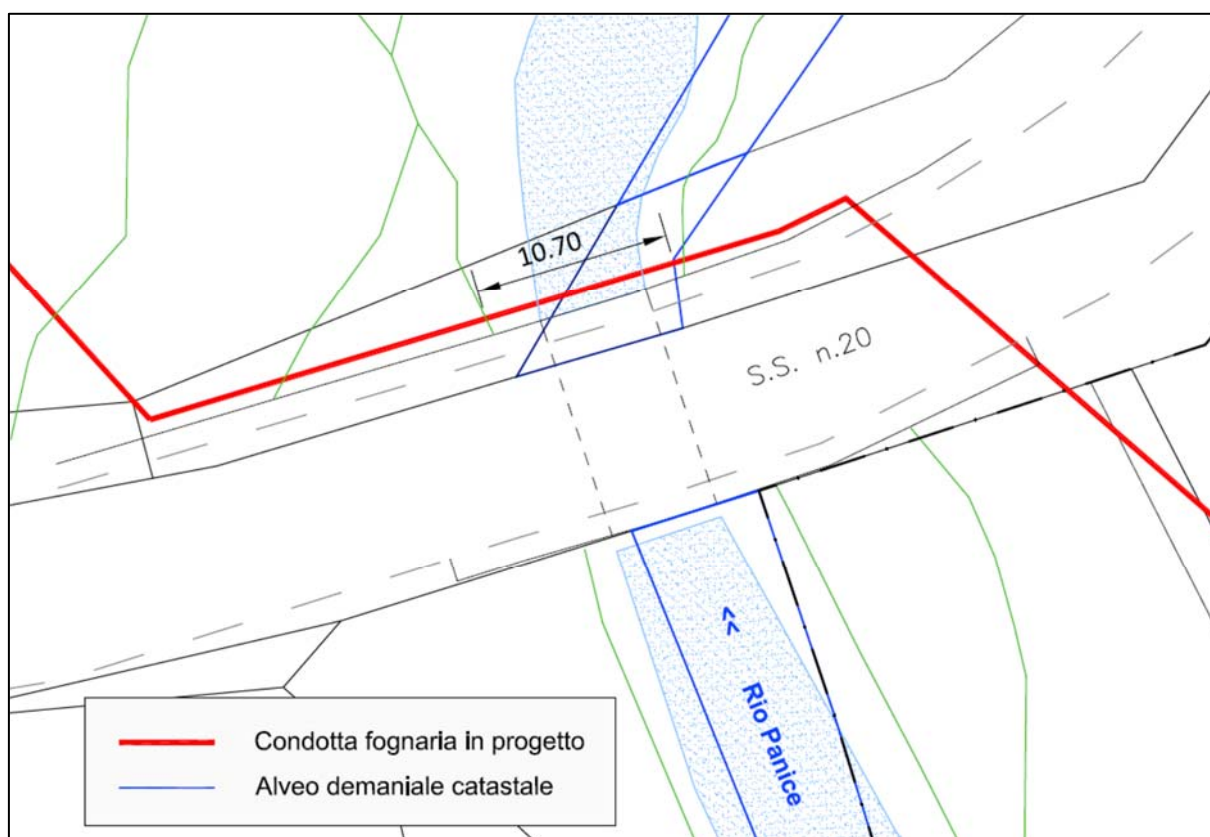


Figura 6 – Intervento n. 3: attraversamento aereo del Rio Panice a lato del ponte della Strada Statale n. 20 (Foglio catastale n. 35; lunghezza occupazione demaniale pari a 10,70 m).

Allegati

Allegato A – Intervento n. 1 – Località Tetto Mecci: tabelle, profilo e sezioni relative allo stato in progetto del Torrente Vermenagna

Allegato B – Intervento n. 2 di monte – Località Limonetto: tabelle, profilo e sezioni relative allo stato in progetto del Torrente Vermenagna

Allegato C – Intervento n. 2 di valle – Presso strada per Tetti Gigant: tabelle, profilo e sezioni relative allo stato in progetto del Torrente Vermenagna

Allegato D – Intervento n. 3 – Località Tetto Corea: tabelle, profilo e sezioni relative allo stato in progetto del Rio Panice

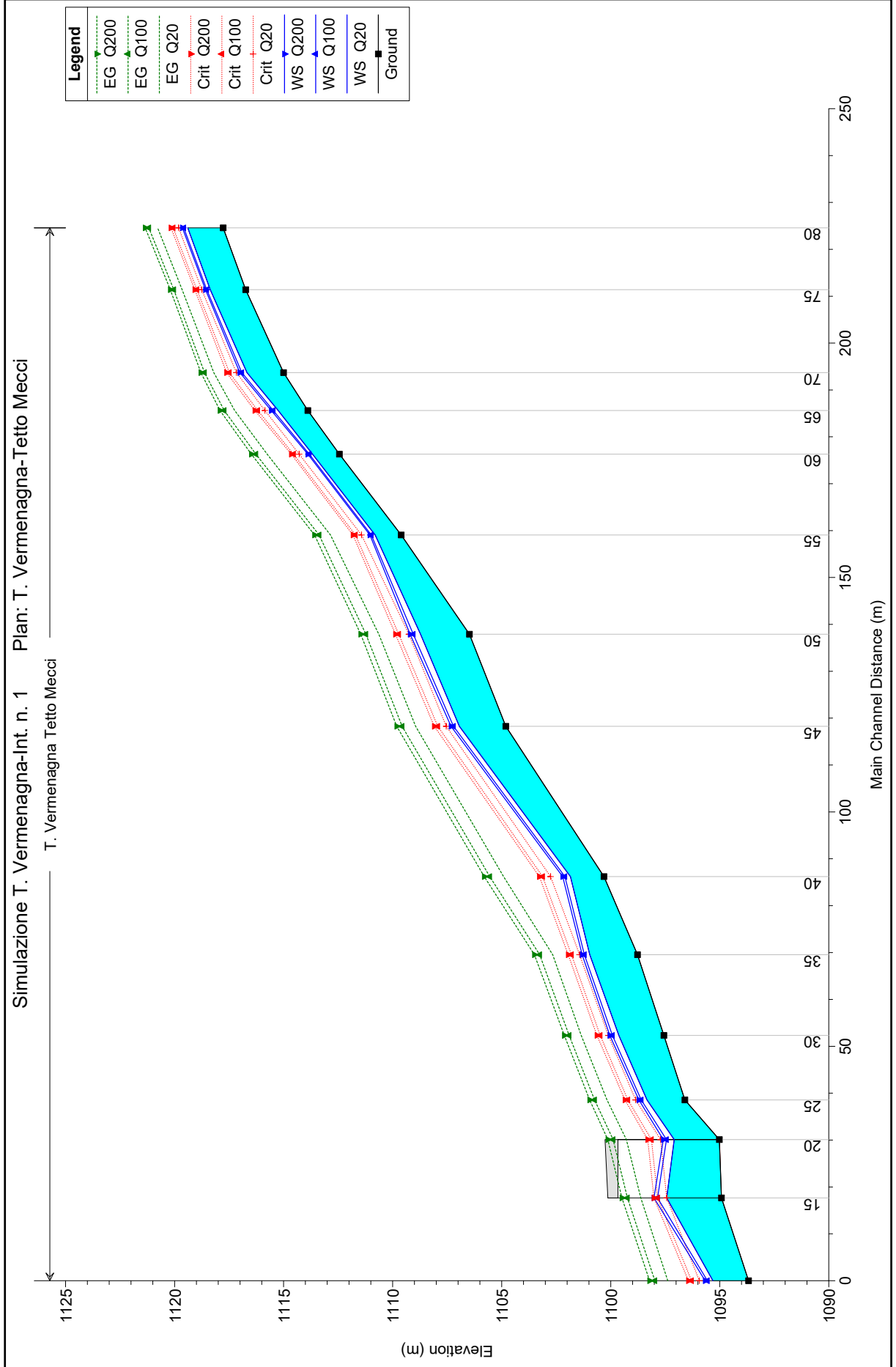
Allegato E – Intervento n. 3 – Attraversamento aereo: tabelle, profilo e sezioni relative allo stato in progetto del Rio Panice

Il Relatore:
ing. Franco Giraudo

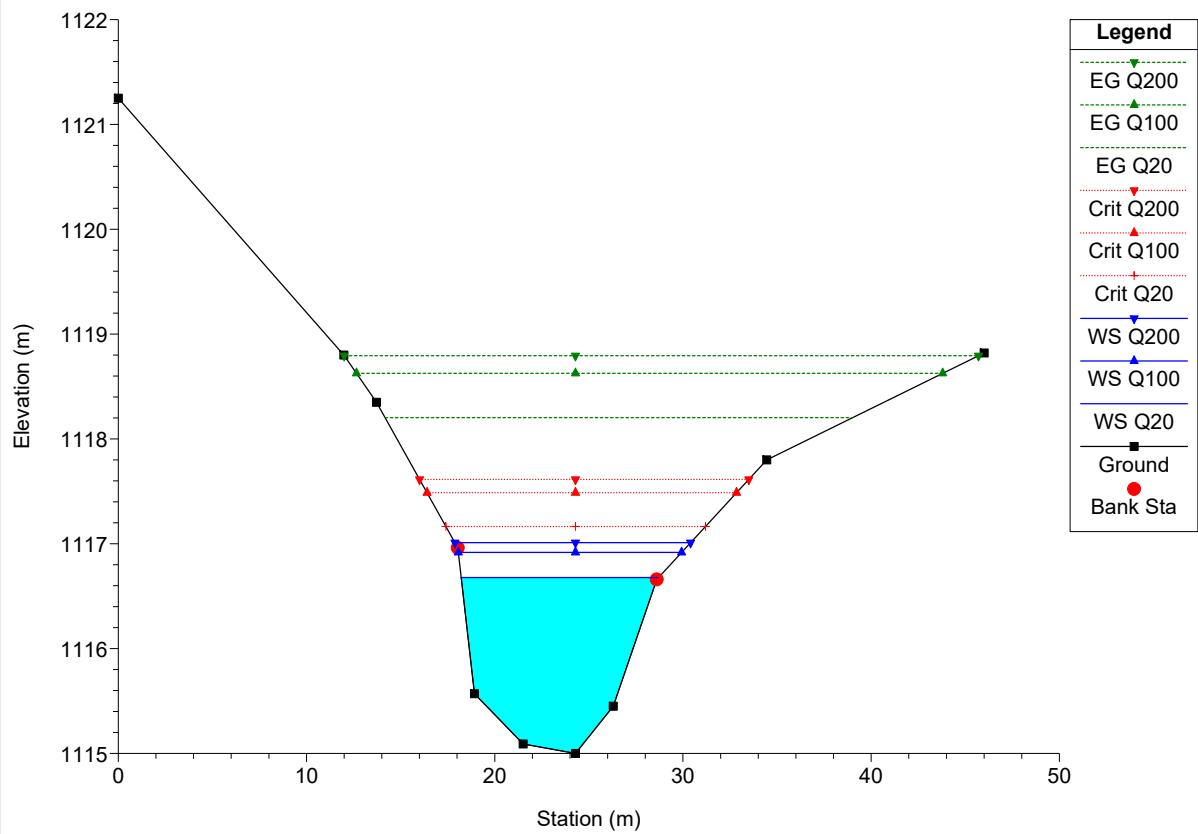
Allegato A – Intervento n. 1 – Loc. Tetto Mecci:
tabelle, profilo e sezioni relative allo stato
in progetto del Torrente Vermenagna

HEC-RAS Plan: Progetto River: T. Vermenagna Reach: Tetto Mecci

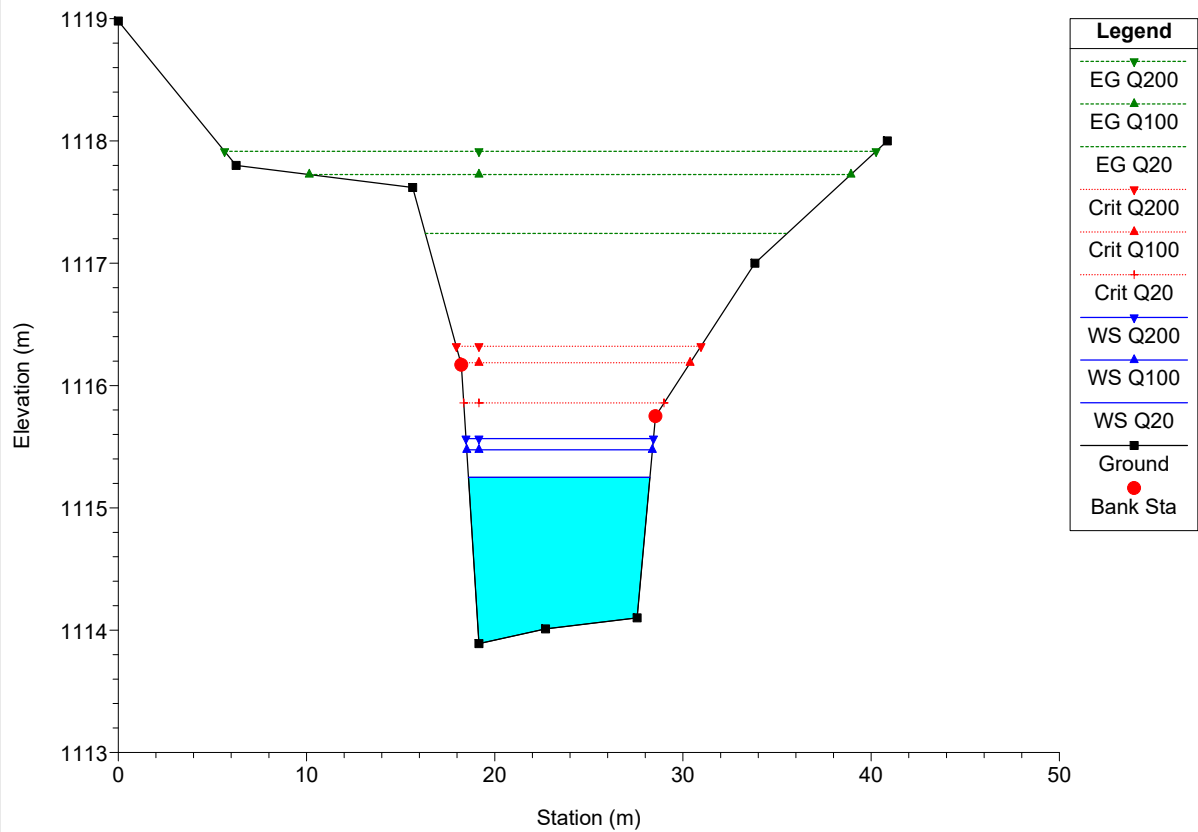
| Reach | River Sta | Profile | Q Total (m3/s) | Min Ch El (m) | W.S. Elev (m) | Crit W.S. (m) | E.G. Elev (m) | E.G. Slope (m/m) | Vel Chnl (m/s) | Flow Area (m2) | Top Width (m) | Froude # Chl |
|-------------|-----------|---------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| Tetto Mecci | 80 | Q20 | 69.90 | 1117.77 | 1119.40 | 1119.81 | 1120.78 | 0.098051 | 5.21 | 13.42 | 12.85 | 1.63 |
| Tetto Mecci | 80 | Q100 | 88.80 | 1117.77 | 1119.58 | 1120.06 | 1121.18 | 0.098051 | 5.60 | 15.85 | 13.63 | 1.66 |
| Tetto Mecci | 80 | Q200 | 96.90 | 1117.77 | 1119.65 | 1120.16 | 1121.35 | 0.098062 | 5.78 | 16.77 | 13.79 | 1.67 |
| Tetto Mecci | 75 | Q20 | 69.90 | 1116.74 | 1118.36 | 1118.76 | 1119.66 | 0.070962 | 5.34 | 14.98 | 15.68 | 1.44 |
| Tetto Mecci | 75 | Q100 | 88.80 | 1116.74 | 1118.52 | 1118.98 | 1120.04 | 0.073480 | 5.84 | 17.51 | 16.07 | 1.50 |
| Tetto Mecci | 75 | Q200 | 96.90 | 1116.74 | 1118.58 | 1119.07 | 1120.20 | 0.074778 | 6.05 | 18.50 | 16.22 | 1.52 |
| Tetto Mecci | 70 | Q20 | 69.90 | 1115.00 | 1116.68 | 1117.17 | 1118.20 | 0.092468 | 5.47 | 12.78 | 10.48 | 1.58 |
| Tetto Mecci | 70 | Q100 | 88.80 | 1115.00 | 1116.92 | 1117.49 | 1118.63 | 0.084344 | 5.79 | 15.46 | 11.86 | 1.54 |
| Tetto Mecci | 70 | Q200 | 96.90 | 1115.00 | 1117.01 | 1117.61 | 1118.79 | 0.081743 | 5.93 | 16.59 | 12.52 | 1.53 |
| Tetto Mecci | 65 | Q20 | 69.90 | 1113.89 | 1115.25 | 1115.86 | 1117.24 | 0.141295 | 6.25 | 11.18 | 9.64 | 1.85 |
| Tetto Mecci | 65 | Q100 | 88.80 | 1113.89 | 1115.47 | 1116.19 | 1117.73 | 0.133325 | 6.65 | 13.36 | 9.86 | 1.82 |
| Tetto Mecci | 65 | Q200 | 96.90 | 1113.89 | 1115.57 | 1116.32 | 1117.92 | 0.130338 | 6.79 | 14.28 | 9.95 | 1.81 |
| Tetto Mecci | 60 | Q20 | 69.90 | 1112.44 | 1113.68 | 1114.29 | 1115.76 | 0.180469 | 6.39 | 10.94 | 12.18 | 2.15 |
| Tetto Mecci | 60 | Q100 | 88.80 | 1112.44 | 1113.83 | 1114.55 | 1116.27 | 0.178964 | 6.93 | 12.82 | 12.42 | 2.18 |
| Tetto Mecci | 60 | Q200 | 96.90 | 1112.44 | 1113.89 | 1114.65 | 1116.48 | 0.177846 | 7.13 | 13.60 | 12.51 | 2.18 |
| Tetto Mecci | 55 | Q20 | 69.90 | 1109.61 | 1110.80 | 1111.42 | 1112.85 | 0.157229 | 6.33 | 11.04 | 10.90 | 2.01 |
| Tetto Mecci | 55 | Q100 | 88.80 | 1109.61 | 1110.98 | 1111.70 | 1113.37 | 0.157320 | 6.85 | 12.96 | 11.27 | 2.04 |
| Tetto Mecci | 55 | Q200 | 96.90 | 1109.61 | 1111.05 | 1111.82 | 1113.58 | 0.157528 | 7.05 | 13.74 | 11.41 | 2.05 |
| Tetto Mecci | 50 | Q20 | 109.90 | 1106.48 | 1108.72 | 1109.25 | 1110.64 | 0.081607 | 6.13 | 17.94 | 10.21 | 1.47 |
| Tetto Mecci | 50 | Q100 | 139.50 | 1106.48 | 1109.06 | 1109.72 | 1111.23 | 0.076289 | 6.53 | 21.43 | 10.52 | 1.44 |
| Tetto Mecci | 50 | Q200 | 152.30 | 1106.48 | 1109.20 | 1109.87 | 1111.46 | 0.074219 | 6.67 | 22.92 | 10.66 | 1.43 |
| Tetto Mecci | 45 | Q20 | 109.90 | 1104.81 | 1106.94 | 1107.54 | 1108.95 | 0.089697 | 6.27 | 17.52 | 10.83 | 1.58 |
| Tetto Mecci | 45 | Q100 | 139.50 | 1104.81 | 1107.21 | 1107.93 | 1109.57 | 0.092035 | 6.80 | 20.53 | 11.32 | 1.61 |
| Tetto Mecci | 45 | Q200 | 152.30 | 1104.81 | 1107.32 | 1108.09 | 1109.81 | 0.092765 | 6.99 | 21.78 | 11.51 | 1.62 |
| Tetto Mecci | 40 | Q20 | 109.90 | 1100.31 | 1101.85 | 1102.76 | 1104.91 | 0.177609 | 7.75 | 14.18 | 10.89 | 2.17 |
| Tetto Mecci | 40 | Q100 | 139.50 | 1100.31 | 1102.10 | 1103.12 | 1105.55 | 0.169481 | 8.22 | 16.97 | 11.35 | 2.15 |
| Tetto Mecci | 40 | Q200 | 152.30 | 1100.31 | 1102.20 | 1103.27 | 1105.80 | 0.166852 | 8.40 | 18.12 | 11.54 | 2.14 |
| Tetto Mecci | 35 | Q20 | 109.90 | 1098.77 | 1100.96 | 1101.43 | 1102.66 | 0.075366 | 5.77 | 19.06 | 11.83 | 1.45 |
| Tetto Mecci | 35 | Q100 | 139.50 | 1098.77 | 1101.21 | 1101.80 | 1103.26 | 0.079605 | 6.34 | 22.01 | 12.15 | 1.50 |
| Tetto Mecci | 35 | Q200 | 152.30 | 1098.77 | 1101.31 | 1101.95 | 1103.50 | 0.081070 | 6.55 | 23.23 | 12.28 | 1.52 |
| Tetto Mecci | 30 | Q20 | 109.90 | 1097.56 | 1099.63 | 1100.11 | 1101.35 | 0.076095 | 5.82 | 18.89 | 11.53 | 1.45 |
| Tetto Mecci | 30 | Q100 | 139.50 | 1097.56 | 1099.92 | 1100.48 | 1101.91 | 0.075135 | 6.24 | 22.35 | 11.93 | 1.46 |
| Tetto Mecci | 30 | Q200 | 152.30 | 1097.56 | 1100.04 | 1100.63 | 1102.13 | 0.074638 | 6.40 | 23.80 | 12.10 | 1.46 |
| Tetto Mecci | 25 | Q20 | 109.90 | 1096.60 | 1098.34 | 1098.86 | 1100.17 | 0.094978 | 6.00 | 18.32 | 12.19 | 1.56 |
| Tetto Mecci | 25 | Q100 | 139.50 | 1096.60 | 1098.60 | 1099.21 | 1100.74 | 0.093666 | 6.48 | 21.53 | 12.27 | 1.56 |
| Tetto Mecci | 25 | Q200 | 152.30 | 1096.60 | 1098.71 | 1099.35 | 1100.97 | 0.092989 | 6.66 | 22.88 | 12.30 | 1.56 |
| Tetto Mecci | 20 | Q20 | 109.90 | 1095.02 | 1097.09 | 1097.71 | 1099.28 | 0.107109 | 6.56 | 16.75 | 9.60 | 1.46 |
| Tetto Mecci | 20 | Q100 | 139.50 | 1095.02 | 1097.44 | 1098.13 | 1099.89 | 0.100323 | 6.93 | 20.14 | 9.60 | 1.42 |
| Tetto Mecci | 20 | Q200 | 152.30 | 1095.02 | 1097.59 | 1098.30 | 1100.13 | 0.097897 | 7.06 | 21.57 | 9.60 | 1.41 |
| Tetto Mecci | 15 | Q20 | 109.90 | 1094.92 | 1097.44 | 1097.44 | 1098.62 | 0.043496 | 4.82 | 22.79 | 9.60 | 0.97 |
| Tetto Mecci | 15 | Q100 | 139.50 | 1094.92 | 1097.85 | 1097.85 | 1099.23 | 0.044234 | 5.21 | 26.78 | 9.60 | 0.97 |
| Tetto Mecci | 15 | Q200 | 152.30 | 1094.92 | 1098.02 | 1098.02 | 1099.49 | 0.044714 | 5.36 | 28.39 | 9.60 | 0.97 |
| Tetto Mecci | 10 | Q20 | 109.90 | 1093.68 | 1095.31 | 1095.94 | 1097.38 | 0.107364 | 6.37 | 17.25 | 11.95 | 1.69 |
| Tetto Mecci | 10 | Q100 | 139.50 | 1093.68 | 1095.57 | 1096.29 | 1097.98 | 0.106554 | 6.88 | 20.29 | 12.25 | 1.71 |
| Tetto Mecci | 10 | Q200 | 152.30 | 1093.68 | 1095.67 | 1096.44 | 1098.22 | 0.106321 | 7.07 | 21.54 | 12.37 | 1.71 |

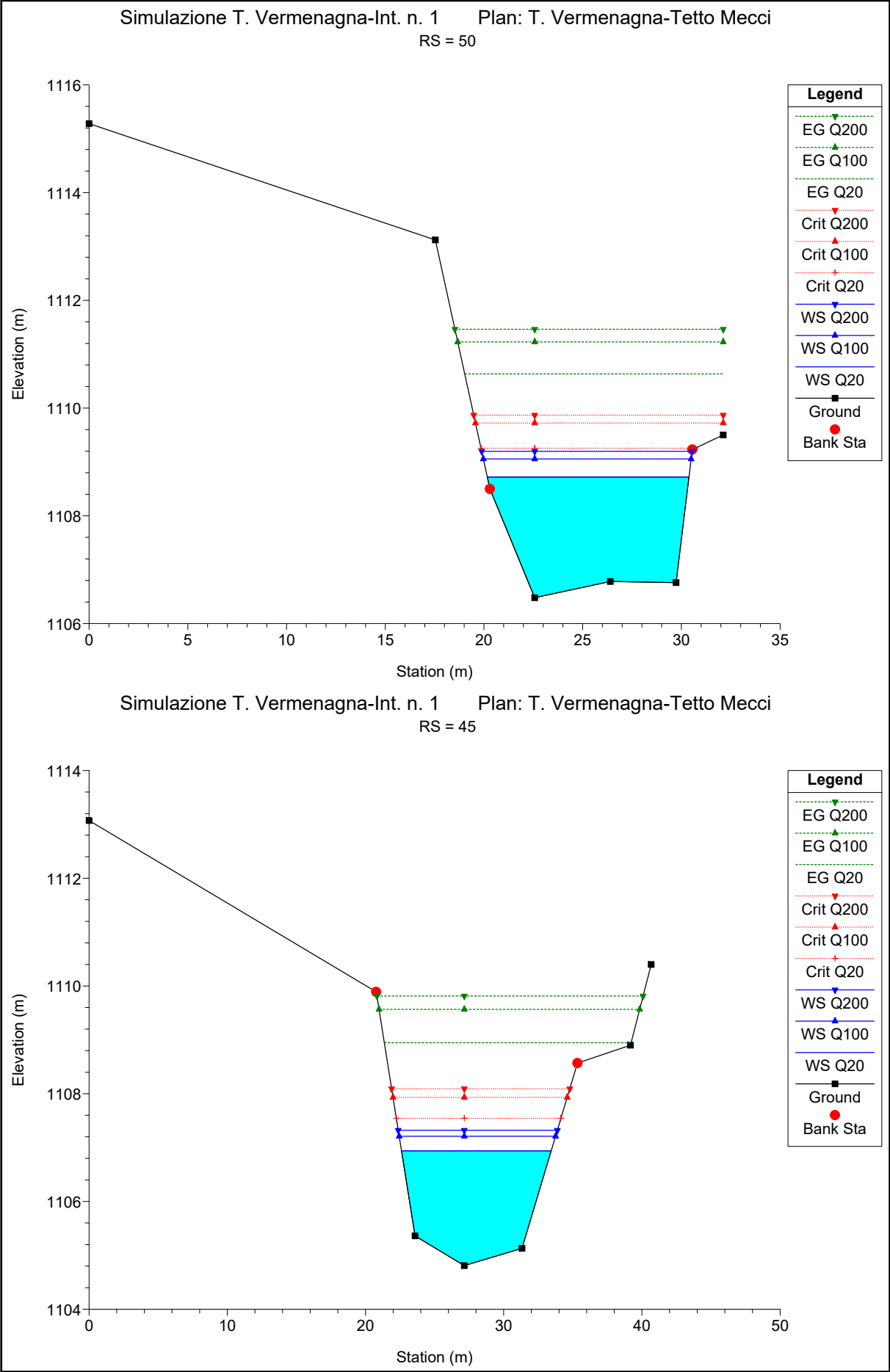


Simulazione T. Vermenagna-Int. n. 1 Plan: T. Vermenagna-Tetto Mecci
RS = 70

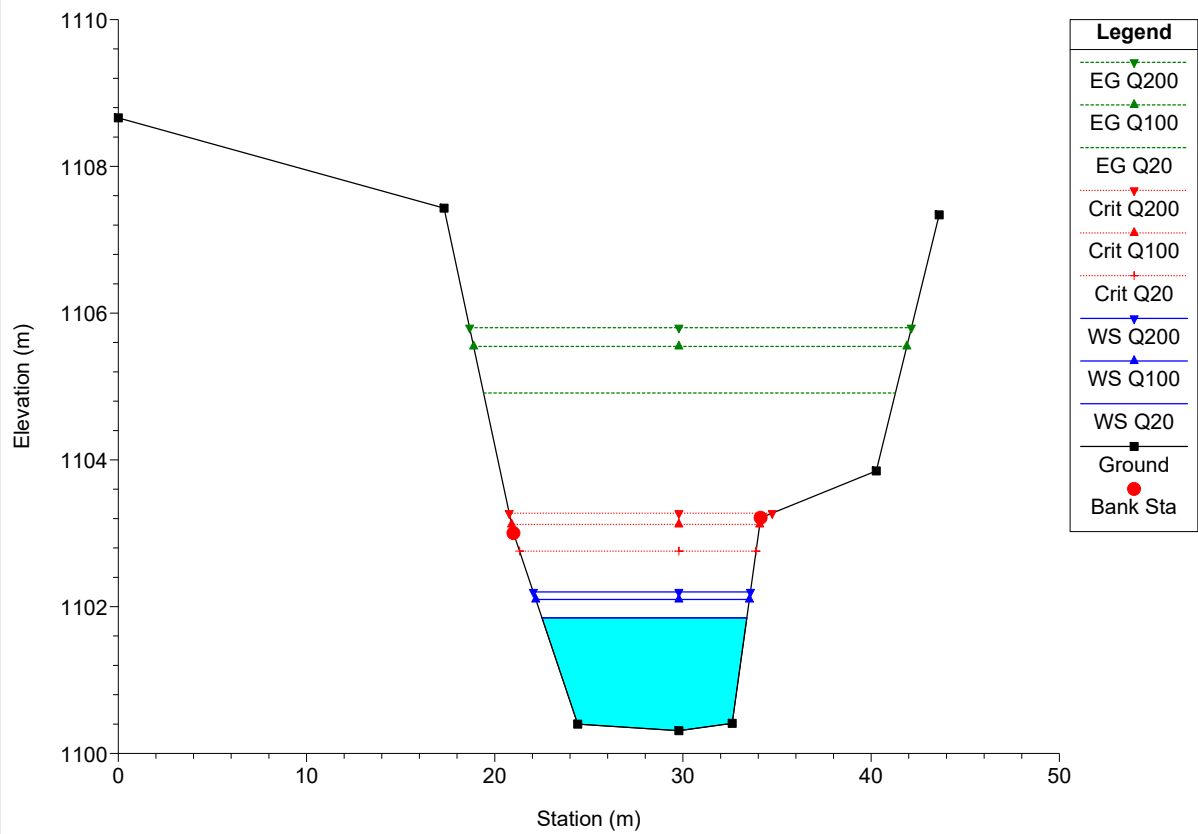


Simulazione T. Vermenagna-Int. n. 1 Plan: T. Vermenagna-Tetto Mecci
RS = 65

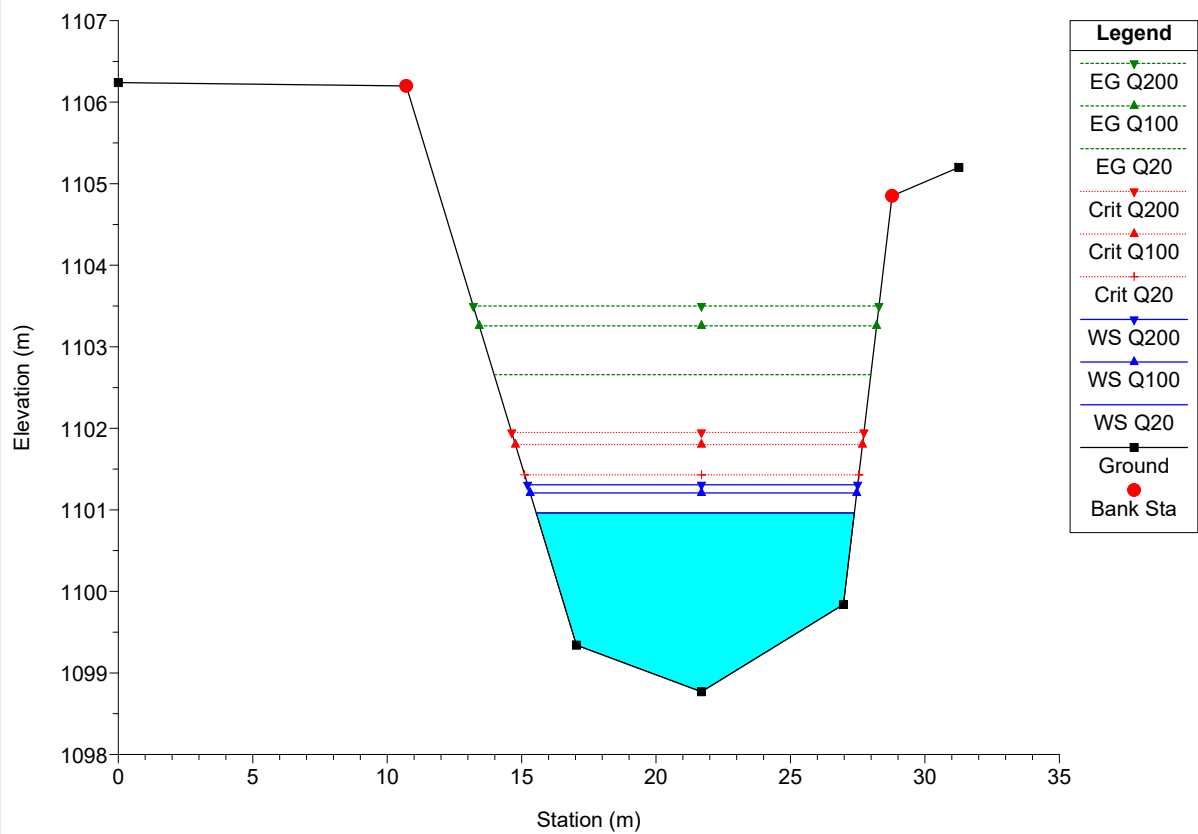


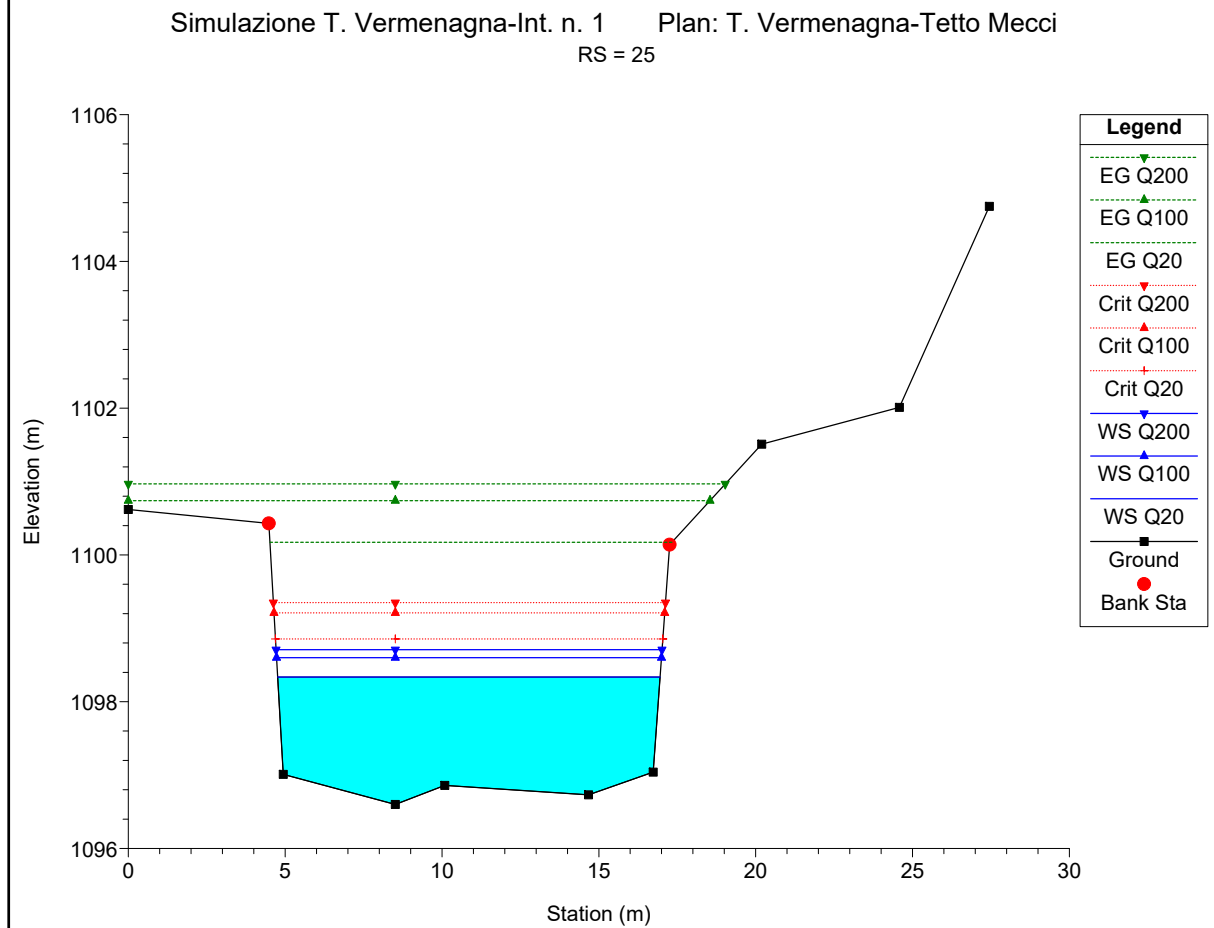
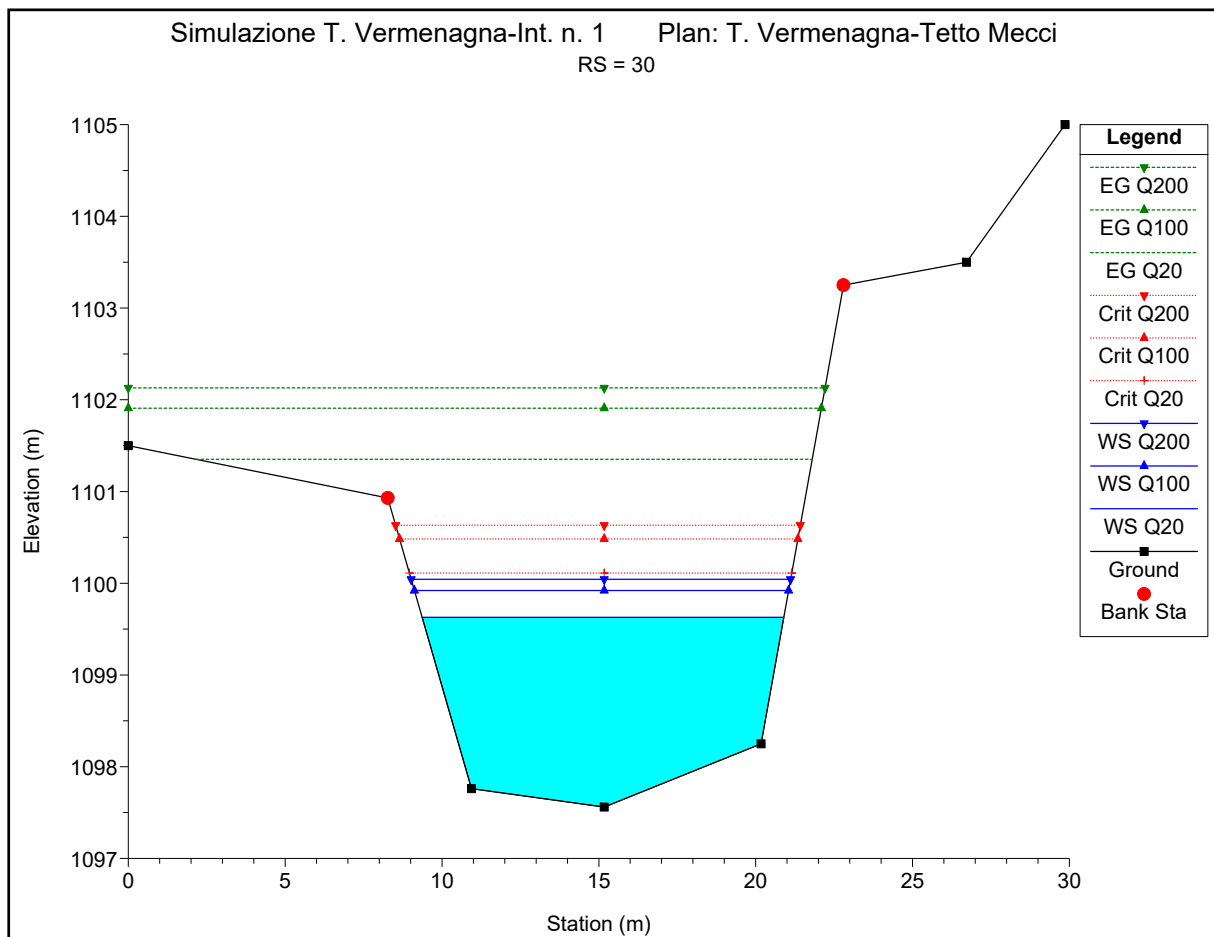


Simulazione T. Vermenagna-Int. n. 1 Plan: T. Vermenagna-Tetto Mecci
RS = 40

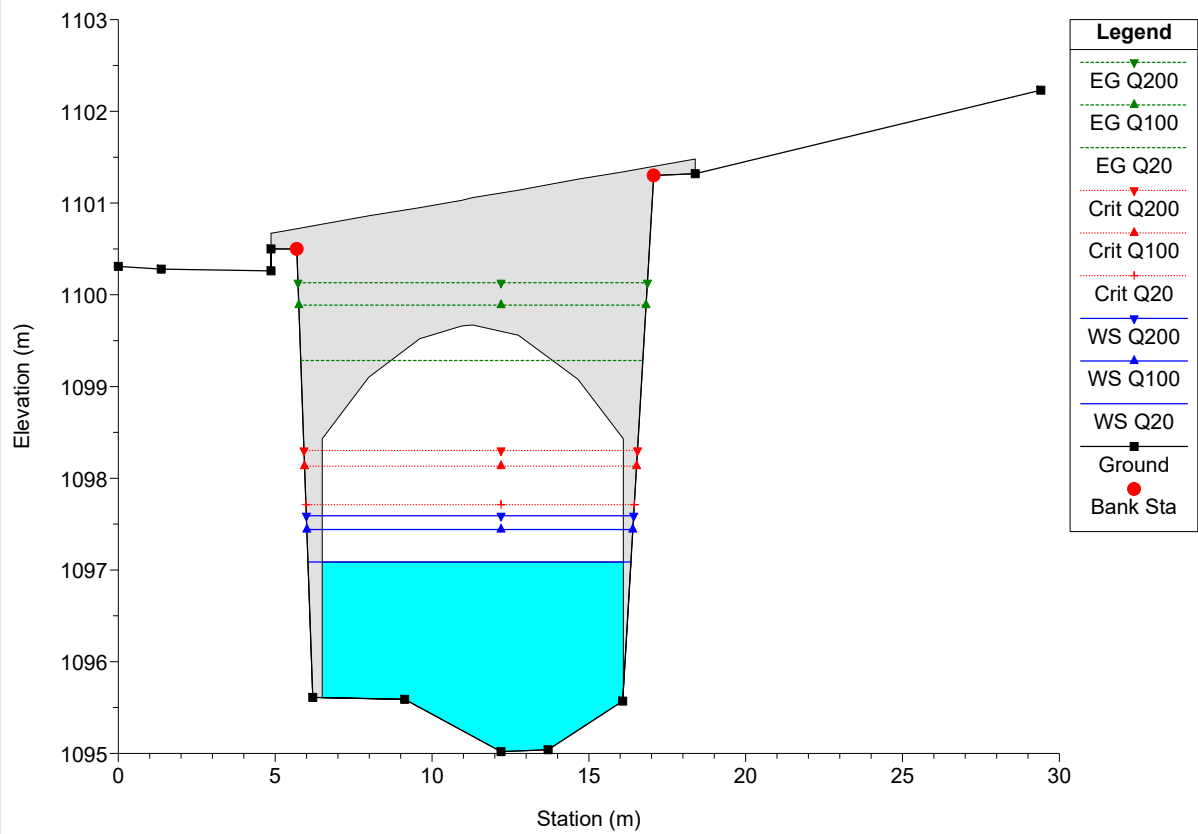


Simulazione T. Vermenagna-Int. n. 1 Plan: T. Vermenagna-Tetto Mecci
RS = 35

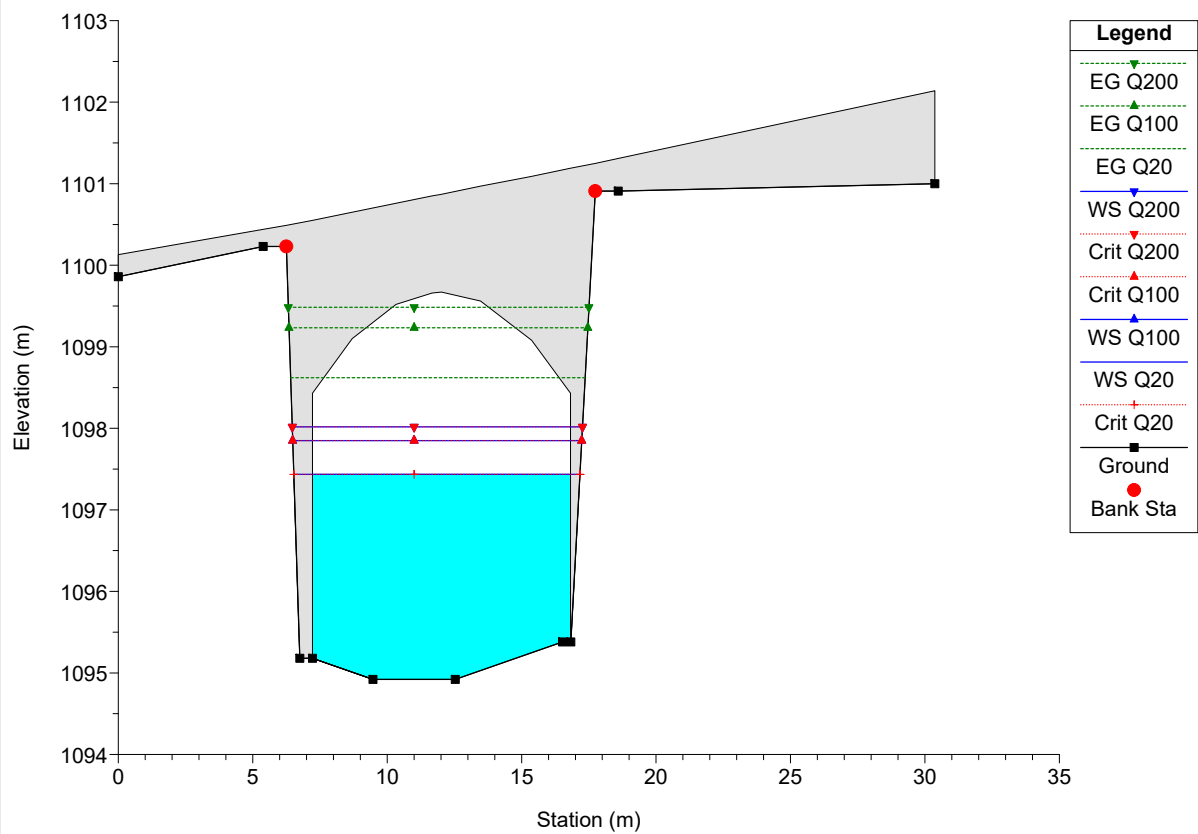




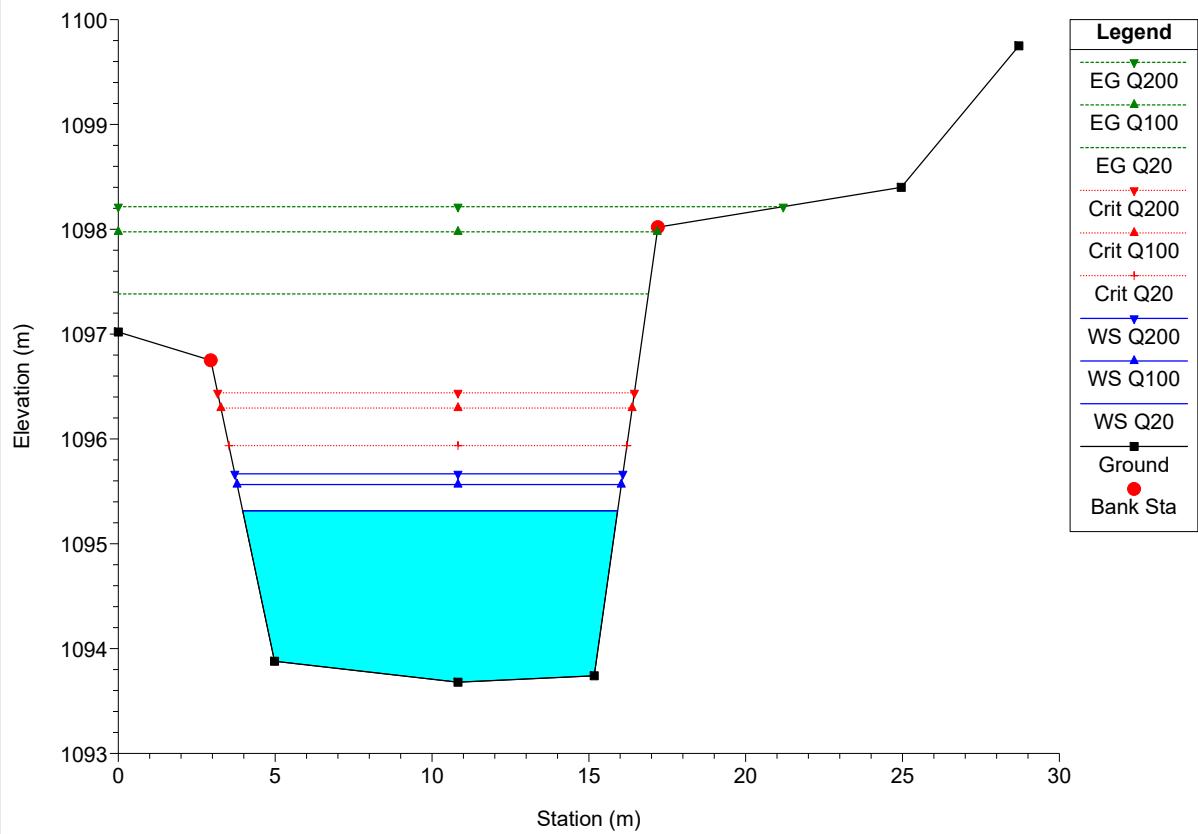
Simulazione T. Vermenagna-Int. n. 1 Plan: T. Vermenagna-Tetto Mecci
RS = 20



Simulazione T. Vermenagna-Int. n. 1 Plan: T. Vermenagna-Tetto Mecci
RS = 15



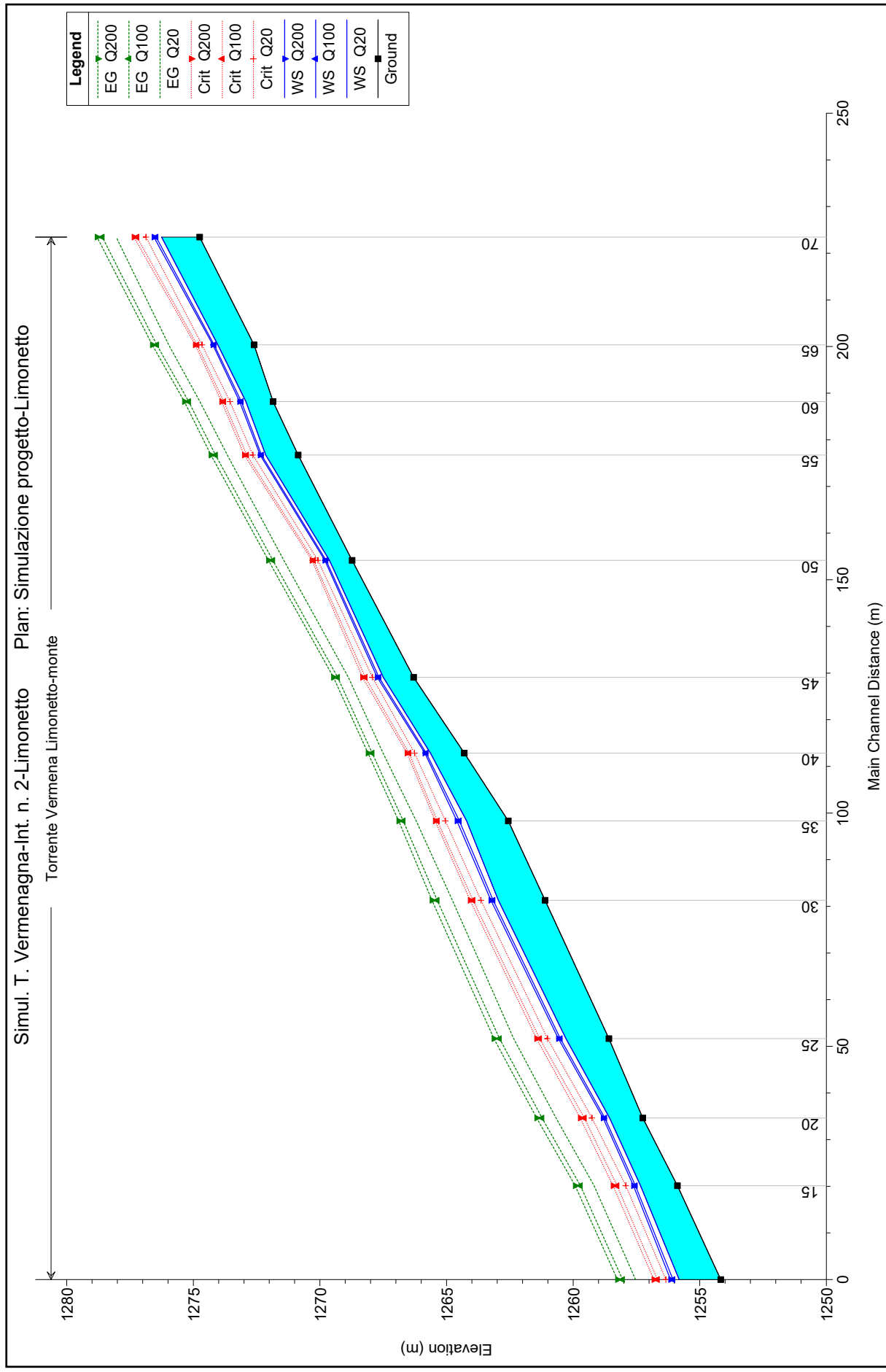
Simulazione T. Vermenagna-Int. n. 1 Plan: T. Vermenagna-Tetto Mecci
RS = 10

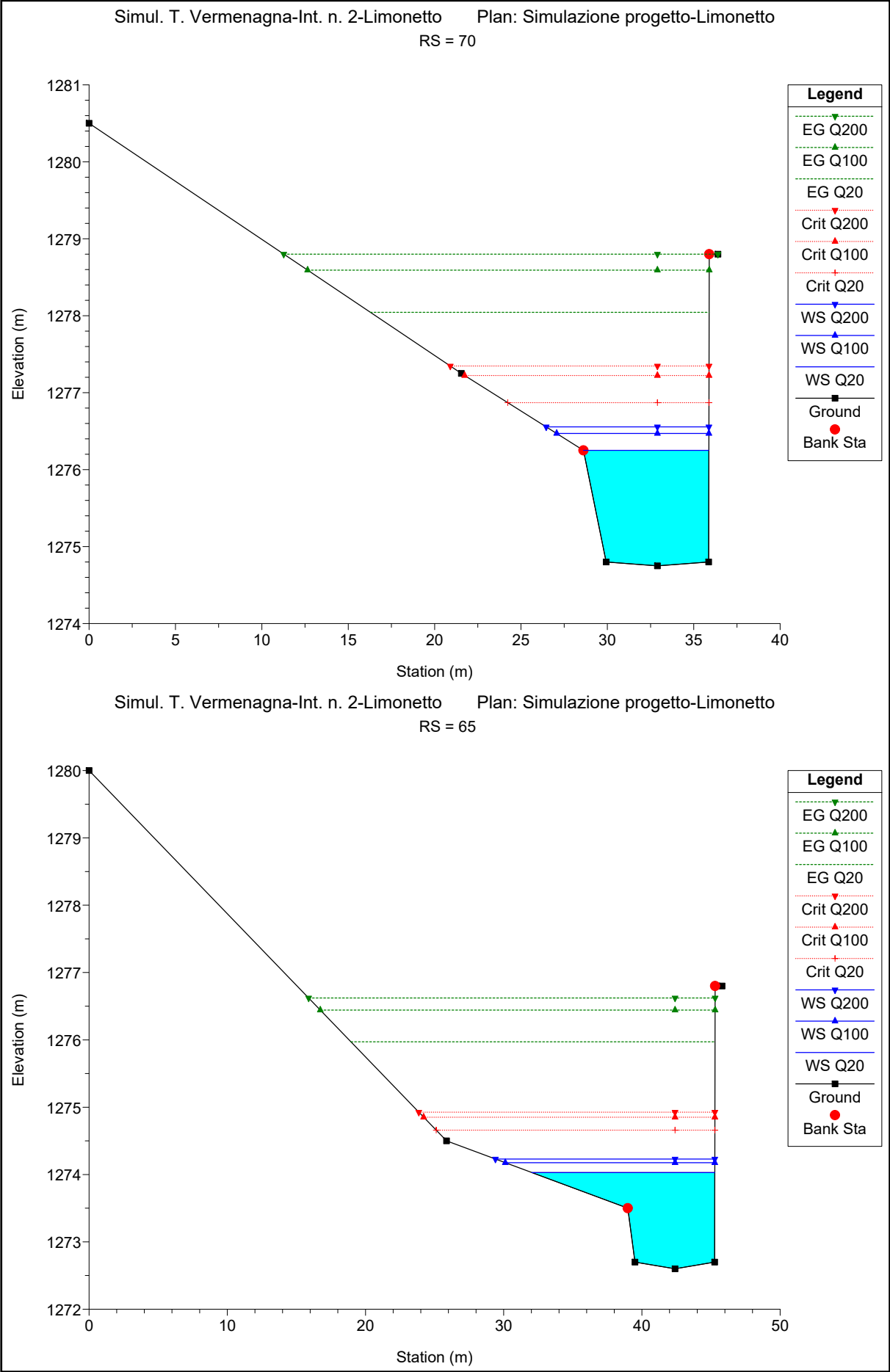


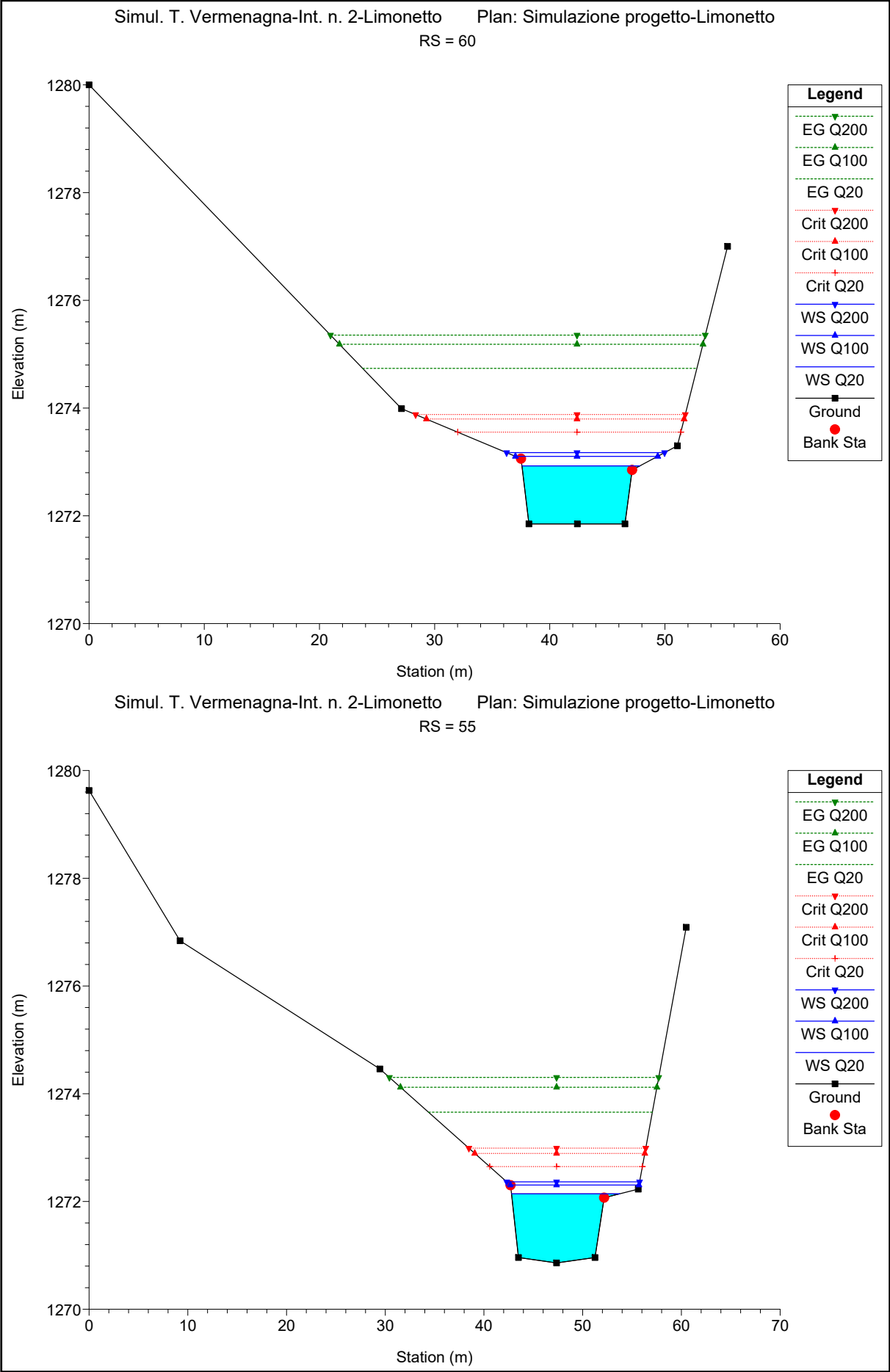
Allegato B – Intervento n. 2 di monte – Loc.
Limonetto: tabelle, profilo e sezioni relative
allo stato in progetto del Torrente Vermenagna

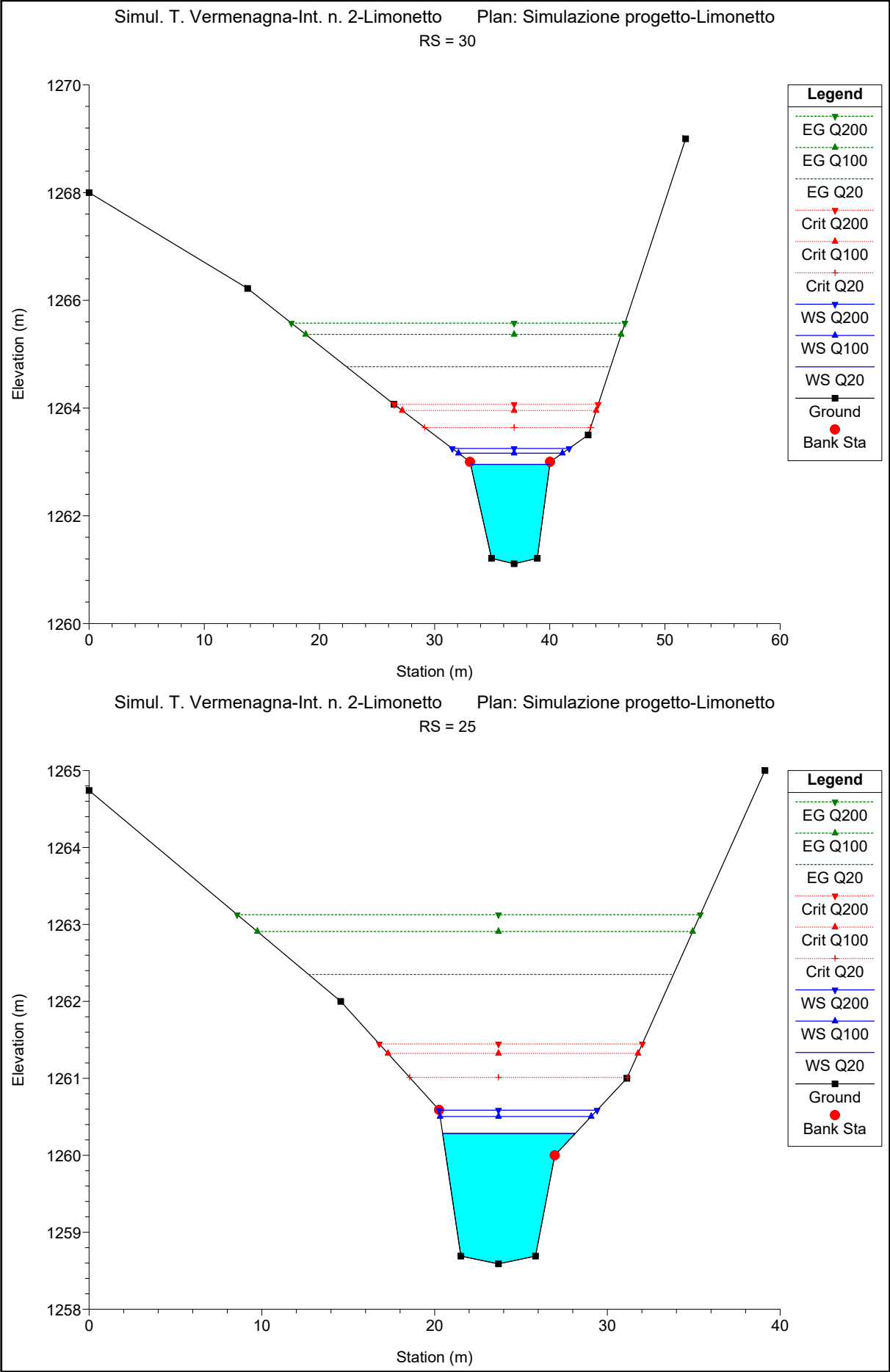
HEC-RAS Plan: Progetto-Limonetto River: Torrente Vermina Reach: Limonetto-monte

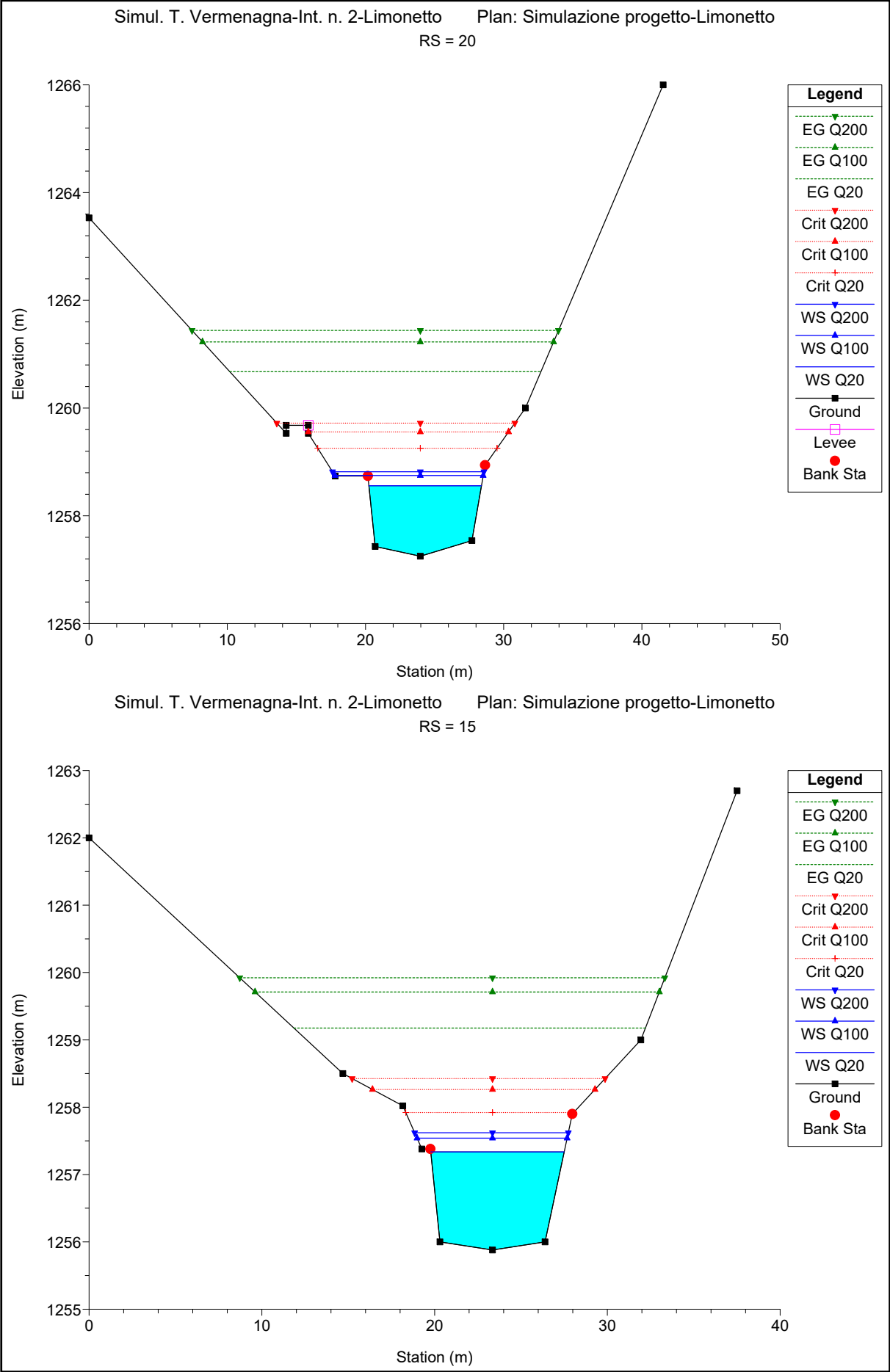
| Reach | River Sta | Profile | Q Total | Min Ch El | W.S. Elev | Crit W.S. | E.G. Elev | E.G. Slope | Vel Chnl | Flow Area | Top Width | Froude # Chl |
|-----------------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|-----------|--------------|
| | | | (m3/s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m2) | (m) | |
| Limonetto-monte | 70 | Q20 | 57.60 | 1274.75 | 1276.25 | 1276.87 | 1278.04 | 0.083437 | 5.93 | 9.71 | 7.26 | 1.64 |
| Limonetto-monte | 70 | Q100 | 73.20 | 1274.75 | 1276.47 | 1277.22 | 1278.59 | 0.083429 | 6.46 | 11.47 | 8.81 | 1.65 |
| Limonetto-monte | 70 | Q200 | 79.80 | 1274.75 | 1276.56 | 1277.35 | 1278.80 | 0.083335 | 6.65 | 12.26 | 9.42 | 1.66 |
| Limonetto-monte | 65 | Q20 | 57.60 | 1272.60 | 1274.03 | 1274.66 | 1275.97 | 0.095081 | 6.37 | 10.28 | 13.24 | 1.76 |
| Limonetto-monte | 65 | Q100 | 73.20 | 1272.60 | 1274.18 | 1274.85 | 1276.44 | 0.102436 | 6.99 | 12.35 | 15.16 | 1.83 |
| Limonetto-monte | 65 | Q200 | 79.80 | 1272.60 | 1274.23 | 1274.93 | 1276.62 | 0.105319 | 7.23 | 13.20 | 15.87 | 1.86 |
| Limonetto-monte | 60 | Q20 | 57.60 | 1271.85 | 1272.93 | 1273.55 | 1274.74 | 0.102536 | 5.96 | 9.68 | 10.23 | 1.89 |
| Limonetto-monte | 60 | Q100 | 73.20 | 1271.85 | 1273.11 | 1273.80 | 1275.18 | 0.096875 | 6.40 | 11.67 | 12.36 | 1.88 |
| Limonetto-monte | 60 | Q200 | 79.80 | 1271.85 | 1273.17 | 1273.88 | 1275.36 | 0.094714 | 6.57 | 12.56 | 13.71 | 1.88 |
| Limonetto-monte | 55 | Q20 | 57.60 | 1270.86 | 1272.14 | 1272.65 | 1273.66 | 0.074513 | 5.45 | 10.62 | 10.95 | 1.64 |
| Limonetto-monte | 55 | Q100 | 73.20 | 1270.86 | 1272.31 | 1272.89 | 1274.12 | 0.076961 | 6.00 | 12.63 | 13.03 | 1.70 |
| Limonetto-monte | 55 | Q200 | 79.80 | 1270.86 | 1272.36 | 1272.99 | 1274.30 | 0.077766 | 6.21 | 13.41 | 13.46 | 1.72 |
| Limonetto-monte | 50 | Q20 | 57.60 | 1268.73 | 1269.62 | 1270.08 | 1271.43 | 0.133375 | 5.95 | 9.69 | 12.63 | 2.17 |
| Limonetto-monte | 50 | Q100 | 73.20 | 1268.73 | 1269.76 | 1270.25 | 1271.86 | 0.131303 | 6.43 | 11.39 | 12.99 | 2.19 |
| Limonetto-monte | 50 | Q200 | 79.80 | 1268.73 | 1269.81 | 1270.32 | 1272.04 | 0.130704 | 6.61 | 12.07 | 13.13 | 2.20 |
| Limonetto-monte | 45 | Q20 | 57.60 | 1266.30 | 1267.50 | 1267.93 | 1268.88 | 0.072973 | 5.20 | 11.08 | 10.80 | 1.64 |
| Limonetto-monte | 45 | Q100 | 73.20 | 1266.30 | 1267.67 | 1268.21 | 1269.30 | 0.073849 | 5.65 | 12.95 | 11.15 | 1.67 |
| Limonetto-monte | 45 | Q200 | 79.80 | 1266.30 | 1267.74 | 1268.32 | 1269.47 | 0.074029 | 5.83 | 13.70 | 11.52 | 1.69 |
| Limonetto-monte | 40 | Q20 | 57.60 | 1264.30 | 1265.64 | 1266.26 | 1267.51 | 0.091301 | 6.08 | 9.79 | 13.04 | 1.86 |
| Limonetto-monte | 40 | Q100 | 73.20 | 1264.30 | 1265.80 | 1266.49 | 1267.94 | 0.088513 | 6.56 | 12.27 | 17.51 | 1.87 |
| Limonetto-monte | 40 | Q200 | 79.80 | 1264.30 | 1265.86 | 1266.56 | 1268.10 | 0.088804 | 6.77 | 13.29 | 19.05 | 1.89 |
| Limonetto-monte | 35 | Q20 | 57.60 | 1262.56 | 1264.21 | 1265.05 | 1266.20 | 0.087304 | 6.25 | 9.22 | 6.26 | 1.64 |
| Limonetto-monte | 35 | Q100 | 73.20 | 1262.56 | 1264.49 | 1265.37 | 1266.71 | 0.079556 | 6.61 | 11.40 | 10.22 | 1.60 |
| Limonetto-monte | 35 | Q200 | 79.80 | 1262.56 | 1264.59 | 1265.45 | 1266.89 | 0.077429 | 6.76 | 12.50 | 12.10 | 1.59 |
| Limonetto-monte | 30 | Q20 | 57.60 | 1261.11 | 1262.96 | 1263.64 | 1264.77 | 0.075497 | 5.96 | 9.66 | 6.88 | 1.61 |
| Limonetto-monte | 30 | Q100 | 73.20 | 1261.11 | 1263.16 | 1263.95 | 1265.37 | 0.077879 | 6.58 | 11.27 | 9.02 | 1.66 |
| Limonetto-monte | 30 | Q200 | 79.80 | 1261.11 | 1263.25 | 1264.07 | 1265.58 | 0.076804 | 6.77 | 12.11 | 10.15 | 1.67 |
| Limonetto-monte | 25 | Q20 | 57.60 | 1258.59 | 1260.28 | 1261.01 | 1262.35 | 0.086331 | 6.38 | 9.17 | 7.68 | 1.73 |
| Limonetto-monte | 25 | Q100 | 73.20 | 1258.59 | 1260.50 | 1261.32 | 1262.91 | 0.086821 | 6.91 | 10.98 | 8.75 | 1.76 |
| Limonetto-monte | 25 | Q200 | 79.80 | 1258.59 | 1260.59 | 1261.45 | 1263.13 | 0.087543 | 7.12 | 11.71 | 9.14 | 1.78 |
| Limonetto-monte | 20 | Q20 | 57.60 | 1257.25 | 1258.56 | 1259.26 | 1260.68 | 0.112118 | 6.45 | 8.94 | 8.15 | 1.97 |
| Limonetto-monte | 20 | Q100 | 73.20 | 1257.25 | 1258.75 | 1259.56 | 1261.23 | 0.112291 | 6.97 | 10.51 | 10.73 | 1.99 |
| Limonetto-monte | 20 | Q200 | 79.80 | 1257.25 | 1258.82 | 1259.72 | 1261.44 | 0.111906 | 7.18 | 11.28 | 10.95 | 2.00 |
| Limonetto-monte | 15 | Q20 | 57.60 | 1255.88 | 1257.34 | 1257.92 | 1259.18 | 0.086053 | 6.01 | 9.59 | 7.72 | 1.72 |
| Limonetto-monte | 15 | Q100 | 73.20 | 1255.88 | 1257.54 | 1258.26 | 1259.71 | 0.086562 | 6.53 | 11.29 | 8.69 | 1.75 |
| Limonetto-monte | 15 | Q200 | 79.80 | 1255.88 | 1257.62 | 1258.43 | 1259.92 | 0.086700 | 6.73 | 11.99 | 8.89 | 1.77 |
| Limonetto-monte | 10 | Q20 | 57.60 | 1254.17 | 1255.81 | 1256.34 | 1257.54 | 0.074016 | 5.82 | 9.90 | 7.24 | 1.59 |
| Limonetto-monte | 10 | Q100 | 73.20 | 1254.17 | 1256.06 | 1256.67 | 1258.05 | 0.074129 | 6.25 | 11.71 | 7.54 | 1.60 |
| Limonetto-monte | 10 | Q200 | 79.80 | 1254.17 | 1256.16 | 1256.81 | 1258.25 | 0.074198 | 6.41 | 12.45 | 7.66 | 1.61 |

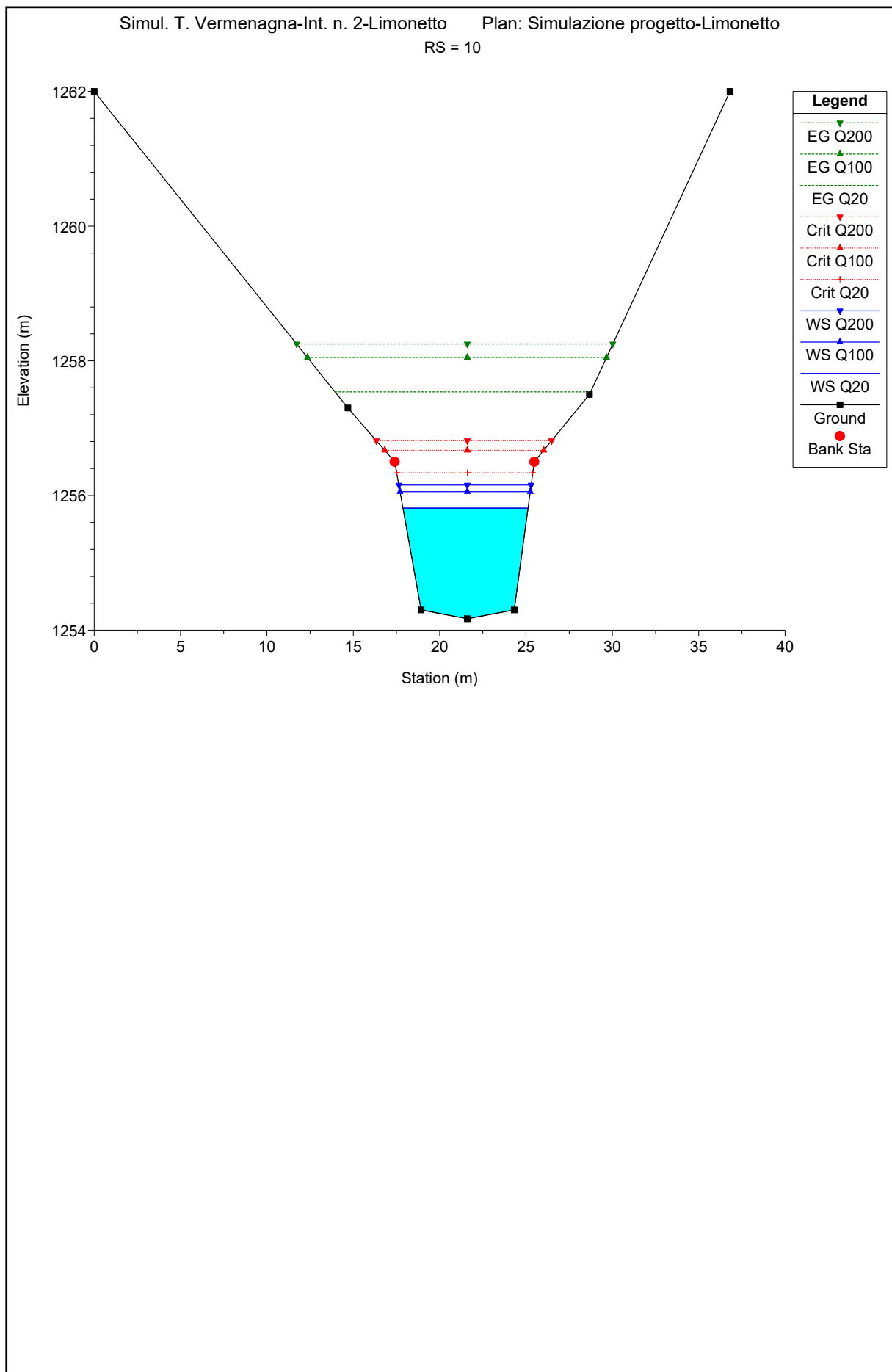








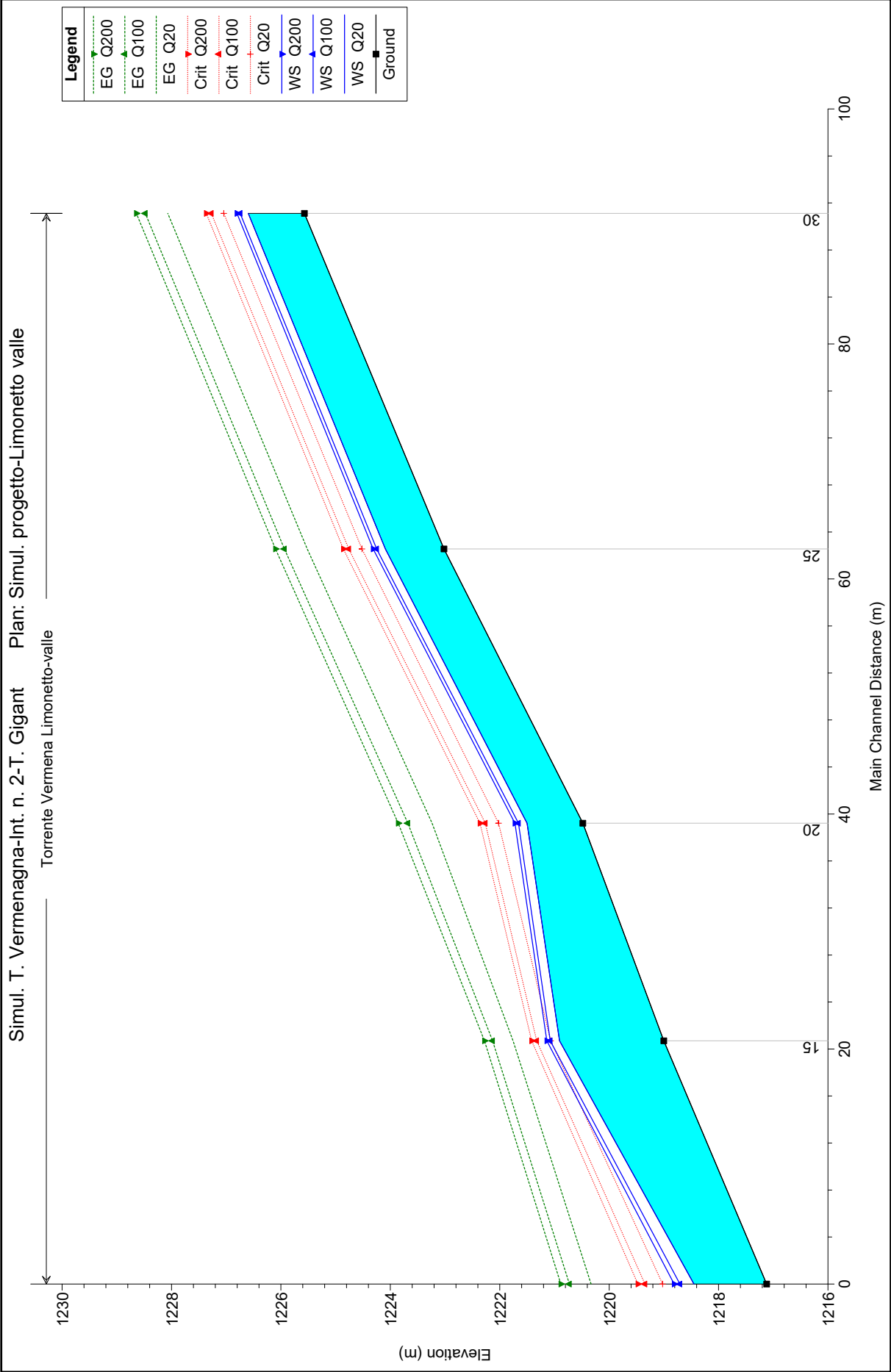


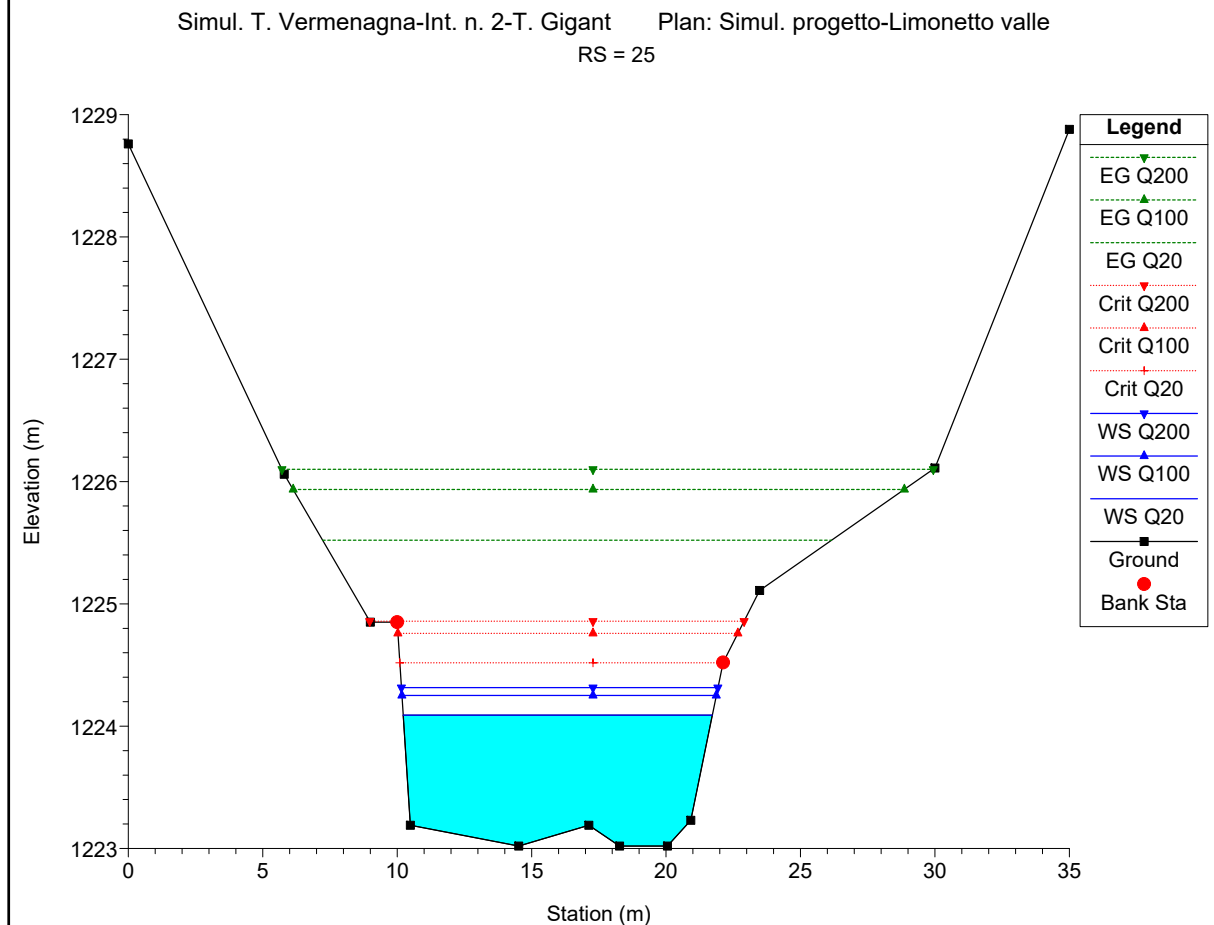
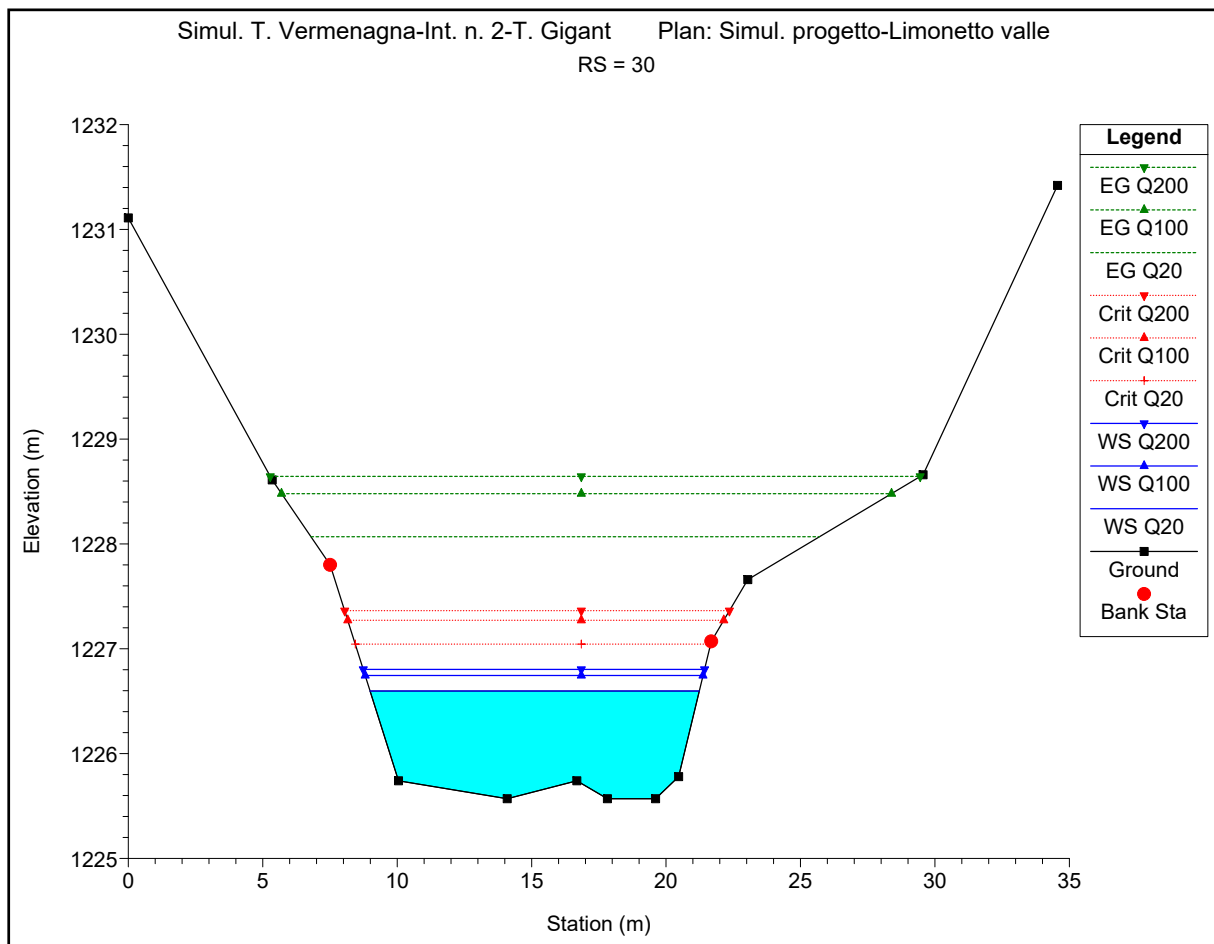


Allegato C – Intervento n. 2 di valle – Presso
strada per Tetti Gigant: tabelle, profilo e
sezioni relative allo stato in progetto
del Torrente Vermenagna

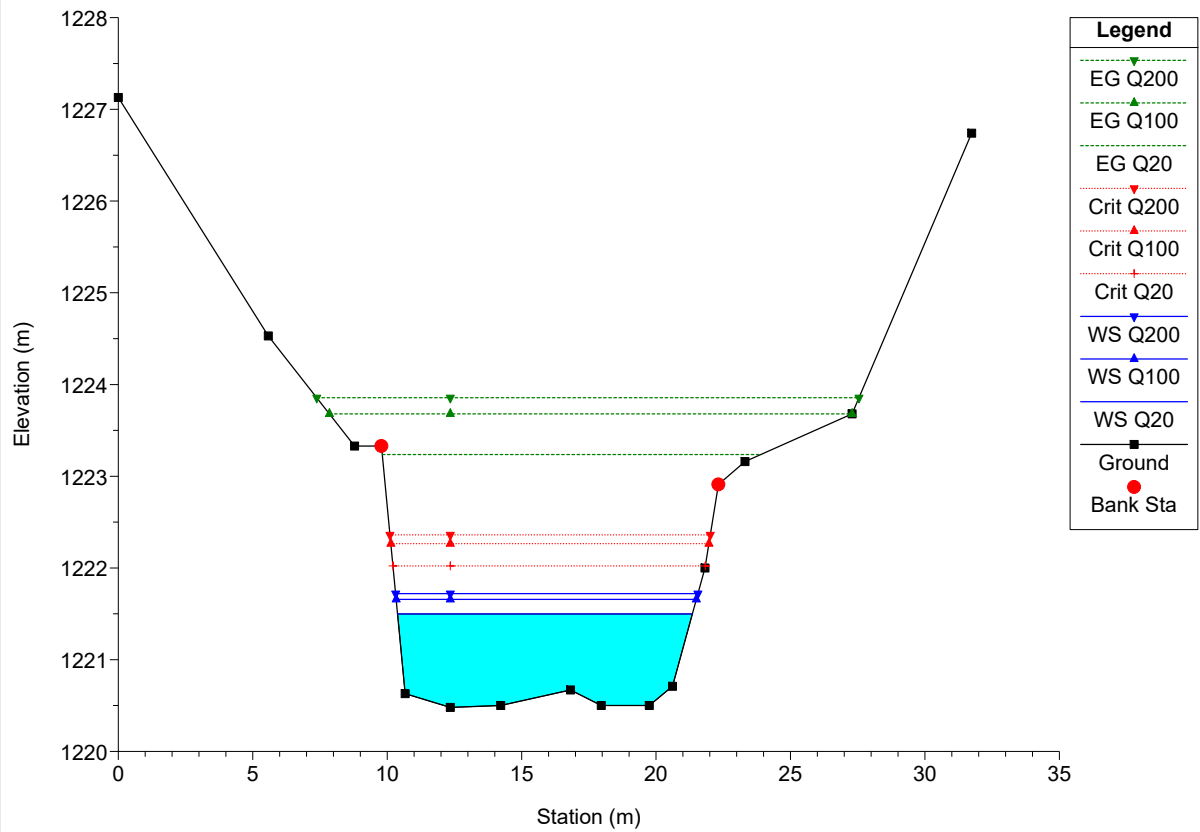
HEC-RAS Plan: Progetto-Limonetto valle River: Torrente Vermena Reach: Limonetto-valle

| Reach | River Sta | Profile | Q Total (m3/s) | Min Ch El (m) | W.S. Elev (m) | Crit W.S. (m) | E.G. Elev (m) | E.G. Slope (m/m) | Vel Chnl (m/s) | Flow Area (m2) | Top Width (m) | Froude # Chl |
|-----------------|-----------|---------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| Limonetto-valle | 30 | Q20 | 57.60 | 1225.57 | 1226.60 | 1227.05 | 1228.07 | 0.092738 | 5.37 | 10.72 | 12.24 | 1.83 |
| Limonetto-valle | 30 | Q100 | 73.20 | 1225.57 | 1226.75 | 1227.27 | 1228.48 | 0.092765 | 5.83 | 12.55 | 12.56 | 1.86 |
| Limonetto-valle | 30 | Q200 | 79.80 | 1225.57 | 1226.80 | 1227.36 | 1228.64 | 0.092783 | 6.01 | 13.28 | 12.69 | 1.88 |
| Limonetto-valle | 25 | Q20 | 57.60 | 1223.02 | 1224.09 | 1224.52 | 1225.52 | 0.085172 | 5.29 | 10.88 | 11.50 | 1.74 |
| Limonetto-valle | 25 | Q100 | 73.20 | 1223.02 | 1224.25 | 1224.76 | 1225.94 | 0.084706 | 5.75 | 12.73 | 11.69 | 1.76 |
| Limonetto-valle | 25 | Q200 | 79.80 | 1223.02 | 1224.32 | 1224.86 | 1226.10 | 0.084507 | 5.92 | 13.48 | 11.77 | 1.77 |
| Limonetto-valle | 20 | Q20 | 57.60 | 1220.48 | 1221.50 | 1222.02 | 1223.24 | 0.110348 | 5.84 | 9.87 | 10.96 | 1.96 |
| Limonetto-valle | 20 | Q100 | 73.20 | 1220.48 | 1221.66 | 1222.26 | 1223.68 | 0.107730 | 6.30 | 11.62 | 11.16 | 1.97 |
| Limonetto-valle | 20 | Q200 | 79.80 | 1220.48 | 1221.72 | 1222.36 | 1223.86 | 0.106894 | 6.47 | 12.33 | 11.24 | 1.97 |
| Limonetto-valle | 15 | Q20 | 57.60 | 1219.00 | 1220.91 | 1221.07 | 1221.76 | 0.043356 | 4.08 | 14.11 | 11.47 | 1.18 |
| Limonetto-valle | 15 | Q100 | 73.20 | 1219.00 | 1221.08 | 1221.33 | 1222.13 | 0.046636 | 4.55 | 16.20 | 13.35 | 1.23 |
| Limonetto-valle | 15 | Q200 | 79.80 | 1219.00 | 1221.14 | 1221.42 | 1222.28 | 0.048042 | 4.74 | 17.03 | 13.53 | 1.26 |
| Limonetto-valle | 10 | Q20 | 57.60 | 1217.12 | 1218.45 | 1219.02 | 1220.33 | 0.103348 | 6.07 | 9.48 | 8.35 | 1.82 |
| Limonetto-valle | 10 | Q100 | 73.20 | 1217.12 | 1218.71 | 1219.35 | 1220.73 | 0.090301 | 6.30 | 11.63 | 8.44 | 1.71 |
| Limonetto-valle | 10 | Q200 | 79.80 | 1217.12 | 1218.81 | 1219.47 | 1220.88 | 0.086172 | 6.38 | 12.52 | 8.48 | 1.68 |

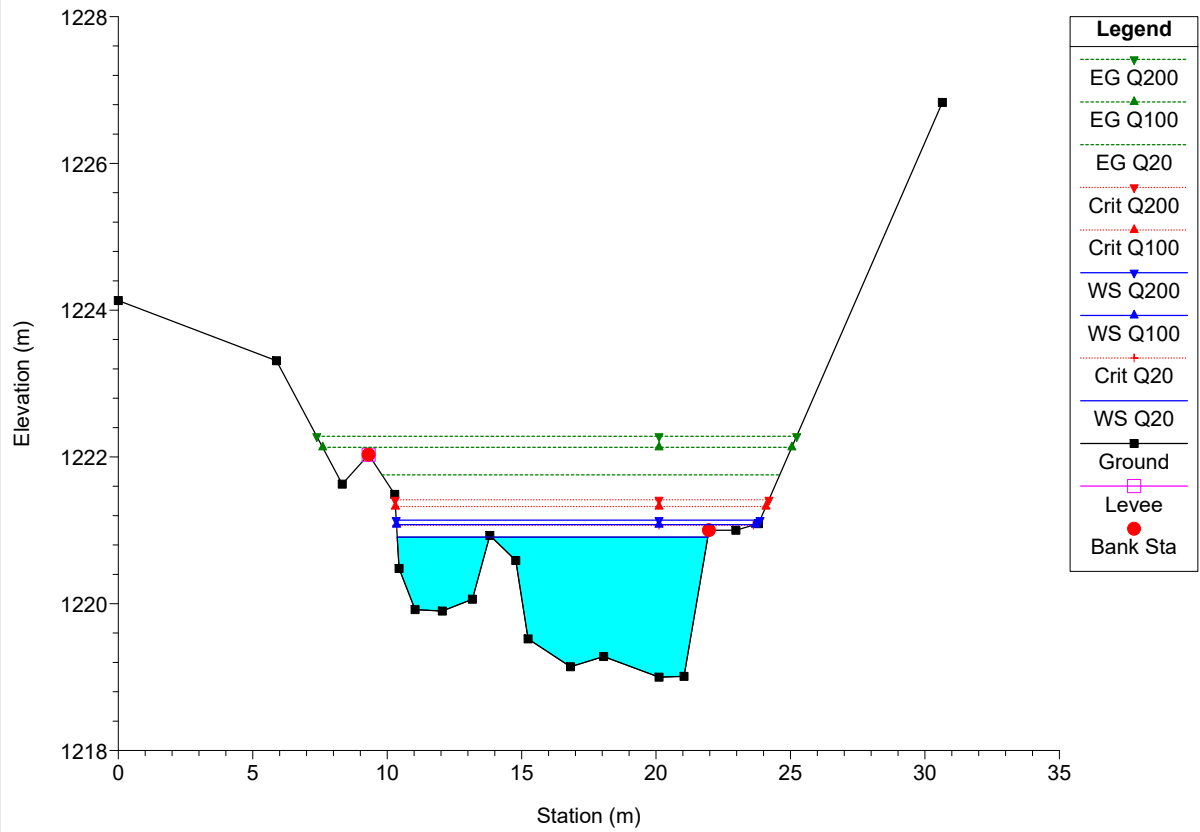




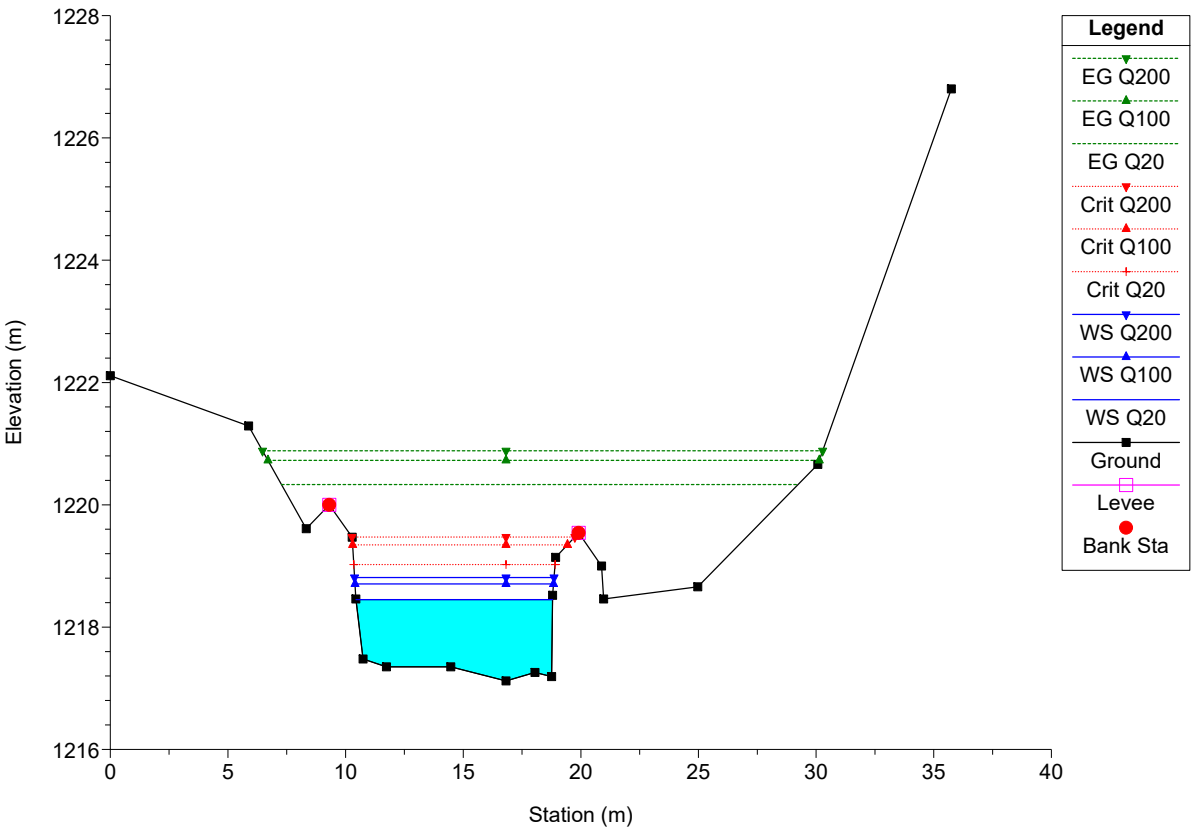
Simul. T. Vermenagna-Int. n. 2-T. Gigant Plan: Simul. progetto-Limonetto valle
 RS = 20



Simul. T. Vermenagna-Int. n. 2-T. Gigant Plan: Simul. progetto-Limonetto valle
 RS = 15



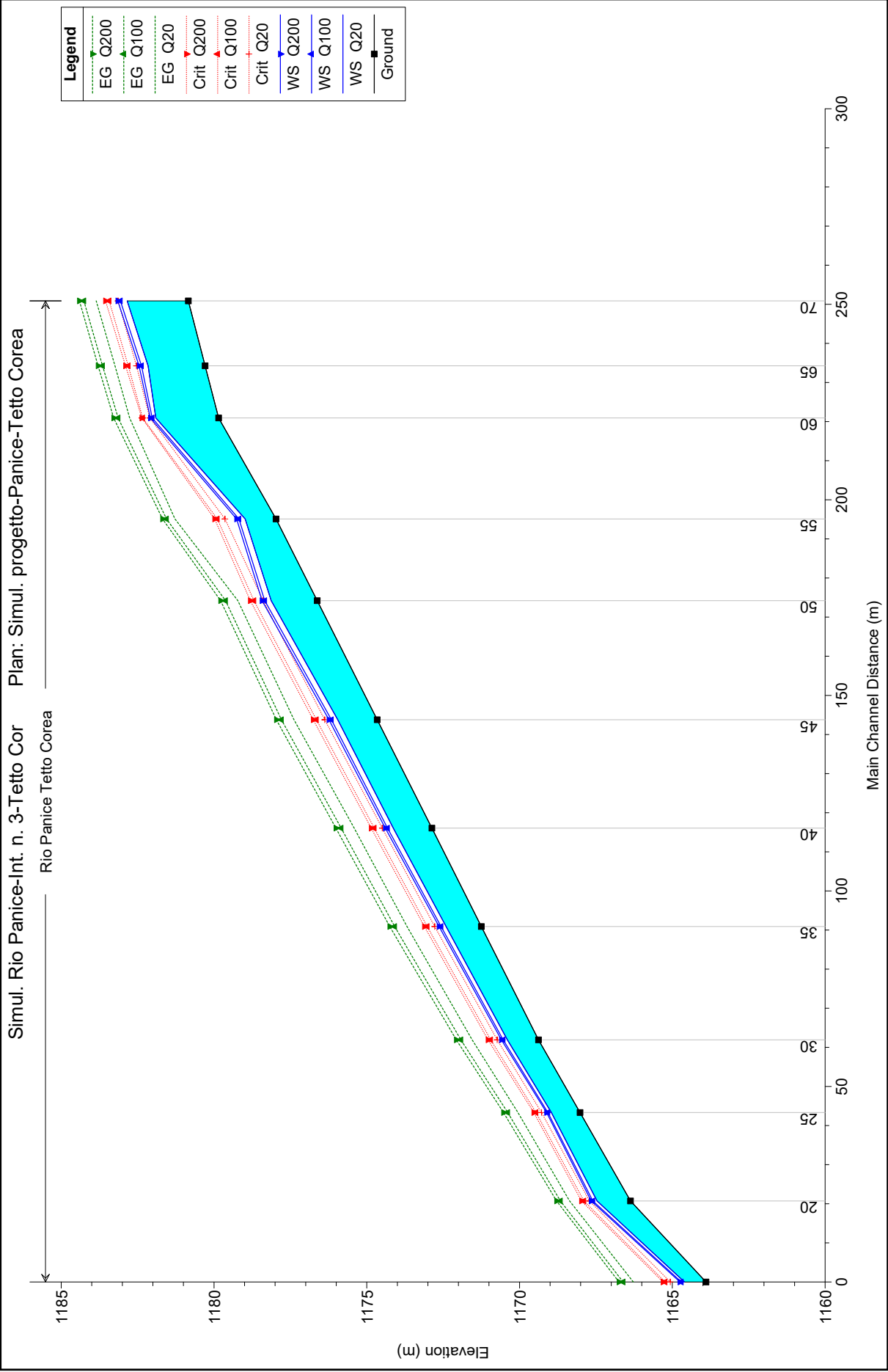
Simul. T. Vermenagna-Int. n. 2-T. Gigant Plan: Simul. progetto-Limonetto valle
RS = 10

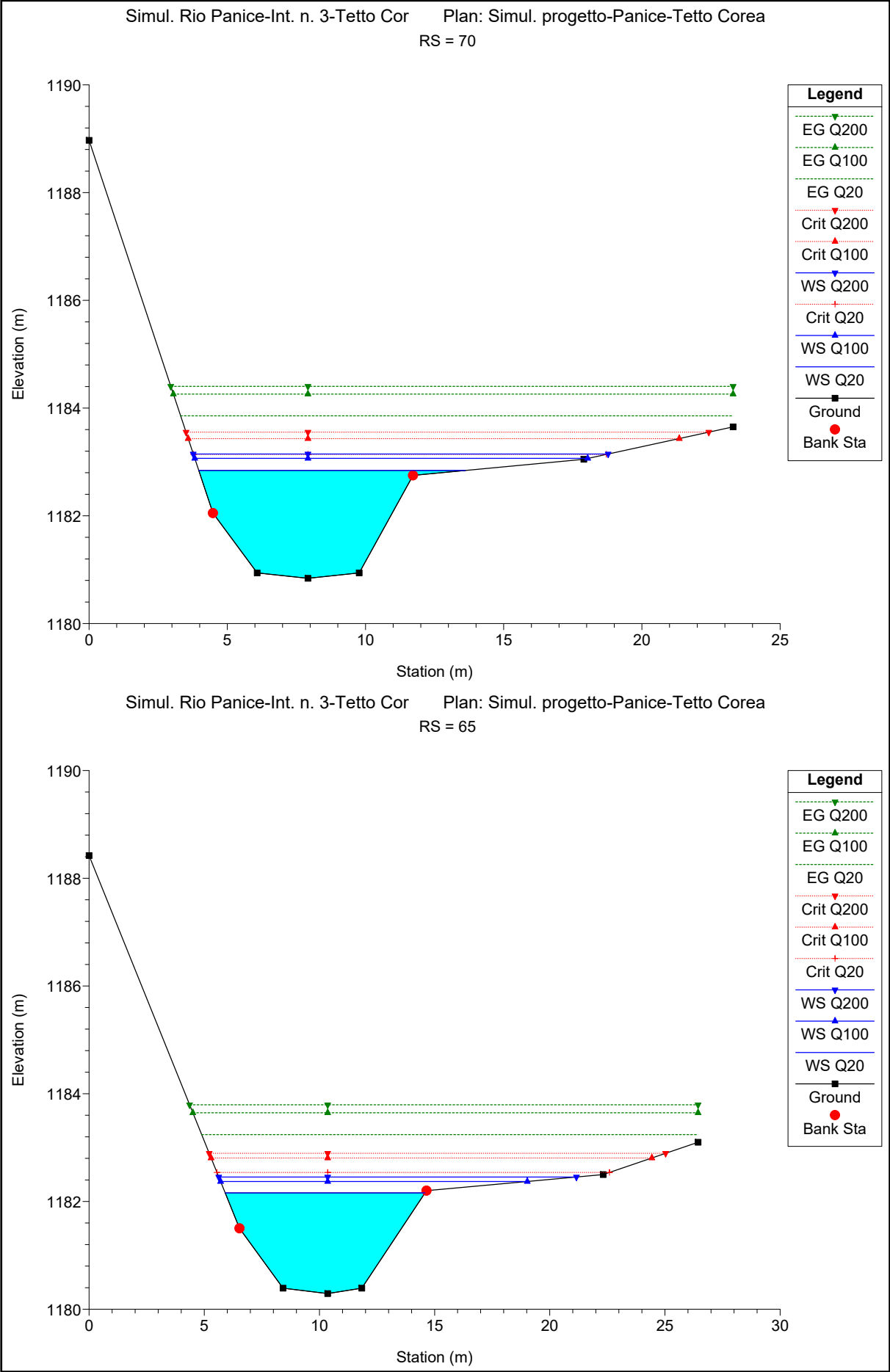


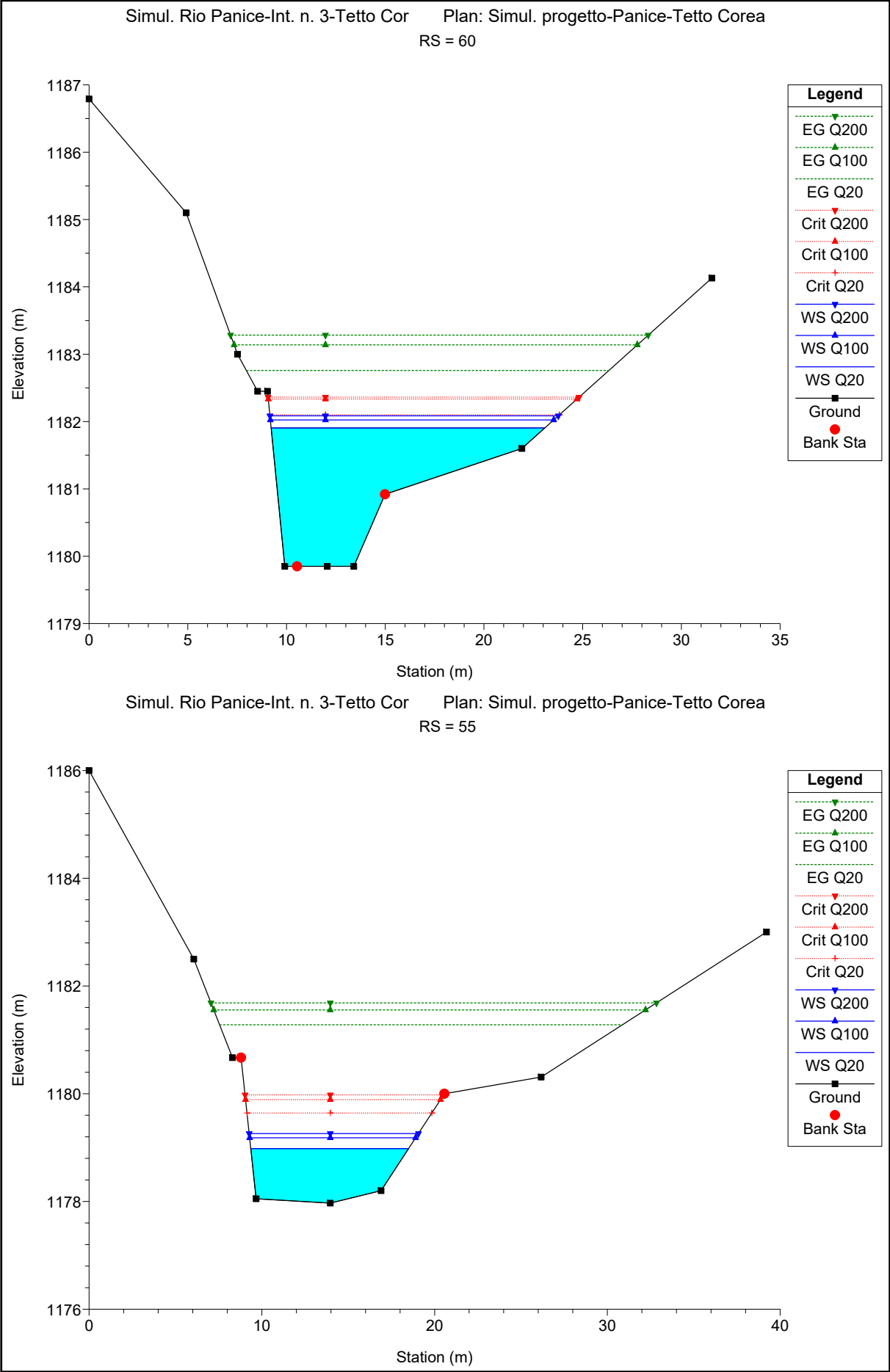
Allegato D – Intervento n. 3 – Loc. Tetto Corea:
tabelle, profilo e sezioni relative allo stato
in progetto del Rio Panice

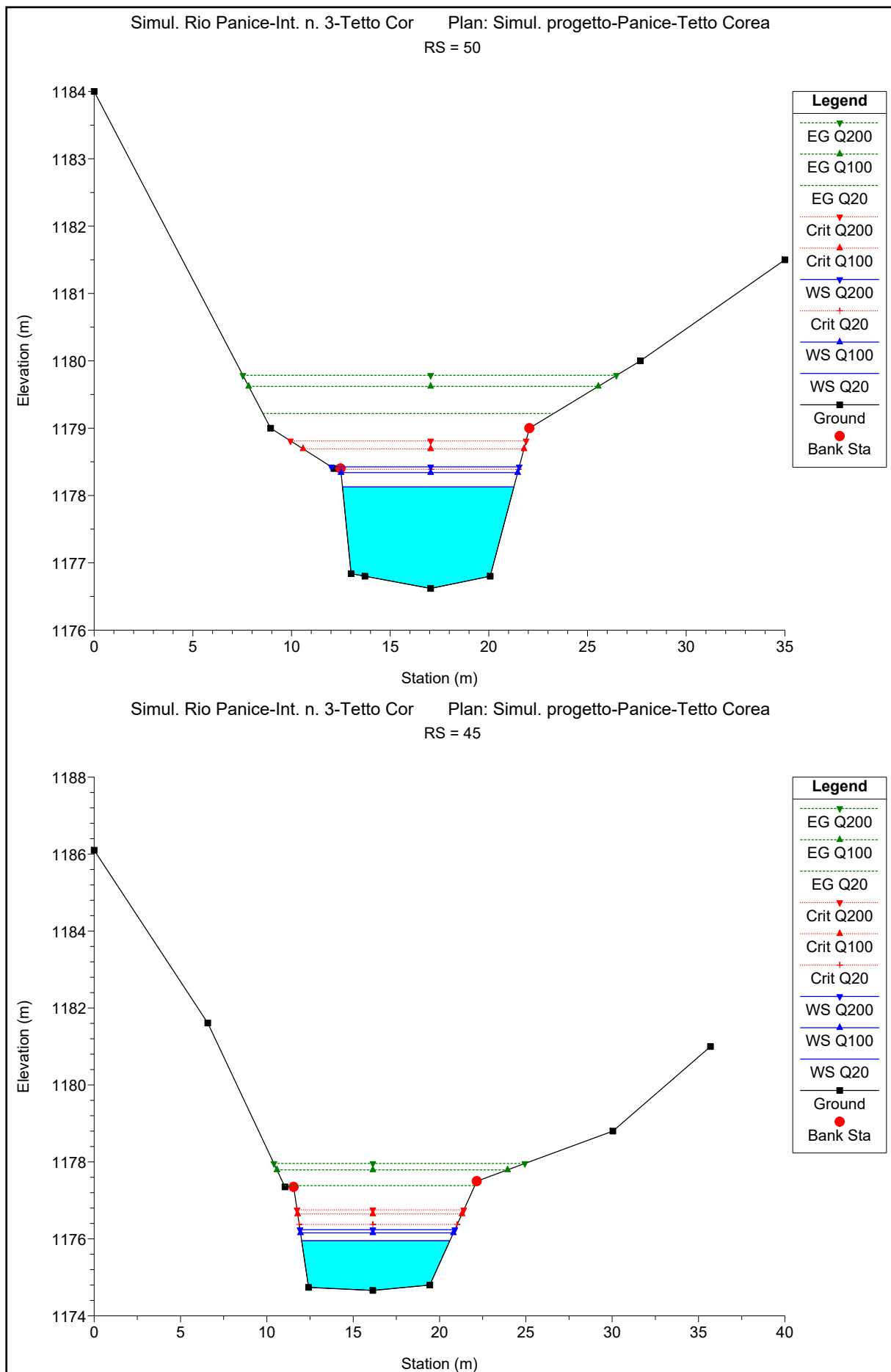
HEC-RAS Plan: Progetto-Tetto Corea River: Rio Panice Reach: Tetto Corea

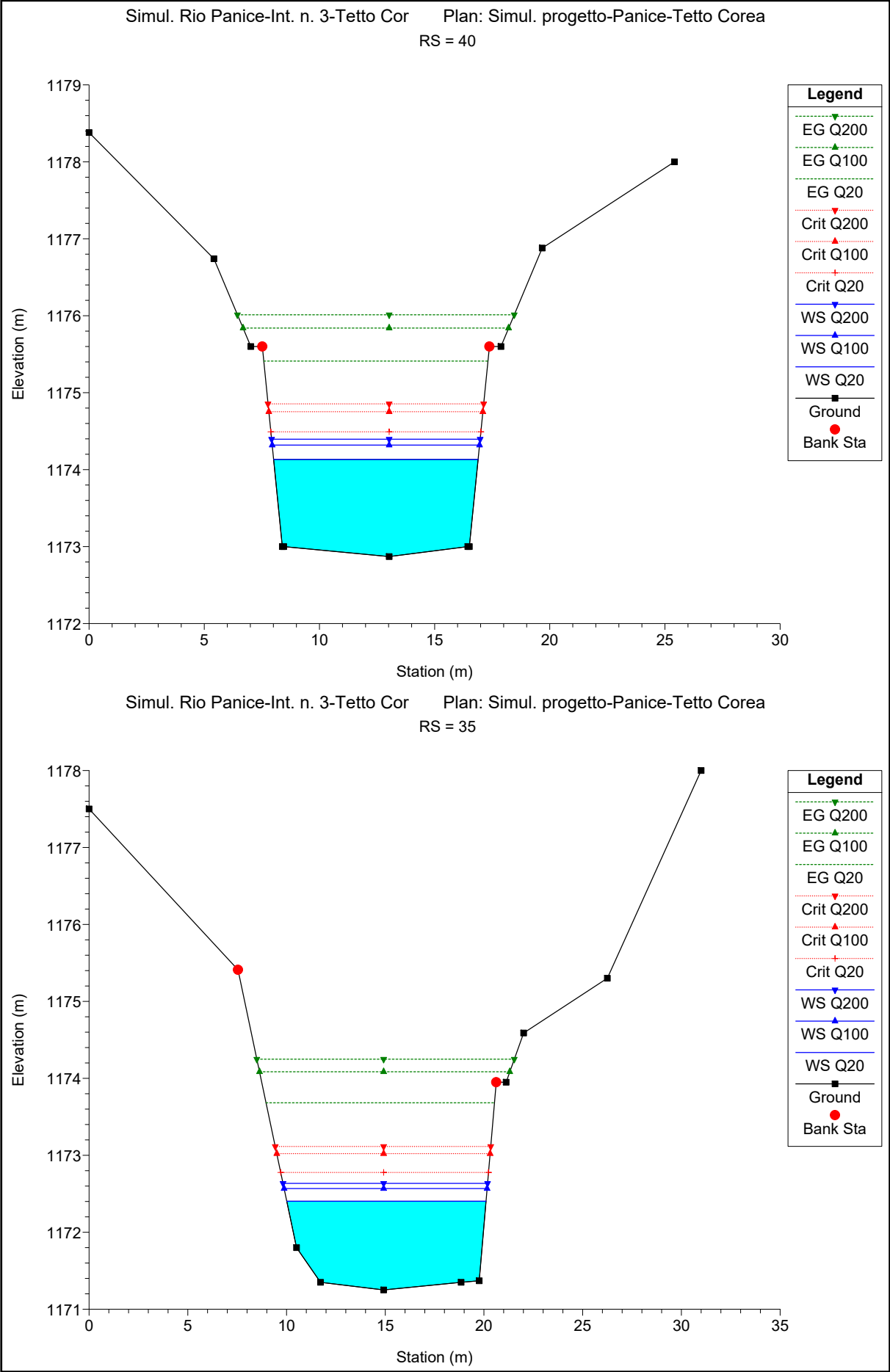
| Reach | River Sta | Profile | Q Total (m3/s) | Min Ch El (m) | W.S. Elev (m) | Crit W.S. (m) | E.G. Elev (m) | E.G. Slope (m/m) | Vel Chnl (m/s) | Flow Area (m2) | Top Width (m) | Froude # Chl |
|-------------|-----------|---------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| Tetto Corea | 70 | Q20 | 50.80 | 1180.84 | 1182.84 | 1183.14 | 1183.86 | 0.033148 | 4.47 | 11.59 | 9.65 | 1.14 |
| Tetto Corea | 70 | Q100 | 64.50 | 1180.84 | 1183.07 | 1183.43 | 1184.26 | 0.033110 | 4.89 | 14.28 | 14.22 | 1.17 |
| Tetto Corea | 70 | Q200 | 70.40 | 1180.84 | 1183.15 | 1183.55 | 1184.40 | 0.033164 | 5.04 | 15.48 | 15.01 | 1.18 |
| Tetto Corea | 65 | Q20 | 50.80 | 1180.29 | 1182.16 | 1182.54 | 1183.24 | 0.040460 | 4.62 | 11.14 | 8.68 | 1.27 |
| Tetto Corea | 65 | Q100 | 64.50 | 1180.29 | 1182.37 | 1182.81 | 1183.65 | 0.039911 | 5.03 | 13.40 | 13.31 | 1.29 |
| Tetto Corea | 65 | Q200 | 70.40 | 1180.29 | 1182.45 | 1182.90 | 1183.79 | 0.039361 | 5.17 | 14.60 | 15.53 | 1.29 |
| Tetto Corea | 60 | Q20 | 50.80 | 1179.85 | 1181.91 | 1182.10 | 1182.76 | 0.025253 | 4.59 | 14.95 | 13.86 | 1.07 |
| Tetto Corea | 60 | Q100 | 64.50 | 1179.85 | 1182.02 | 1182.34 | 1183.14 | 0.031020 | 5.30 | 16.63 | 14.35 | 1.20 |
| Tetto Corea | 60 | Q200 | 70.40 | 1179.85 | 1182.09 | 1182.36 | 1183.28 | 0.032394 | 5.53 | 17.51 | 14.60 | 1.24 |
| Tetto Corea | 55 | Q20 | 50.80 | 1177.97 | 1178.98 | 1179.64 | 1181.28 | 0.163303 | 6.71 | 7.57 | 9.13 | 2.36 |
| Tetto Corea | 55 | Q100 | 64.50 | 1177.97 | 1179.18 | 1179.89 | 1181.56 | 0.136655 | 6.82 | 9.45 | 9.61 | 2.20 |
| Tetto Corea | 55 | Q200 | 70.40 | 1177.97 | 1179.26 | 1179.98 | 1181.69 | 0.130183 | 6.90 | 10.21 | 9.79 | 2.16 |
| Tetto Corea | 50 | Q20 | 50.80 | 1176.62 | 1178.13 | 1178.39 | 1179.22 | 0.048537 | 4.63 | 10.98 | 8.69 | 1.31 |
| Tetto Corea | 50 | Q100 | 64.50 | 1176.62 | 1178.34 | 1178.69 | 1179.62 | 0.049197 | 5.01 | 12.87 | 8.95 | 1.33 |
| Tetto Corea | 50 | Q200 | 70.40 | 1176.62 | 1178.43 | 1178.81 | 1179.78 | 0.049383 | 5.16 | 13.65 | 9.53 | 1.34 |
| Tetto Corea | 45 | Q20 | 50.80 | 1174.66 | 1175.95 | 1176.38 | 1177.38 | 0.073649 | 5.30 | 9.58 | 8.58 | 1.60 |
| Tetto Corea | 45 | Q100 | 64.50 | 1174.66 | 1176.16 | 1176.65 | 1177.79 | 0.071581 | 5.67 | 11.38 | 8.86 | 1.60 |
| Tetto Corea | 45 | Q200 | 70.40 | 1174.66 | 1176.24 | 1176.75 | 1177.96 | 0.070984 | 5.81 | 12.12 | 8.97 | 1.60 |
| Tetto Corea | 40 | Q20 | 50.80 | 1172.87 | 1174.13 | 1174.49 | 1175.41 | 0.065664 | 5.01 | 10.15 | 8.88 | 1.50 |
| Tetto Corea | 40 | Q100 | 64.50 | 1172.87 | 1174.32 | 1174.75 | 1175.84 | 0.067024 | 5.46 | 11.81 | 9.00 | 1.52 |
| Tetto Corea | 40 | Q200 | 70.40 | 1172.87 | 1174.40 | 1174.86 | 1176.01 | 0.067353 | 5.63 | 12.50 | 9.05 | 1.53 |
| Tetto Corea | 35 | Q20 | 50.80 | 1171.25 | 1172.40 | 1172.78 | 1173.68 | 0.071714 | 5.01 | 10.14 | 10.09 | 1.60 |
| Tetto Corea | 35 | Q100 | 64.50 | 1171.25 | 1172.57 | 1173.02 | 1174.09 | 0.072429 | 5.45 | 11.83 | 10.28 | 1.62 |
| Tetto Corea | 35 | Q200 | 70.40 | 1171.25 | 1172.64 | 1173.12 | 1174.25 | 0.072764 | 5.63 | 12.51 | 10.36 | 1.63 |
| Tetto Corea | 30 | Q20 | 50.80 | 1169.38 | 1170.40 | 1170.73 | 1171.55 | 0.073087 | 4.75 | 10.69 | 12.06 | 1.61 |
| Tetto Corea | 30 | Q100 | 64.50 | 1169.38 | 1170.54 | 1170.95 | 1171.92 | 0.074349 | 5.20 | 12.40 | 12.23 | 1.65 |
| Tetto Corea | 30 | Q200 | 70.40 | 1169.38 | 1170.60 | 1171.03 | 1172.07 | 0.074853 | 5.38 | 13.09 | 12.29 | 1.66 |
| Tetto Corea | 25 | Q20 | 50.80 | 1168.02 | 1168.96 | 1169.28 | 1170.05 | 0.087168 | 4.63 | 10.98 | 15.19 | 1.74 |
| Tetto Corea | 25 | Q100 | 64.50 | 1168.02 | 1169.07 | 1169.46 | 1170.39 | 0.089464 | 5.08 | 12.71 | 15.51 | 1.79 |
| Tetto Corea | 25 | Q200 | 70.40 | 1168.02 | 1169.12 | 1169.54 | 1170.53 | 0.090269 | 5.26 | 13.39 | 15.56 | 1.81 |
| Tetto Corea | 20 | Q20 | 50.80 | 1166.37 | 1167.47 | 1167.71 | 1168.36 | 0.060726 | 4.20 | 12.11 | 14.63 | 1.47 |
| Tetto Corea | 20 | Q100 | 64.50 | 1166.37 | 1167.60 | 1167.89 | 1168.66 | 0.060549 | 4.56 | 14.15 | 14.91 | 1.49 |
| Tetto Corea | 20 | Q200 | 70.40 | 1166.37 | 1167.66 | 1167.97 | 1168.79 | 0.060624 | 4.71 | 14.95 | 14.95 | 1.50 |
| Tetto Corea | 15 | Q20 | 50.80 | 1163.90 | 1164.60 | 1165.07 | 1166.28 | 0.178372 | 5.73 | 8.86 | 15.64 | 2.43 |
| Tetto Corea | 15 | Q100 | 64.50 | 1163.90 | 1164.71 | 1165.24 | 1166.61 | 0.169878 | 6.11 | 10.56 | 16.30 | 2.42 |
| Tetto Corea | 15 | Q200 | 70.40 | 1163.90 | 1164.75 | 1165.31 | 1166.75 | 0.167121 | 6.25 | 11.26 | 16.57 | 2.42 |

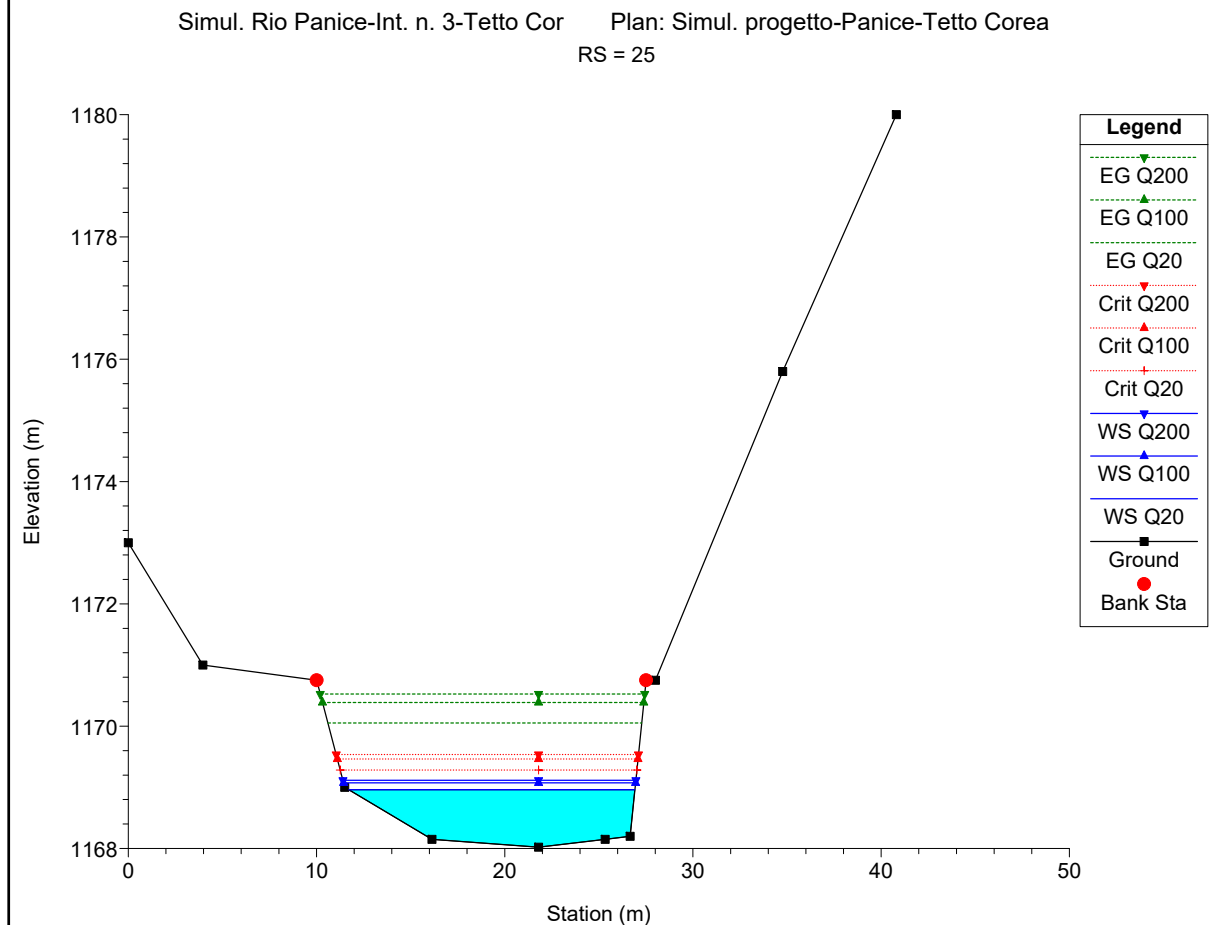
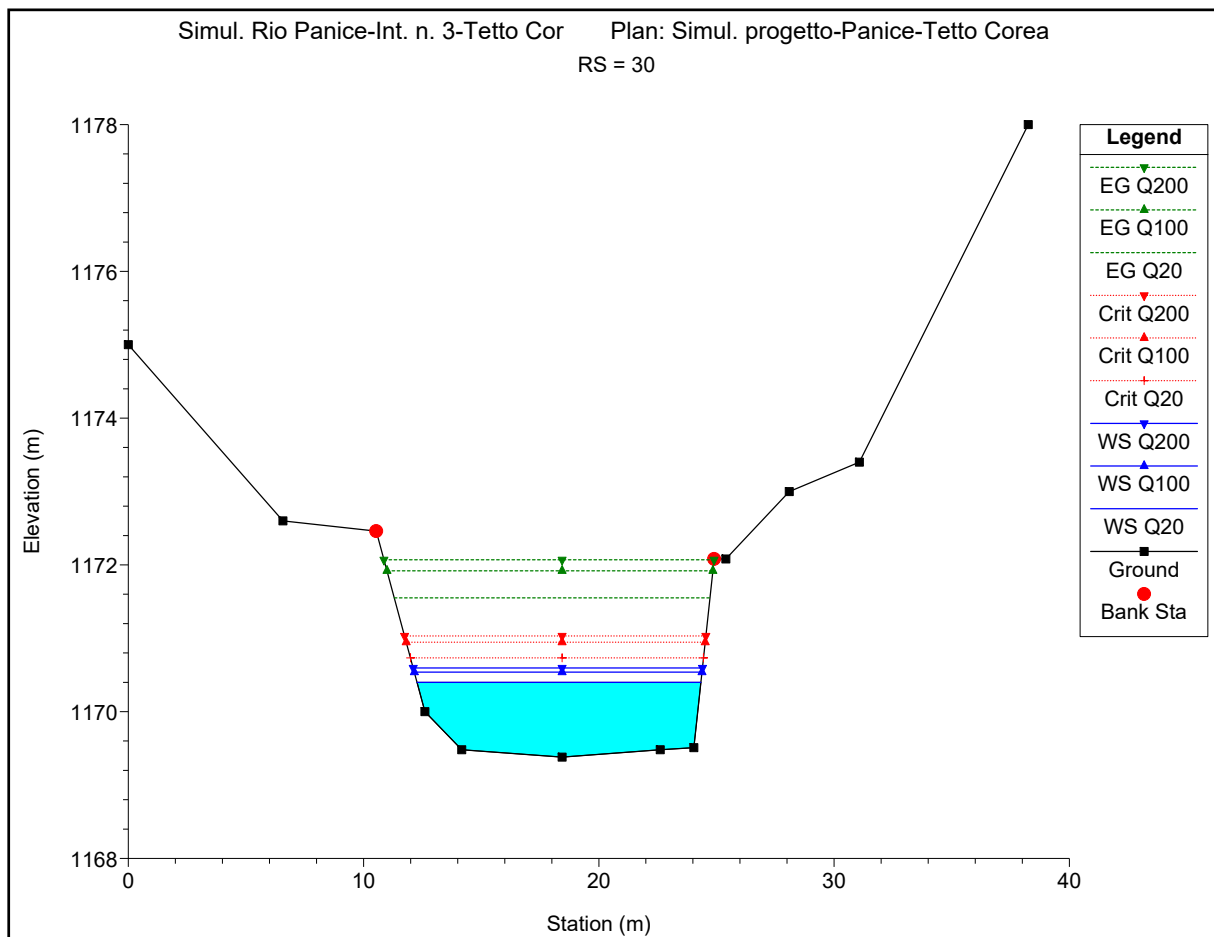


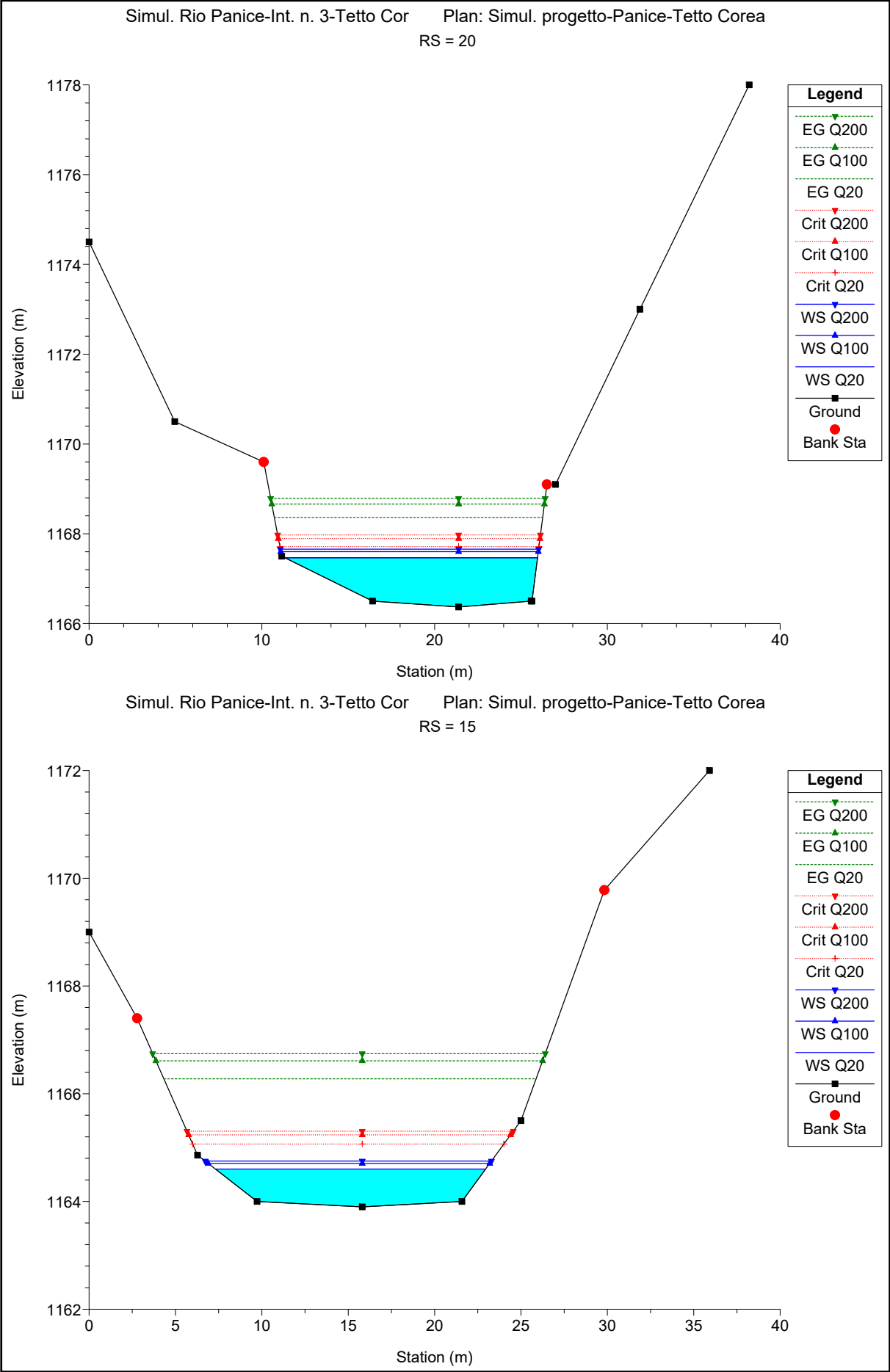








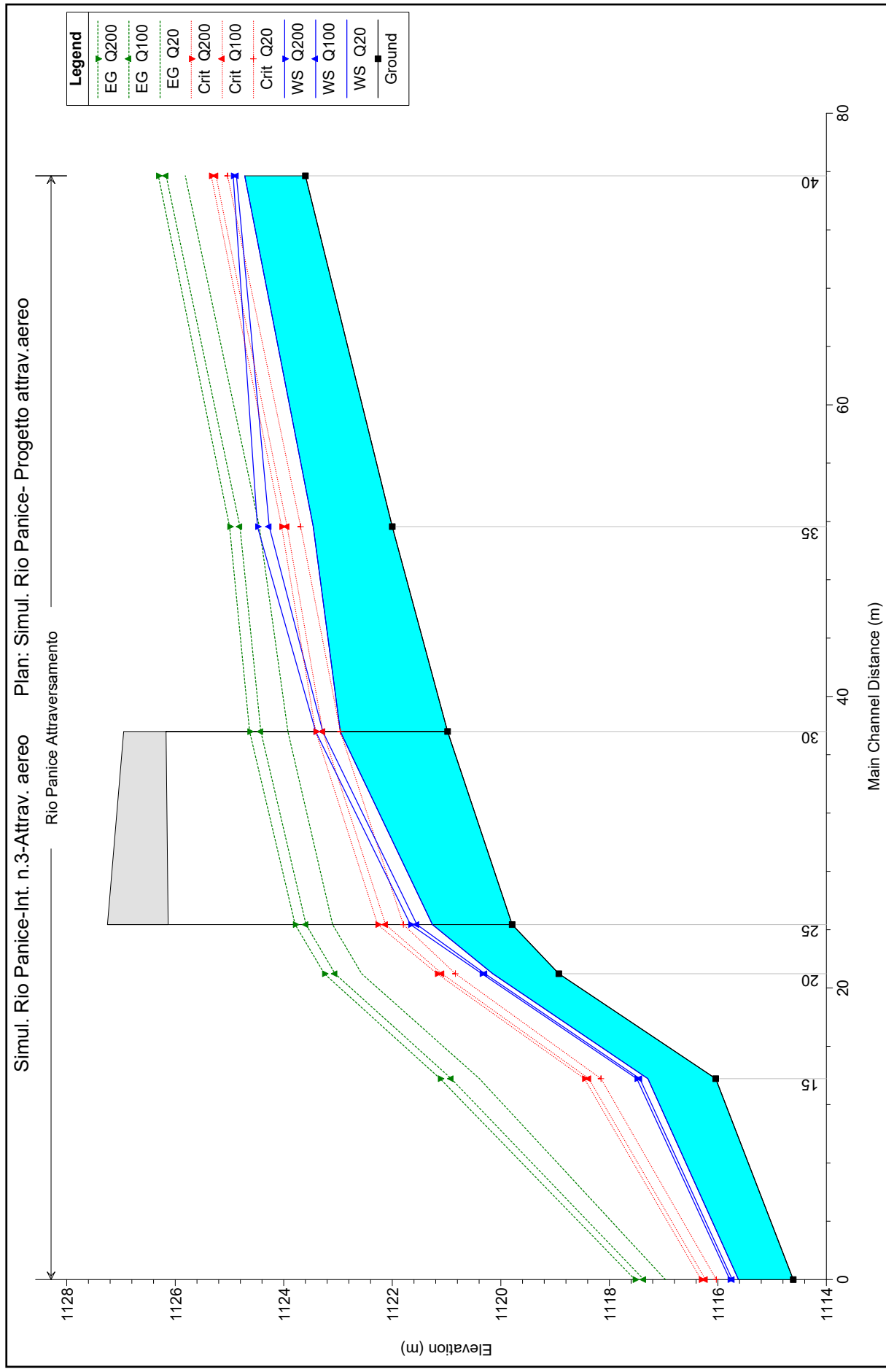


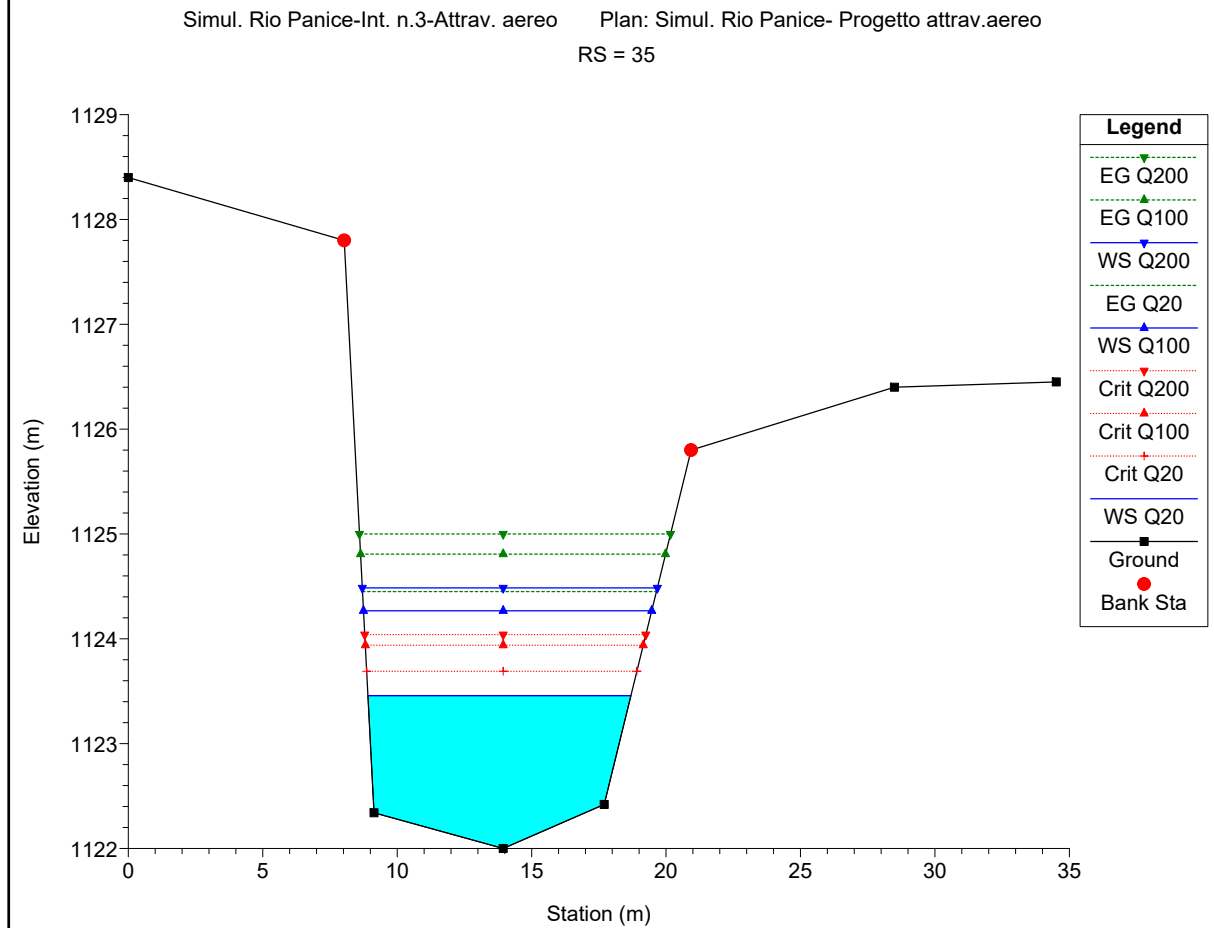
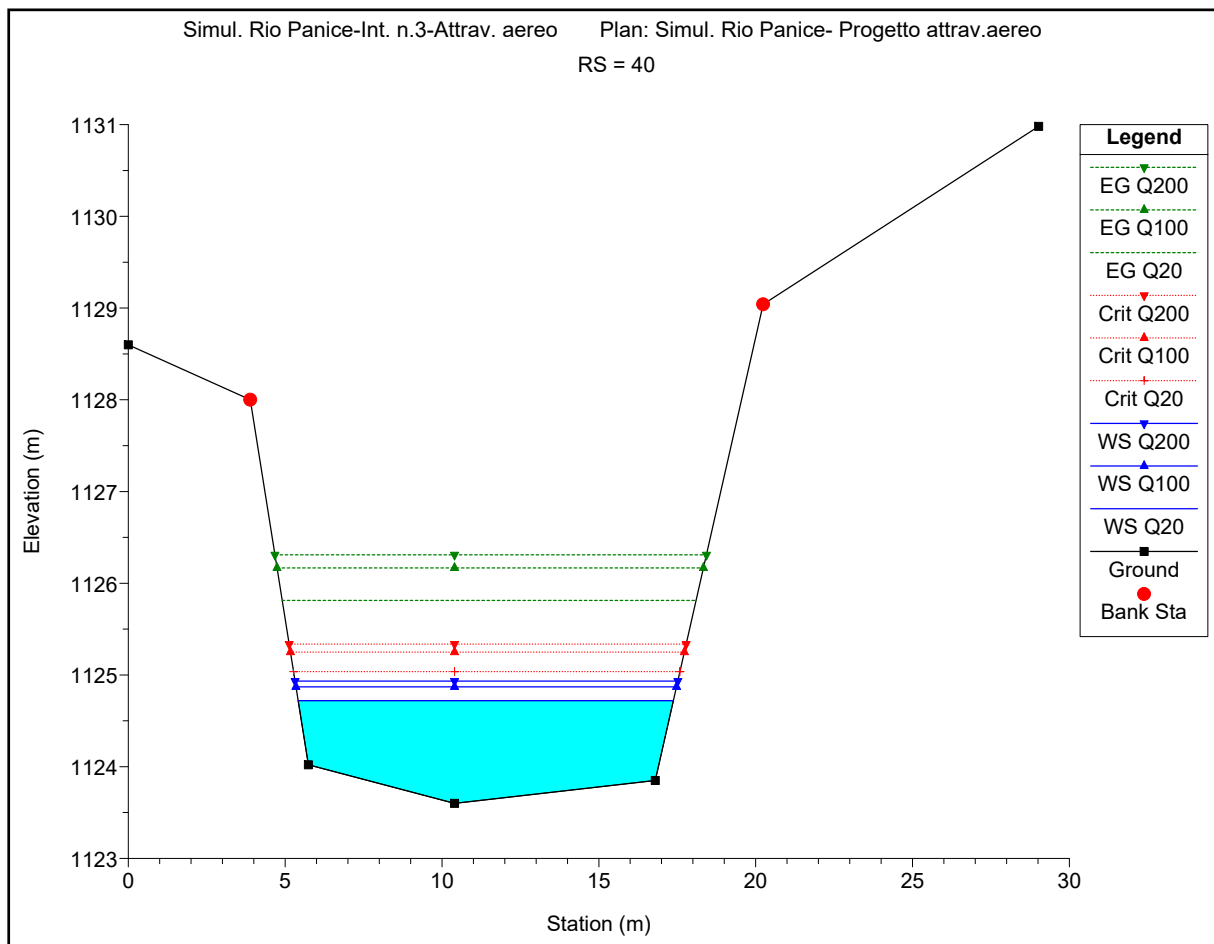


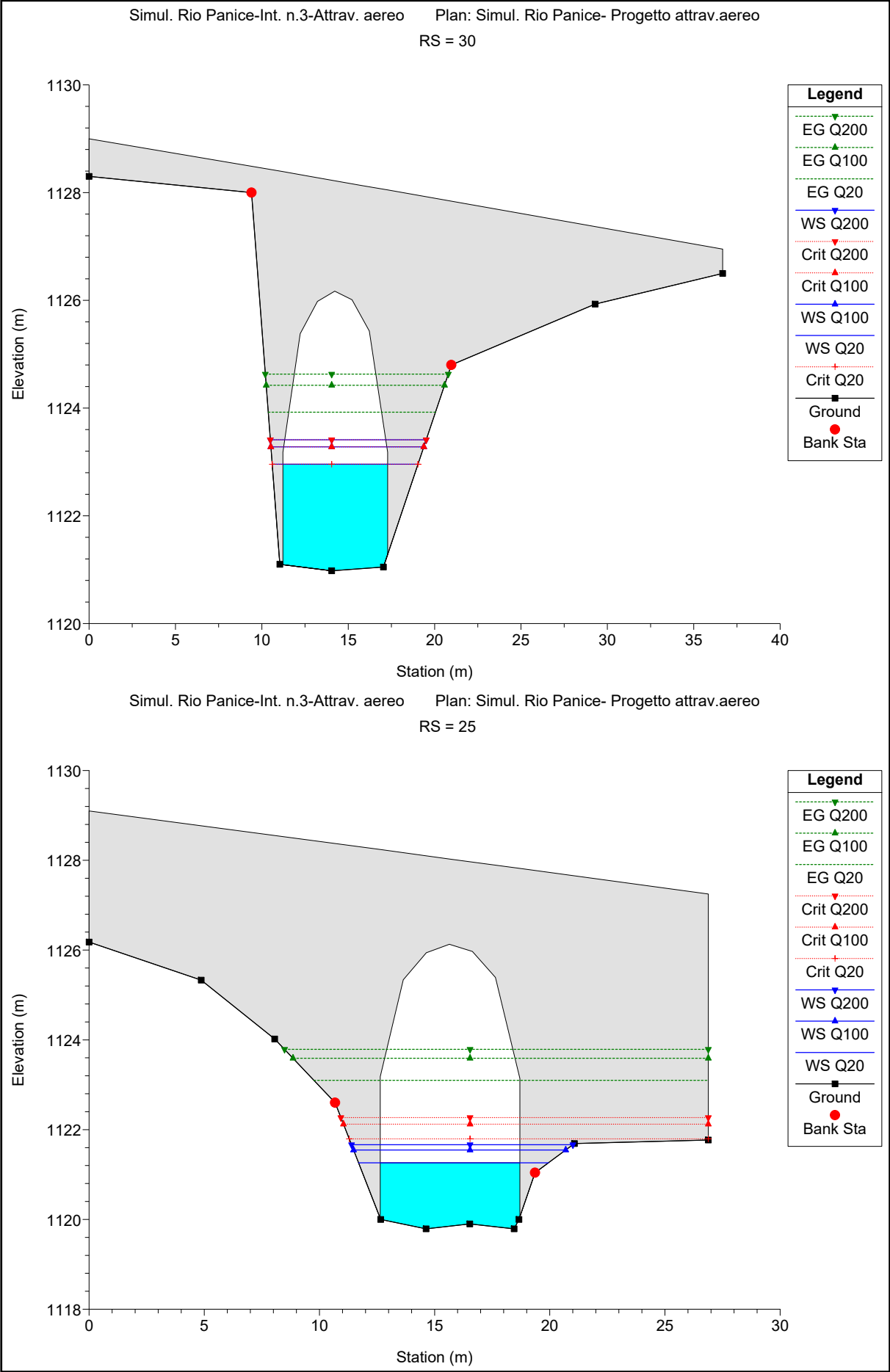
Allegato E – Intervento n. 3 – Attraversamento
aereo: tabelle, profilo e sezioni relative allo
stato in progetto del Rio Panice

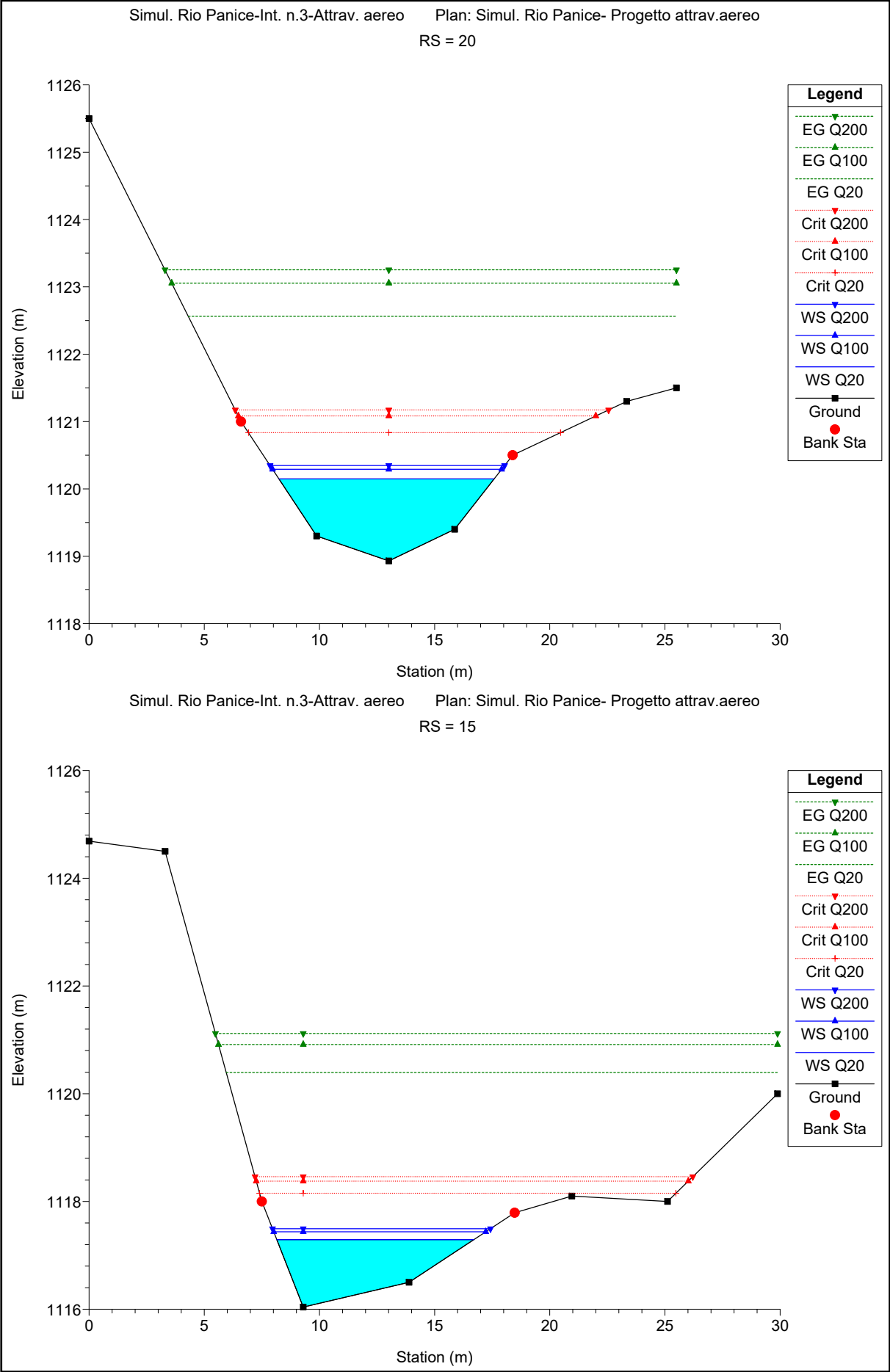
HEC-RAS Plan: Progetto-Panice-attrav. aereo River: Rio Panice Reach: Attraversamento

| 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) | |
| Attraversamento | 40 | Q20 | 50.80 | 1123.60 | 1124.72 | 1125.04 | 1125.81 | 0.066585 | 4.63 | 10.97 | 11.96 | 1.54 |
| Attraversamento | 40 | Q100 | 64.50 | 1123.60 | 1124.87 | 1125.25 | 1126.17 | 0.066555 | 5.04 | 12.79 | 12.13 | 1.57 |
| Attraversamento | 40 | Q200 | 70.40 | 1123.60 | 1124.93 | 1125.34 | 1126.31 | 0.066546 | 5.20 | 13.54 | 12.20 | 1.58 |
| Attraversamento | 35 | Q20 | 50.80 | 1122.00 | 1123.46 | 1123.69 | 1124.45 | 0.046795 | 4.41 | 11.51 | 9.78 | 1.30 |
| Attraversamento | 35 | Q100 | 64.50 | 1122.00 | 1124.27 | 1123.94 | 1124.81 | 0.015289 | 3.26 | 19.81 | 10.72 | 0.76 |
| Attraversamento | 35 | Q200 | 70.40 | 1122.00 | 1124.49 | 1124.04 | 1125.00 | 0.013174 | 3.17 | 22.18 | 10.97 | 0.71 |
| Attraversamento | 30 | Q20 | 50.80 | 1120.98 | 1122.96 | 1122.96 | 1123.92 | 0.036918 | 4.35 | 11.68 | 6.06 | 0.99 |
| Attraversamento | 30 | Q100 | 64.50 | 1120.98 | 1123.28 | 1123.28 | 1124.42 | 0.038910 | 4.73 | 13.62 | 5.97 | 1.00 |
| Attraversamento | 30 | Q200 | 70.40 | 1120.98 | 1123.41 | 1123.41 | 1124.63 | 0.039985 | 4.89 | 14.40 | 5.85 | 1.00 |
| Attraversamento | 25 | Q20 | 50.80 | 1119.79 | 1121.26 | 1121.80 | 1123.10 | 0.092751 | 6.00 | 8.46 | 6.06 | 1.58 |
| Attraversamento | 25 | Q100 | 64.50 | 1119.79 | 1121.55 | 1122.12 | 1123.59 | 0.087631 | 6.33 | 10.19 | 6.06 | 1.53 |
| Attraversamento | 25 | Q200 | 70.40 | 1119.79 | 1121.66 | 1122.27 | 1123.79 | 0.086103 | 6.46 | 10.91 | 6.06 | 1.51 |
| Attraversamento | 20 | Q20 | 50.80 | 1118.93 | 1120.15 | 1120.84 | 1122.56 | 0.247585 | 6.88 | 7.38 | 9.34 | 2.47 |
| Attraversamento | 20 | Q100 | 64.50 | 1118.93 | 1120.29 | 1121.08 | 1123.05 | 0.246139 | 7.36 | 8.76 | 9.95 | 2.50 |
| Attraversamento | 20 | Q200 | 70.40 | 1118.93 | 1120.35 | 1121.17 | 1123.25 | 0.246249 | 7.55 | 9.33 | 10.18 | 2.52 |
| Attraversamento | 15 | Q20 | 50.80 | 1116.04 | 1117.29 | 1118.15 | 1120.39 | 0.349079 | 7.80 | 6.51 | 8.55 | 2.86 |
| Attraversamento | 15 | Q100 | 64.50 | 1116.04 | 1117.44 | 1118.38 | 1120.91 | 0.340036 | 8.26 | 7.81 | 9.21 | 2.86 |
| Attraversamento | 15 | Q200 | 70.40 | 1116.04 | 1117.49 | 1118.46 | 1121.12 | 0.337011 | 8.43 | 8.35 | 9.46 | 2.87 |
| Attraversamento | 10 | Q20 | 50.80 | 1114.61 | 1115.62 | 1116.03 | 1116.97 | 0.140813 | 5.14 | 9.88 | 12.93 | 1.88 |
| Attraversamento | 10 | Q100 | 64.50 | 1114.61 | 1115.73 | 1116.23 | 1117.37 | 0.150800 | 5.66 | 11.40 | 13.58 | 1.97 |
| Attraversamento | 10 | Q200 | 70.40 | 1114.61 | 1115.78 | 1116.31 | 1117.53 | 0.154604 | 5.86 | 12.02 | 13.83 | 2.01 |









Simul. Rio Panice-Int. n.3-Attrav. aereo

Plan: Simul. Rio Panice- Progetto attrav.aereo

RS = 10

