COMMITTENTE:

RH Hydro
Viale Monza 127, 20125 Milano (Mi)
Partita IVA e Cod. Fiscale 09068410969
Pec- rhhydro@legalmail.it

REGIONE LIGURIA

Comune di Isola del Cantone

IMPIANTO IDROELETTRICO DEL TORRENTE SCRIVIA

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 D.Lgs. 152/2006

R2 - RELAZIONE IDRAULICA

PROGETTAZIONE E SVILUPPO:

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-Fax-0287085967
Pec – remna@legalmail.it

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

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 292 ANDREA ROBBIANO GEOLOGO

Dott. Geol. Andrea Robbiano

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 Rone n° 1
11010 GIGNOD (AO)
C.F. e P.IVA: 01180000075

Data:	Luglio 2016	Revisione:	01

Sommario

1 Inquadramento 3
2 Caratterizzazione idrogeologica 5
3 Descrizione sommaria delle opere 9
4 Inquadramento normativo e programmatico 18
4.1 Carte tematiche analizzate 18
5 Calcolo idraulico di portata e di massima altezza di deflusso 24
5.1 Inquadramento nel Piano di Bacino e portata di verifica del Torrente Scrivia 24
5.2 Analisi idraulica 27
6 Innalzamento del tirante a monte della traversa 43
7 Esempi di realizzazioni di impianti con paratoie gonfiabili 47
8 Allegati 51

1 Inquadramento

Il Fiume Scrivia è uno dei più importanti corsi d'acqua genovesi del versante padano; esso nasce dalla confluenza dei Torrenti Laccio e Pentemina presso il comune di Montoggio. In territorio ligure, la sua asta principale ha una lunghezza di circa 31.8 km e il suo bacino idrografico copre approssimativamente una superficie di 298 km^2. Complessivamente il bacino copre una superficie di 1.237 km^2 (2% del bacino del Po) di cui il 77% è situata in ambito montano.

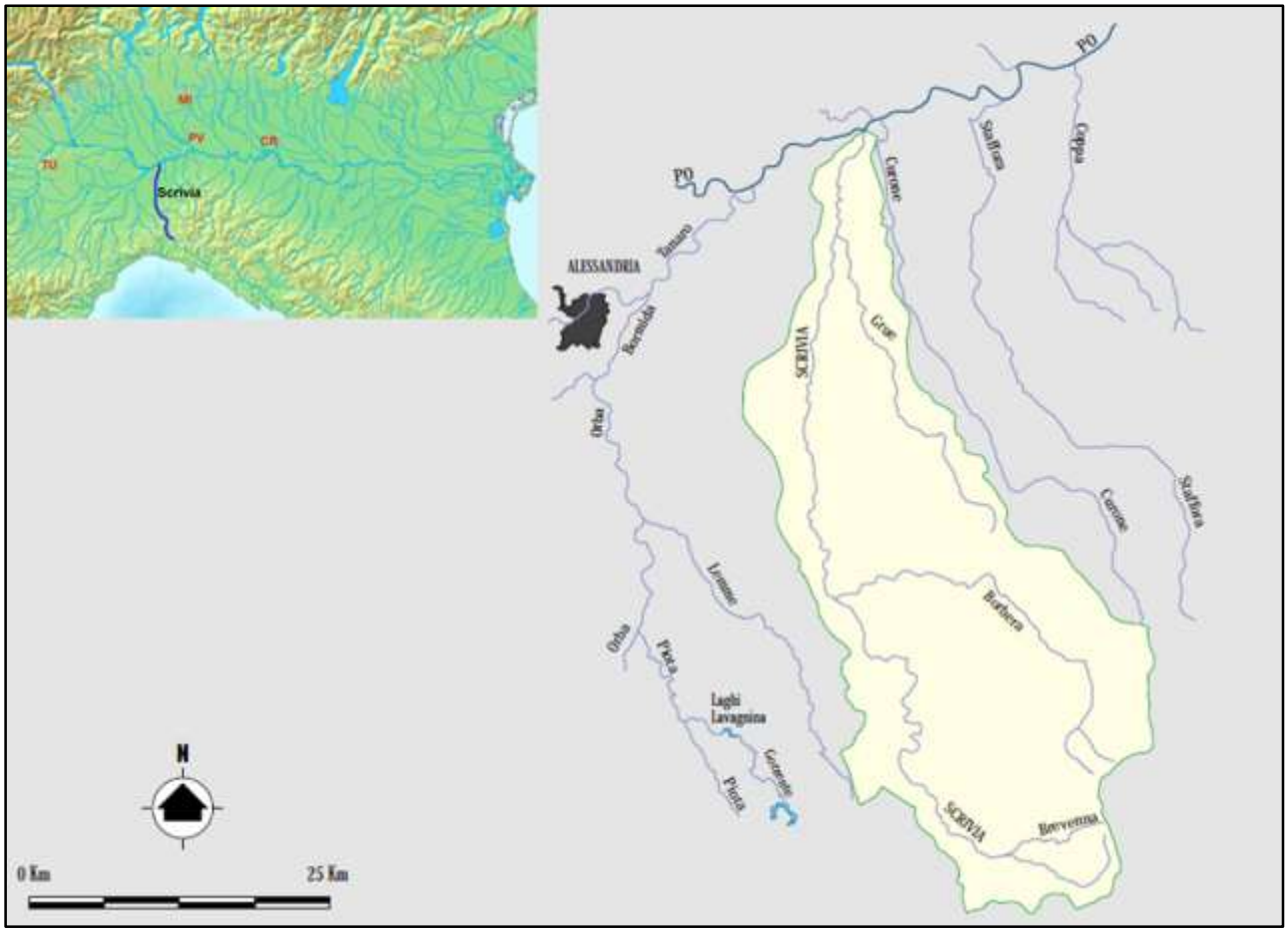
La direzione di scorrimento inizialmente è est-ovest fino a Busalla, dopodiché assume la direzione sud-ovest – nord-est confluendo nel Po poco a monte di Voghera.

Fino a Montoggio scorre in una stretta valle con versanti ripidi e ricoperti di vegetazione. Dalla confluenza con il torrente Brevenna il fondovalle diventa più ampio ed è occupato da numerosi centri abitati e insediamenti industriali; i versanti, sempre molto ripidi, sono ricoperti da boschi, spesso interrotti da zone coltivate "a gradoni". Da Isola del Cantone a Serravalle Scrivia la val Scrivia si allarga ulteriormente, i terrazzi alluvionali acquistano una notevole estensione e i versanti risultano meno acclivi e intensamente coltivati.

I principali affluenti provengono dal versante destro e sono i torrenti Brevenna, Vobbia, Grue e Borbera; quest'ultimo è quello più importante e si immette nello Scrivia all'altezza di Vignole Borbera, poco a monte della chiusura del bacino montano. L'unico affluente di rilievo in sinistra è rappresentato dal rio di Greto, che confluisce nello Scrivia a Montoggio.

Il reticolo idrografico ha un basso grado di gerarchizzazione e una netta differenza di sviluppo areale tra il settore in destra e quello in sinistra orografica del bacino: difatti in sponda sinistra lo spartiacque è particolarmente vicino all'asta principale.

Nel bacino sono presenti gli importanti invasi artificiali di Busalletta e val di Noci (sottobacino del T. Laitona), entrambi utilizzati per l'approvvigionamento idrico della città di Genova, e due invasi di minori dimensioni sul torrente Vobbia.



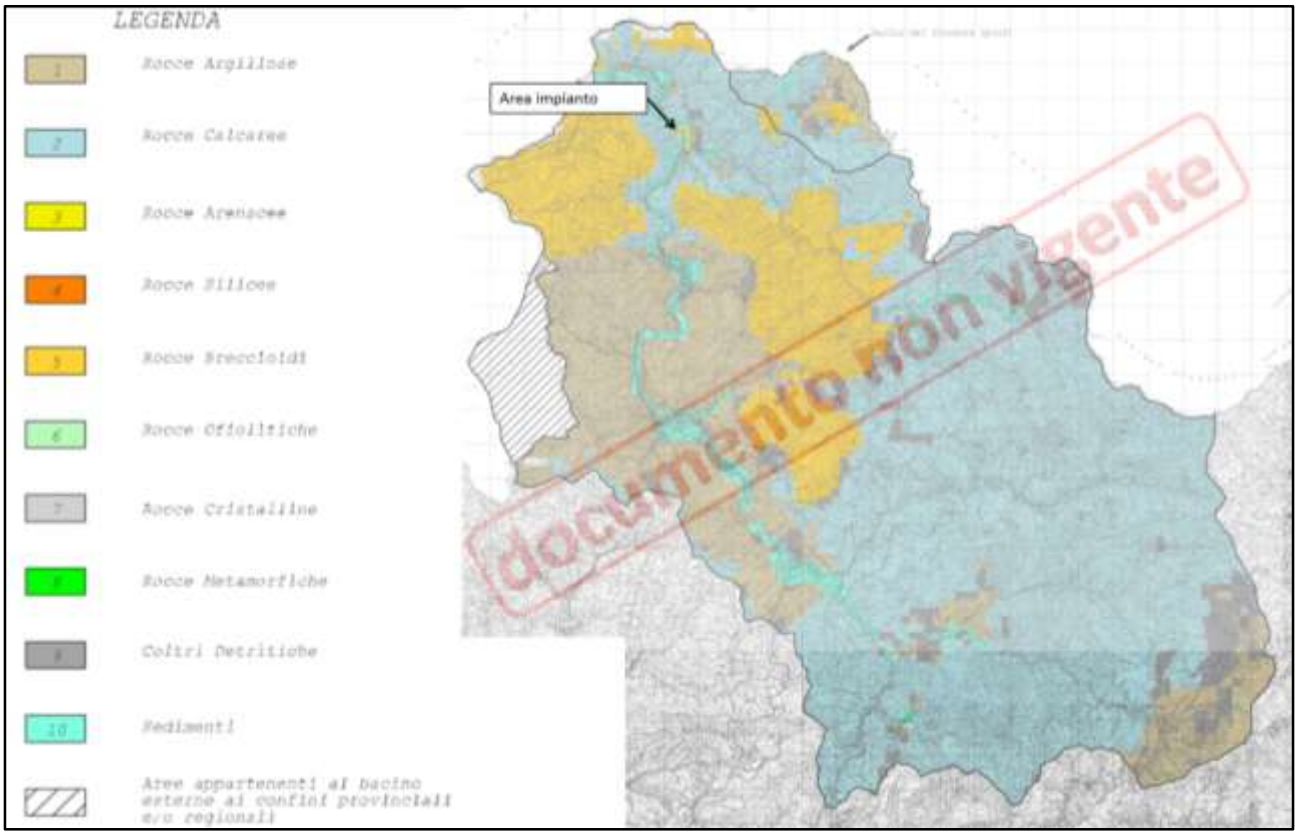
Bacino del fiume Scrivia – Ambito fisiografico

Tra le aree di interesse naturalistico risultano di valore molto alto il sistema denominato “Antola”, localizzato sullo spartiacque ligure-piemontese, sulla destra orografica della valle Scrivia, e i biotopi Lago di Val Noci e Strette della Val Borbera.

2 Caratterizzazione idrogeologica

I dati e le considerazioni in merito alle caratteristiche idrogeologiche del bacino del torrente Scrivia provengono dal bilancio idrico presentato nel piano di bacino del torrente Scriva, nello specifico dallo "Studio relativo alla disponibilità idrica dei corpi idrici significativi ricadenti nel bacino del Fiume Po – Il bacino del Fiume Scrivia".

La Carta Geolitologica prodotta nell'ambito del suddetto studio è stata derivata a partire dalla cartografia tematica della Regione Liguria. E' stato infatti effettuato a livello regionale un raggruppamento per categorie delle varie formazioni affioranti o subaffioranti. Il criterio che ha condotto all'associazione in una stessa categoria di più tipi di rocce è stato basato generalmente sulla natura litologica delle stesse; talvolta tuttavia, rocce di natura diversa sono state associate perché simili da un punto di vista geotecnico.



Carta Geolitologica

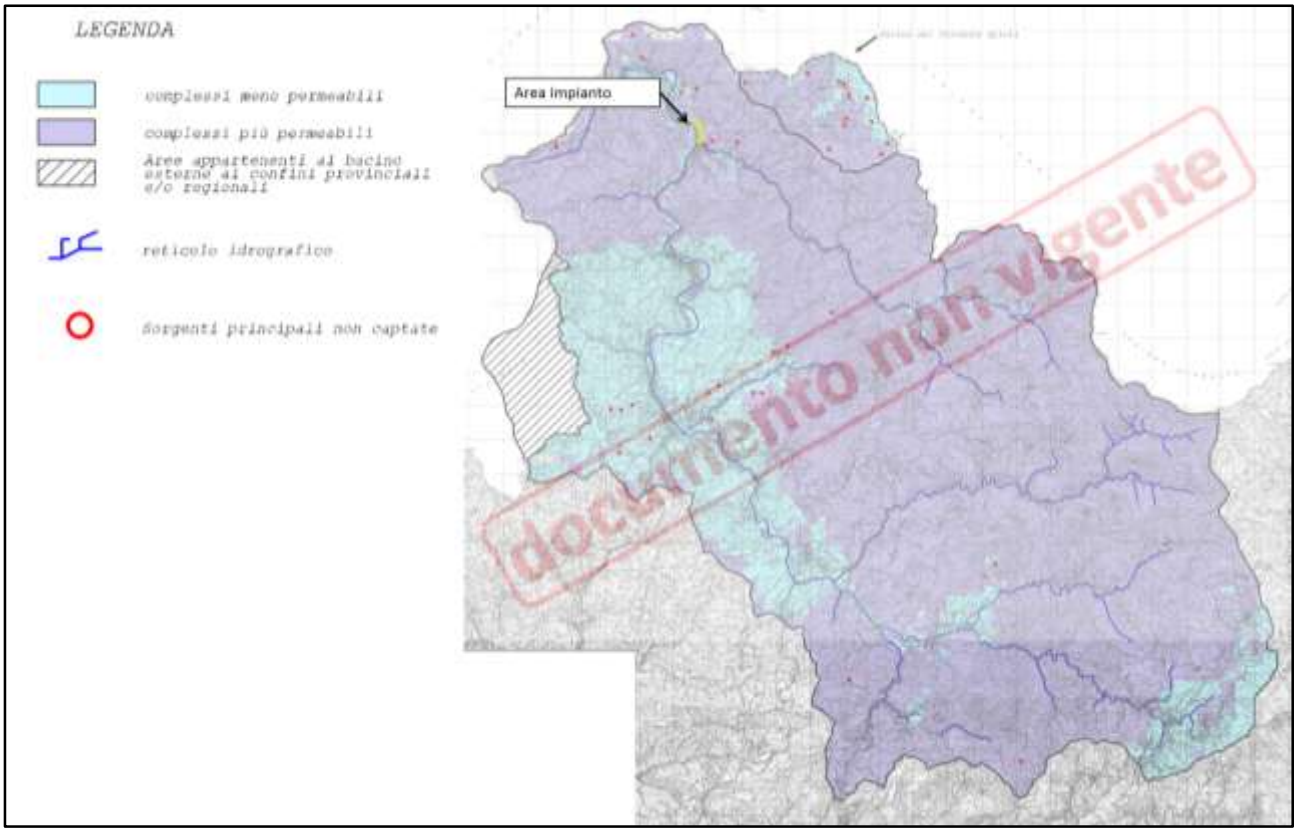
Sono state distinte dieci classi che vengono riportate nella legenda associata alla Carta Geolitologica del bacino del Torrente Scrivia. Dal punto di vista della caratterizzazione geomorfologica, uno degli aspetti più importanti è la presenza e distribuzione nel territorio delle coltri detritiche, osservabili sulla Carta Geolitologica. Le coltri detritiche in generale a seconda infatti della loro composizione (legata al substrato roccioso di origine), della loro granulometria, oltre che delle loro dimensioni (sia areali che dal punto di vista della potenza), possono diventare sede di falde di versante anche di una certa importanza, configurandosi potenzialmente come serbatoi idrici quantitativamente significativi.

Dall'analisi della Carta Geolitologica si può affermare che metà del bacino è caratterizzato dalla categoria denominata rocce calcaree, l'altra metà da quella delle rocce argillose e dei breccioidi. All'interno del bacino si possono inoltre rilevare zone ricche di sedimenti, in presenza degli alvei fluviali, e le coltri detritiche sopra citate sparse su tutto il bacino.

I litotipi a forte controllo morfologico sono, per il bacino dello Scrivia, da un lato le torbiditi calcareo – marnose dell'Antola, la Formazione di Ronco e le Argilliti di Montoggio, che danno luogo a forme del rilievo piuttosto dolci con pendenze dei versanti modeste e attraversate da valli poco incise, dall'altro i Conglomerati di Savignone, in corrispondenza dei quali il paesaggio si inasprisce, i versanti risultano acclivi e le valli molto incise.

In merito alla caratterizzazione idrogeologica del bacino idrografico del Torrente Scrivia, dal punto di vista della permeabilità relativa, al momento non è stato effettuato alcuno studio sui litotipi affioranti; tuttavia analoghi studi condotti in altri bacini idrografici sulle medesime litologie hanno permesso di effettuare alcune considerazioni di carattere generale.

Risultano generalmente caratterizzati da una discreta permeabilità per fessurazione i calcari marnosi del Flysch dell'Antola, sono da considerarsi praticamente impermeabili tutte quelle formazioni argillitiche ed argilloscistose che compaiono nel bacino idrografico in oggetto come le Argilliti di Montoggio, le Argilliti di Montanesi, le Argilliti di Mignanego e le Argille a Palombini del Passo della Bocchetta; si presentano altresì generalmente impermeabili i calcari marnosi della Formazione di Ronco, talvolta tuttavia tale litotipo si presenta caratterizzato da un certo grado di fratturazione e perciò sede di limitate circolazioni idriche sotterranee; presentano una permeabilità primaria per porosità i conglomerati oligocenici della Formazione di Molare, anche se tuttavia il grado di cementazione che caratterizza i clasti e la loro matrice rende il litotipo in genere poco permeabile, tranne che lungo alcune direttrici di fessurazione (Cortemiglia., 1990).



Carta della Conduttività Idraulica



Carta delle derivazioni idriche

La caratterizzazione del grado di conduttività idraulica presente nei piani di bacino ricomprende la maggior parte del bacino come parte più permeabile, con ampia presenza di zone impermeabili. In particolare si può constatare che il complesso definito più permeabile coincide approssimativamente con la parte di bacino caratterizzata dalle categorie delle rocce calcaree e delle rocce breccioidi.

Nel tratto interessato dal progetto non sono presenti derivazioni superficiali, pozzi o aree di rispetto per le acque destinate al consumo umano.

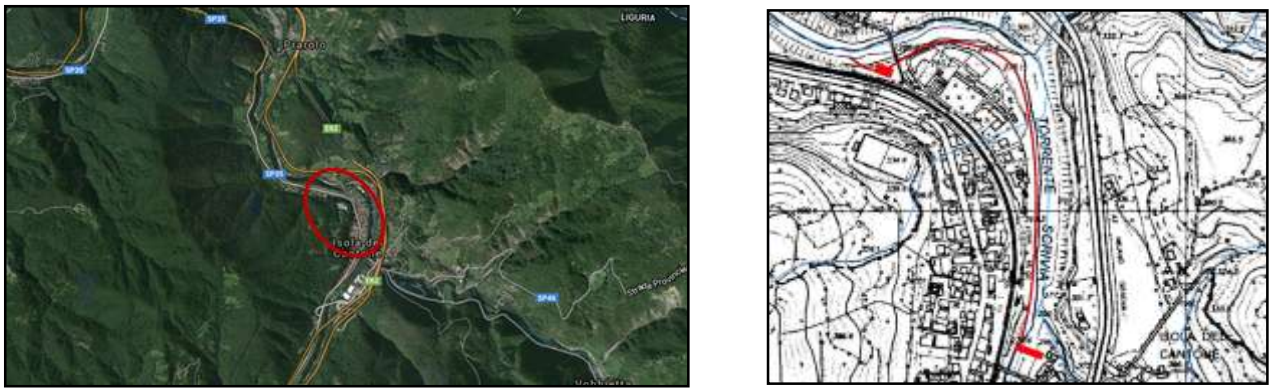
Il sito prescelto per il progetto è posizionato a notevole distanza dalle aree carsiche, ricomprese nel solo bacino del Polcevera.



Indicazione aree carsiche protette

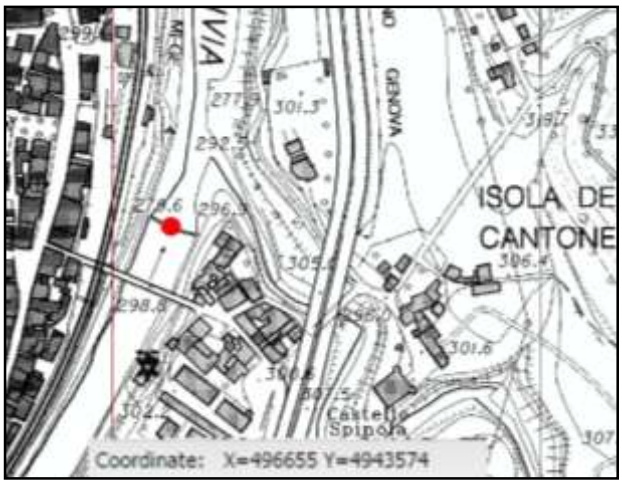
3 Descrizione sommaria delle opere

La presente relazione è allegata al progetto di realizzazione di un impianto mini idroelettrico che sfrutta il Torrente Scrivia all'interno del Comune di Isola del Cantone.



Area di interesse su ortofoto e tracciato impianto su CTR

L'impianto di tipologia ad asta sottesa è costituito da un'opera di presa per la derivazione dell'acqua sfruttando la briglia esistente, da una condotta in pressione per sfruttare il salto geodetico, da un edificio centrale dove è alloggiato il gruppo turbina per la trasformazione dell'energia e la restituzione in alveo della portata prelevata e dalle opere di connessione alla rete elettrica.



Coordinate opera di presa



Coordinate opera di restituzione

L'impianto, come meglio descritto nella relazione tecnica, prevede lo sfruttamento di una briglia lunga circa 37 m posta sul Torrente Scrivia, poco a monte della confluenza con il Torrente Vobbia, nel comune di Isola del Cantone. La sua funzione è quella di stabilizzare il fondo a monte della confluenza, vista anche la presenza del Ponte Vecchio.



Vista briglia da valle

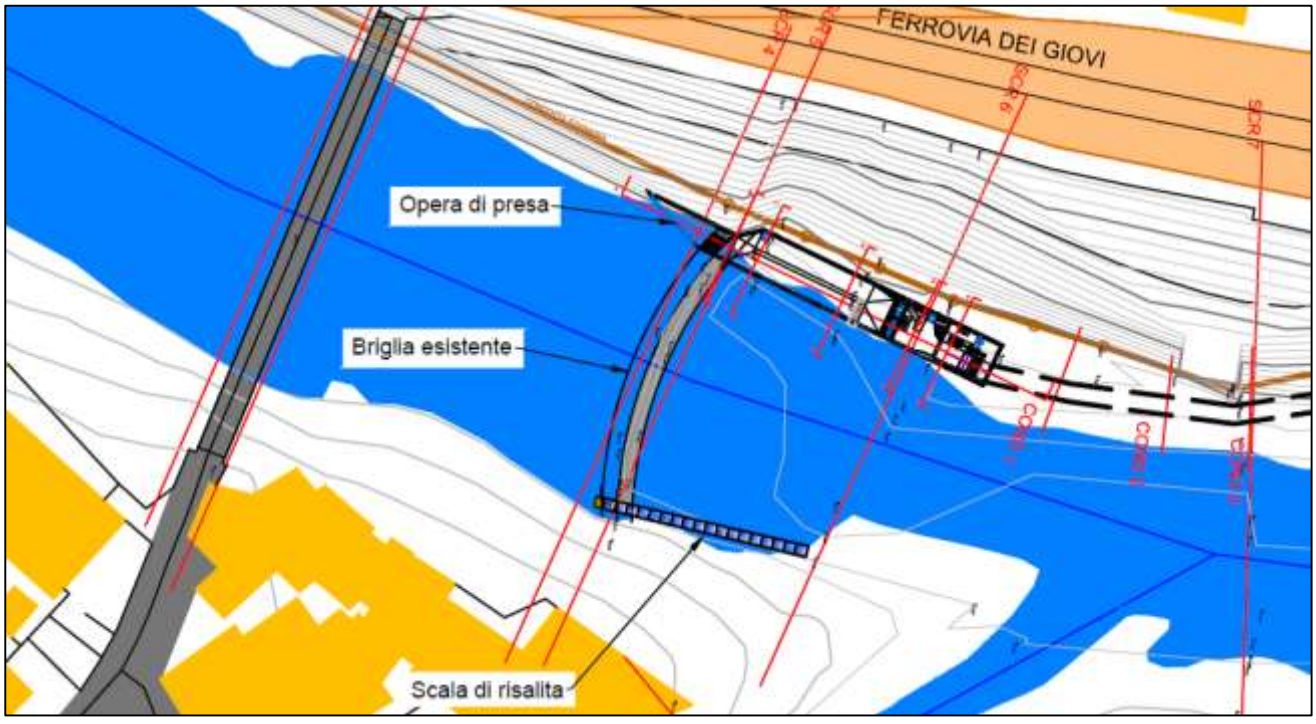


Particolare soglia della briglia

Allo stato attuale risulta in buono stato di conservazione, ad eccezione di parziali erosioni sul coronamento. La quota della briglia è circa pari a 279.6 m s.l.m., non perfettamente regolare lungo lo sviluppo proprio a causa della summenzionata erosione.

L'area risulta pesantemente antropizzata, con presenza di opere infrastrutturali di varia natura. L'alveo risulta occupato dalla briglia e dai piloni del Ponte Vecchio; la sponda sinistra risulta occupata dal muro di contenimento della Ferrovia dei Giovi e da una condotta fognaria aerea con plinti di fondazione in alveo mentre la sponda destra idrografica risulta occupata da muri di contenimento di vari fabbricati per lo più a uso civico.

L'impianto prevede il posizionamento di una paratoia gonfiabile alta 1.5 m per incrementare il salto utile fino alla quota 281.1 m s.l.m.. La struttura per la derivazione dell'acqua è costituita da un canale di presa in sinistra idrografica e da un dissabbiatore/vasca di carico, della lunghezza di 20.5 m circa e larghezza 5 m, con profondità variabile rispetto alla quota di sfioro da 1.5 m a 4 m che crea un ingombro in alveo. È prevista inoltre la messa in opera di una scala di risalita per ittiofauna per ripristinare la continuità del torrente in destra idrografica.



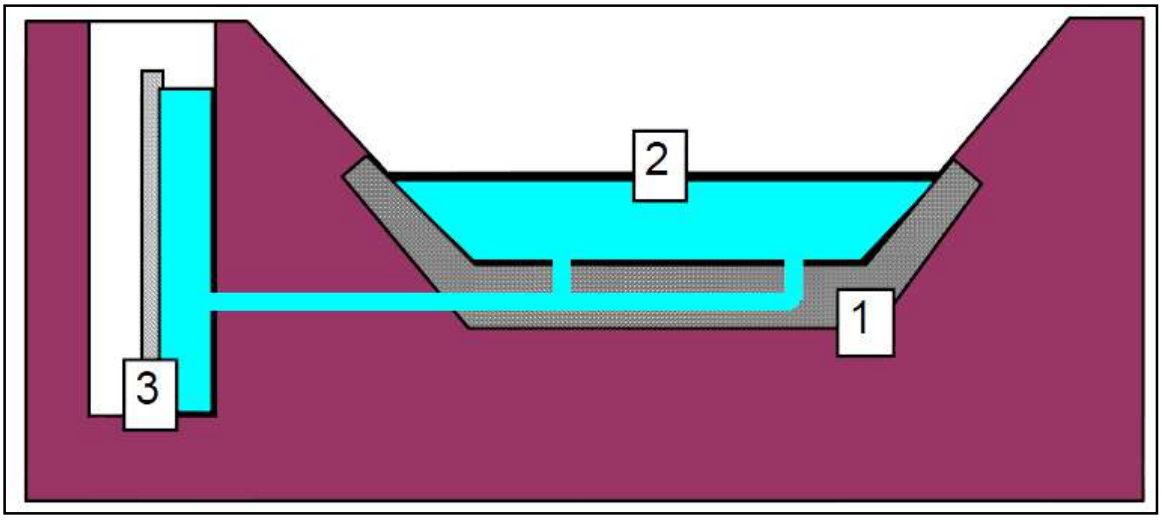
Opera di presa con dissabbiatore e scala di risalita

La paratoia, fondata alla quota attuale della briglia, permetterà l'innalzamento del salto utile fino a una quota di 281.1 m.

La paratoia è dotata di un sistema meccanico regolabile, che ne provoca lo sgonfiamento automatico al superamento di un determinato livello di portata anche in caso di interruzione di corrente.

La paratoia viene ancorata su di una platea in calcestruzzo a protezione delle tubazioni dell'impianto di gonfiaggio e della trave di ancoraggio.

Si riporta un'immagine stilizzata della struttura della paratoia: nella figura sottostante indichiamo con 1 la platea di fondazione, con 2 il limite superiore della paratoia e con 3 il pozzo di controllo, che in base ai livelli dell'acqua innesta il sistema di regolazione puramente meccanico che consente alla paratoia di sgonfiarsi oltre al livello prestabilito corrispondente alla piena annuale.

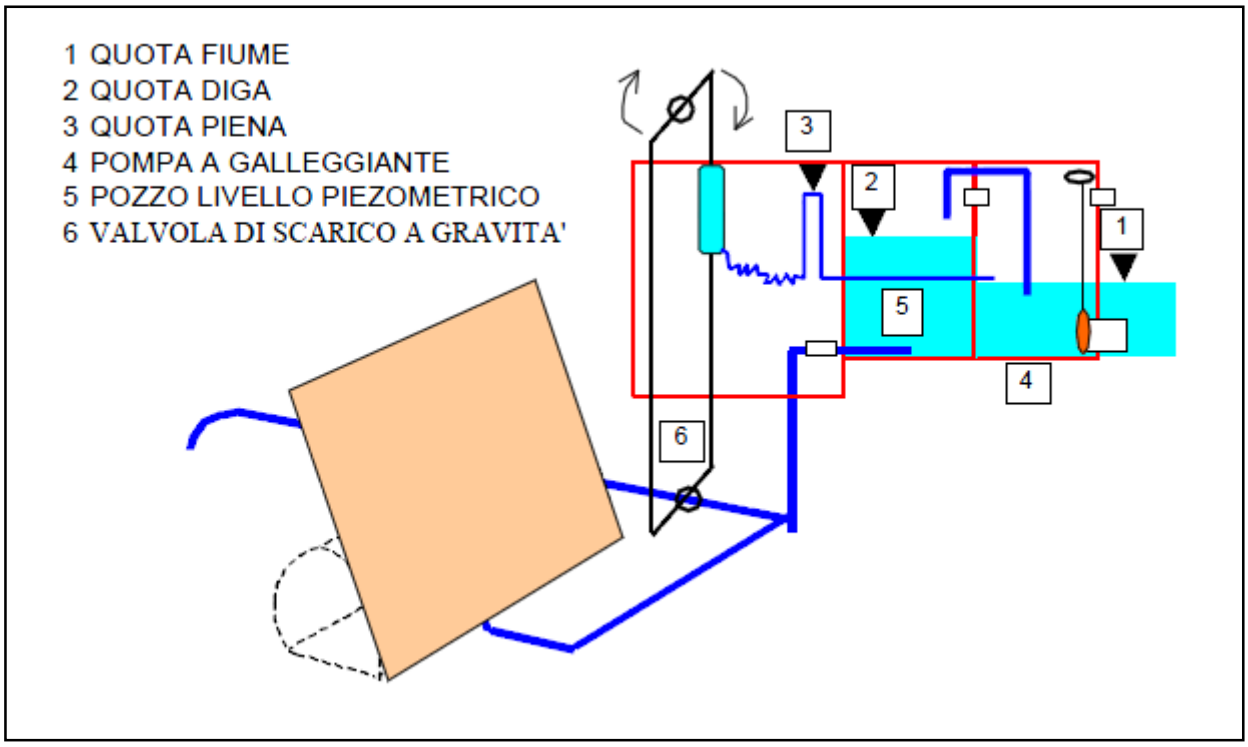


Schema componenti della paratoia gonfiabile

Il sistema di gonfiaggio e sgonfiaggio della paratoia è in parte elettrico e in parte meccanico:
il principio che regola l'intero funzionamento è quello dei vasi comunicanti. Il gonfiaggio avviene tramite una pompa che si innesta automaticamente quando il sensore del galleggiante registra il livello impostato. Il sistema di sgonfiaggio è invece completamente meccanico in quanto al superamento del livello impostato di piena, si aziona meccanicamente la valvola di scarico a gravità e si svuota la paratoia tubolare.
Lo sgonfiaggio della paratoia durante gli eventi di piena viene quindi garantito anche in caso di assenza di corrente elettrica.

Il locale innalzamento del tirante idrico a monte non comporta alcuna problematica di tipo idraulico o ambientale, visto che la sponda sinistra è verticale ed è costituita dal muro di contenimento della ferrovia, mentre la sponda destra è costituita da substrato affiorante integro ad elevata pendenza, alternato a muri verticali di contenimento.

L'innalzamento del tirante idrico in condizioni ordinarie costituirà un allargamento a monte della sezione bagnata contenuta, senza generare alcuna conseguenza sulle infrastrutture o sulla vegetazione riparia.



Schema di funzionamento



Esempio di paratoia gonfiabile in funzione

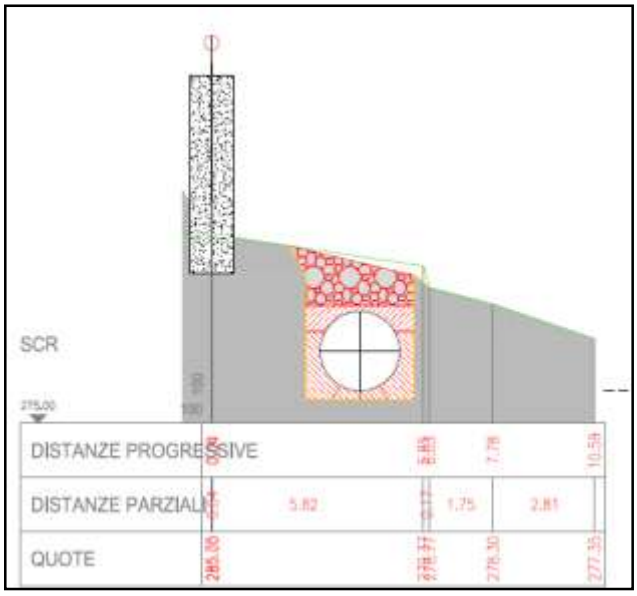


Vista delle sponde incassate a monte della briglia

La componente di Deflusso Minimo Vitale del torrente viene garantita dalla portata rilasciata all'interno della scala di risalita, e dalla portata rilasciata da una luce sotto battente posizionata nel primo tratto della vasca di carico.

La condotta forzata, DN 2200 in vetroresina, viene posta in sinistra idrografica e presenta lunghezza complessiva di 650 m. La condotta viene del tutto interrata in modo da non modificare sostanzialmente le sezioni idrauliche del tratto sotteso.

La prima parte del tracciato si sviluppa sul substrato affiorante integro, e costeggia il percorso della condotta fognaria aerea. Il tracciato della condotta su roccia ricomprende le sezioni da "COND1" a "COND8" e misura complessivamente 310 metri.

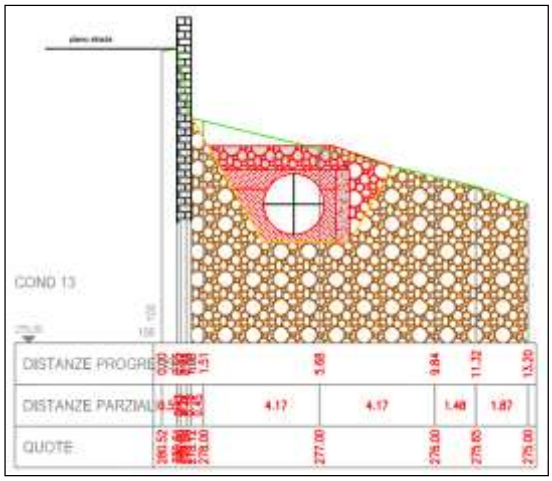






Sezione di scavo in roccia e tracciato visto da valle

La seconda parte di tracciato prevede il passaggio all'interno dei depositi alluvionali, ai piedi del muro d'argine in calcestruzzo della sponda per una lunghezza complessiva di 349 m. Il corso d'acqua infatti effettua una brusca curva verso sinistra, che ha comportato la formazione di una barra laterale composta da materiale sciolto eterogeneo, per lo più sabbie fini alternate da materiali di varia pezzatura. Il tratto complessivo di scavo in terreno alluvionale risulta di 349 m.



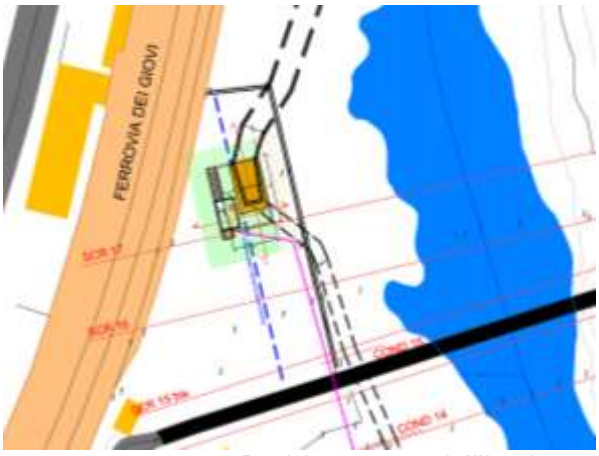


Vista del tracciato nei depositi alluvionali

Vista la natura dei terreni si prevede una protezione della condotta sul coronamento e sul lato del corso d'acqua costituita da materiale d'alveo di pezzatura grossolana intasato ad arte e successivamente ricoperto con materiale proveniente dagli scavi.

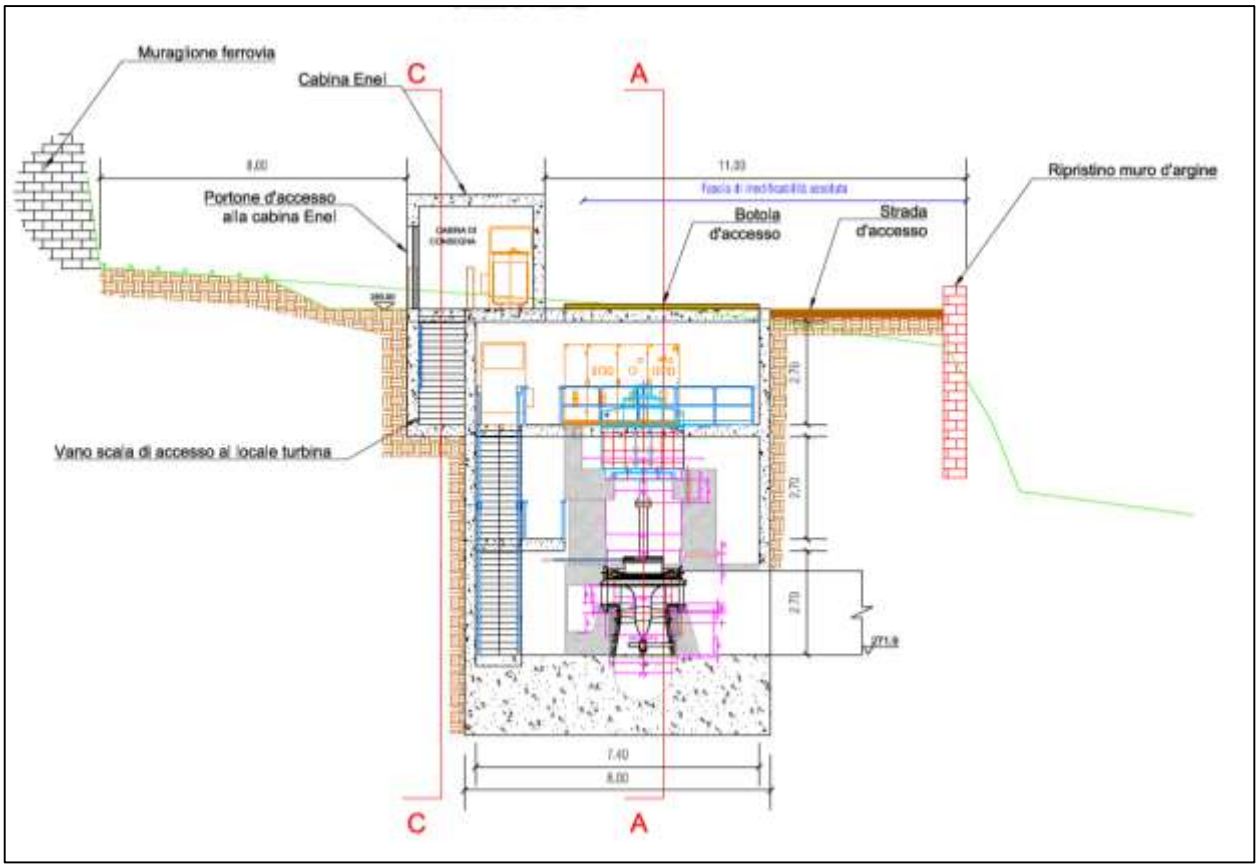
L'area identificata per ospitare l'edificio centrale consiste in un terrapieno in sinistra idrografica, attualmente coltivato a frutteto, compreso tra il muraglione di contenimento della ferrovia e la sponda del torrente. L'edificio delle dimensioni 12 x 8 m in pianta, ospita la turbina, il generatore e i quadri di trasformazione e telecontrollo. L'edificio sarà completamente interrato nel terrapieno. L'accesso pedonale al locale turbina avviene tramite vano scala interrato mentre l'accesso per la movimentazione dei macchinari avviene mediante botola amovibile.

Al di fuori della fascia di inedificabilità assoluta e in un vano indipendente viene prevista la cabina Enel, di dimensioni 3x5x3 m fuori terra.





Posizionamento dell'impianto su CTR e vista dell'area dal ponte



Sezione trasversale dell'edificio centrale

Le acque vengono restituite al torrente Scrivia tramite canale di restituzione interrato.

La strada comunale che costeggia il terreno su cui verrà costruito l'edificio centrale, è affiancata dal parcheggio del cimitero, dove è stazionato un palo Enel di Media Tensione.



Palo dell'Enel di fronte al cimitero e percorso del cavidotto tratteggiato

La connessione alla rete elettrica MT avviene per mezzo di cavidotto interrato DN 150 della lunghezza di 120 m circa, il quale viene posato sulla strada comunale e sulla strada di accesso all'impianto.

La quota dell'opera di presa è fissata dunque a 281.1 m s.l.m., mentre la quota di restituzione è 272 m s.l.m..

Il salto risulta di **9.1 m**, la derivazione massima di **9 000 l/s**, la derivazione media è di **2 779 l/s,** la potenza di immissione massima richiesta risulta di **607 kW**, la potenza di concessione richiesta di **248 kW.**

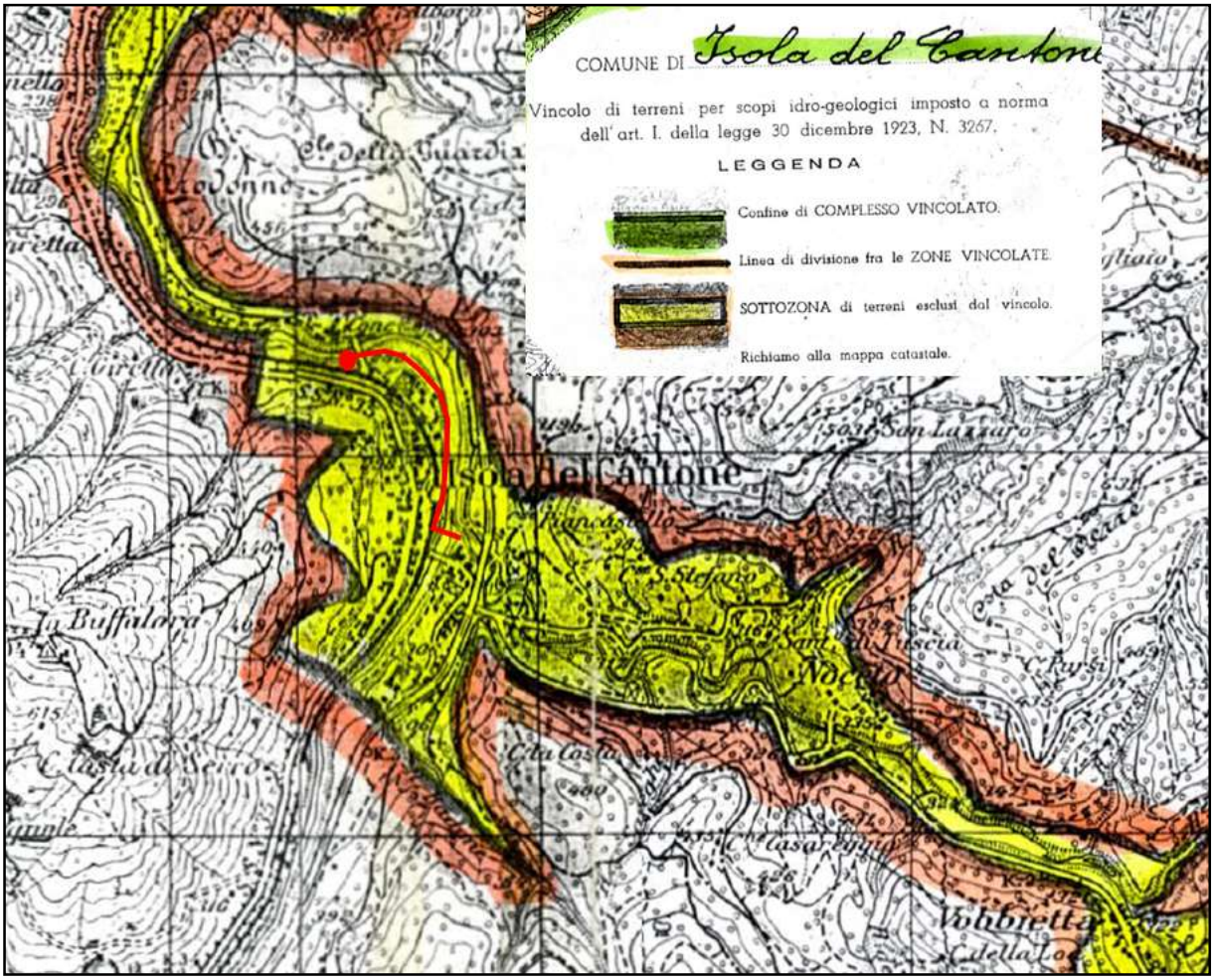
Si rimanda la descrizione dettagliata delle opere alla “Relazione tecnica”.

4 Inquadramento normativo e programmatico

4.1 Carte tematiche analizzate

Carta	Note
Vincolo idrogeologico	Il progetto non ricade in aree sottoposte a vincolo idrogeologico
Assetto insediativo e manufatti emergenti	Il progetto ricade in aree TU/ID MO-A
Assetto geomorfologico	Il progetto ricade in zona MO-B/MO-A.
Assetto vegetazionale	Il progetto ricade in aree COL-ISS-MA
Carta della pericolosità geomorfologica	Il progetto insiste per le opere di derivazione in aree a pericolosità idraulica alta
Carta degli usi concessionati	Il progetto non interferisce con altri usi concessionati

Vincolo idrogeologico

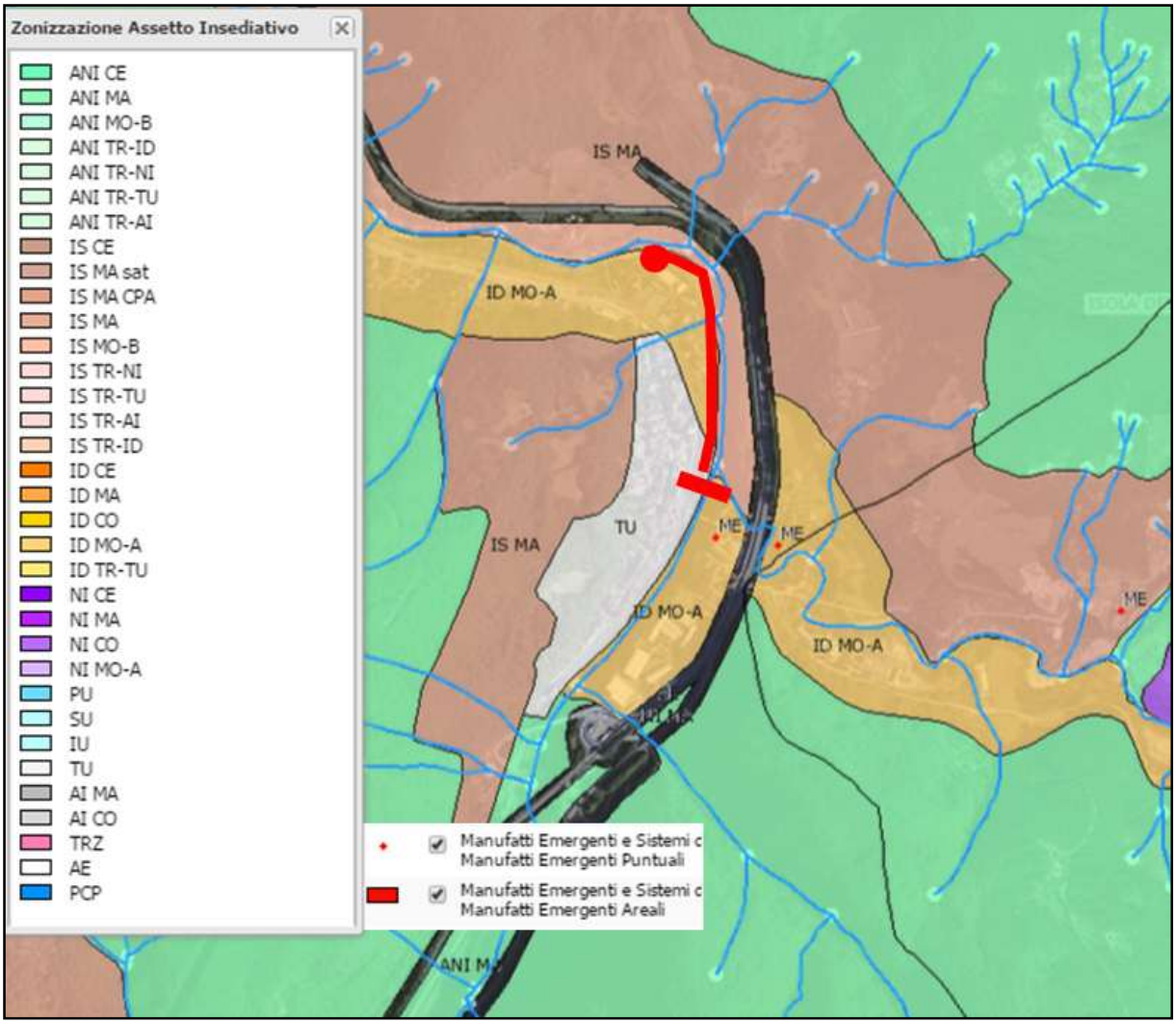


Vincolo idrogeologico

L'impianto ricade al di fuori di aree sottoposte a vincolo idrogeologico.

PTCP: Assetto insediativo e manufatti emergenti,

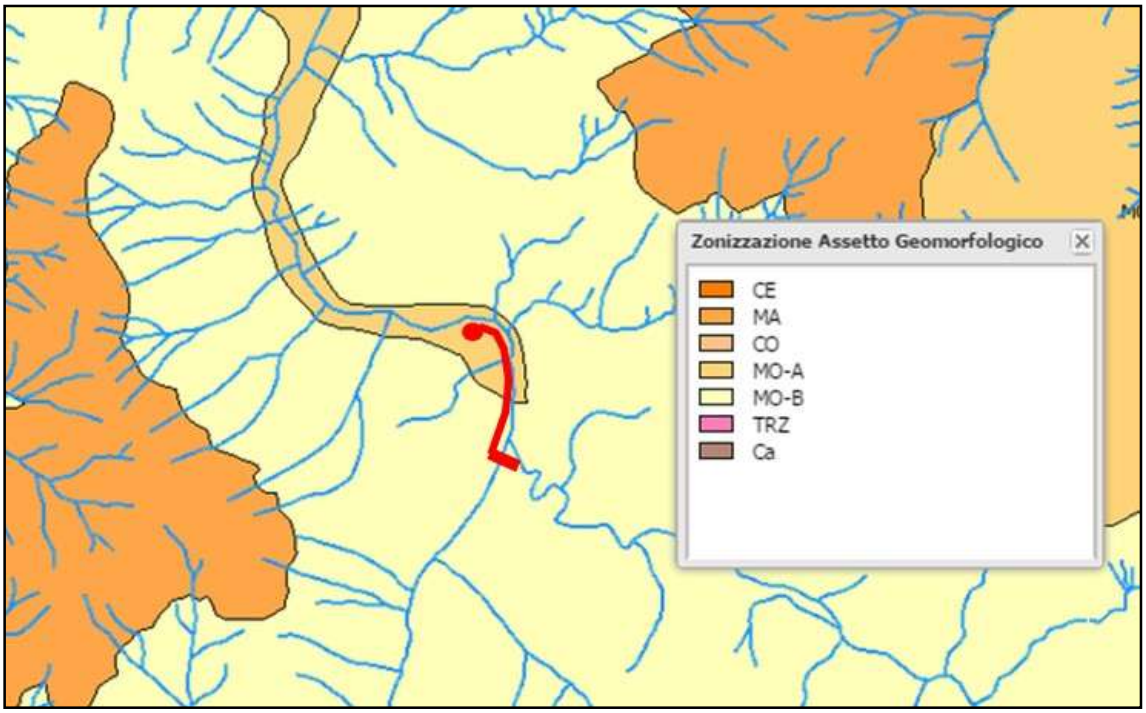
Il PTCP è stato analizzato nei tre assetti: geomorfologico, vegetazionale e insediativo. E' stata posta attenzione anche al censimento del manufatti emergenti.



PTCP - Assetto Insediativo e Manufatti emergenti

Le aree interessate dall'impianto ricadono in TU/ID MO-A.

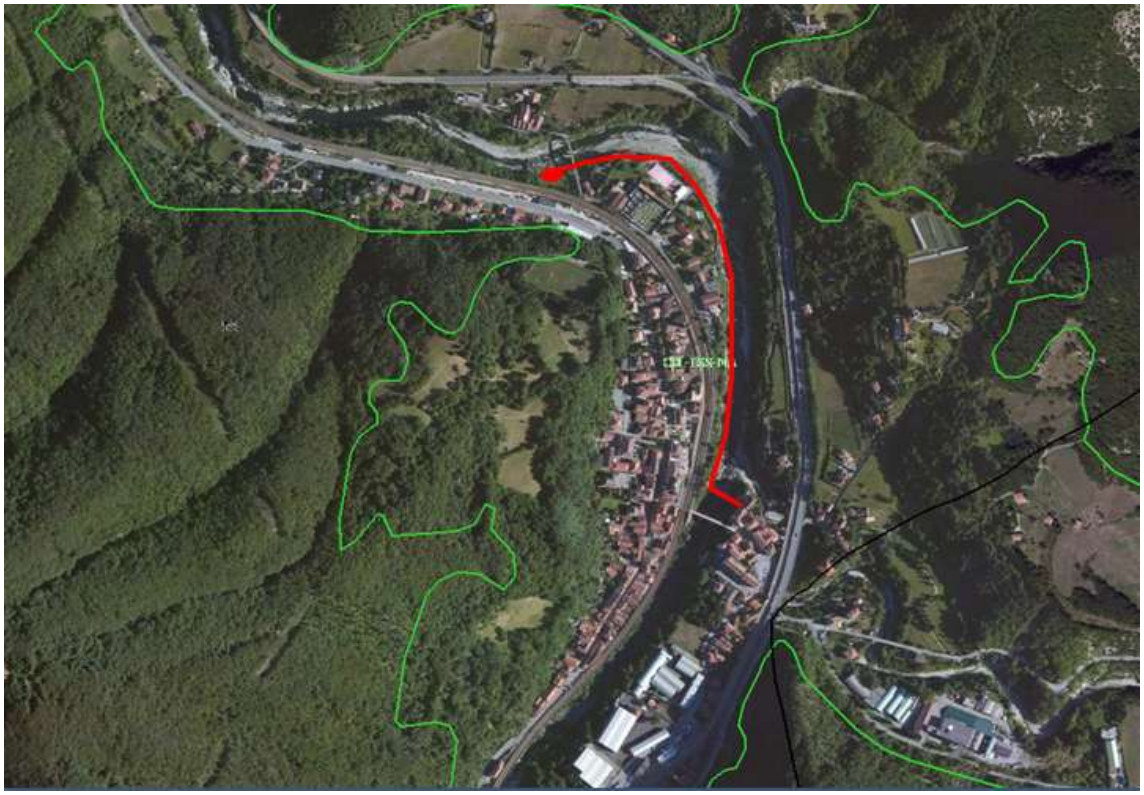
PTCP: Assetto geomorfologico



PTCP - Assetto Geomorfologico

Dal punto di vista geomorfologico il progetto ricade completamente in area MO-B/MO-A.

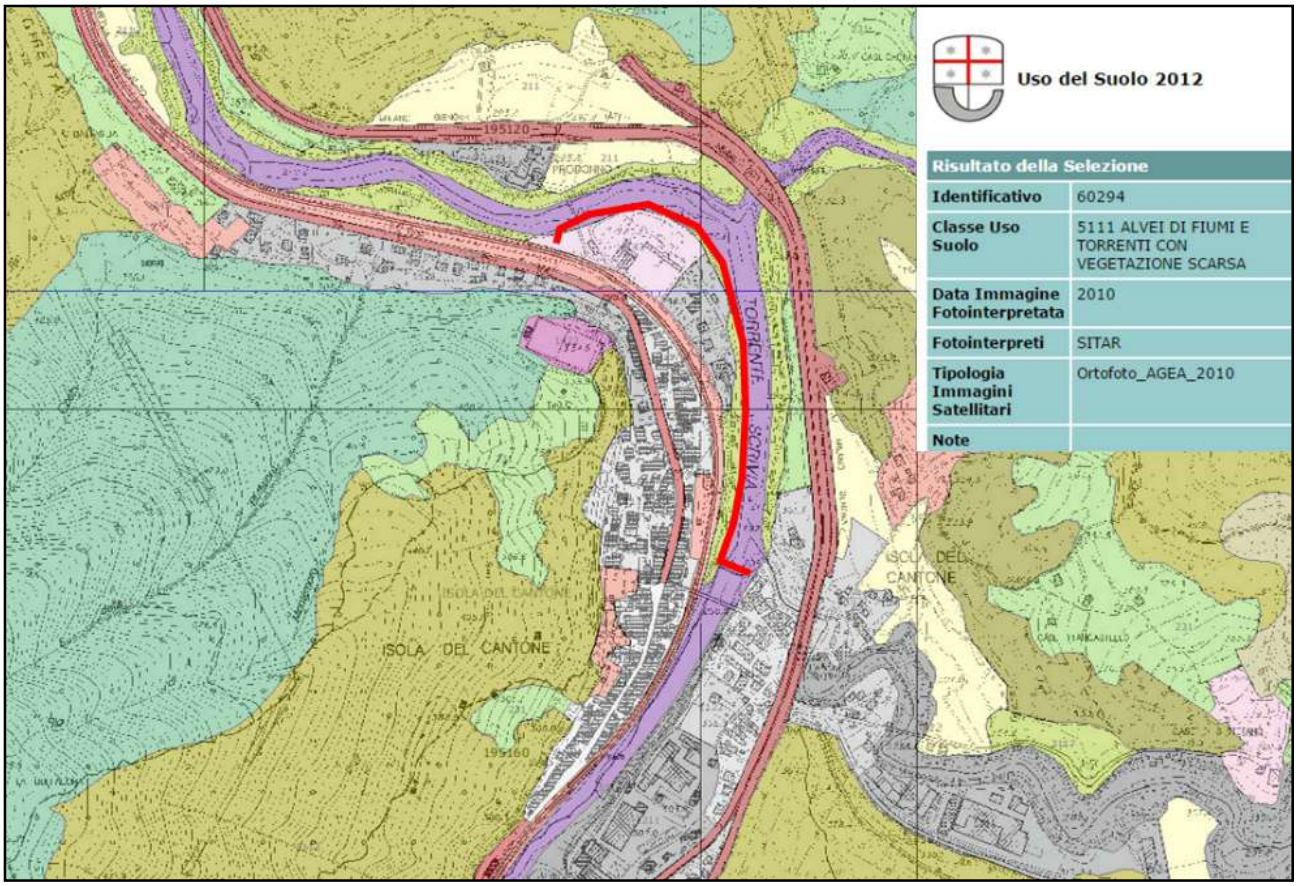
PTCP Assetto vegetazionale



PTCP - Assetto Vegetazionale

L'impianto ricade in area COL-ISS-MA.

Carta dell'uso del suolo



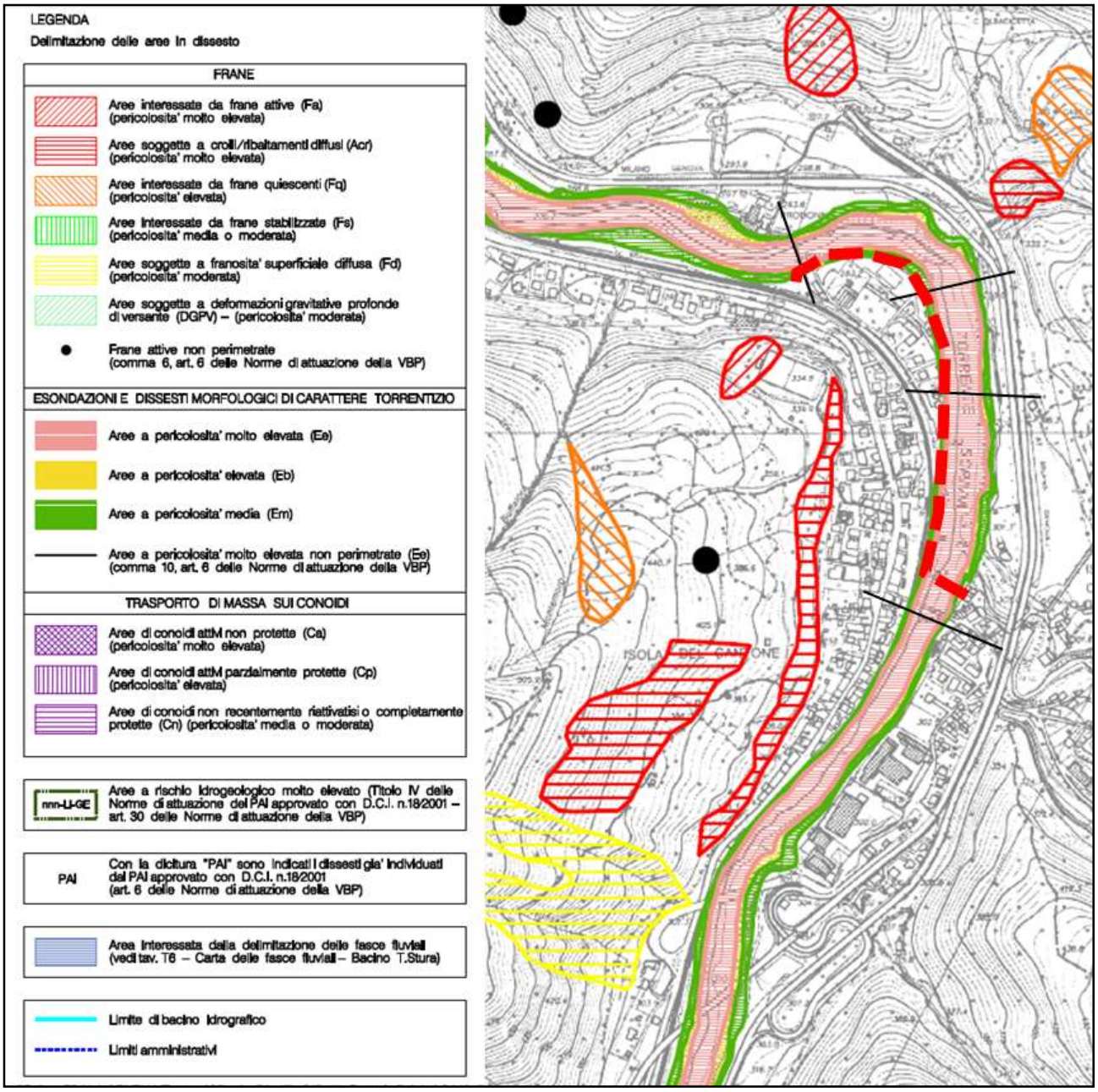
Carta dell'uso del suolo (2012)

La carta dell'uso del suolo indica che l'area di progetto ricade in *Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa*.

Carta della pericolosità geomorfologica

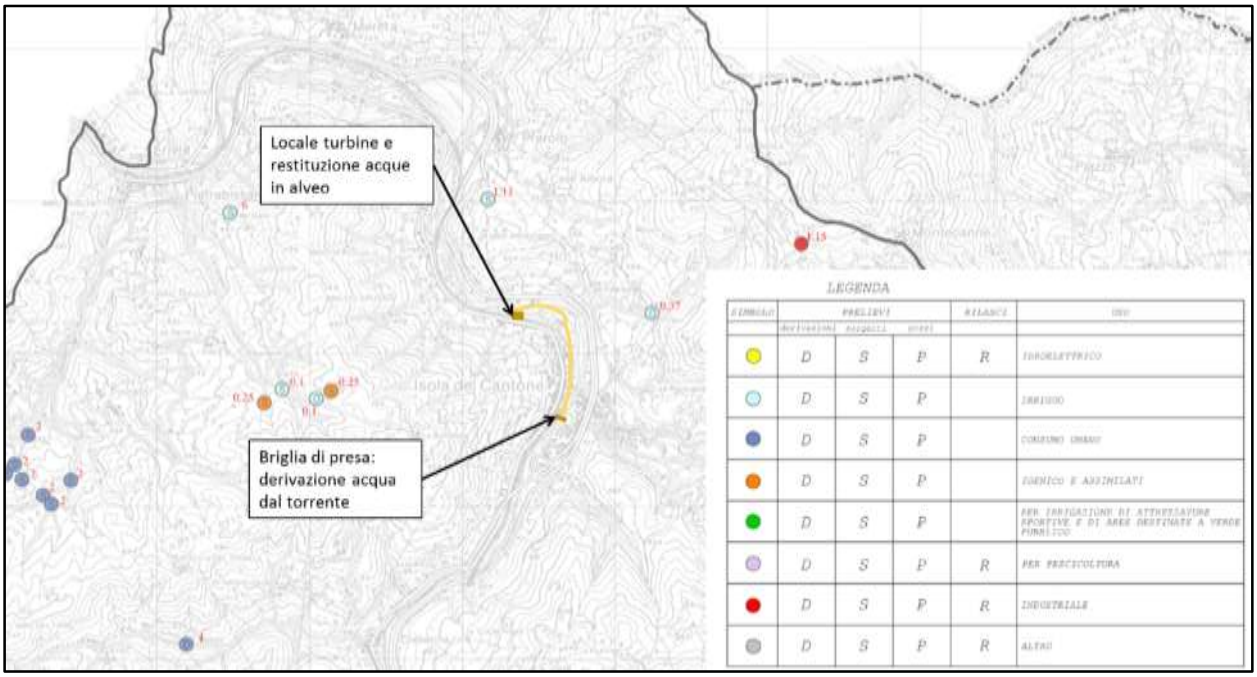
Il Piano di Bacino è stato analizzato per quanto riguarda:

- La pericolosità geomorfologica/suscettività al dissesto;
- Le fasce di inondabilità.



Il Progetto ricade per quanto riguarda le opere di derivazione all'interno della fascia di pericolosità idraulica alta, mentre l'edificio centrale non ricade in alcuna area a rischio.
Il progetto non ricade in aree in frana.

Carta degli usi in atto concessionati



Carta degli usi in atto concessionati

Come si evince dalla carta degli usi in atto concessionati, non sono presenti altri prelievi nell'area compresa tra l'opera di presa e il rilascio della portata.

Sono presenti comunque dei cospicui prelievi all'interno del bacino di pertinenza, che verranno presi in considerazione per la stima della curva di durata.

5 Calcolo idraulico di portata e di massima altezza di deflusso

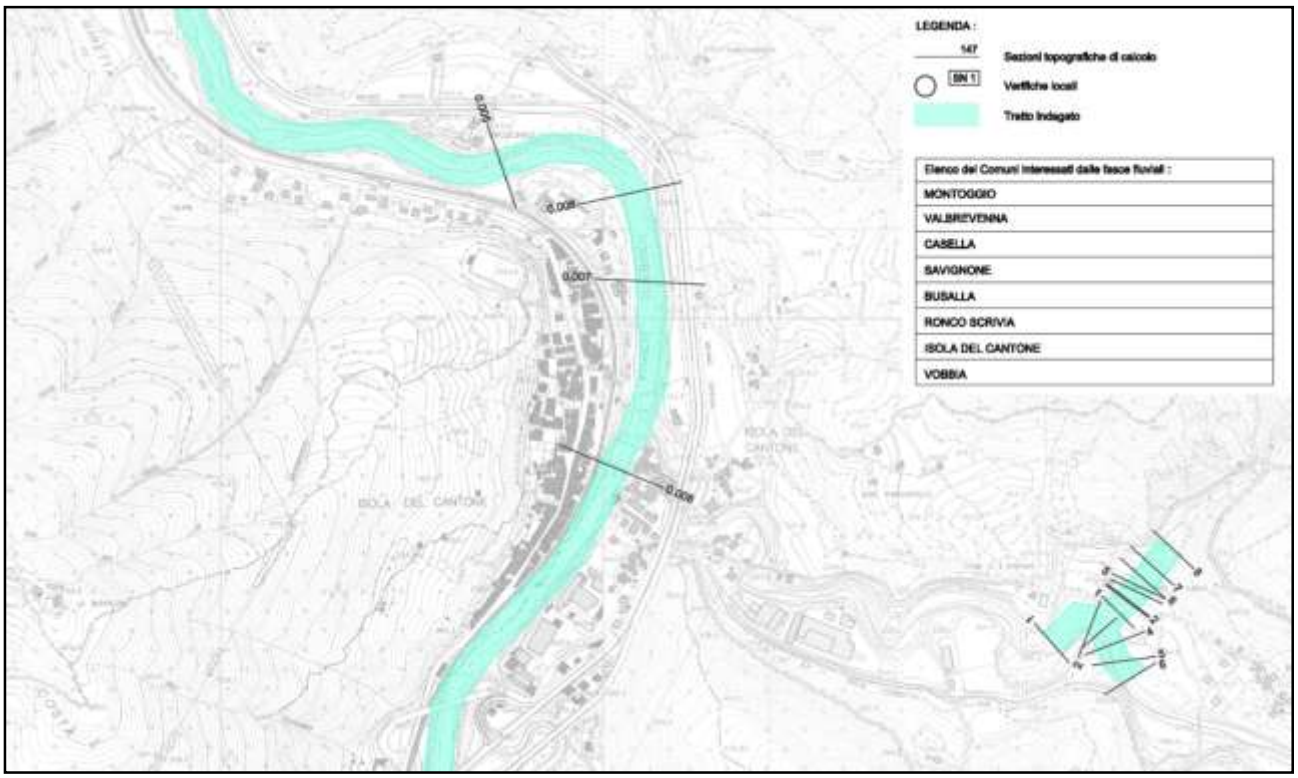
5.1 Inquadramento nel Piano di Bacino e portata di verifica del Torrente Scrivia

Per la presente verifica idraulica si fa riferimento alla normativa relativa al Piano di Bacino vigente. In data 23 marzo 2011 è stato siglato l'Accordo di Pianificazione tra l'Autorità di bacino del fiume Po, la Regione Liguria e la Provincia di Genova comportante l'approvazione della Variante al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) "Variante al P.T.C. - Bacini Padani". (Pubblicazione sul BURL n. 14 del 6 aprile 2011).

L'Accordo ha valore di Intesa ai sensi dell'art. 57, comma 1 del D. Lgs. 31 marzo 1998, n.112, per la definizione delle disposizioni del PTCP della Provincia di Genova relative all'attuazione del "Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po" (PAI).

Il tratto di interesse nell'area di realizzazione dell'impianto risulta indagato nel Piano.

L'impianto è compreso tra le sezioni 0.0085 e 0.005 indicate dal PAI.



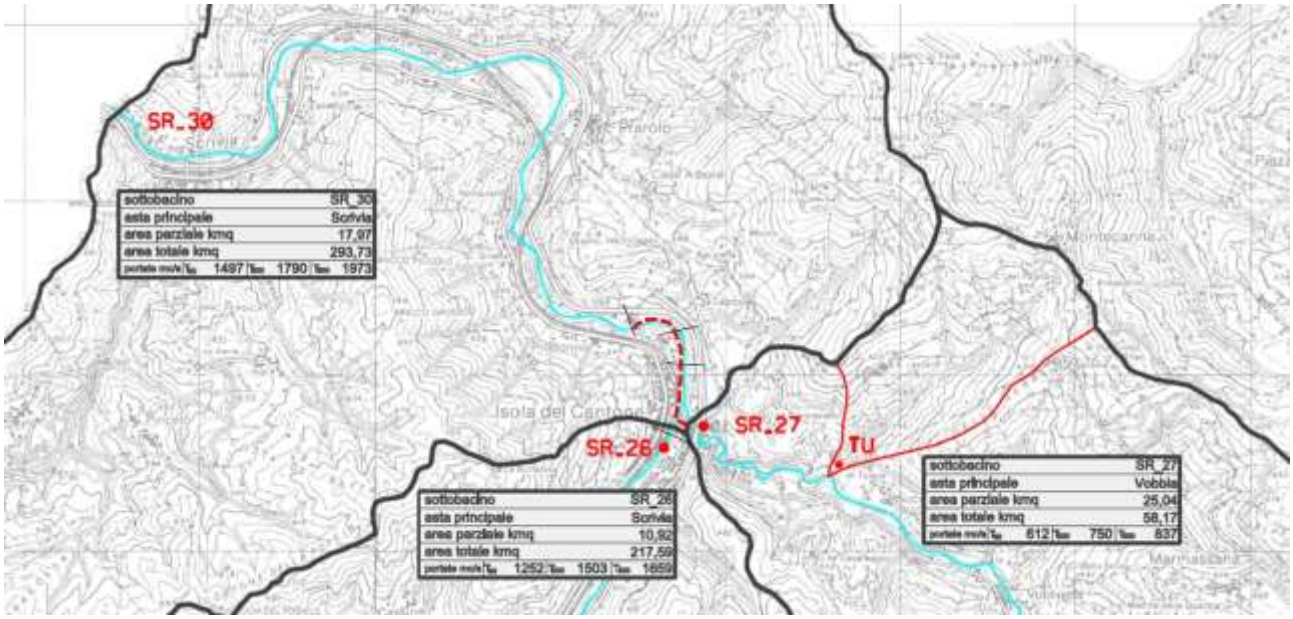
VBP: Estratto della "Carta dei tratti indagati per le fasce e delle sezioni idrauliche (Scrivia) – (1/9)"

Come indicato nell'Art. 8 comma 3 delle Norme di Attuazione "La portata di piena da assumere nella progettazione relativa ad opere strutturali o di riassetto idraulico è quella con tempo di ritorno duecentennale (T = 200 anni). I valori di portata sono indicati nella tavola T3 "Corografia con i sottobacini idrografici. […]".

Le portate di massima piena del Torrente Scrivia per i diversi tempi di ritorno si calcolano tramite le regole presenti all'interno dell'Art.8, comma 4, ossia individuando la sezione di valle più vicina all'interno dello stralcio cartografico della "Corografia con i sottobacini idrografici".

Il tratto interessato dal progetto è posizionato all'interno del sottobacino SR. 30. Per la valutazione del rischio idraulico nel tratto in progetto si utilizzano quindi le seguenti portate:

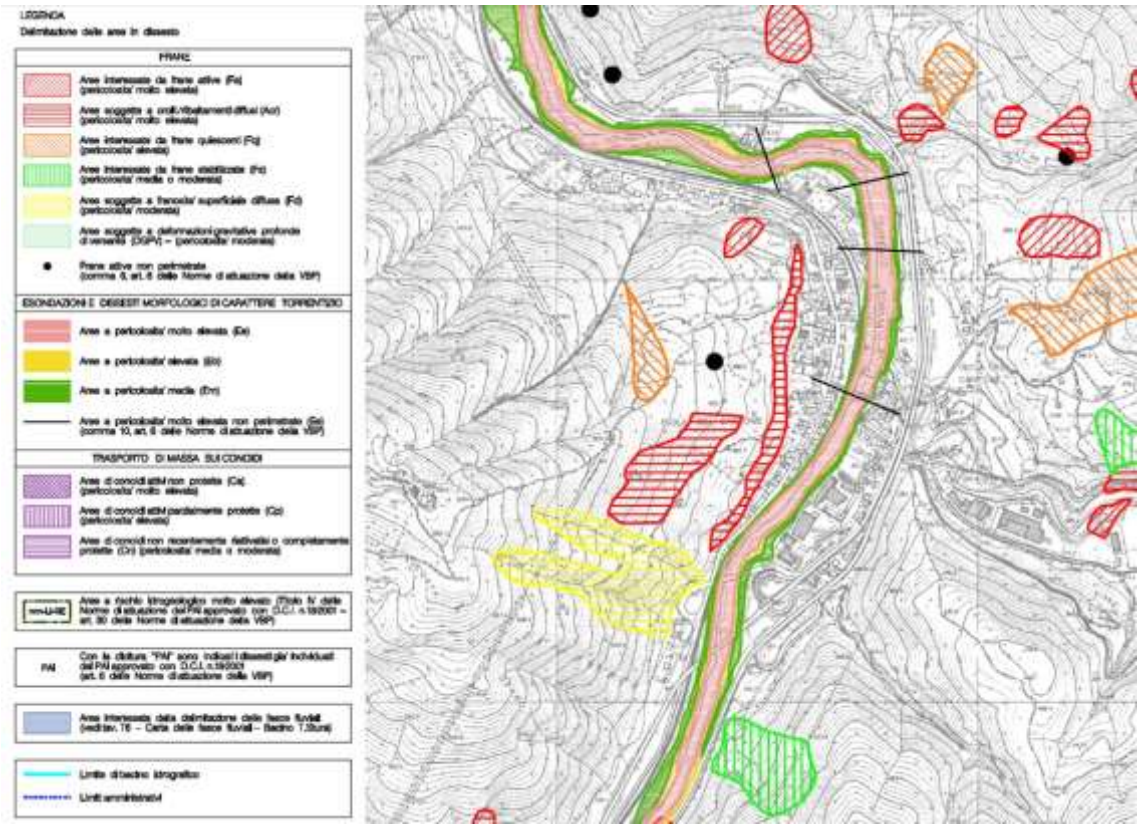
- T = 50 anni - m^3/s 1497
- T = 200 anni - m^3/s 1720
- T = 500 anni - m^3/s 1973



VBP: Estratto della "Corografia con i sottobacini idrografici (Scrivia)" con indicazione del tratto sotteso e delle sezioni indagate dal PAI

Per un'analisi idraulica più dettagliata è stato effettuato un ulteriore rilievo nell'area di progetto per integrare i dati forniti dall'Autorità di Bacino.

Le verifiche allo stato attuale sono state effettuate sia con il modello fornito dall'AdB sia col modello integrato con in nuovi dati rilevati.



Carta dei dissesti VBP - Tavola 5

Dalla carta dei dissesti del VBP si può osservare che allo stato attuale le fasce di pericolosità idraulica nel tratto indagato rimangono all'interno degli argini.

Le aree interessate da fenomeni di dissesto sono classificate come segue, in relazione alla specifica tipologia dei fenomeni idrogeologici:

1) franosità:
   a) Fa, aree interessate da frane attive (pericolosità molto elevata),
   b) Acr, aree o settori di versante soggetti a fenomeni di crollo (pericolosità molto elevata),
   c) Fq, aree interessate da frane quiescenti - (pericolosità elevata),
   d) Fs, aree interessate da frane stabilizzate - (pericolosità media o moderata),
   e) DGPV, aree soggette a deformazioni gravitative profonde di versante - (pericolosità moderata),
   f) Fd, aree soggette a franosità superficiale diffusa - (pericolosità moderata);
2) esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua:
   a) Ee, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità molto elevata,
   b) Eb, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità elevata,
   c) Em, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità media o moderata;
3) trasporto di massa sui conoidi:
   a) Ca, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte - (pericolosità molto elevata),
   b) Cp, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi parzialmente protette da opere di difesa e di sistemazione a monte - (pericolosità elevata),
   c) Cn, aree di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa – (pericolosità media o moderata);

5.2 Analisi idraulica

La verifica idraulica è stata eseguita in moto permanente con il programma di calcolo HEC-RAS versione 4.1.
Per il calcolo sono state quindi mantenuti i 'Valori di riferimento da adottare nei calcoli idraulici per la scabrezza idraulica' indicati nel Regolamento Regionale del 14 luglio 2011 n. 3, un coefficiente di scabrezza pari a n = 0.04, corrispondente a Ks = 25.0 $m^{1/3}/s$ - valido per corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo, utilizzati nella verifica idraulica del piano per la simulazione nella zona dell'opera di presa e in quella della centrale.

Le condizioni al contorno sono state impostate considerando il livello critico di monte e di valle.

Per la verifica idraulica è stato utilizzato il modello HEC RAS fornito dall'Autorità di Bacino, questo è stato integrato con delle nuove sezioni nell'area di progetto, disegnate in base ad un rilievo di dettaglio commissionato da Remna Srl nel marzo del 2015.

Il modello HEC RAS fornito dall'Autorità di Bacino utilizza le portate di piena indicate nella Corografia. Si riporta la tabella "Steady Flow Data" del modello implementato dall'Autorità di Bacino, la planimetria con il dettaglio dell'area di progetto del modello, e il dettaglio del modello integrato da Remna Srl.

Steady Flow Data - portate_revH_apr2012

File Options Help

Enter/Edit Number of Profiles (25000 max): 3 | Reach Boundary Conditions ... | Apply Data

Locations of Flow Data Changes

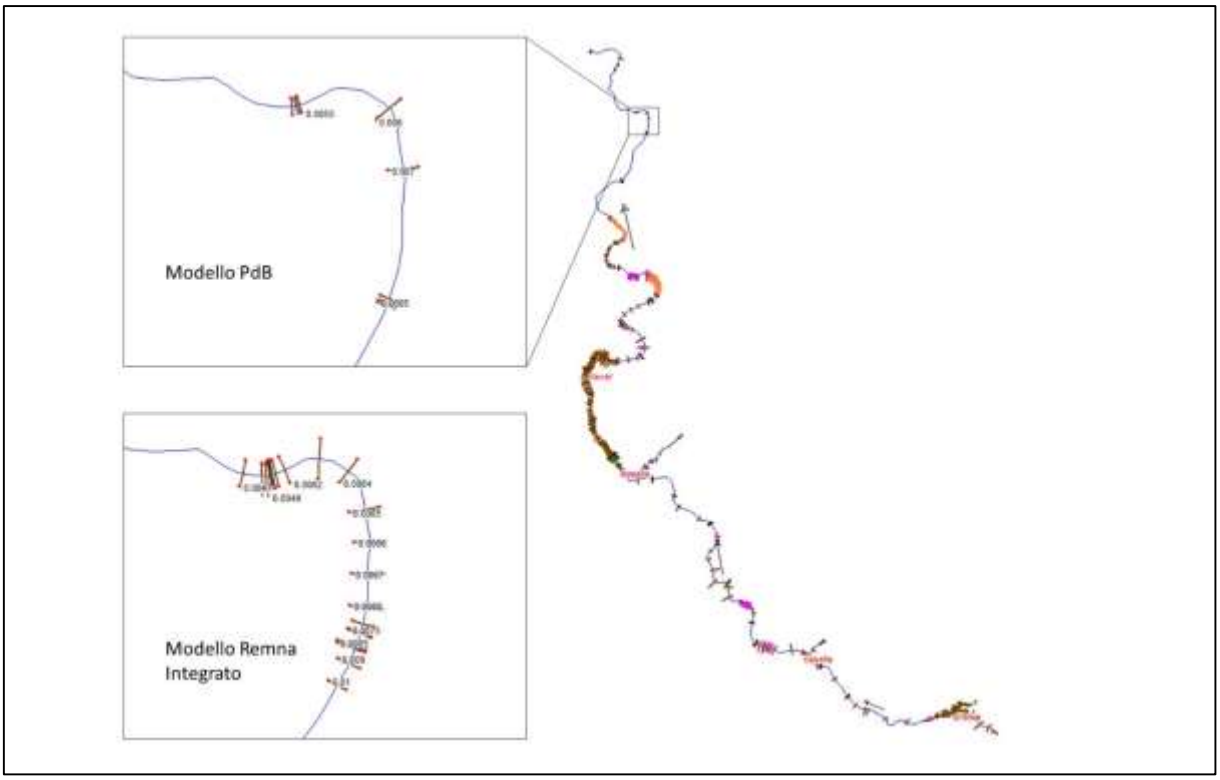
River: scrivia | Add Multiple...

Reach: monte | River Sta.: 60 | Add A Flow Change Location

Flow Change Location				Profile Names and Flow Rates		
	River	Reach	RS	Q50	Q200	Q500
1	affluente	pentemina	104	282	380	443
2	affluente	brevenna	210	452	570	645
3	affluente	seminella	560	222	312	371
4	affluente	traversa	3	145	209	252
5	scrivia	monte	60	395	506	577
6	scrivia	valle1	51.25	648	791	880
7	scrivia	valle1	44	783	953	1058
8	scrivia	valle2	38.5	1062	1283	1421
9	scrivia	valle3	21.6	1138	1373	1518
10	scrivia	valle3	18	1225	1474	1630
11	scrivia	vall	47	1229	1479	1636
12	scrivia	vall	9	1252	1503	1659
13	scrivia	vall	0.008	1497	1790	1973

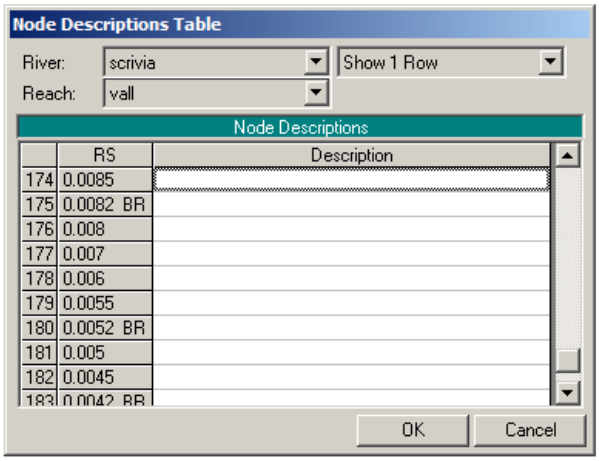
Edit Steady flow data for the profiles (m3/s)

Steady Flow Data modello HEC-RAS implementato dall'AdB

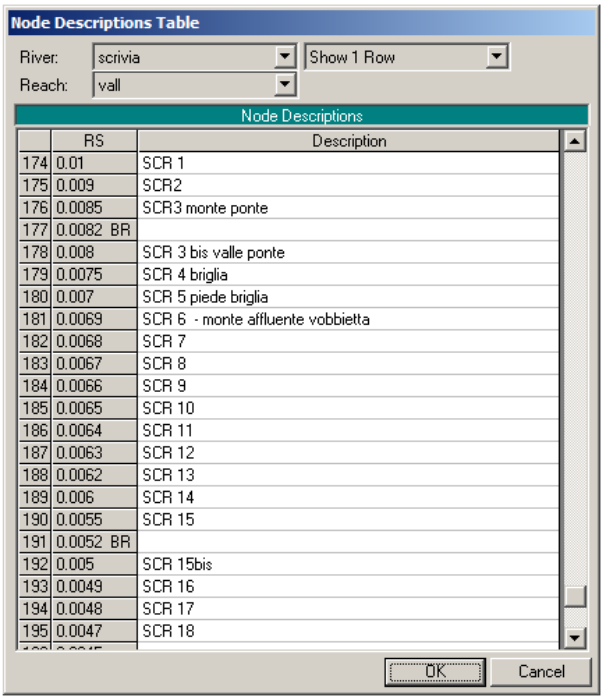


Estratto dal modello HEC-RAS del Piano di Bacino e dettaglio del modello integrato

Il numero di sezioni è stato intensificato nell'area di progetto tramite il nuovo rilievo, di seguito si riportano numerazione e descrizione delle sezioni del modello del Piano di Bacino e del modello integrato da Remna Srl nel tratto di interesse.



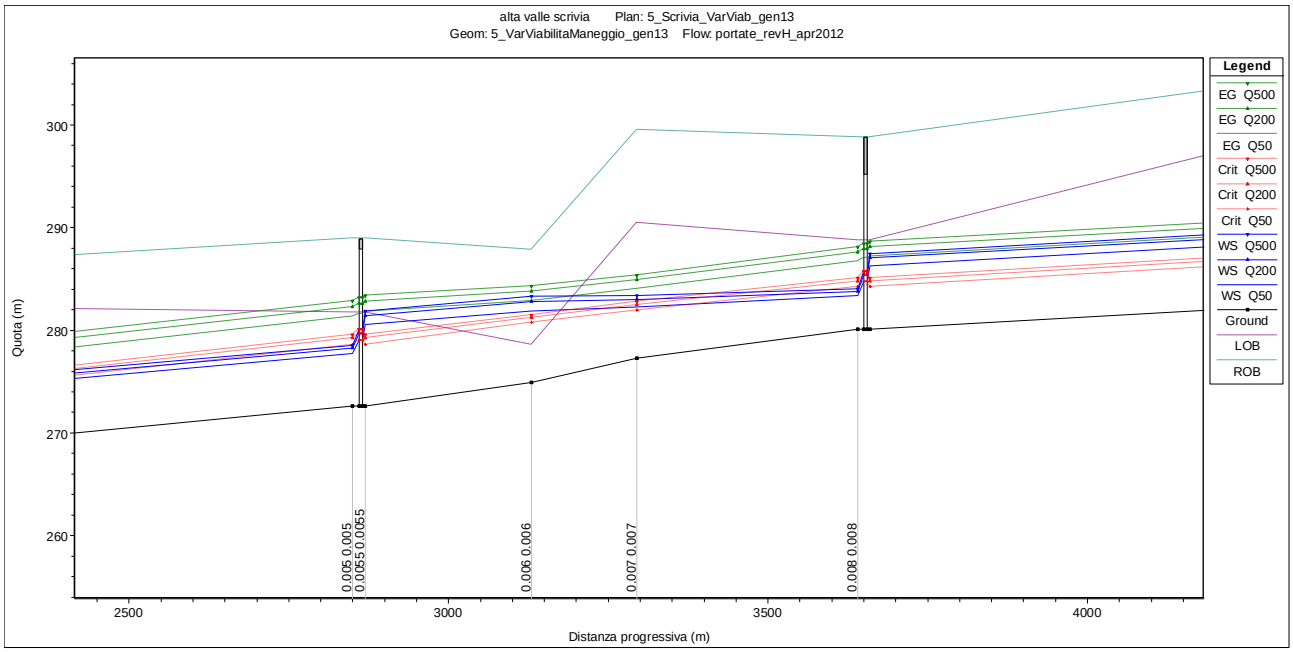
Sezioni Autorità di Bacino

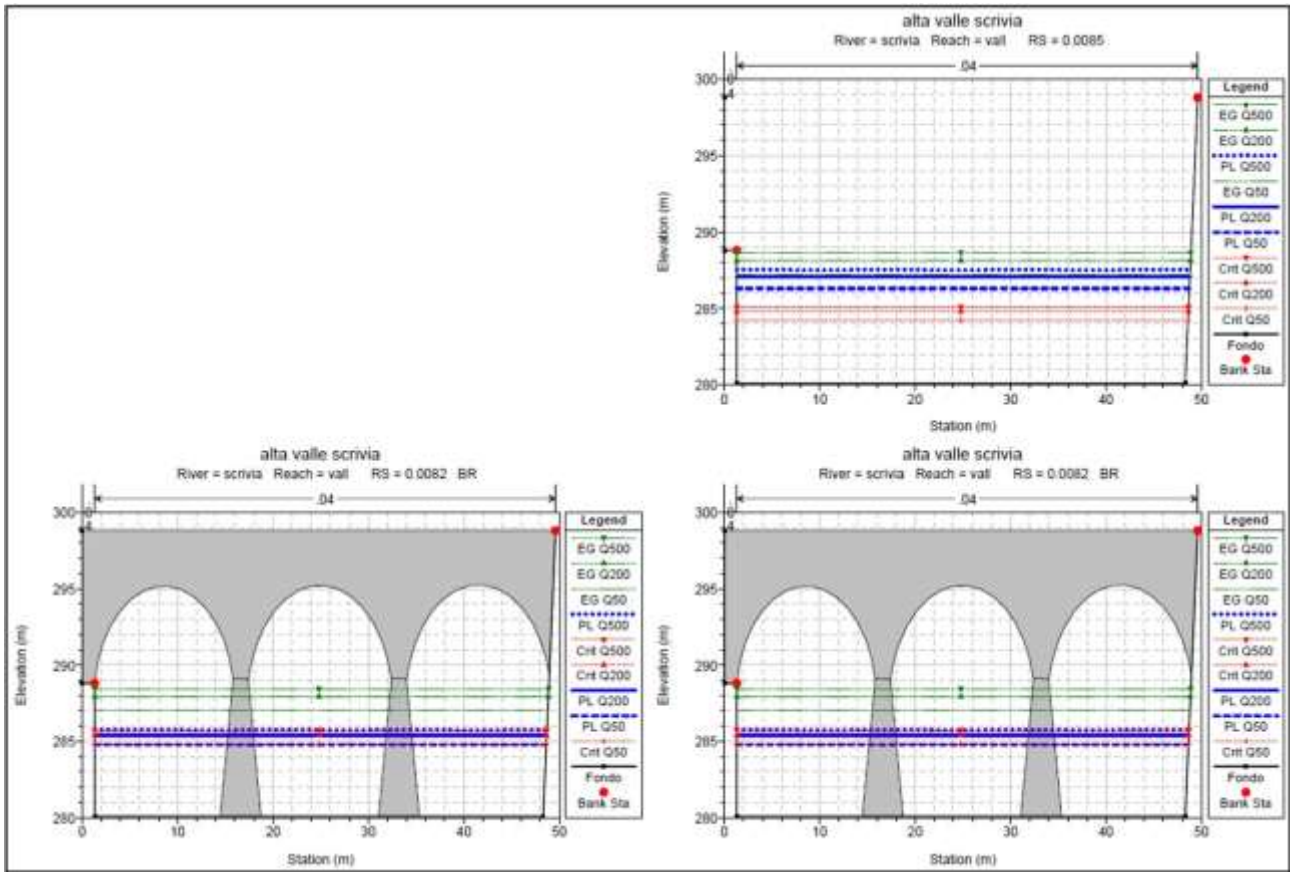


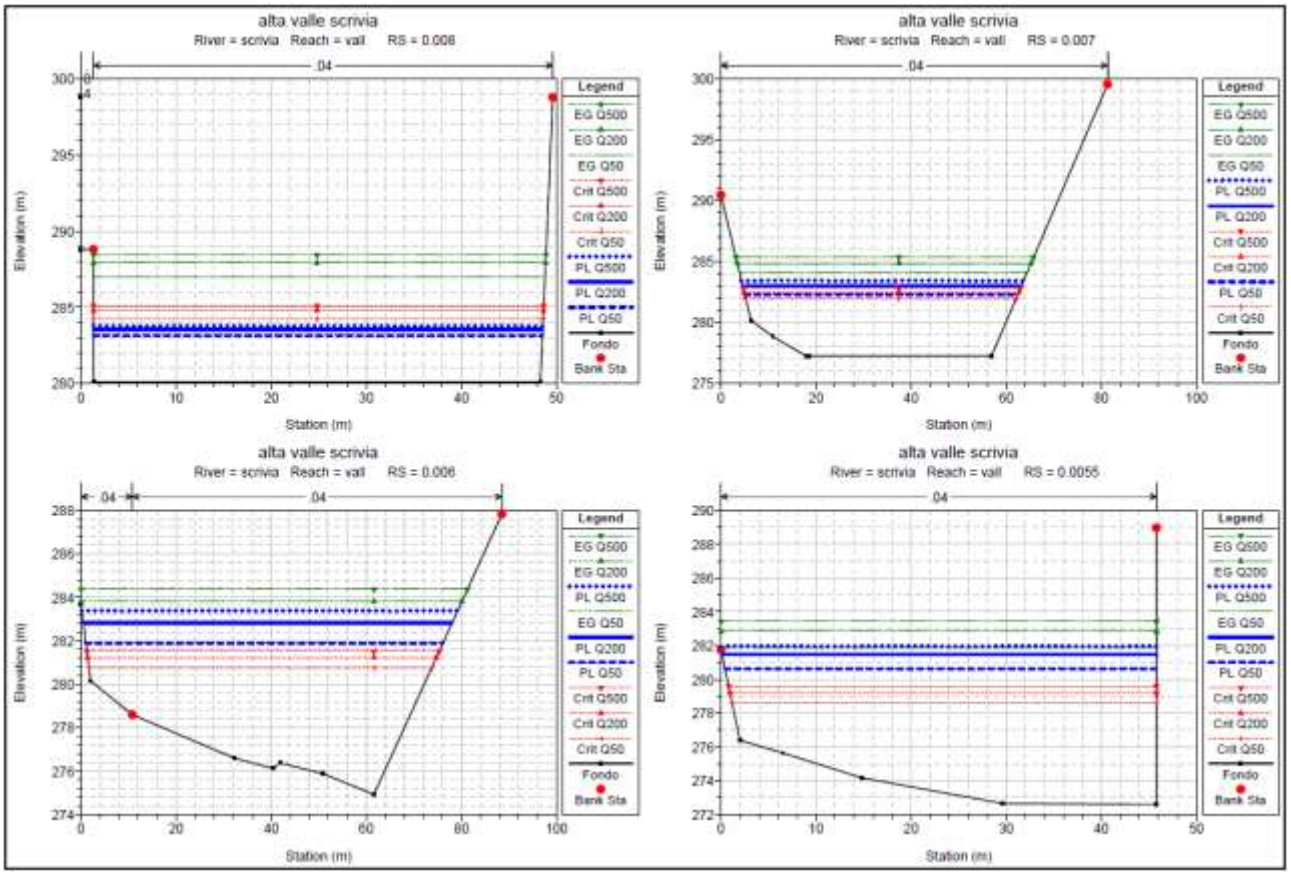
Sezioni integrate

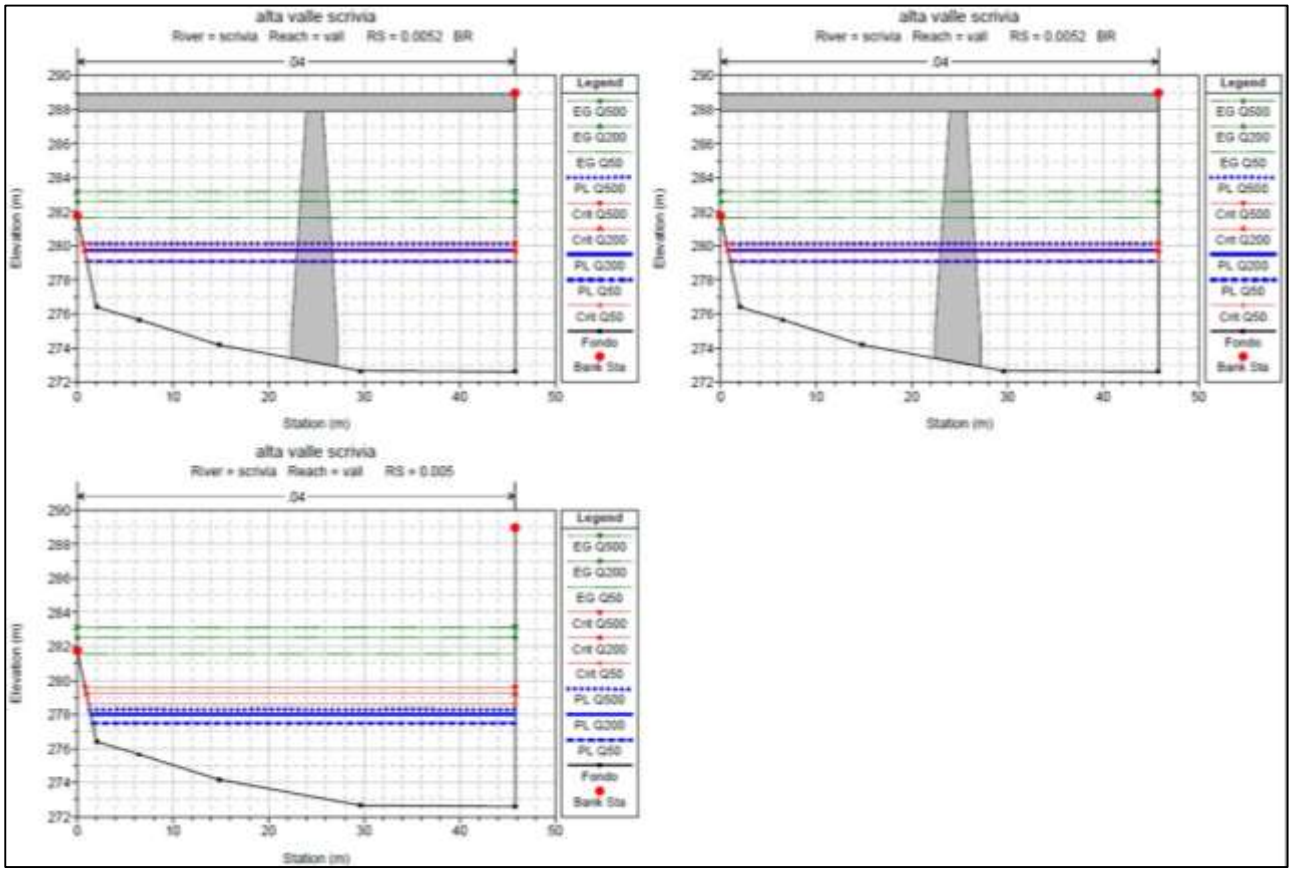
5.2.1 Modello Autorità di Bacino allo stato attuale

Si riportano di seguito i risultati delle verifiche idrauliche effettuate dall'Autorità di Bacino per i tre tempi di ritorno nel tratto interessato dall'opera in progetto ossia tra la sezione 0.0085 a monte del Ponte Vecchio di Isola del Cantone e la sezione 0.005 a valle del ponticello.



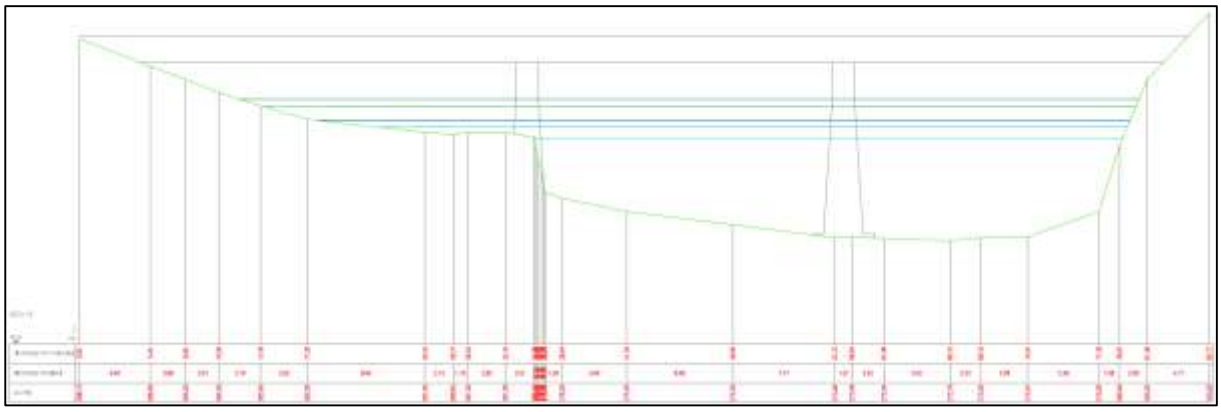



alta valle scrivia
River = scrivia Reach = vall RS = 0.008
alta valle scrivia
River = scrivia Reach = vall RS = 0.007
alta valle scrivia
River = scrivia Reach = vall RS = 0.006
alta valle scrivia
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0055
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
Crit Q500
Crit Q200
Crit Q50
PL Q500
PL Q200
PL Q50
Fondo
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


alta valle scrivia
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0052 BR
alta valle scrivia
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0052 BR
alta valle scrivia
River = scrivia Reach = vall RS = 0.005
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
Crit Q500
Crit Q200
Crit Q50
PL Q500
PL Q200
PL Q50
Fondo
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

Dall'analisi del profilo si evince che il moto della corrente per le tre portate di piena è variabile data la presenza di due ponti. A monte di entrambi si forma un rigurgito, la corrente passa dallo stato critico sotto entrambi i ponti e termina in corrente veloce a valle per poi tornare nuovamente ad un moto di corrente lenta.

Da una prima osservazione del profilo idraulico sono presenti due punti in cui il livello dell'acqua supera l'argine sinistro del fiume. Osservando la sezione 0.006 è evidente che l'argine indicato non è propriamente corretto, e le portate sono contenute quindi in alveo. Per quanto riguarda la sezione 0.0055 invece la sezione non è abbastanza larga per verificare se effettivamente vi è esondazione delle acque. La sezione 0.0055 è subito a monte del secondo ponte e nel rilievo di dettaglio corrisponde alla sezione SCR 15.



Si può osservare che in sinistra oltre l'argine artificiale vi è un piccolo terrazzamento e successivamente il terreno tende a salire. Il primo edificio che si incontra è posizionato al di sopra dei 282.5 m s.l.m.. Considerando che la portata cinquecentennale non supera i 282 m s.l.m. si può affermare che non vi è pericolo per l'abitazione. Le portate superano effettivamente l'argine artificiale rimanendo però contenute nell'area golenale del terrazzo.



Vista del terrazzo

Il risultato del modello è quindi perfettamente in linea con la Carta dei dissesti VBP, allo stato attuale le fasce di pericolosità idraulica rimangono sempre all'interno degli argini.

5.2.2 Modello integrato allo stato attuale

Tramite il rilievo di dettaglio della zona in progetto sono state tracciate 20 sezioni, nominate progressivamente da monte verso valle e sostituite alle sezioni indagate dal PAI.

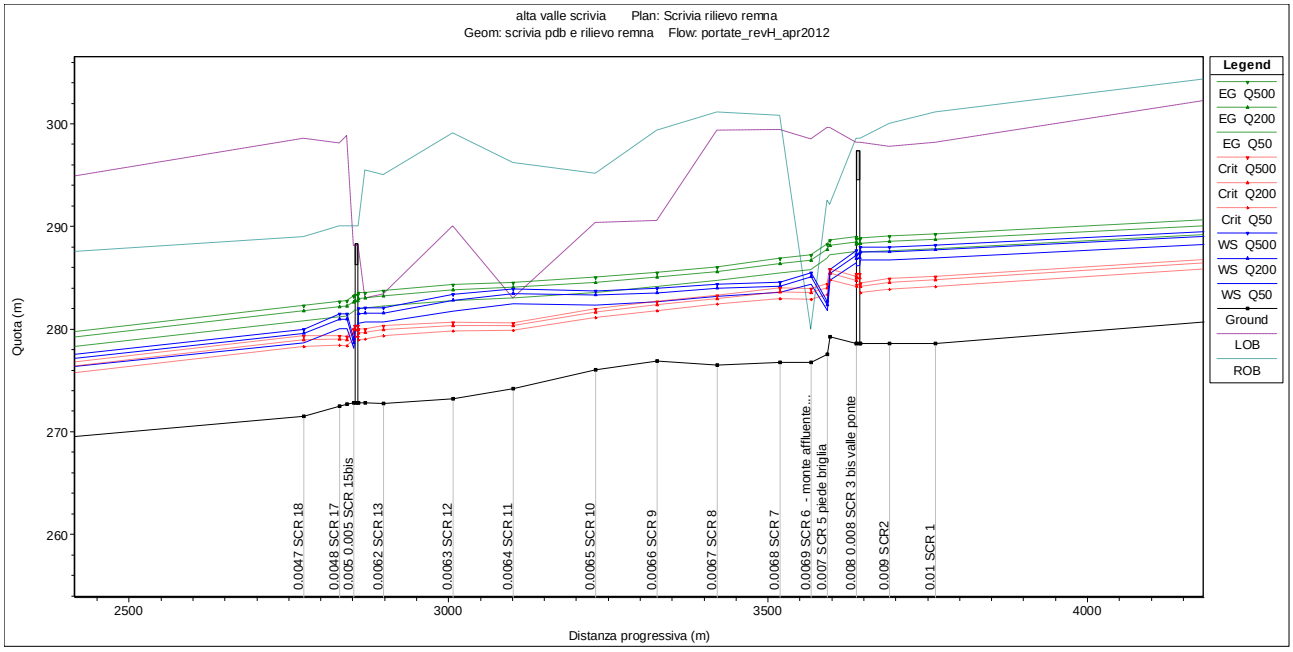
L'analisi idraulica implementata dall'Autorità di Bacino è stata fatta su larga scala con sezioni distanziate di ca 150 m, con l'aggiunta delle nuove sezioni si prevede uno scenario idraulico più variabile e dettagliato.

La differenza maggiore si osserva nel tratto del primo ponte, essendo stata rilevata la presenza della briglia il profilo idraulico cambia sostanzialmente, il rigurgito si sposta non a ridosso del ponte, ma a ridosso della briglia su cui verrà posta l'opera di presa. La corrente da lenta passa in critica sulla briglia per poi andare in veloce ed effettuare un risalto subito a valle della briglia.

Con il rilievo di dettaglio i passaggi da corrente veloce a lenta a valle della briglia e del secondo ponte sono molto più marcati e assumono il tipico profilo del risalto idraulico.

Nella verifica idraulica vengono assunte tutte le portate per i tre tempi di ritorno.

I risultati relativi alle diverse simulazioni fatte sono riportati in allegato nelle tabelle e nei grafici riportanti i livelli d'acqua nelle diverse sezioni considerate e nelle **Tavole dalla 2.3 alla 2.7** relative allo stato attuale. Di seguito si riporta per semplicità solo il profilo idraulico.



Profilo idraulico stato attuale

Dall'analisi del profilo si evince che il moto della corrente per le tre portate di piena è variabile data la presenza di due ponti e della briglia. Per quanto riguarda il tratto del primo ponte, a cui segue la briglia si ha la formazione di un rigurgito, la corrente rimane lenta anche sotto il ponte e passa in critica solo sulla sezione della briglia, diventa veloce e torna lenta a seguito del risalto idraulico.

Il tratto di corso d'acqua a monte della briglia e del ponte è caratterizzato da sponda sinistra verticale costituita dal muraglione della Ferrovia Dei Giovi, saldamente poggiato su roccia; la sponda destra è costituita da versante naturale fortemente acclive anch'esso caratterizzato da

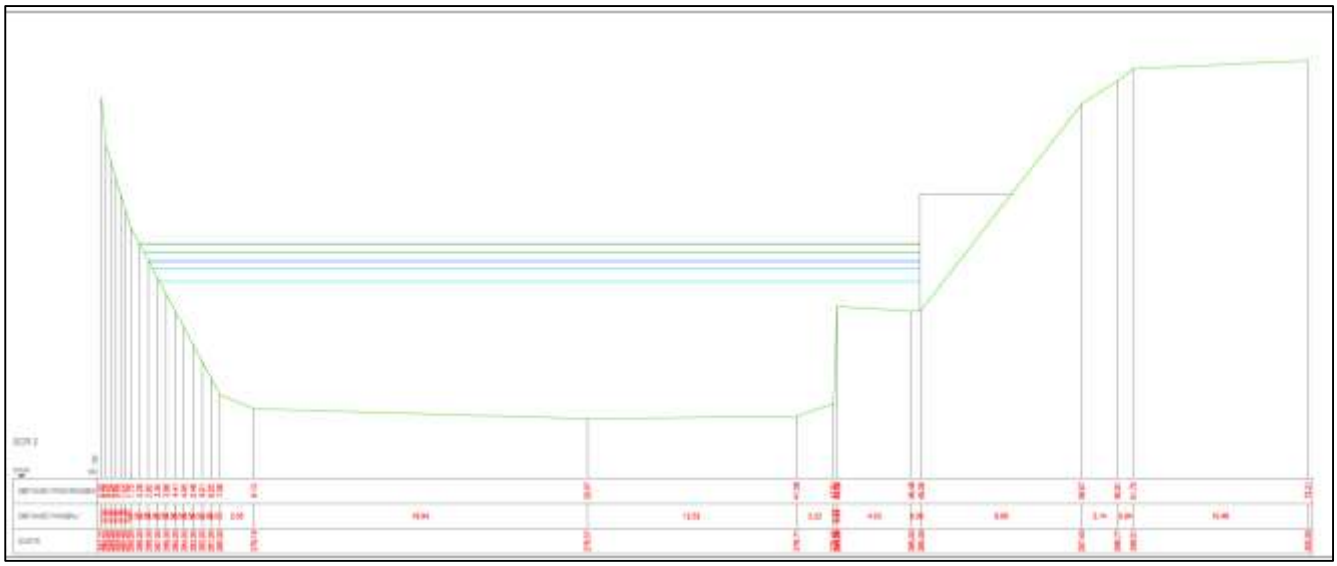
substrato roccioso integro, ad esclusione dell'ultimo tratto di 30 m ca occupato dal muro d'argine a servizio dell'edificio della centrale idroelettrica di Vobbietta.



Edificio della centrale Vobbietta e muraglione della ferrovia nel tratto a monte (Sezioni SCR1-2)

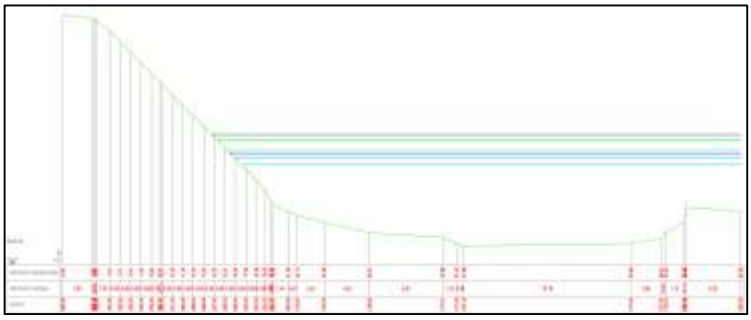
Gli argini risultano posti a ca 20 m di dislivello dal fondo alveo, ad eccezione del muro della centrale Vobbietta che posto a 6 m dal fondo alveo.

L'edificio della centrale Vobbietta, che risulta praticamente costruito in alveo, viene quindi interessato dai tiranti di tutte le portate di riferimento. L'area è comunque da considerare priva di rischio in quanto la centrale è priva di personale e comandata in telecontrollo, nonché risalente agli anni 20.



Sezione SCR 2 in corrispondenza della Centrale Vobbietta

In corrispondenza della sezione 0.069, denominata anche SCR 6, l'argine destro è molto basso poiché la sezione è posizionata poco a monte della confluenza con il torrente Vobbia, pertanto risulta costituito da una piccola striscia di depositi ghiaiosi tra i due torrenti.





Sezione SCR 6 in corrispondenza della confluenza con il torrente Vobbia

In corrispondenza della sezione 0.0064 denominata SCR 11, le portate duecentennale e cinquecentennale superano l'argine artificiale in sinistra idrografica interessando un tratto di proprietà privata posta all'interno del muro d'argine in corrispondenza dell'ansa del torrente, vedi immagine seguente.



Sezione idraulica SCR 11

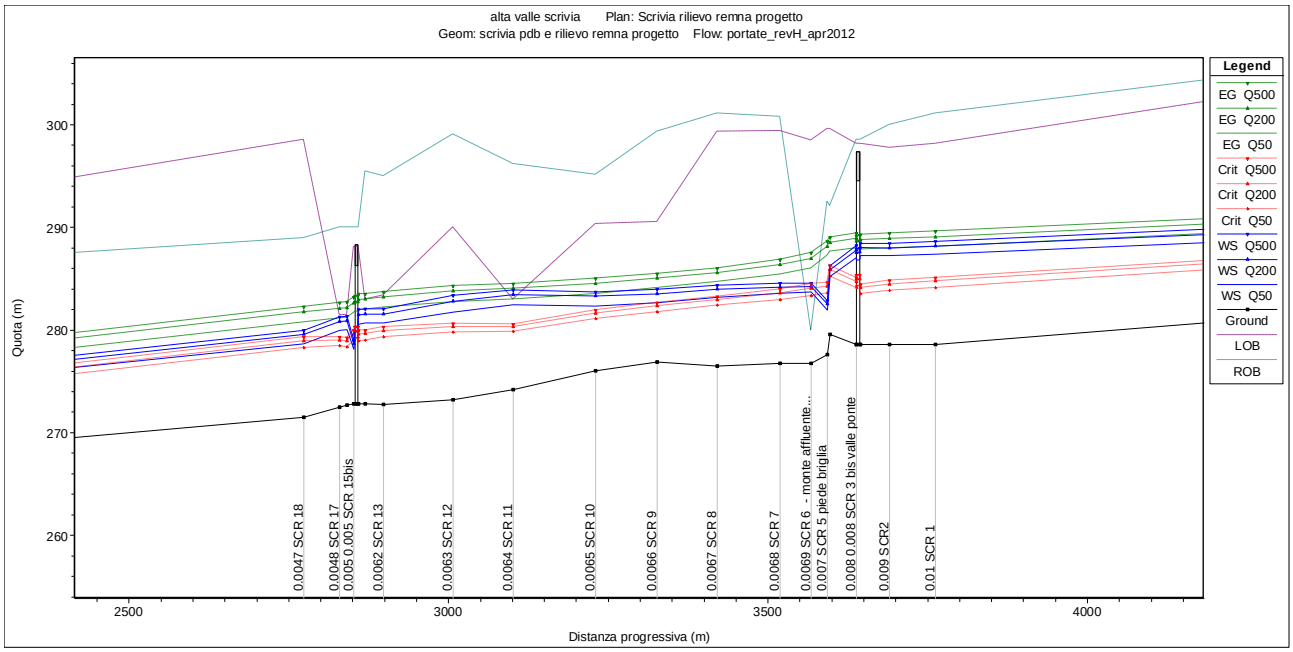
Il modello integrato col nuovo rilievo di dettaglio in questo caso si discosta dal modello dell'AdB per la maggior presenza di sezioni lungo il tracciato.

5.2.3 Modello integrato allo stato progetto

Il modello integrato con le sezioni da rilievo è stato poi modificato secondo le scelte progettuali effettuate.

I risultati relativi alle diverse simulazioni fatte sono riportati in allegato nelle tabelle e nei grafici riportanti i livelli d'acqua nelle diverse sezioni considerate e nelle **Tavole dalla 2.8 alla 2.12** relative allo stato progetto.

Di seguito si riporta per semplicità solo il profilo idraulico.

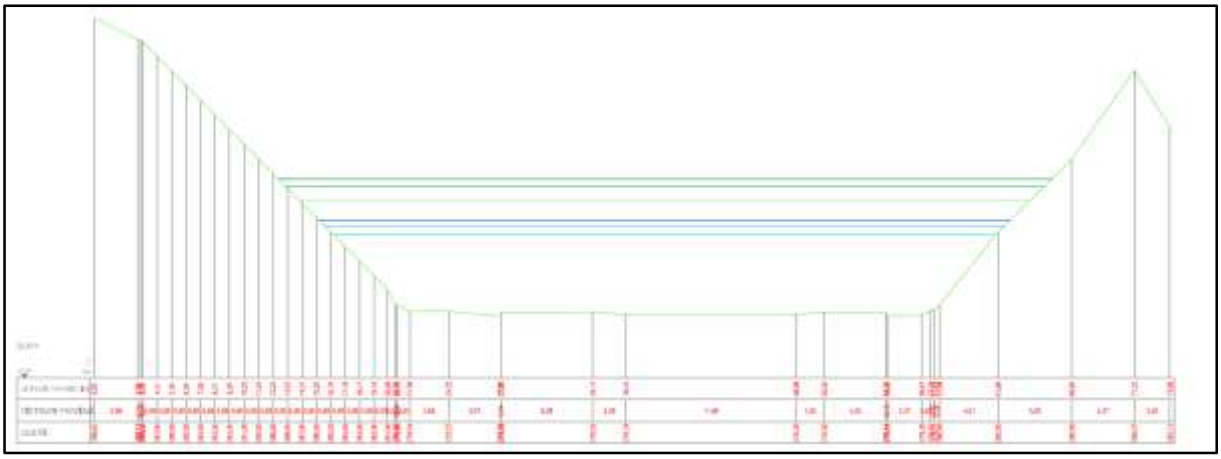


Profilo idraulico stato progetto

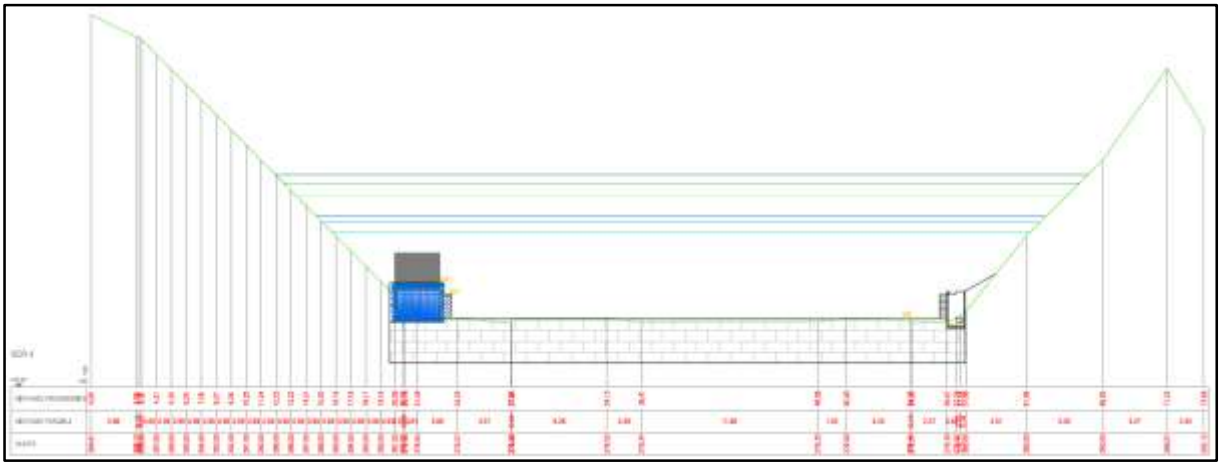
Come si può osservare non ci sono sostanziali variazioni del profilo idraulico rispetto allo stato attuale, si hanno lievi variazioni sull'altezza del tirante e del carico cinetico nelle sezioni dell'opera di presa e dell'edificio centrale, rimanendo comunque sempre all'interno delle sponde.

Come per lo stato attuale la sezione SCR 5 ha la sponda destra molto bassa poiché si trova a ridosso della confluenza col fiume Vobbia, e nella sezione SCR 11 le portate Q200 e Q500 superano l'argine artificiale in sinistra idrografica.

La sezione identificata per il posizionamento della presa è la "0.0075" del modello HEC-RAS denominata SCR 4. La briglia viene rialzata mediante paratoia gonfiabile, per cui come già ampiamente descritto in caso di piena questa si abbassa e non crea ingombro in alveo. L'ingombro è dato dall'opera di presa in sponda sinistra, seguita dal dissabbiatore, e dalla scala di risalita per l'ittiofauna in sponda destra. Date le dimensioni dell'alveo nella sezione della briglia gli ingombri risultano piuttosto esigui e non comportano alcun peggioramento del rischio. Di fatto la portata duecentennale allo stato di progetto aumenta il suo tirante di soli 46 cm.



Opera di presa SCR 4 stato attuale



Opera di presa SCR 4 stato progetto

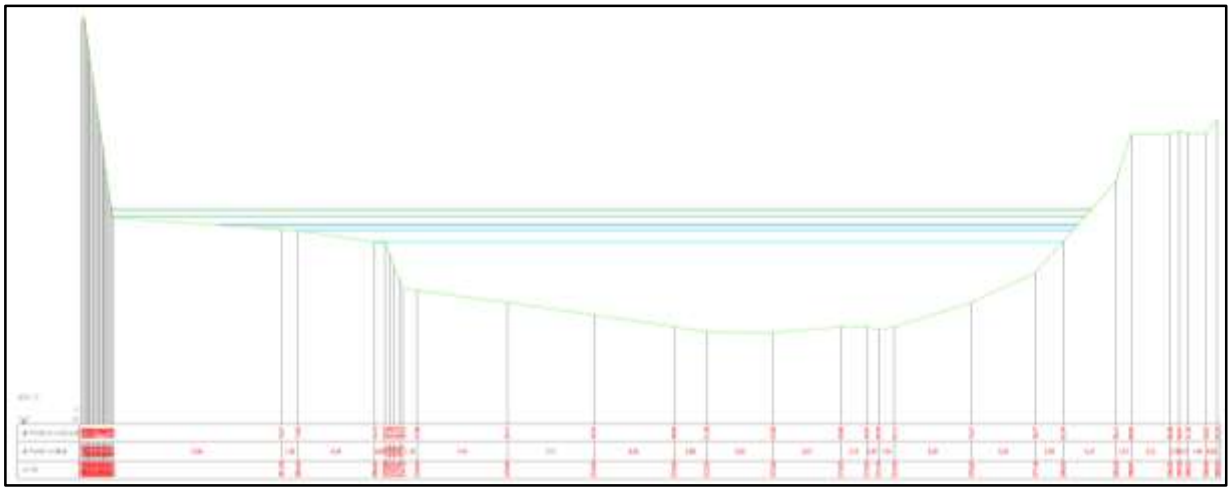
Le sponde contengono le portate con un franco di oltre 10 metri dai tiranti e di 5 metri dal carico cinetico.



Vista delle sponde a valle della briglia

L'edificio centrale è posizionato invece all'altezza delle sezioni 0.0049-0.0048-0.0047, denominate rispettivamente SCR 16 - SCR 17 - SCR 18.

Allo stato attuale il terrapieno ospitante l'edificio centrale viene parzialmente interessato dai tiranti di piena duecentennale e cinquecentennale a causa della parziale erosione del muro d'argine.



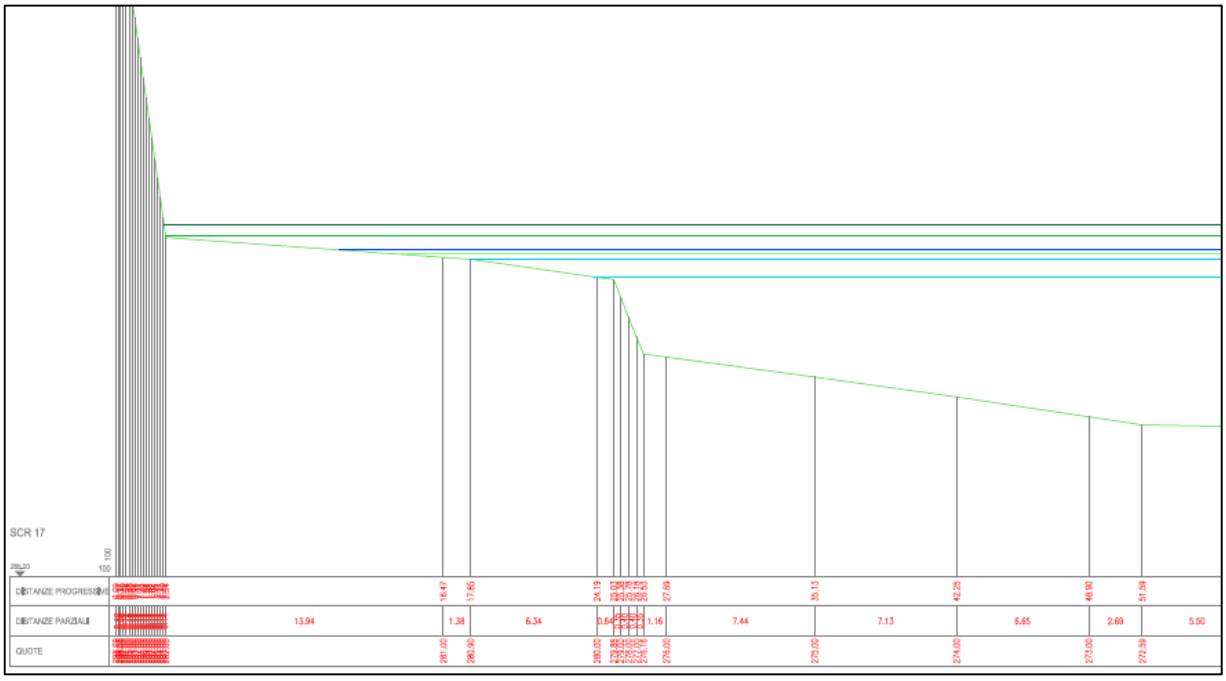
Terrapieno edificio centrale SCR 17 stato attuale



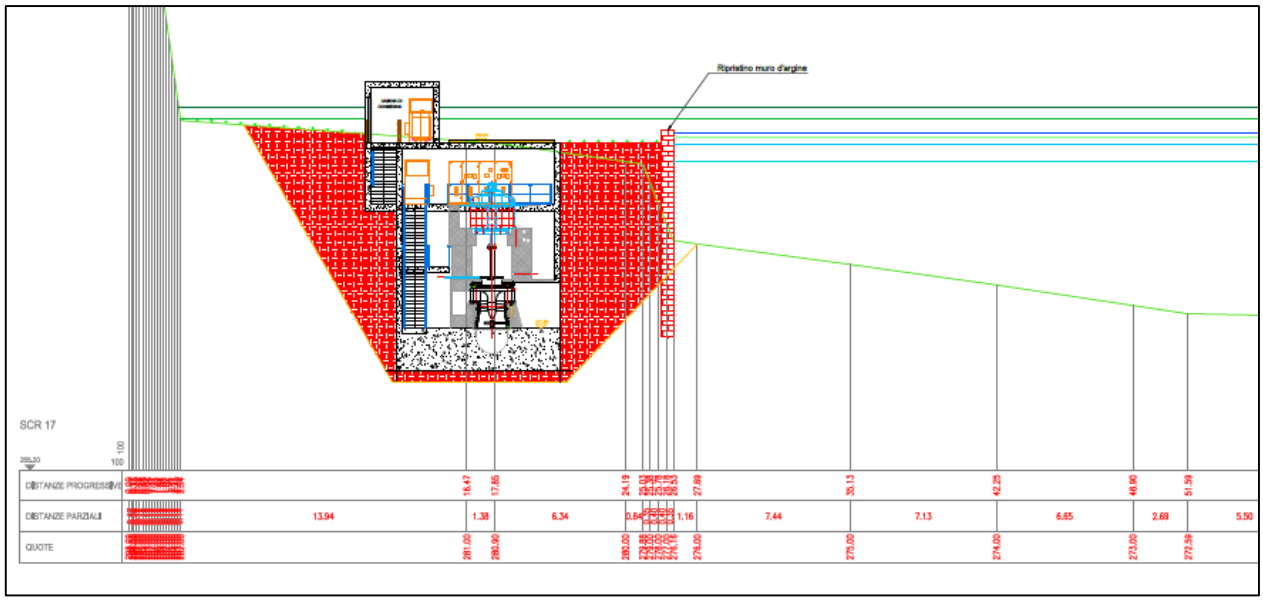
Terrapieno e muro d'argine eroso a valle del ponte



Muro d'argine integro a monte del ponte



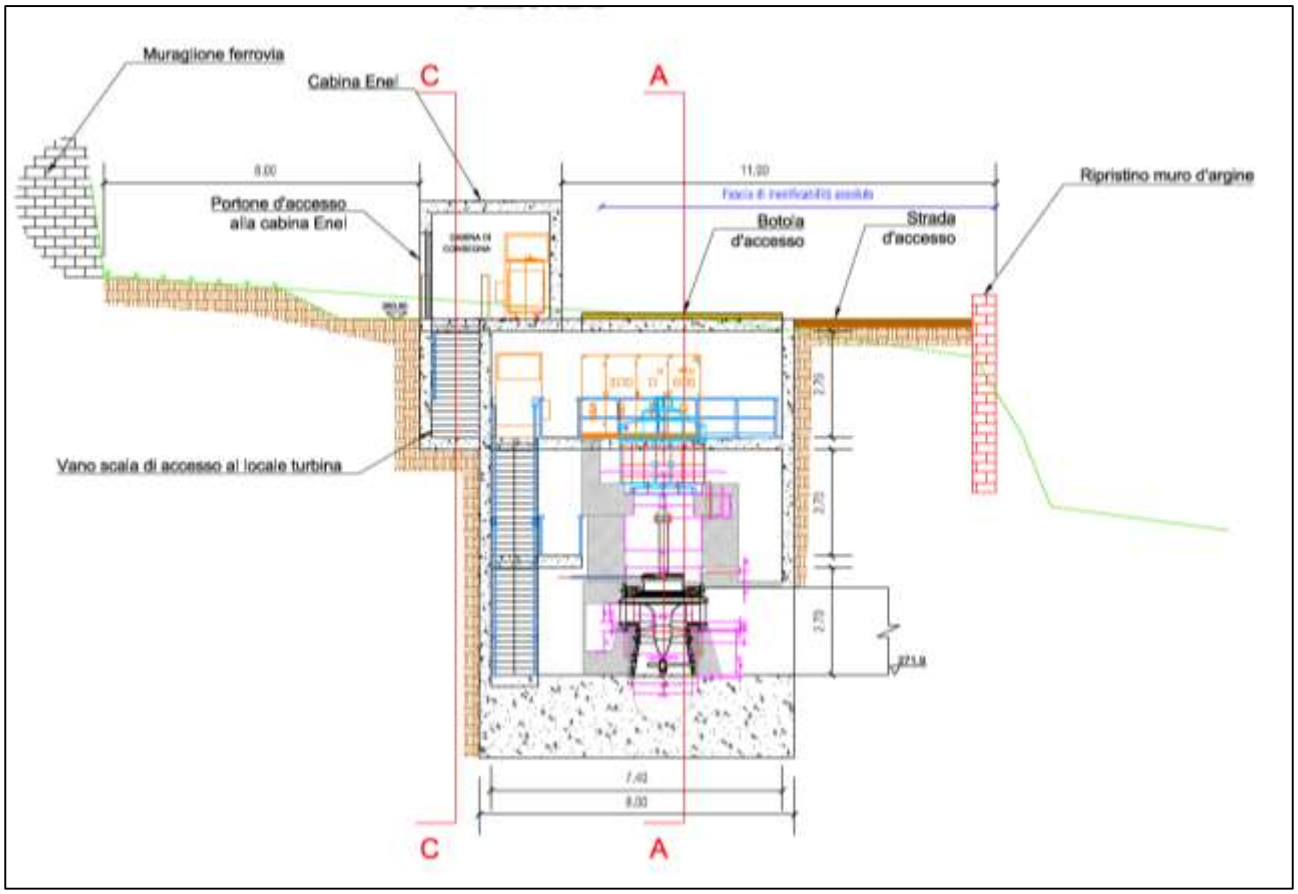
Opera di restituzione SCR 17 stato attuale



Opera di restituzione SCR 17 stato progetto

Con i lavori di costruzione del fabbricato verrà ripristinato il muro dell'argine artificiale, attualmente eroso, alla medesima quota del tratto integro a monte del ponte, in questo modo il terrapieno risulterà protetto dai tiranti della duecentennale e della cinquecentennale.

La realizzazione dell'edificio non determina quindi aggravio del rischio ma un miglioramento.



Sezione edificio turbina interrato con accesso indipendente e cabina Enel fuori terra

Ai fini dell'applicazione del nuovo RR 1/2016, i locali di produzione di energia sono stati configurati come due complessi distinti:

- La cabina Enel, fuori terra e di dimensioni 3x5x3 m, al di fuori della fascia di inedificabilità assoluta di 10 metri dal corso d'acqua.
- L'edificio turbina, completamente interrato di dimensioni 8x11x12 m, contenente le opere funzionali alla derivazione e trasformazione dell'energia.

L'edificio turbina, completamente interrato, è posto all'interno della fascia di inedificabilità assoluta.

Tale configurazione risulta compatibile con l'indirizzo applicativo della Regione relativo alla realizzazione di manufatti di derivazione o funzionali ad essi all'interno dell'alveo o della fascia di inedificabilità contenuto nella Circolare Castello del 13/04/2011.

Il posizionamento dei manufatti di derivazione (opera di presa) e trasformazione dell'energia (edificio turbina) risulta fattibile unicamente nei luoghi previsti vista l'intrinseca funzione di derivazione delle acque che necessariamente deve essere realizzata nelle pertinenze del corso d'acqua.

La cabina Enel, nel quale può esservi presenza di personale, viene invece posta al di fuori della fascia di inedificabilità, mentre l'edificio turbina, che non prevede permanenza di personale e risulta comandato in telecontrollo, è posto a 5.1 metri dal ciglio di sponda.

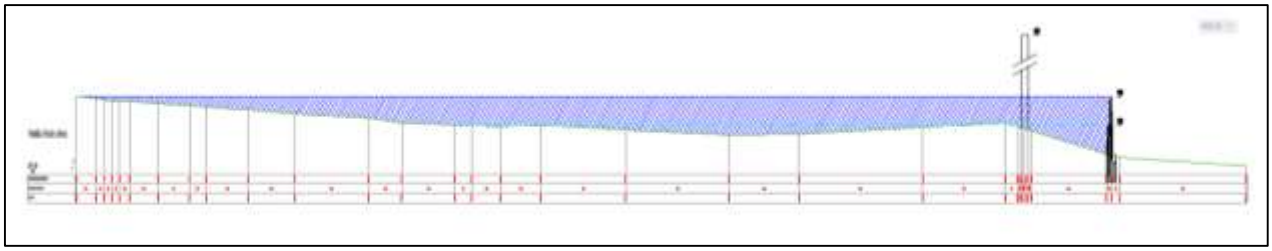
5.2.4 Conclusioni

Si può affermare che non vi sono sostanziali variazioni dell'assetto idraulico dovute alla presenza dell'opera di presa e dell'opera di restituzione. La realizzazione delle opere non comporta quindi alcun aggravio della condizione di rischio esistente.

6 Innalzamento del tirante a monte della traversa

L'installazione di una paratoia gonfiabile alta 1.5 m sulla soglia della traversa di presa comporta l'innalzamento del tirante idrico a monte.

Tale innalzamento si sviluppa per circa 545 metri a monte della traversa, generando un allargamento medio dell'attuale area di invaso di circa 2.7 metri. Lo specchio d'acqua a monte della traversa dove si ripercuote l'effetto dell'innalzamento del tirante, passa infatti da una superficie di 13317 m^2 ad una di 14772 m^2.



Profilo idraulico del tirante a monte – esagerazione verticale x10

L'aumento della profondità risulta variabile, da un massimo di 1.5 m subito a monte della traversa andando a diminuire progressivamente verso monte fino ad esaurirsi dopo appunto 545 m.
L'aumento medio del tirante lungo i 545 m di invaso a monte risulta di 1.25 m.

Considerando l'innalzamento medio di 1.25 m e la superficie di invaso aumentata fino a 14772 m^2, si registra un aumento complessivo del volume di invaso di circa 18465 m^3.

Si ricorda che tale volume non può essere utilizzato come riserva per la derivazione, in quanto la soglia sfiorante risulta posta a 281.10 m s.l.m., pertanto l'impianto è da considerarsi ad acqua fluente puro.

L'invaso svolgerà esclusivamente funzione di calma e regolarizzazione dei tiranti idrici al fine di facilitare la derivazione, senza alcuna alterazione della regolarità delle portate.

Rispetto alle caratteristiche morfologiche dell'alveo non si avranno variazioni sostanziali, in quanto la forma fortemente incisa e le sponde fortemente antropizzate dell'asta fluviale contengono senza problemi l'ampliamento della sezione bagnata.



Vista delle sponde a monte della traversa

L'area interessata dall'aumento del tirante risulta inoltre priva di vegetazione, in quanto ricoperta da substrato in roccia.

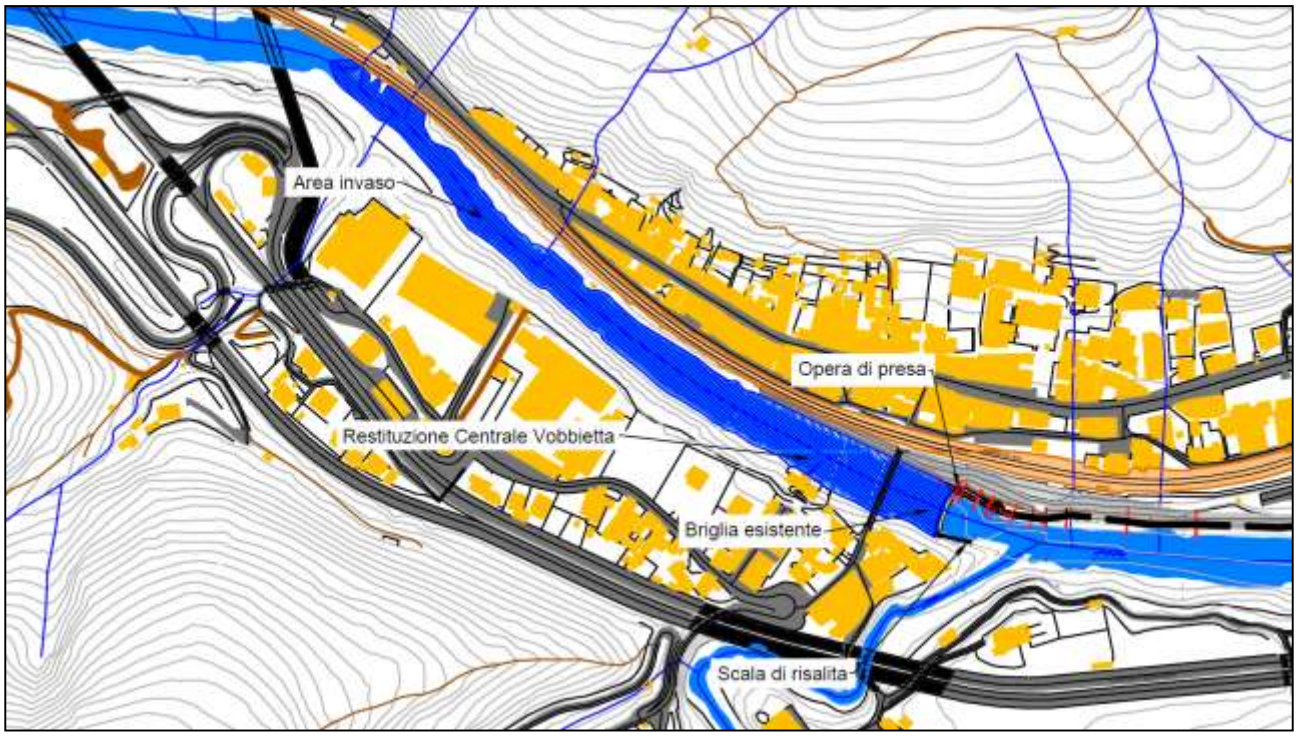
La sponda sinistra è totalmente antropizzata ed è formata dal muraglione della ferrovia, mentre la sponda destra è caratterizzata da una forte acclività, la fascia bassa della sponda, quella interessata dall'aumento del tirante, è caratterizzata da substrato roccioso affiorante, mentre la parte alta presenta vegetazione arborea e arbustiva.



Particolare dell'acclività sponda destra a monte traversa



Particolare dell'acclività sponda sinistra a monte traversa



Indicazione con retino blu scuro dell'area interessata dall'aumento del tirante

7 Esempi di realizzazioni di impianti con paratoie gonfiabili

L'applicazione di paratoie gonfiabili apribili in caso di piena risulta sempre più frequente, in quanto permette di ottenere l'effetto benefico di uno sbarramento senza avere incremento del rischio idraulico generato dall'innalzamento del fondo.

L'affidabilità di questi sistemi è ritenuta ormai massima, tant'è che vengono utilizzati anche in situazioni di elevatissimo rischio di inondazione anche in presenza di insediamenti umani consistenti.

A riguardo si riporta l'esempio dell'impianto idroelettrico della Diga Michelotti, appena realizzato sul Fiume Po, nel pieno centro di Torino.

L'impianto è ubicato poco a valle del Ponte Vittorio Emanuele I, nella zona dei Murazzi, famosa per essere sistematicamente allagata in caso di piene del Po.

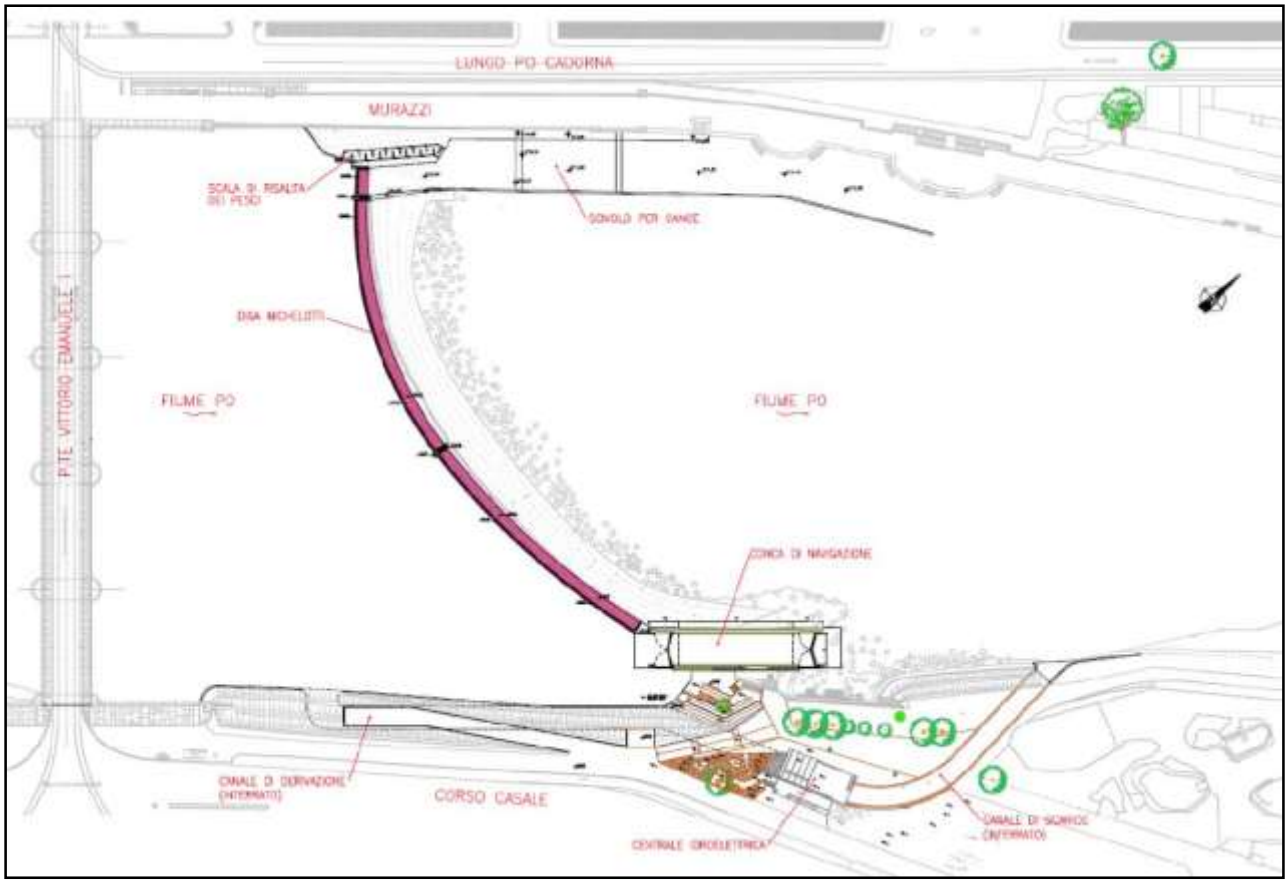


La paratoia gonfiabile della Diga Michelotti – in sfondo il Ponte Vittorio Emanuele I.

L'autorizzazione dell'opera da parte dell'Autorità di Bacino Nazionale del Fiume Po, in un'area dove risulta evidente il livello di antropizzazione e il rischio idraulico intrinseco, confermato dai ricorrenti eventi alluvionali storici, costituisce una prova del livello di sicurezza raggiunto da questi sistemi.



La zona dei Murazzi allagata durante una piena del Po



Pianta dell'impianto idroelettrico della Diga Michelotti

Nelle foto sottostanti vediamo un altro esempio di realizzazione in un contesto di antropizzazione, relative ad una grande derivazione idroelettrica sulla Dora Baltea in Comune di Quincinetto, installato nel 2004 per incrementare il salto utile dell'impianto di proprietà della CVA.



Paratoia gonfiabile in esercizio – in sfondo la presenza di abitazioni e stabilimenti industriali lungo le sponde

La paratoia viene aperta in caso di superamento del livello previsto per la piena annuale, nel nostro caso la Q1 (100 mc/s ca), sulla base di due sistemi di sicurezza indipendenti, uno meccanico a galleggianti, uno elettronico a sensori.

La paratoia è comandabile anche in telecontrollo, pertanto in caso di allerta meteo diramata dalla protezione civile, viene prevista l'apertura preventiva della paratoia prima dell'arrivo della precipitazione.

Il fornitore delle paratoie in gomma e di tutti i sistemi di sicurezza è la ditta HAB, branca di Pirelli e unico fornitore presente in Italia.

Sul sito di tale ditta si possono visionare le referenze dei numerosi interventi realizzati negli ultimi 10 anni in Italia e nel mondo.

Numerose di queste realizzazioni sono relative a utilizzi diversi dallo scopo di derivazione, ma proprio per la messa in sicurezza idraulica e la protezione di zone allagabili in caso di piena.



Paratoia in funzione sull'argine del Po di Volano a Codigoro



Paratoia in funzione sugli ingressi degli Ospedali Riuniti di Bergamo

8 Allegati

- Risultati Hec Ras stato attuale
- Sezioni Hec Ras stato attuale
- Profili Hec Ras stato attuale
- Risultati Hec Ras stato progetto
- Sezioni Hec Ras stato progetto
- Profili Hec Ras stato progetto

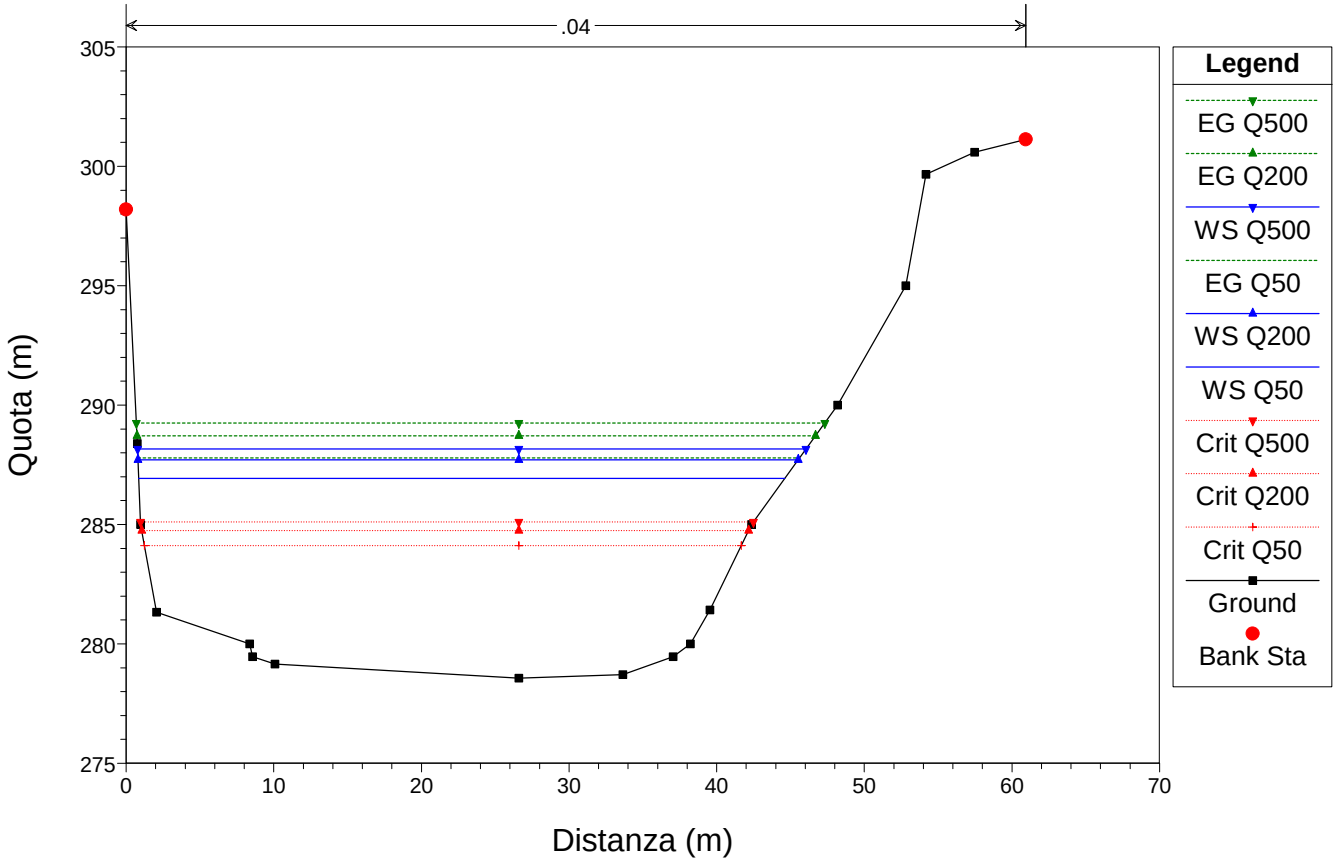
HEC-RAS Plan: Scrivia attuale River: scrivia Reach: vall

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)	
vall	0.01	Q50	1252.00	278.57	286.93	284.11	287.79	0.002575	4.11	304.36	43.76	0.50
vall	0.01	Q200	1503.00	278.57	287.71	284.74	288.72	0.002724	4.43	338.97	44.72	0.51
vall	0.01	Q500	1659.00	278.57	288.17	285.11	289.25	0.002807	4.62	359.45	45.28	0.52
vall	0.009	Q50	1252.00	278.57	286.74	283.87	287.60	0.002859	4.10	305.73	45.51	0.50
vall	0.009	Q200	1503.00	278.57	287.52	284.50	288.51	0.002968	4.40	341.24	45.92	0.52
vall	0.009	Q500	1659.00	278.57	287.97	284.88	289.04	0.003035	4.58	362.01	46.16	0.52
vall	0.0085	Q50	1252.00	278.57	286.74	283.52	287.44	0.001991	3.71	337.33	47.29	0.44
vall	0.0085	Q200	1503.00	278.57	287.52	284.10	288.34	0.002109	4.01	374.67	48.17	0.46
vall	0.0085	Q500	1659.00	278.57	287.98	284.45	288.87	0.002175	4.18	396.72	48.68	0.47
vall	0.0082		Bridge									
vall	0.008	Q50	1497.00	278.57	286.46	284.10	287.54	0.003206	4.62	323.95	46.97	0.56
vall	0.008	Q200	1790.00	278.57	287.20	284.72	288.46	0.003389	4.99	359.03	47.80	0.58
vall	0.008	Q500	1973.00	278.57	287.63	285.10	289.00	0.003496	5.20	379.69	48.28	0.59
vall	0.0075	Q50	1497.00	279.23	284.78	284.78	287.19	0.010800	6.88	217.59	45.31	1.00
vall	0.0075	Q200	1790.00	279.23	285.43	285.43	288.10	0.010557	7.24	247.32	46.56	1.00
vall	0.0075	Q500	1973.00	279.23	285.81	285.81	288.63	0.010428	7.44	265.34	47.32	1.00
vall	0.007	Q50	1497.00	277.53	281.78	283.32	286.85	0.031892	9.97	150.08	41.64	1.68
vall	0.007	Q200	1790.00	277.53	282.35	283.98	287.75	0.029183	10.29	173.88	42.64	1.63
vall	0.007	Q500	1973.00	277.53	282.68	284.37	288.28	0.027910	10.48	188.26	43.24	1.60
vall	0.0069	Q50	1497.00	276.75	284.40	282.88	285.78	0.004867	5.20	287.64	47.09	0.67
vall	0.0069	Q200	1790.00	276.75	285.10	283.52	286.68	0.005038	5.58	320.69	47.78	0.69
vall	0.0069	Q500	1973.00	276.75	285.50	283.90	287.22	0.005138	5.80	340.27	48.19	0.70
vall	0.0068	Q50	1497.00	276.73	283.57	282.94	285.44	0.007196	6.06	247.08	46.56	0.84
vall	0.0068	Q200	1790.00	276.73	284.20	283.58	286.33	0.007357	6.47	276.46	47.42	0.86
vall	0.0068	Q500	1973.00	276.73	284.54	283.96	286.85	0.007528	6.74	292.86	47.85	0.87
vall	0.0067	Q50	1497.00	276.49	283.19	282.37	284.67	0.006119	5.39	277.97	56.91	0.78
vall	0.0067	Q200	1790.00	276.49	283.96	282.94	285.53	0.005585	5.55	322.44	58.31	0.75
vall	0.0067	Q500	1973.00	276.49	284.38	283.27	286.03	0.005445	5.69	346.71	58.93	0.75
vall	0.0066	Q50	1497.00	276.87	282.70	281.78	284.10	0.005635	5.24	285.69	57.01	0.75
vall	0.0066	Q200	1790.00	276.87	283.55	282.32	285.01	0.004955	5.35	334.52	57.69	0.71
vall	0.0066	Q500	1973.00	276.87	283.98	282.64	285.51	0.004853	5.49	359.12	58.14	0.71
vall	0.0065	Q50	1497.00	276.01	282.36	281.12	283.55	0.004607	4.84	309.45	59.51	0.68
vall	0.0065	Q200	1790.00	276.01	283.29	281.65	284.52	0.003941	4.90	365.67	60.36	0.63
vall	0.0065	Q500	1973.00	276.01	283.74	281.96	285.02	0.003857	5.03	392.48	60.76	0.63
vall	0.0064	Q50	1497.00	274.17	282.47	279.86	283.01	0.001746	3.25	460.99	78.52	0.43
vall	0.0064	Q200	1790.00	274.17	283.45	280.31	284.02	0.001536	3.32	538.61	79.06	0.41
vall	0.0064	Q500	1973.00	274.17	283.92	280.57	284.52	0.001517	3.43	575.77	79.29	0.41
vall	0.0063	Q50	1497.00	273.23	281.76	279.78	282.73	0.003639	4.38	341.84	62.13	0.60
vall	0.0063	Q200	1790.00	273.23	282.82	280.31	283.75	0.004283	4.27	418.72	91.14	0.64
vall	0.0063	Q500	1973.00	273.23	283.38	280.64	284.28	0.003617	4.19	470.35	92.52	0.59
vall	0.0062	Q50	1497.00	272.75	280.72	279.31	282.20	0.005484	5.39	277.61	47.87	0.71
vall	0.0062	Q200	1790.00	272.75	281.58	279.94	283.17	0.005281	5.58	320.73	50.92	0.71
vall	0.0062	Q500	1973.00	272.75	282.09	280.33	283.74	0.005129	5.69	346.96	52.25	0.70
vall	0.006	Q50	1497.00	272.85	280.71	278.99	282.00	0.004320	5.04	297.22	46.61	0.64
vall	0.006	Q200	1790.00	272.85	281.55	279.62	282.98	0.004547	5.30	337.47	50.79	0.66
vall	0.006	Q500	1973.00	272.85	282.06	279.99	283.55	0.004740	5.42	364.32	55.23	0.67
vall	0.0055	Q50	1497.00	272.79	280.57	278.93	281.95	0.004531	5.21	287.36	44.65	0.66
vall	0.0055	Q200	1790.00	272.79	281.45	279.57	282.93	0.005391	5.38	332.52	57.39	0.71
vall	0.0055	Q500	1973.00	272.79	282.02	279.94	283.50	0.005276	5.38	366.52	62.58	0.71
vall	0.0052		Bridge									
vall	0.005	Q50	1497.00	272.79	278.11	278.93	281.66	0.018969	8.34	179.57	43.34	1.31
vall	0.005	Q200	1790.00	272.79	278.66	279.57	282.61	0.018536	8.81	203.17	43.61	1.30
vall	0.005	Q500	1973.00	272.79	278.98	279.94	283.18	0.018316	9.08	217.35	43.77	1.30
vall	0.0049	Q50	1497.00	272.66	280.05	278.35	281.21	0.003933	4.76	314.31	52.44	0.62
vall	0.0049	Q200	1790.00	272.66	280.96	278.93	282.18	0.004055	4.91	364.48	59.79	0.63
vall	0.0049	Q500	1973.00	272.66	281.50	279.27	282.74	0.004244	4.94	399.20	67.73	0.65
vall	0.0048	Q50	1497.00	272.50	280.03	278.43	281.15	0.003997	4.71	318.00	57.05	0.64
vall	0.0048	Q200	1790.00	272.50	280.95	279.00	282.12	0.003918	4.78	374.26	64.74	0.63
vall	0.0048	Q500	1973.00	272.50	281.51	279.33	282.67	0.004012	4.79	412.32	72.92	0.64
vall	0.0047	Q50	1497.00	271.53	278.68	278.24	280.75	0.007984	6.37	234.88	44.74	0.89
vall	0.0047	Q200	1790.00	271.53	279.61	278.91	281.73	0.007068	6.45	277.36	46.86	0.85
vall	0.0047	Q500	1973.00	271.53	280.00	279.30	282.27	0.007135	6.67	295.90	47.75	0.86

alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

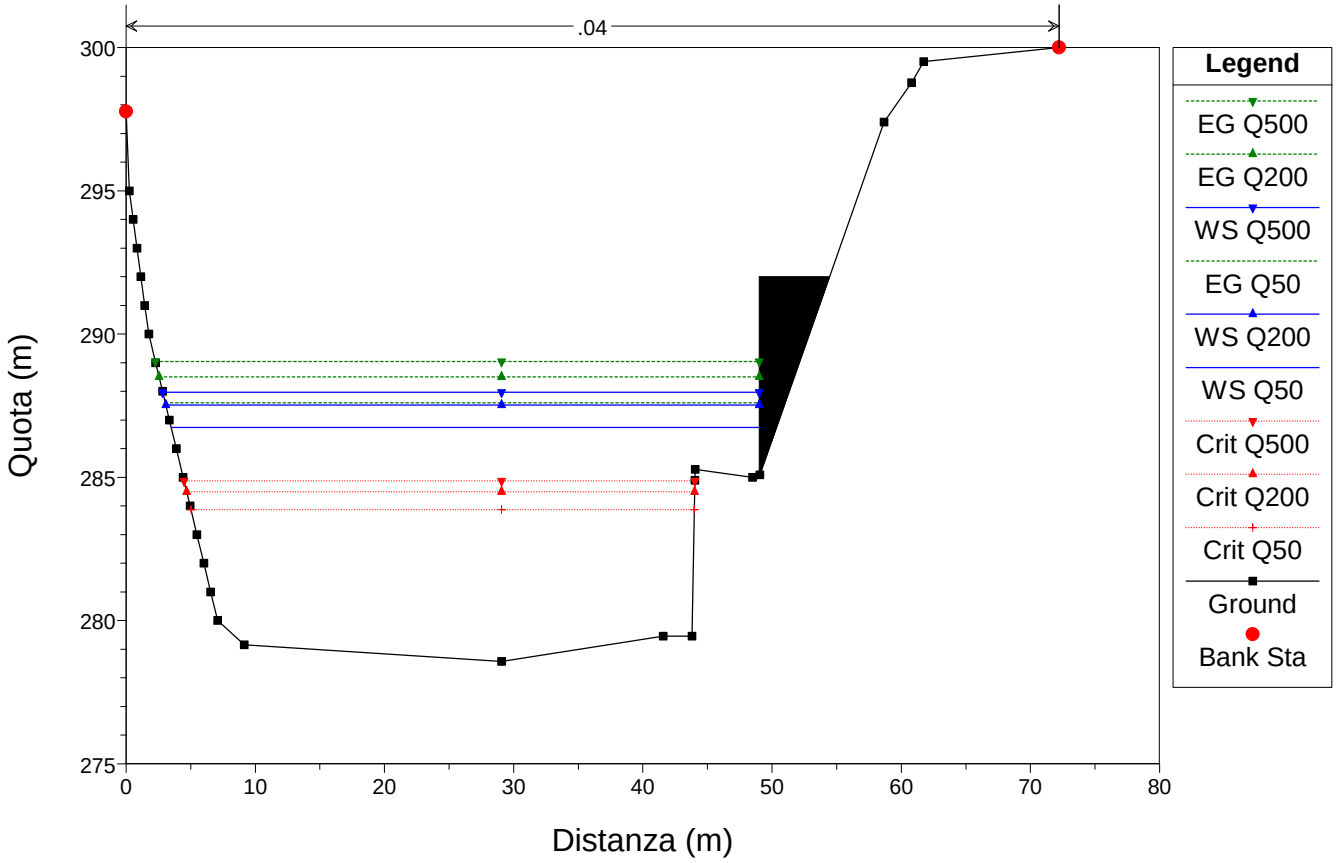
River = scrivia Reach = vall RS = 0.01 SCR 1



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

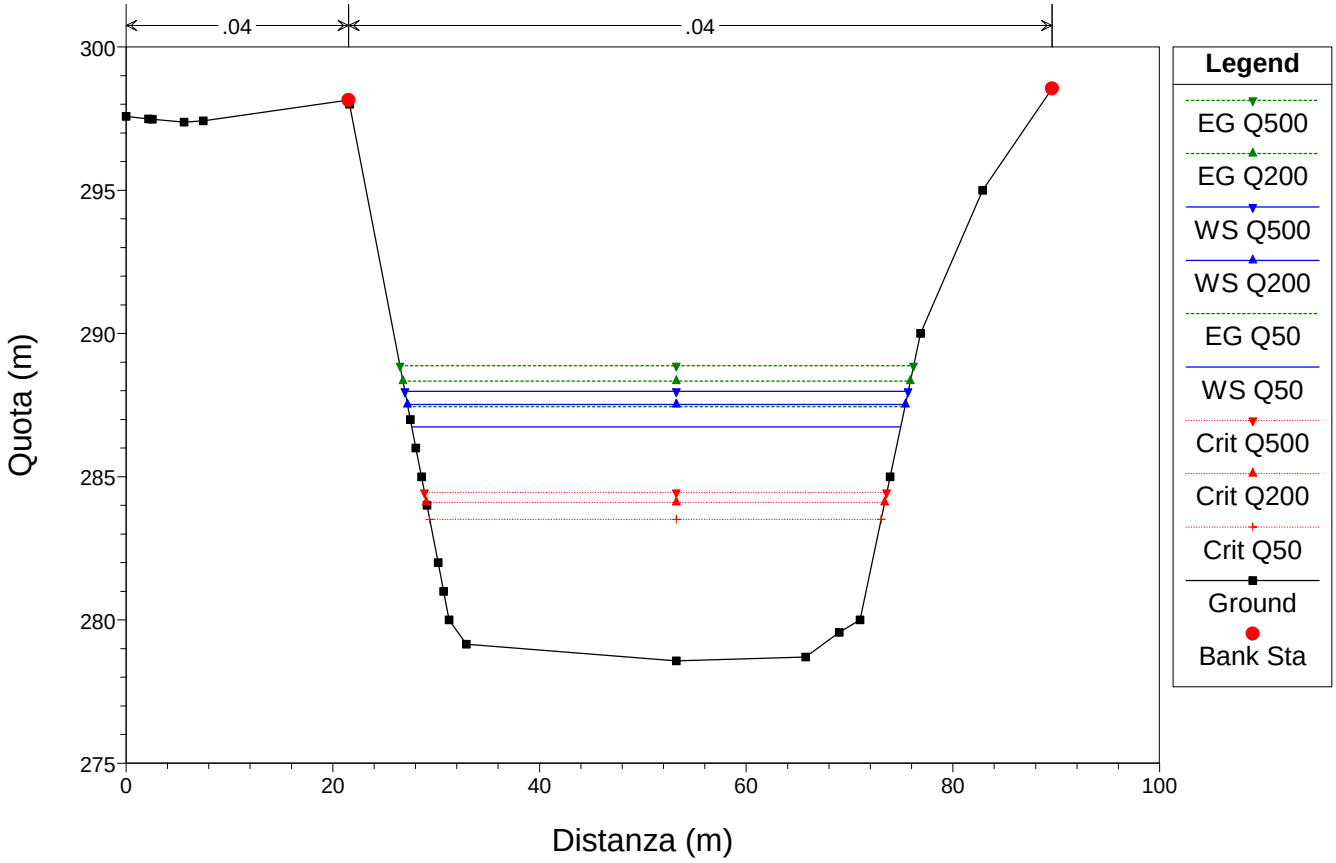
River = scrivia Reach = vall RS = 0.009 SCR2



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

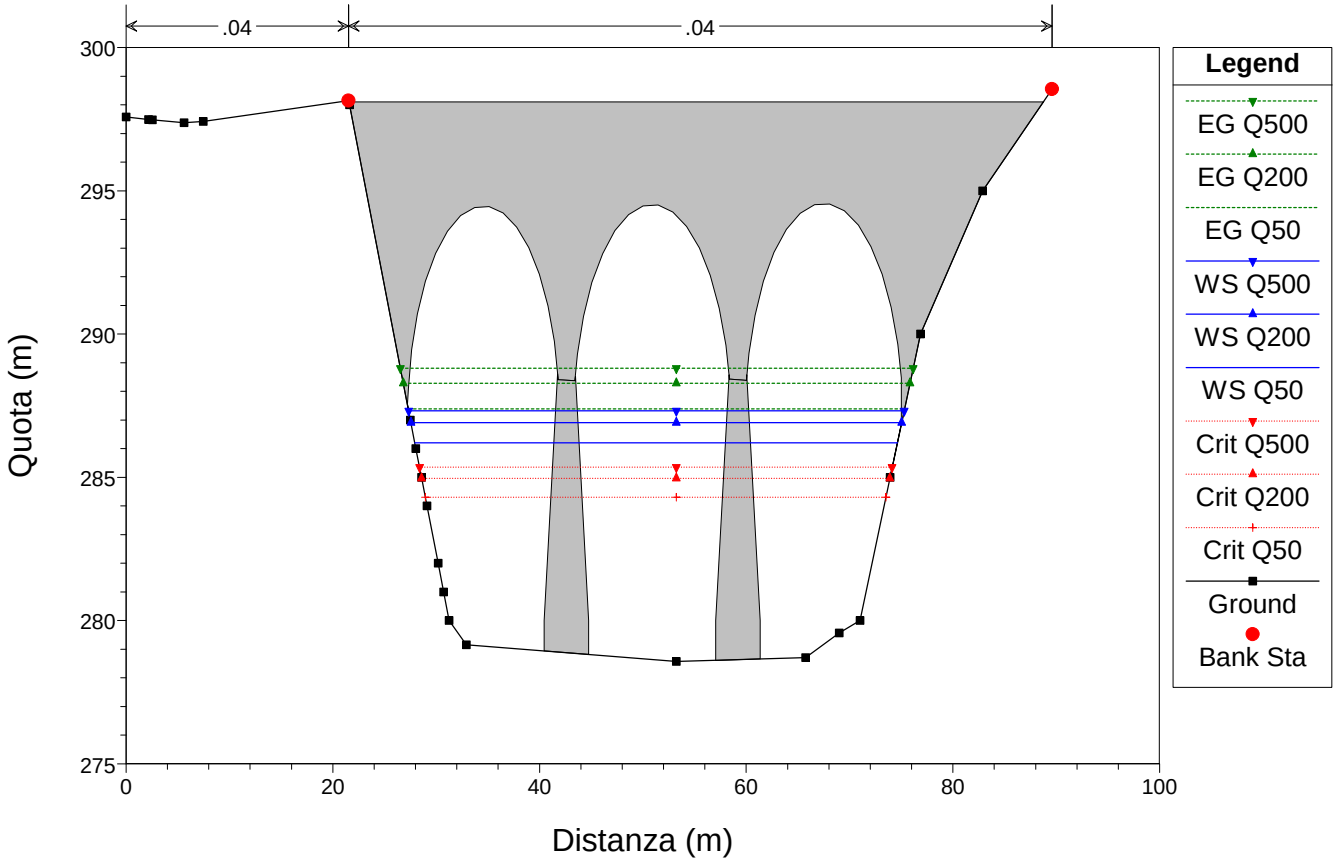
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0085 0.0085 SCR3 monte ponte



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

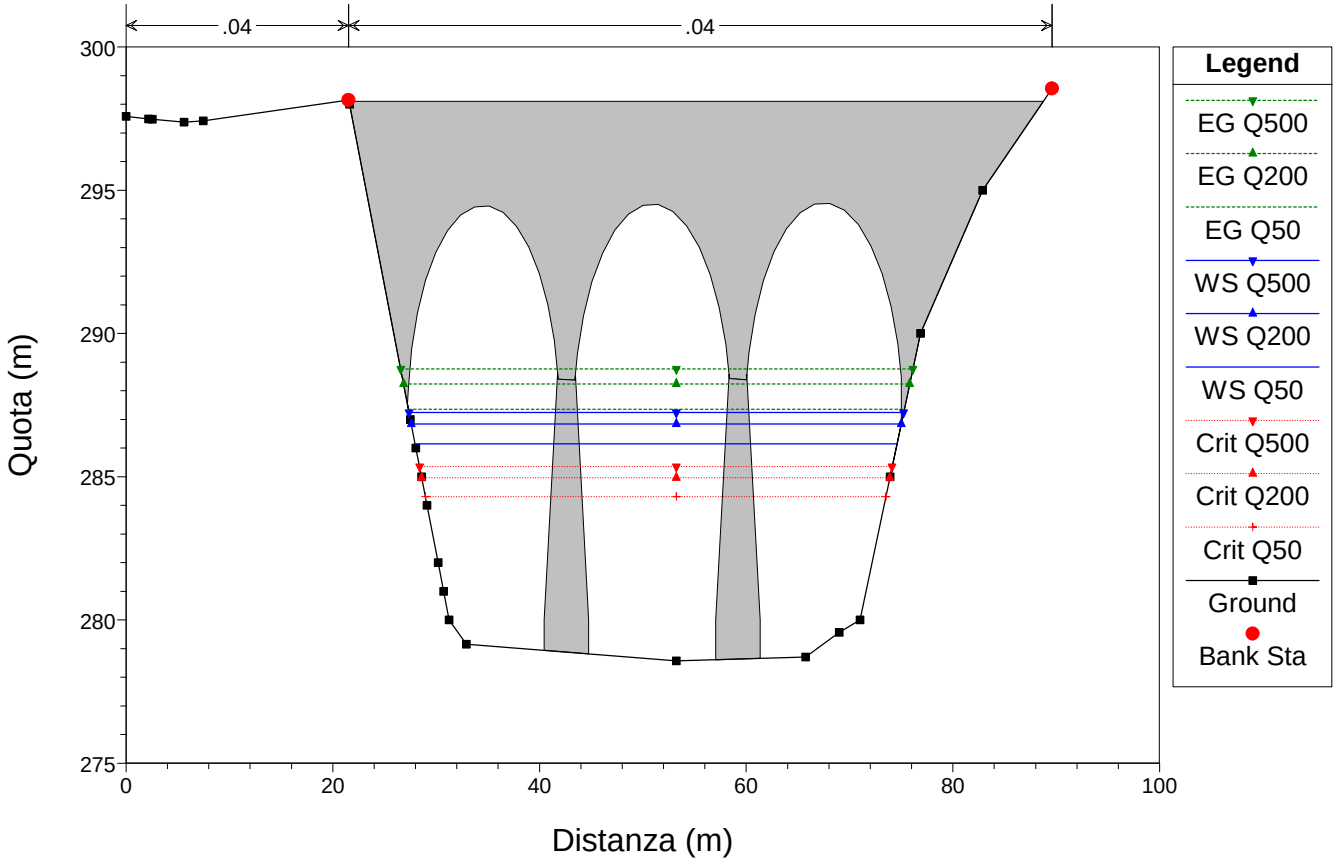
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0082 BR 0.0082



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

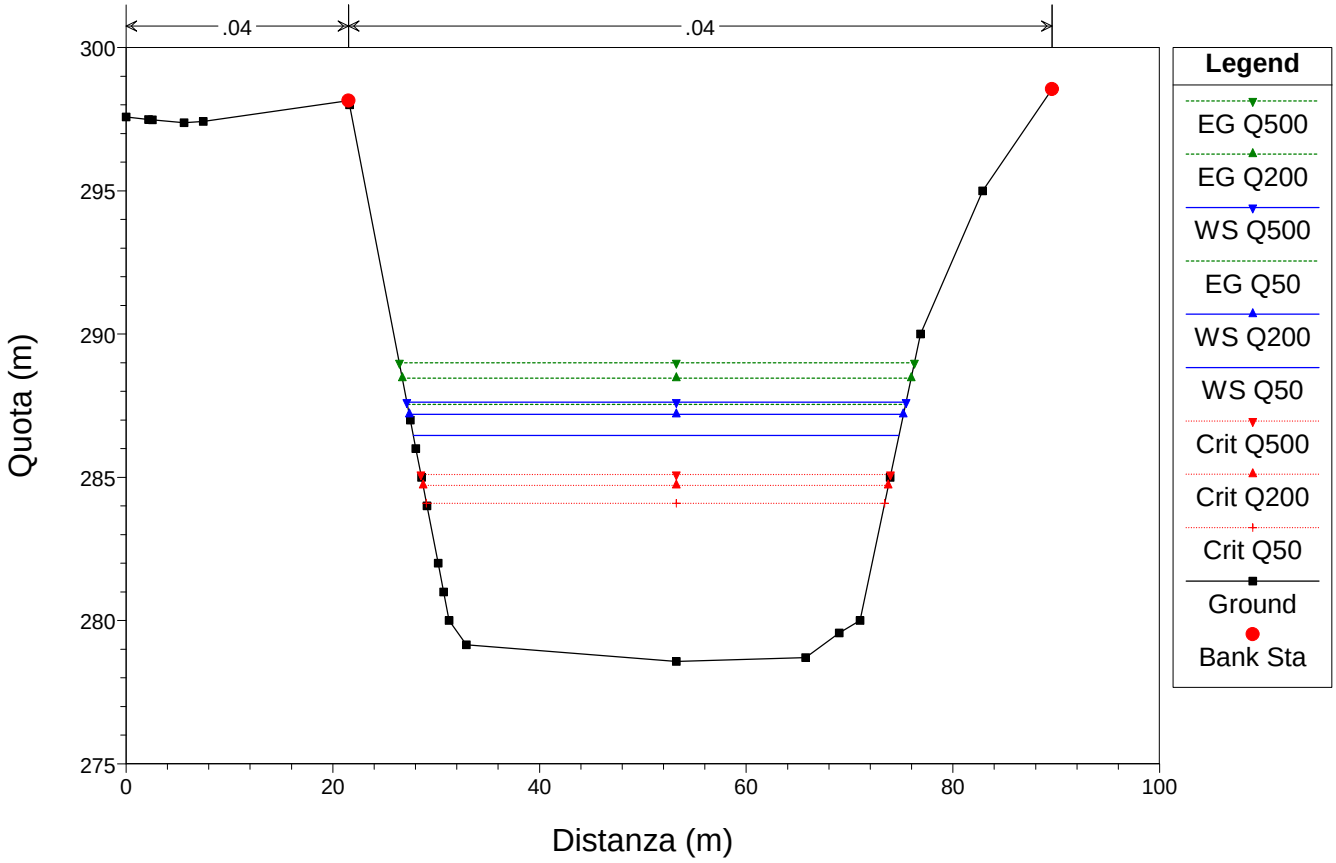
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0082 BR 0.0082



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

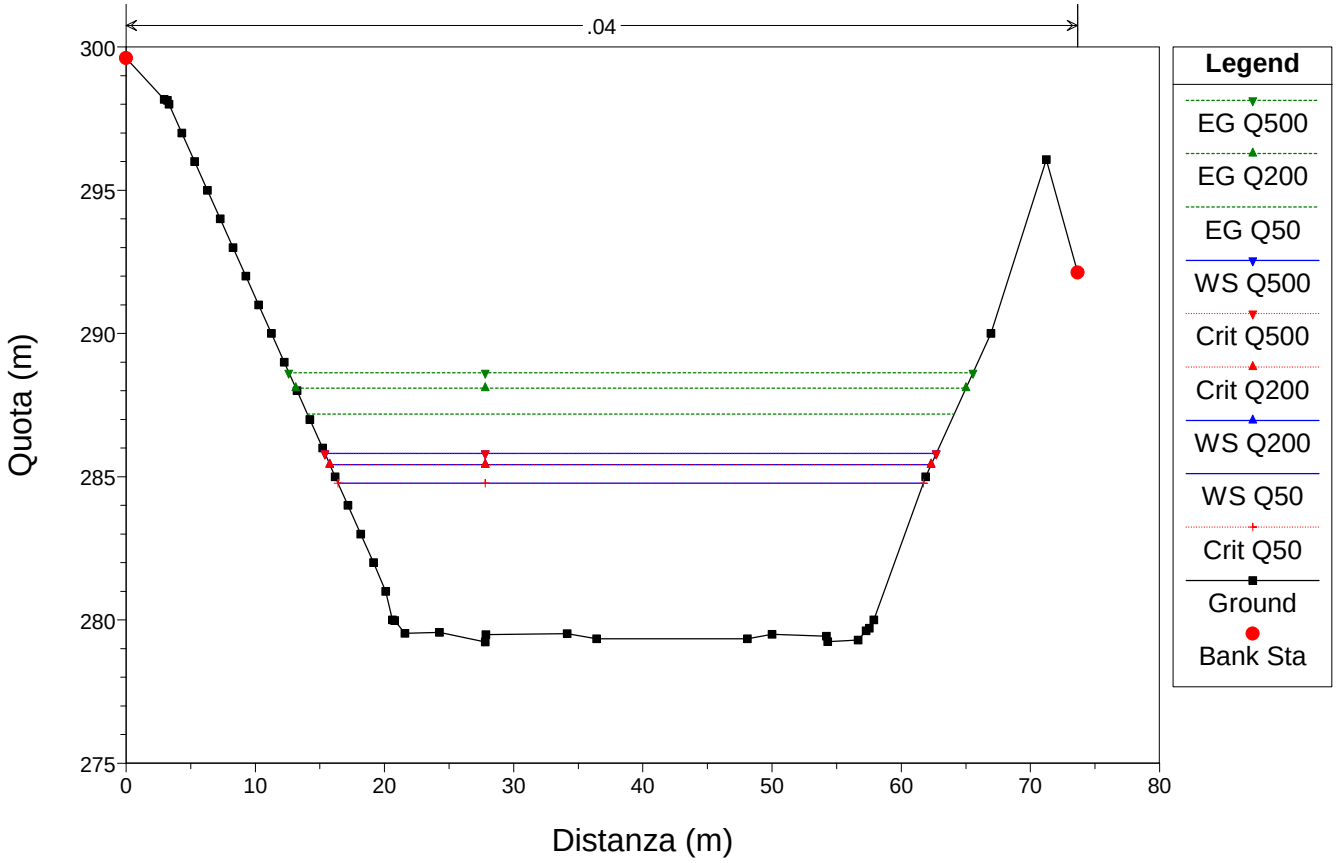
River = scrivia Reach = vall RS = 0.008 0.008 SCR 3 bis valle ponte



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

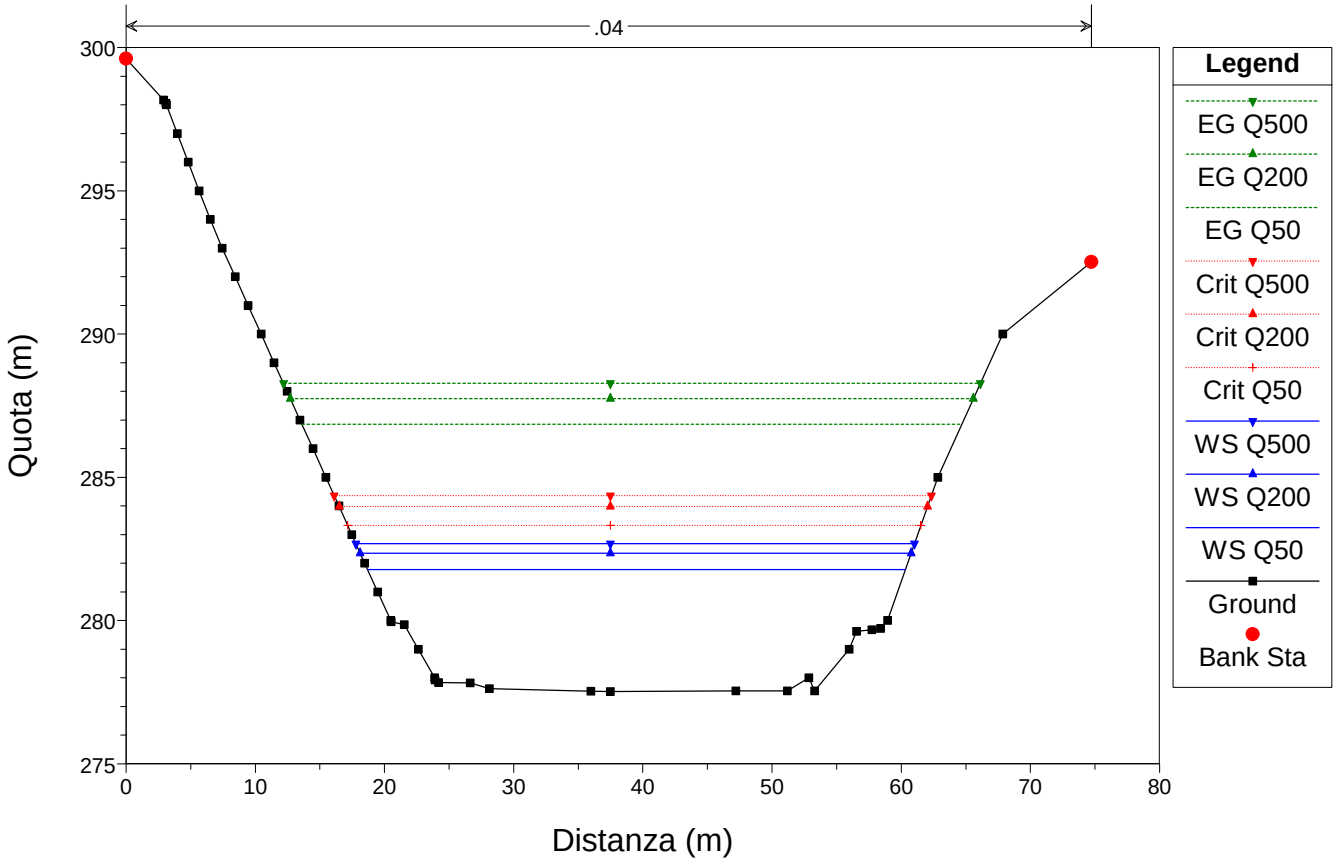
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0075 SCR 4 briglia



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

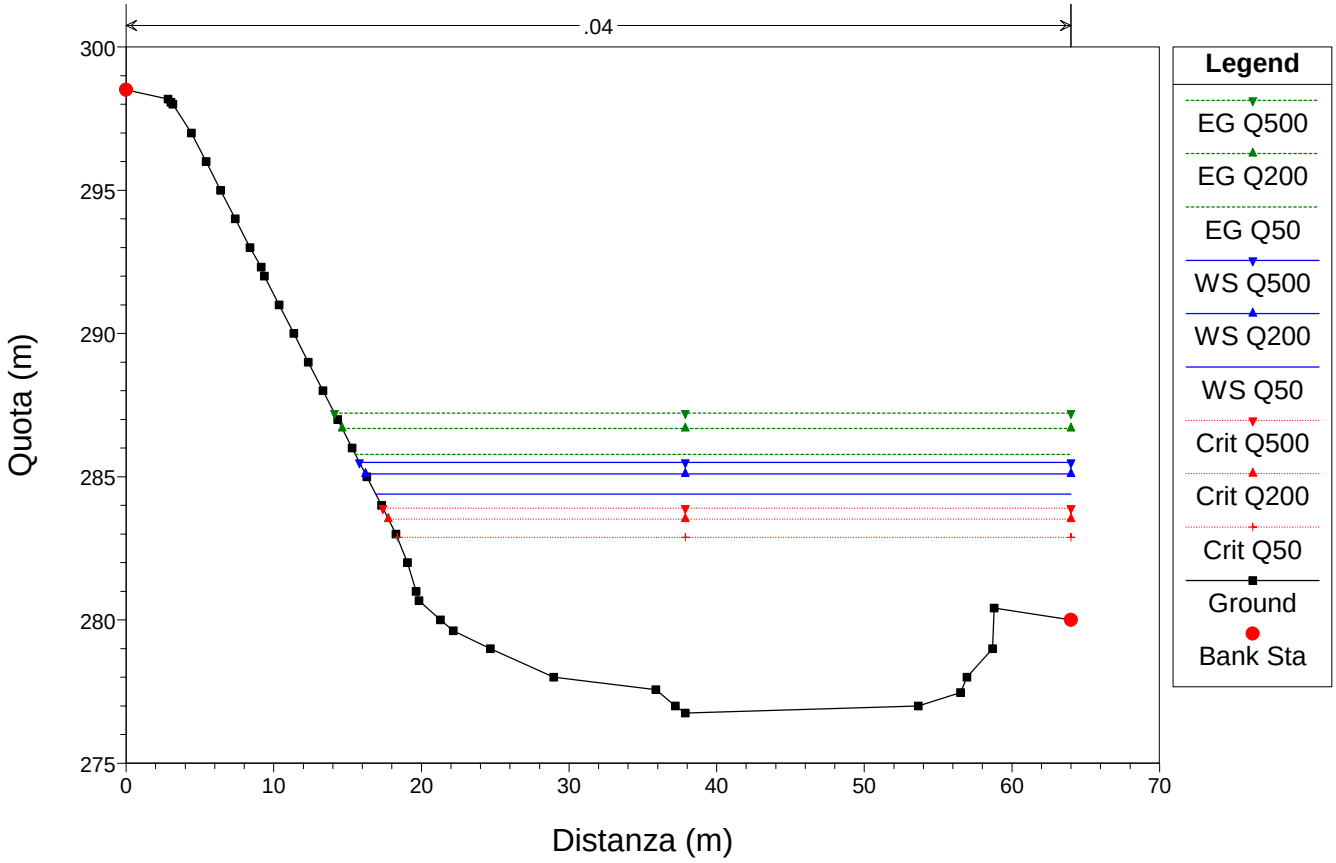
River = scrivia Reach = vall RS = 0.007 SCR 5 piede briglia



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

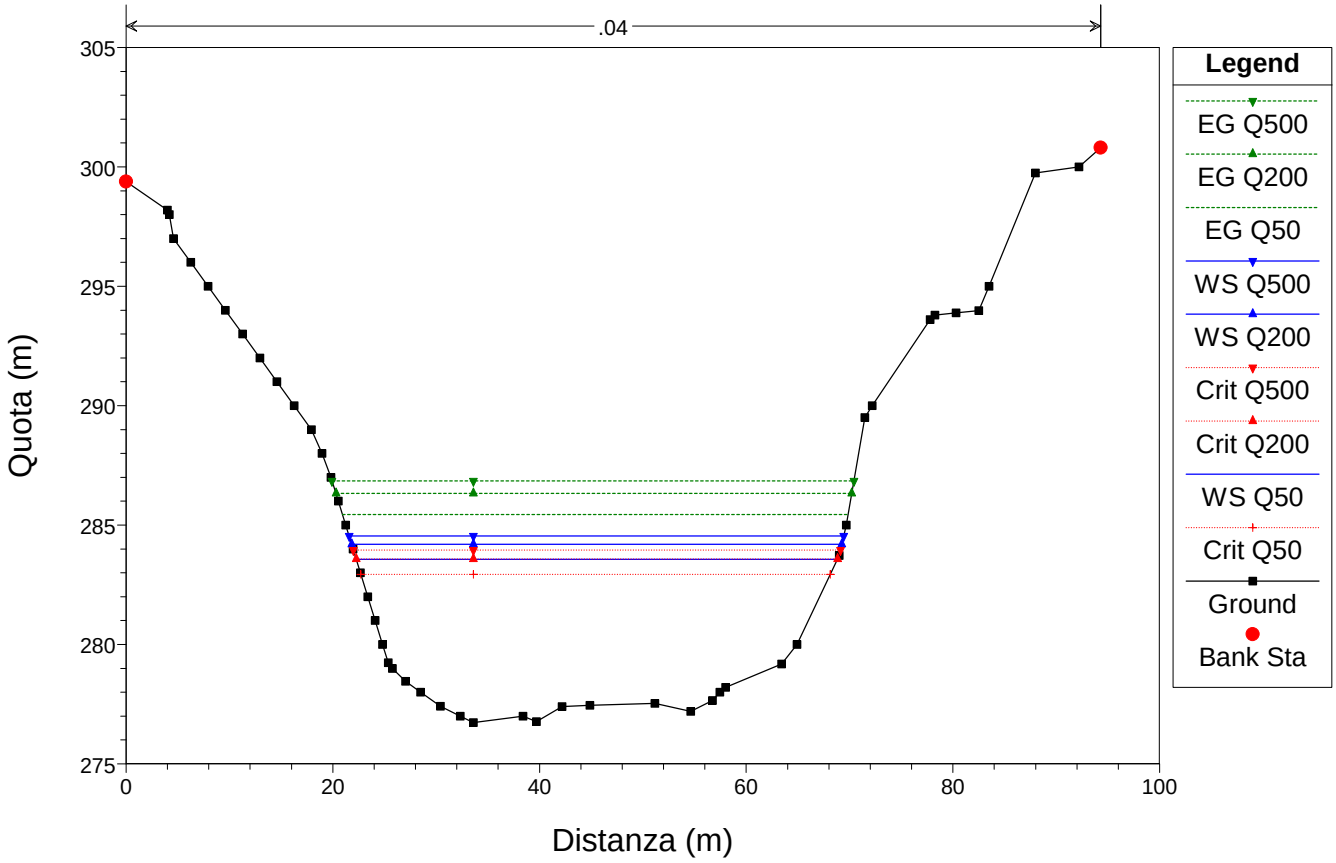
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0069 SCR 6 - monte affluente vobbietta



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

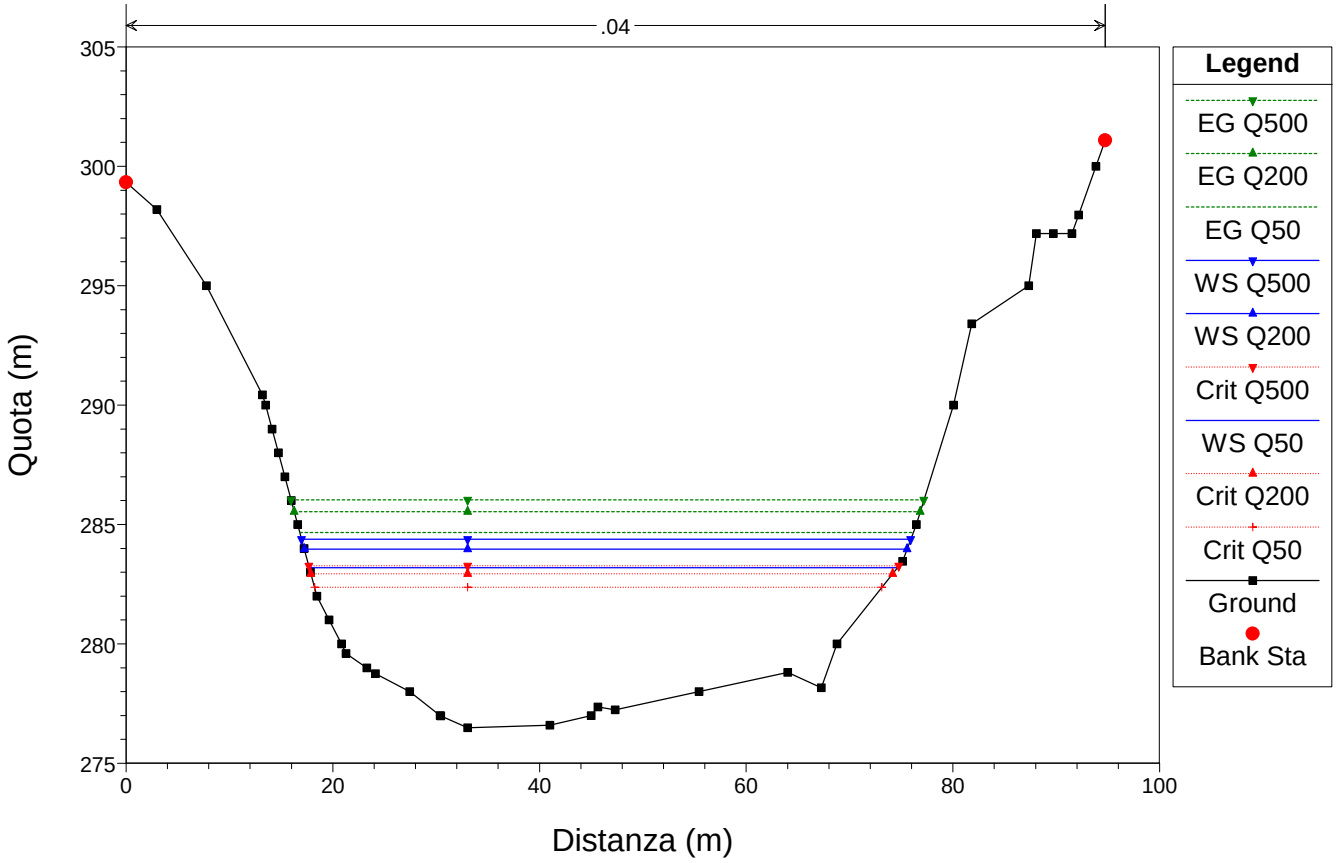
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0068 SCR 7



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

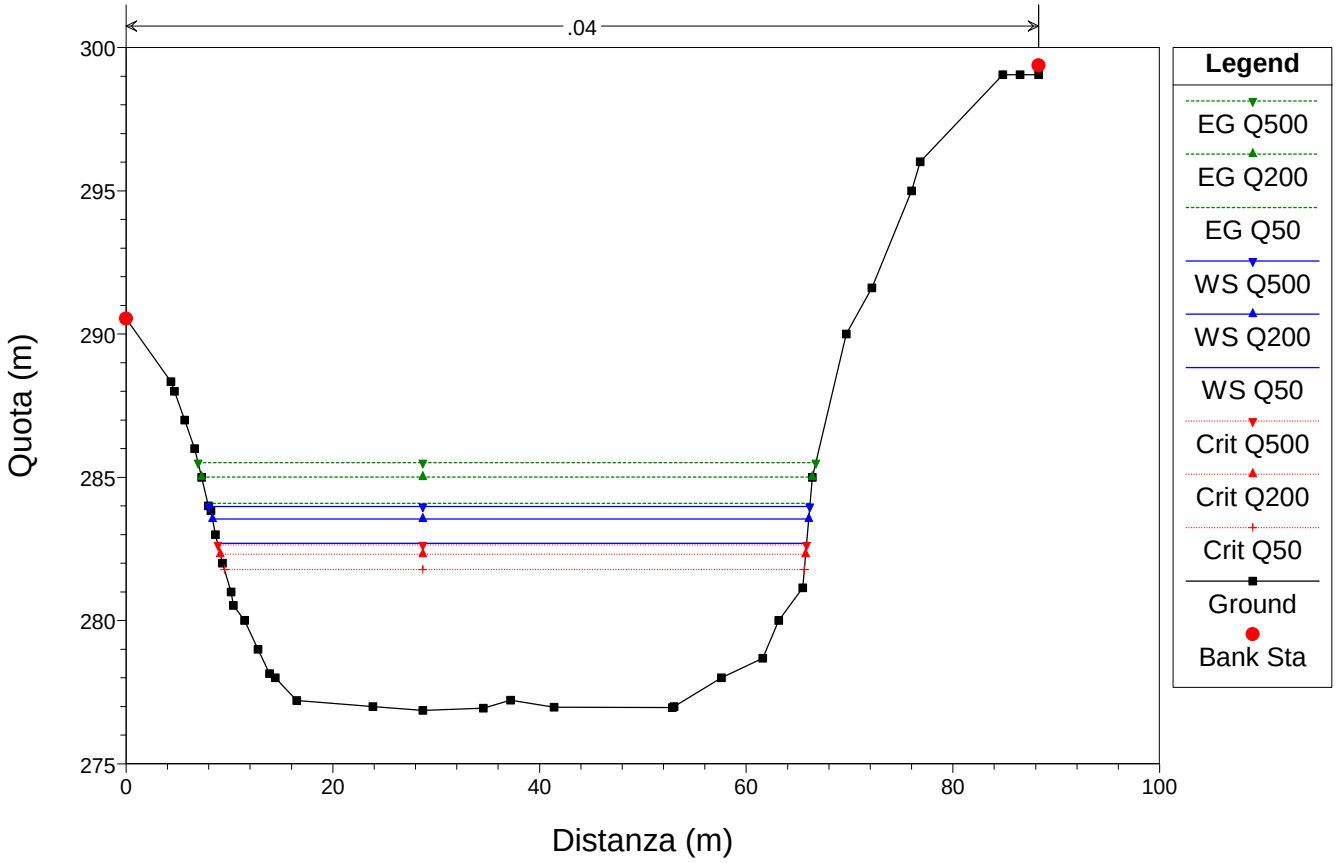
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0067 SCR 8



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

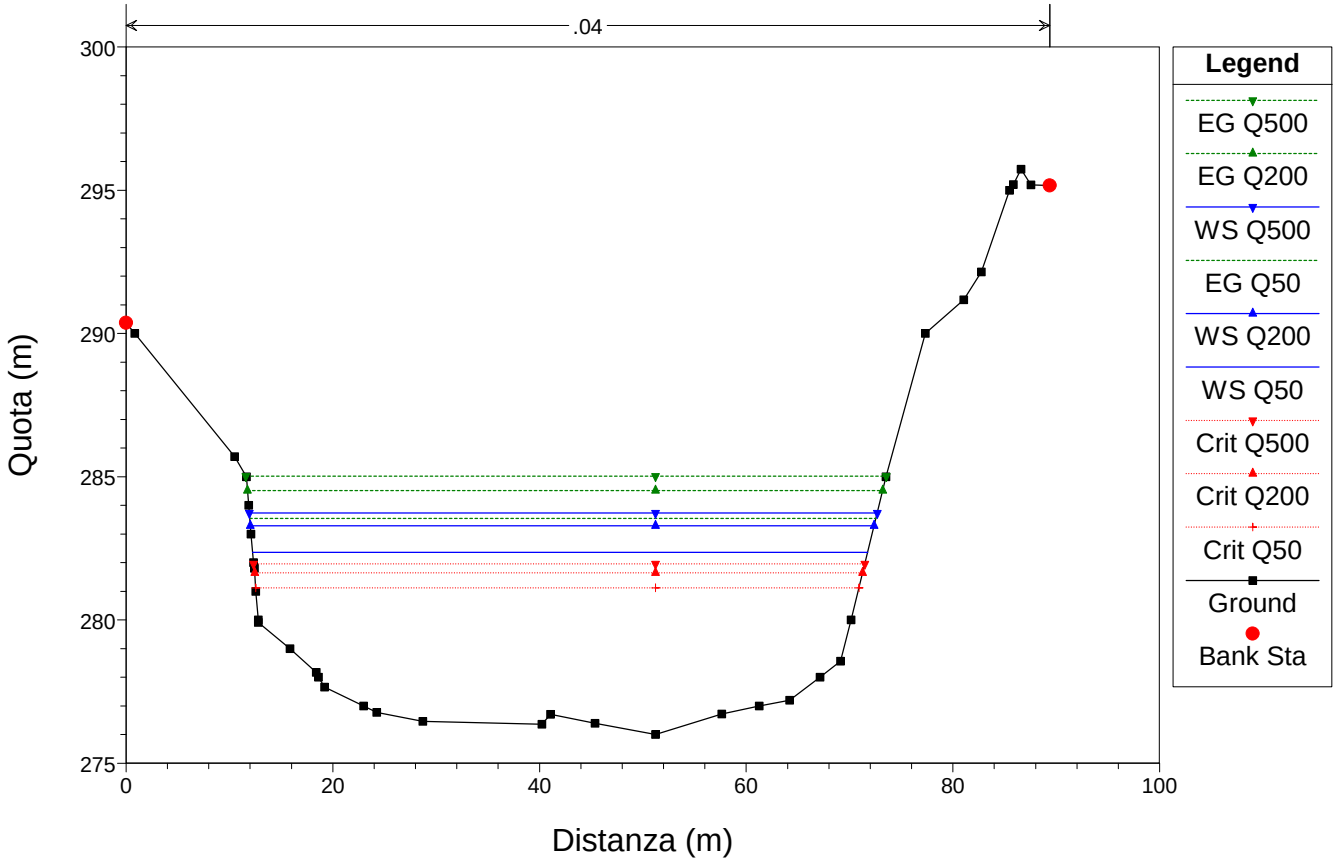
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0066 SCR 9



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

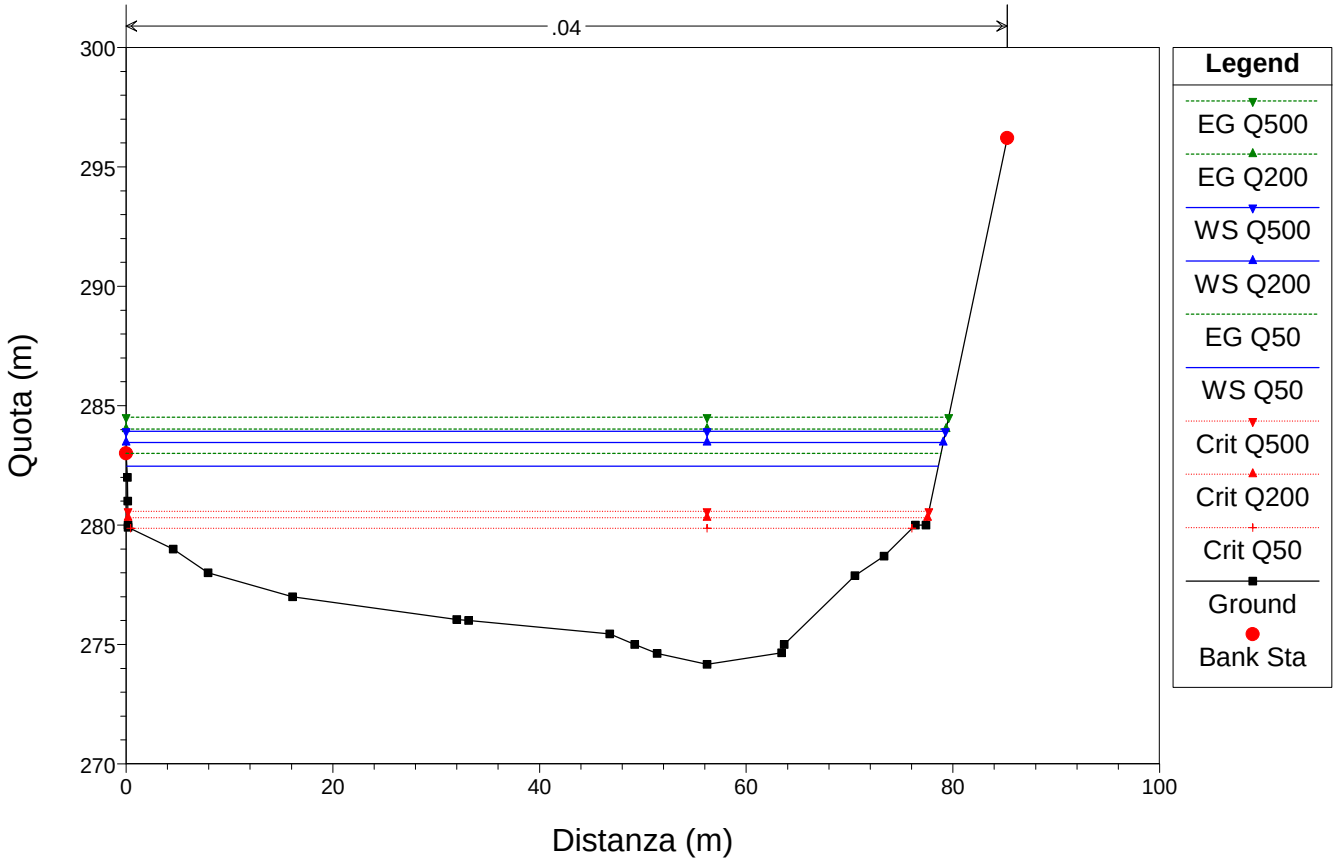
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0065 SCR 10



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

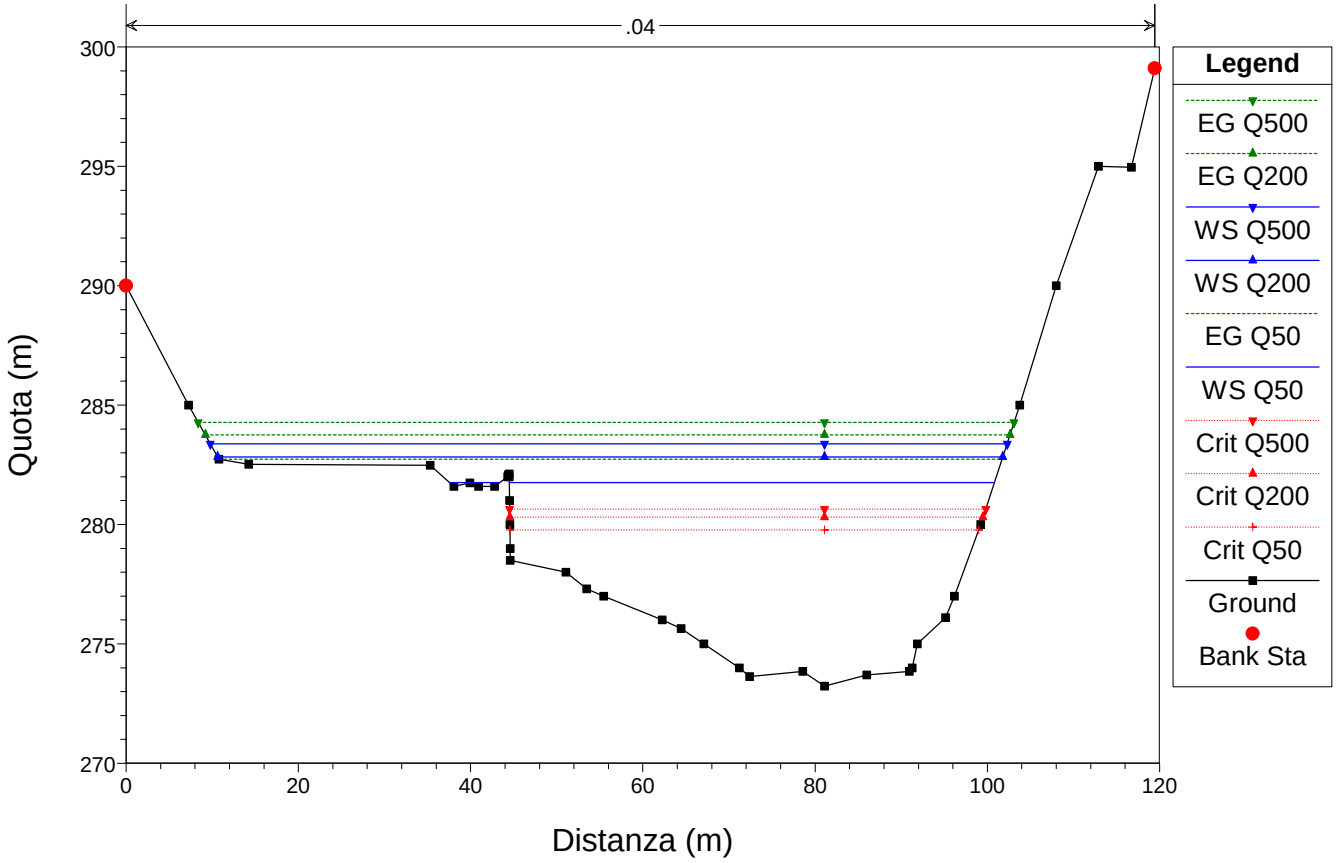
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0064 SCR 11



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

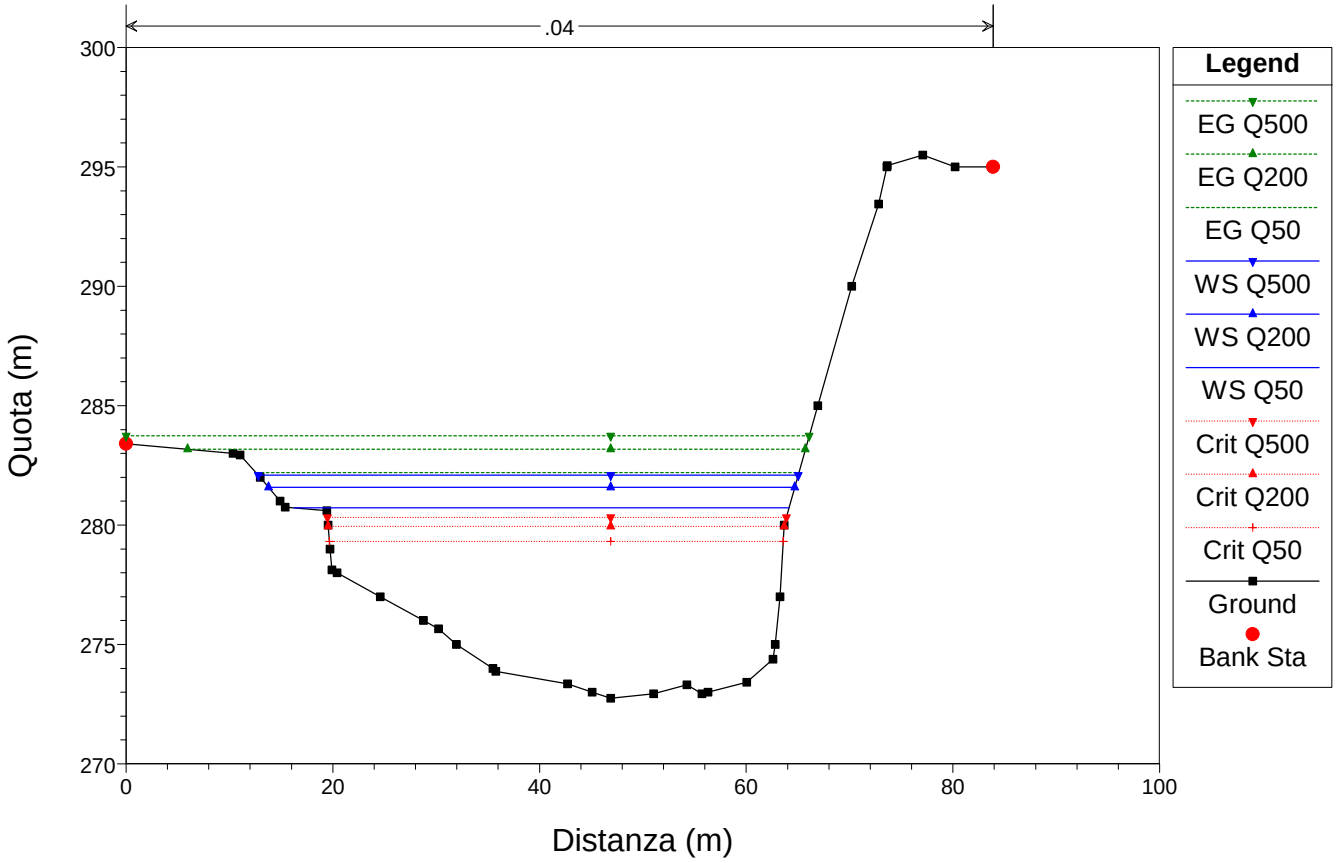
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0063 SCR 12



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

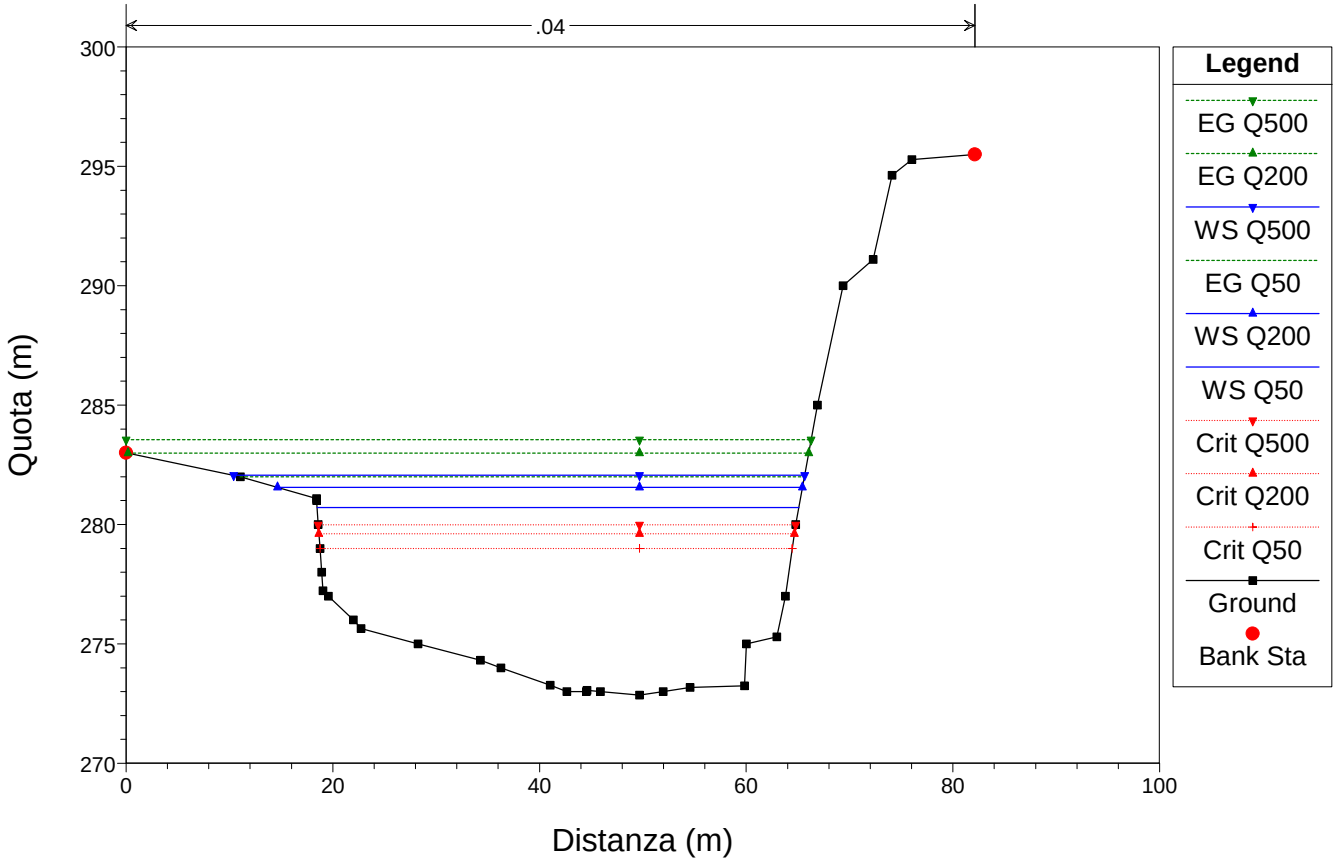
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0062 SCR 13



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

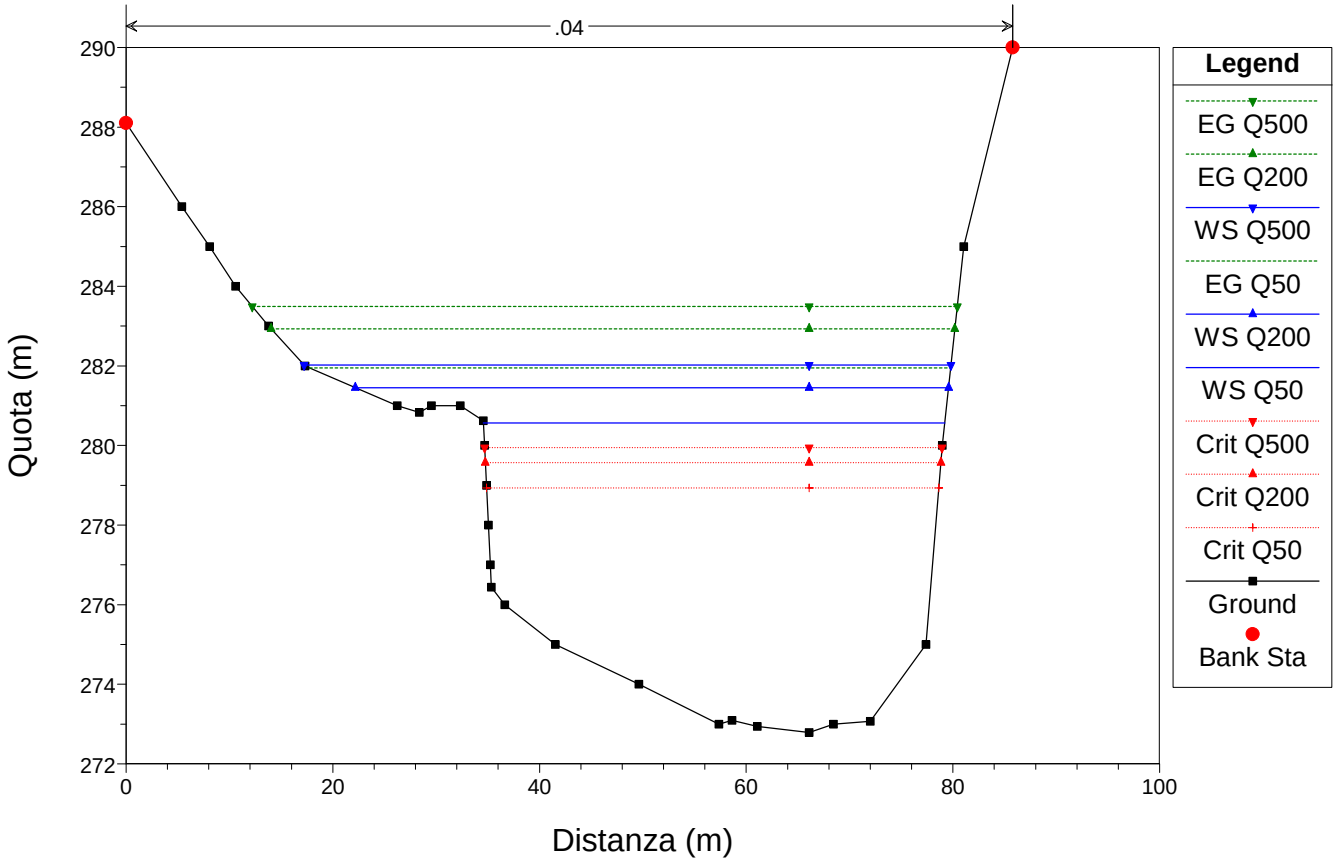
River = scrivia Reach = vall RS = 0.006 SCR 14



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

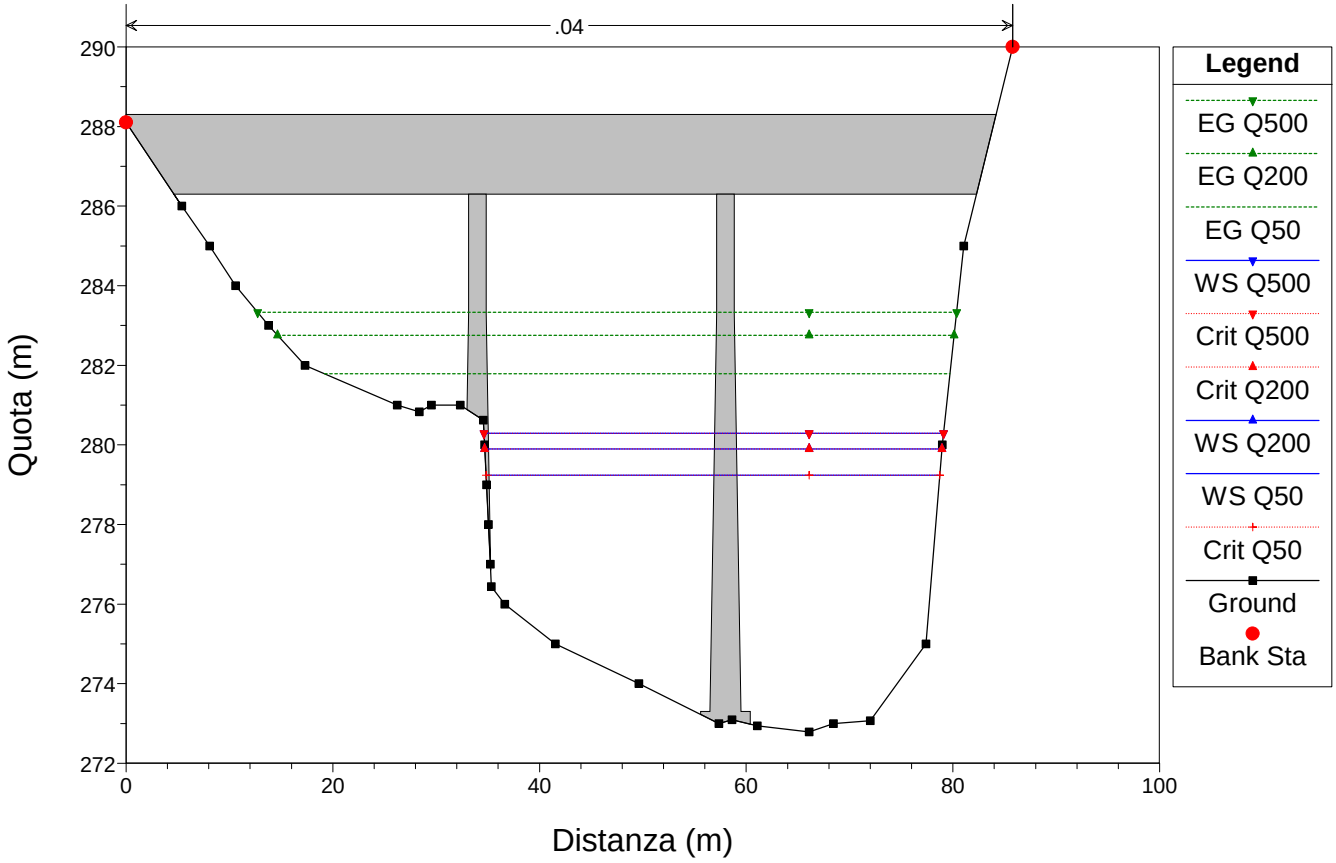
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0055 0.0055 SCR 15



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

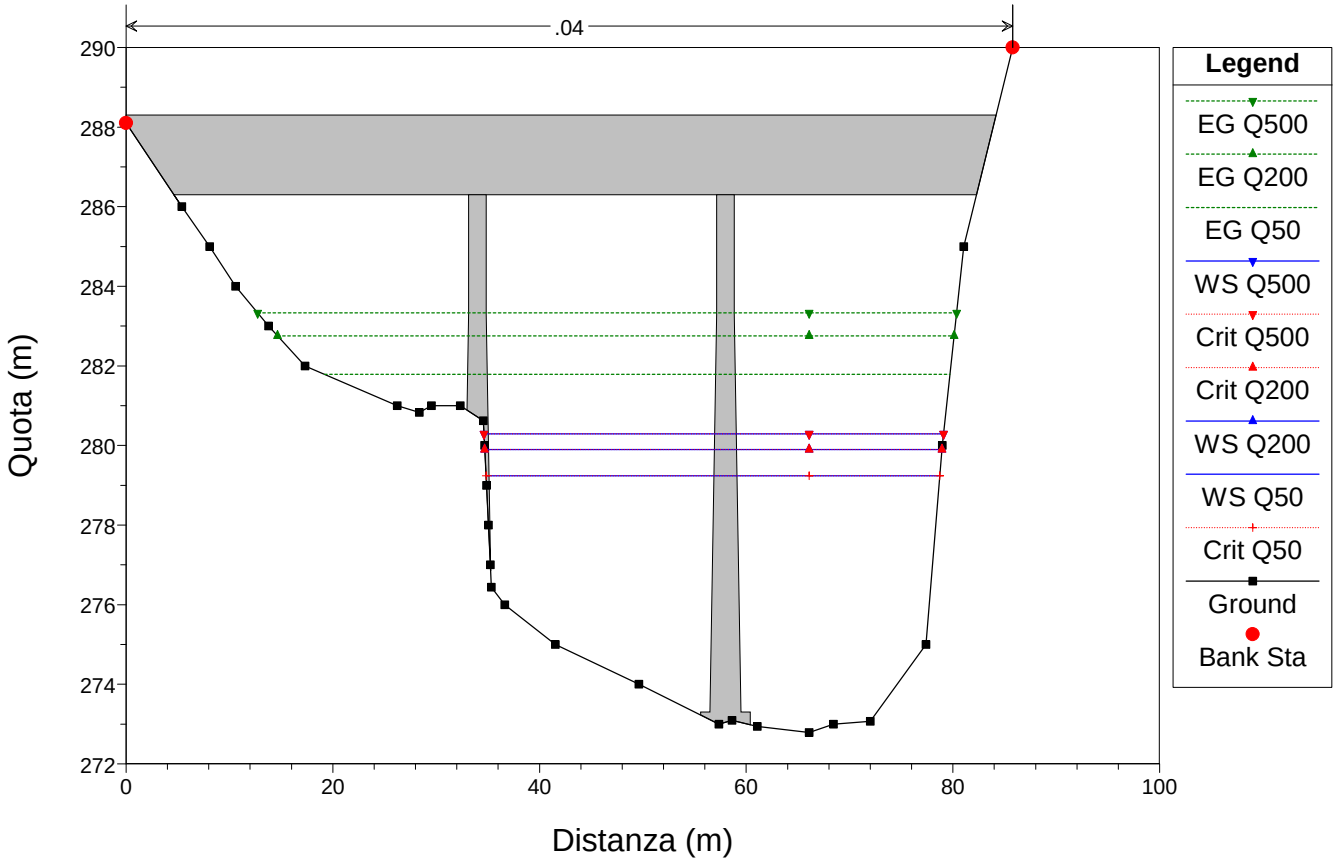
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0052 BR 0.0052



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

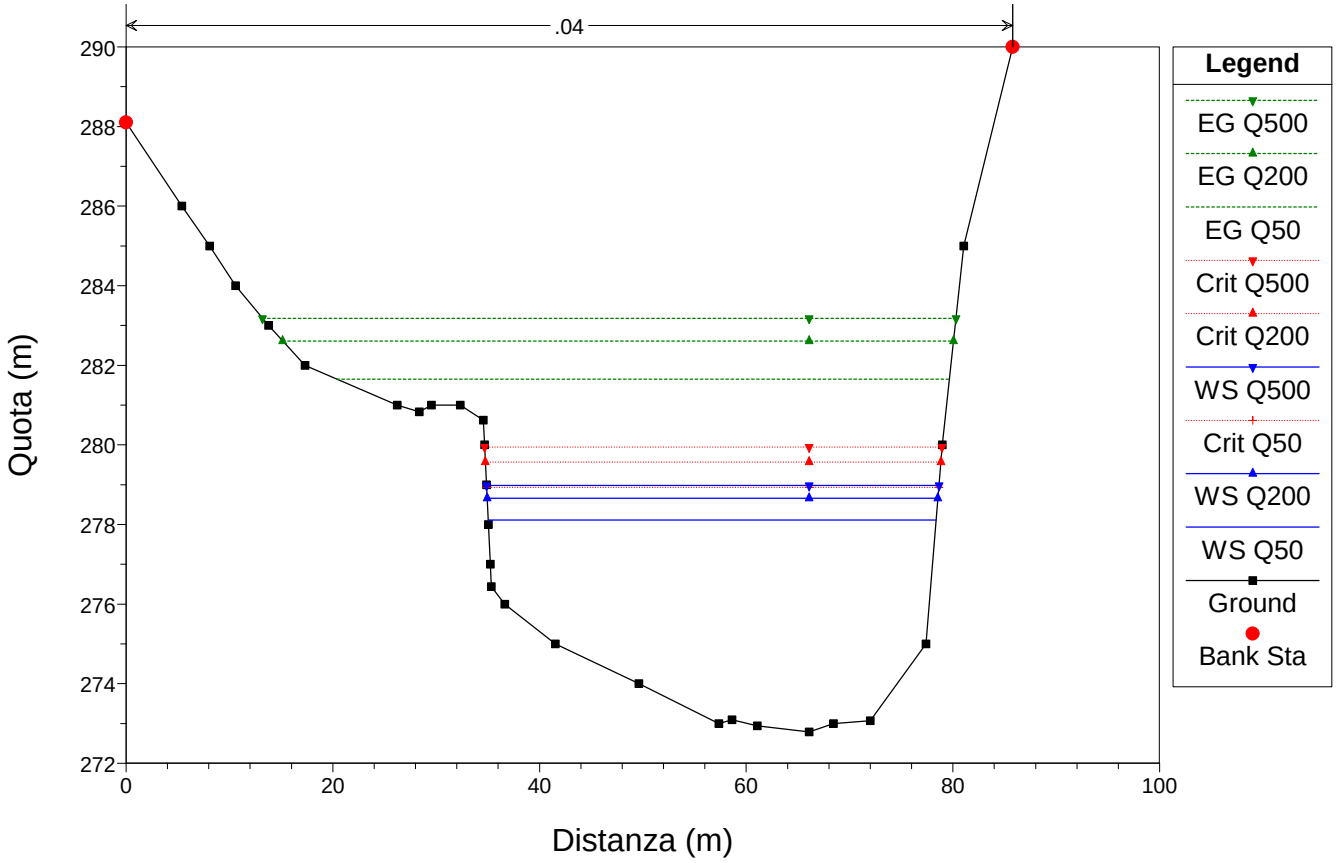
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0052 BR 0.0052



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

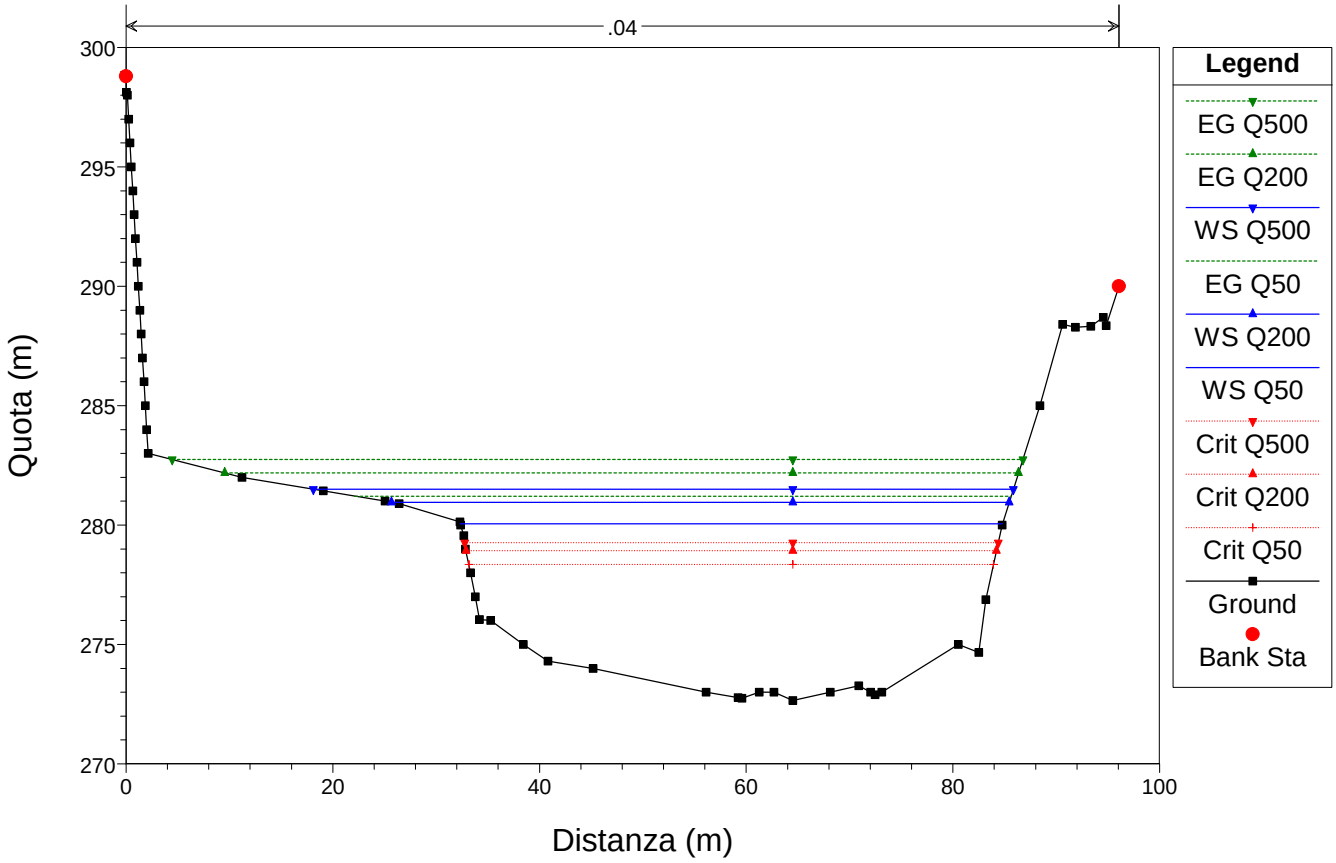
River = scrivia Reach = vall RS = 0.005 0.005 SCR 15bis



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

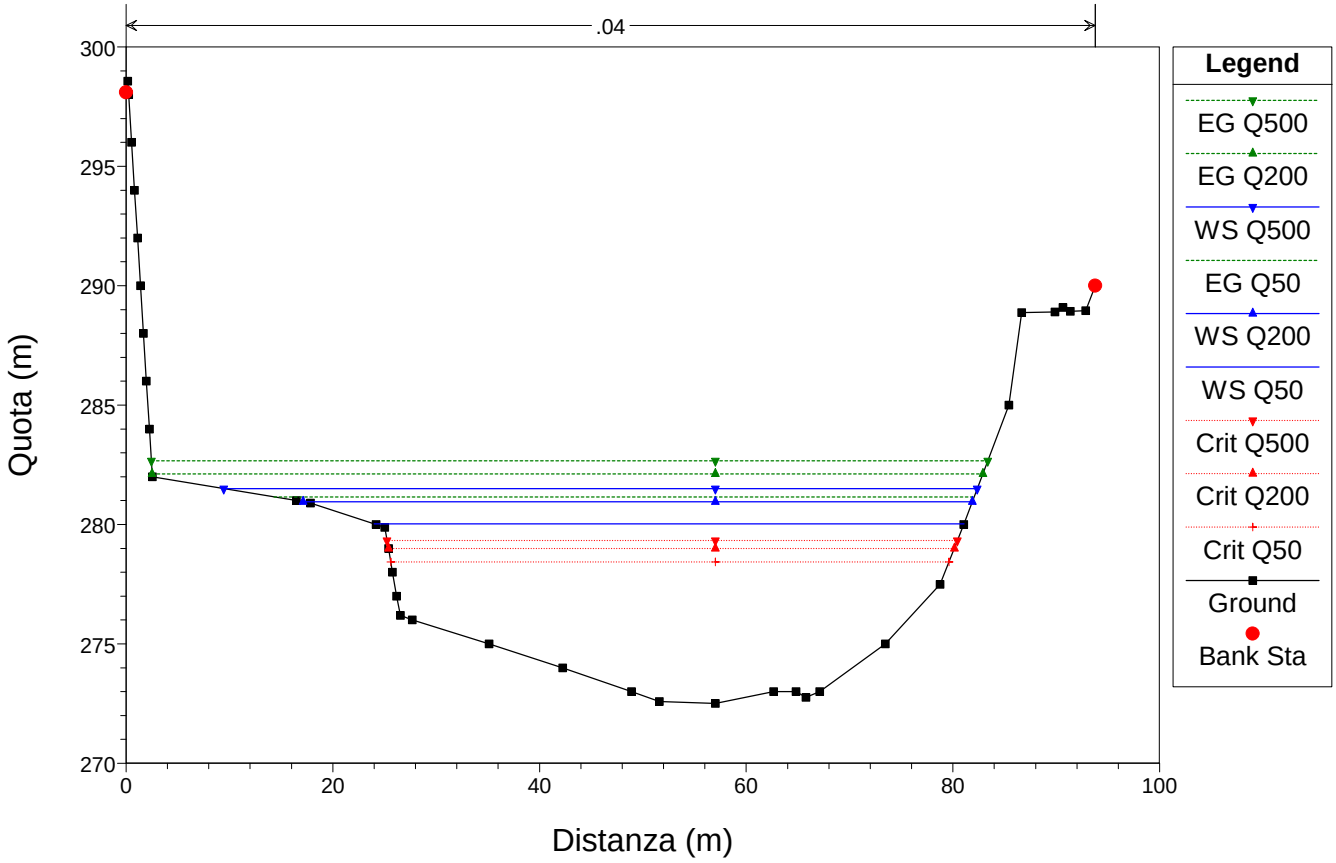
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0049 SCR 16



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

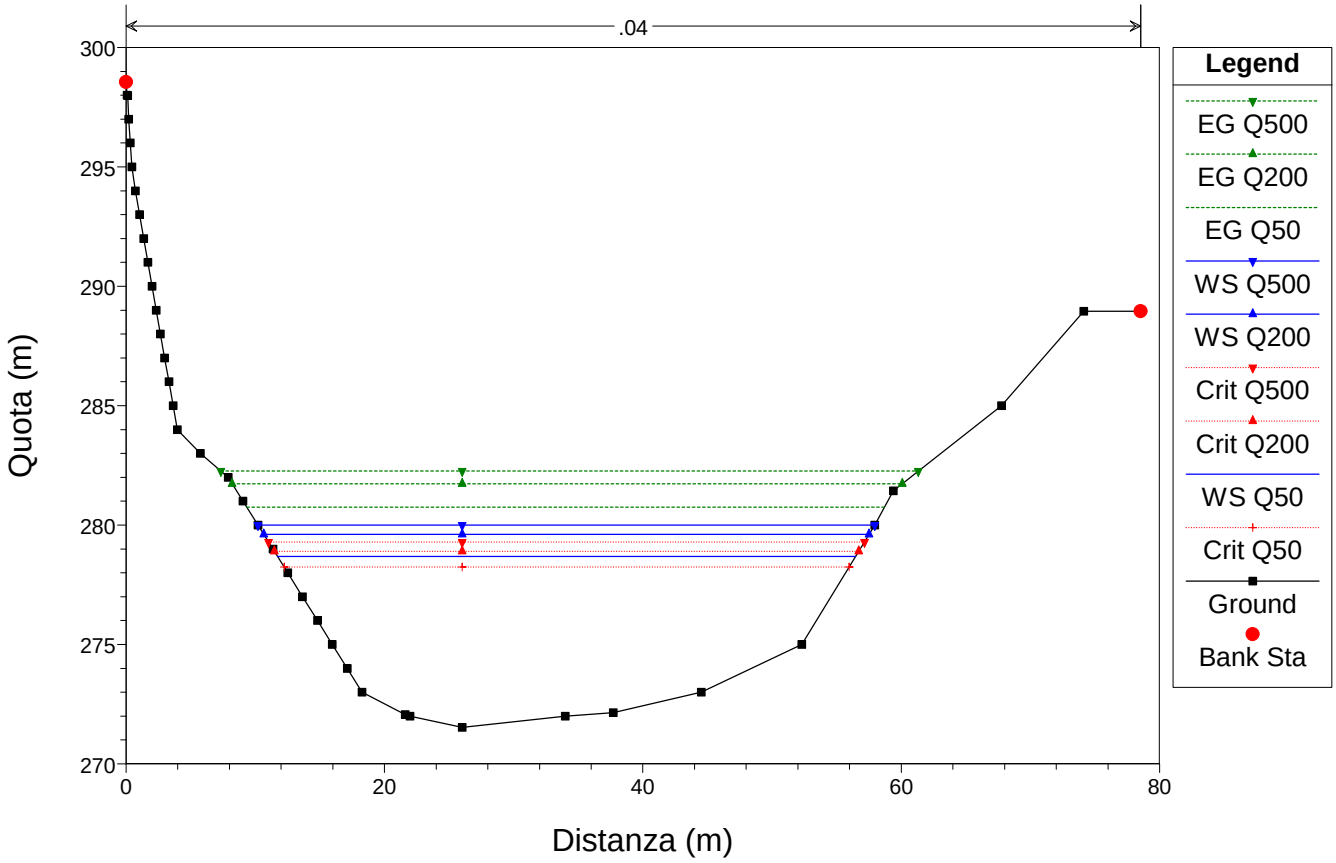
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0048 SCR 17

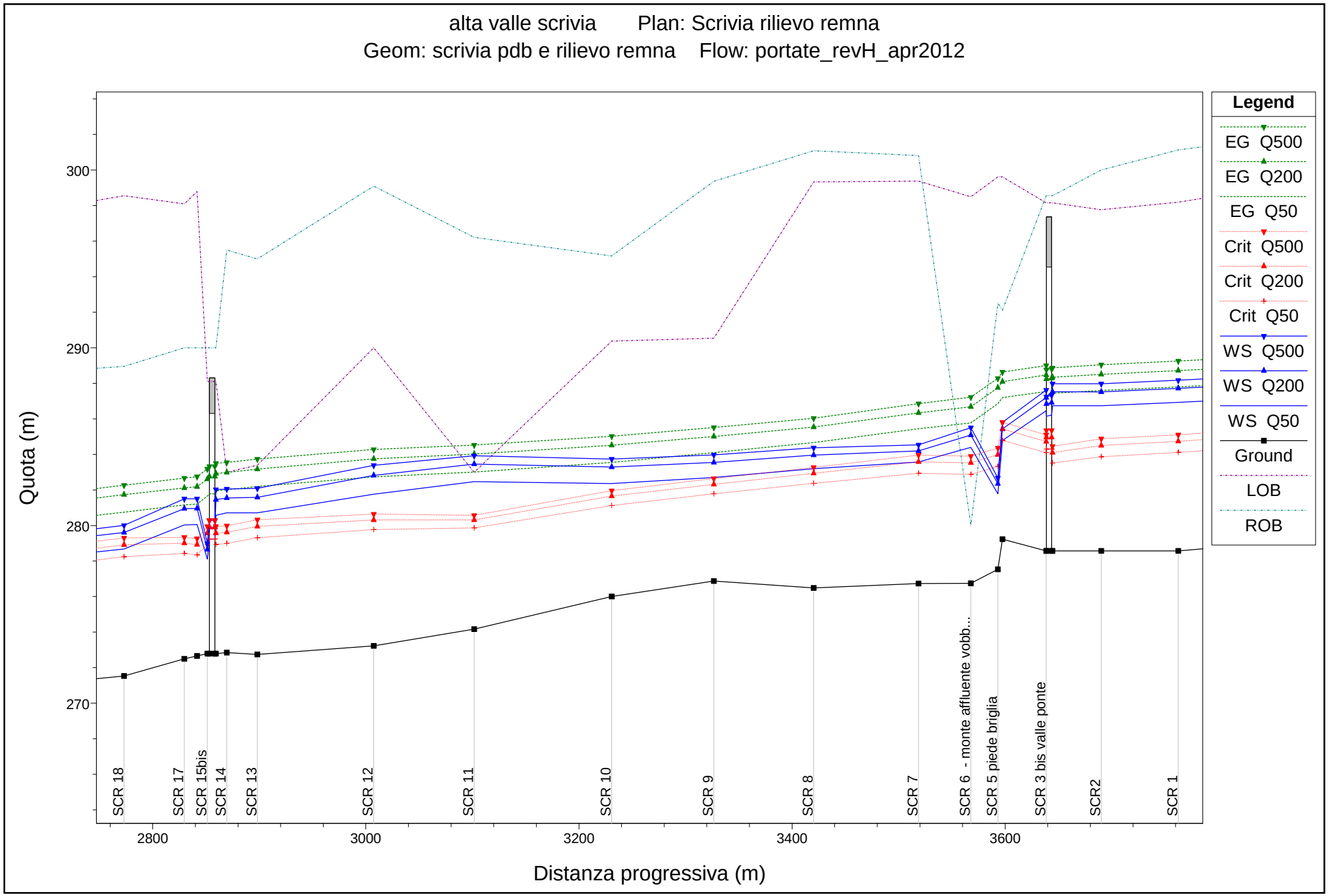


alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna

Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012

River = scrivia Reach = vall RS = 0.0047 SCR 18




alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna
Geom: scrivia pdb e rilievo remna Flow: portate_revH_apr2012
Quota (m)
300
290
280
270
2800
3000
3200
3400
3600
Distanza progressiva (m)
SCR 18
SCR 17
SCR 15bis
SCR 14
SCR 13
SCR 12
SCR 11
SCR 10
SCR 9
SCR 8
SCR 7
SCR 6 - monte affluente vobb...
SCR 5 piede briglia
SCR 3 bis valle ponte
SCR2
SCR 1
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
Crit Q500
Crit Q200
Crit Q50
WS Q500
WS Q200
WS Q50
Ground
LOB
ROB

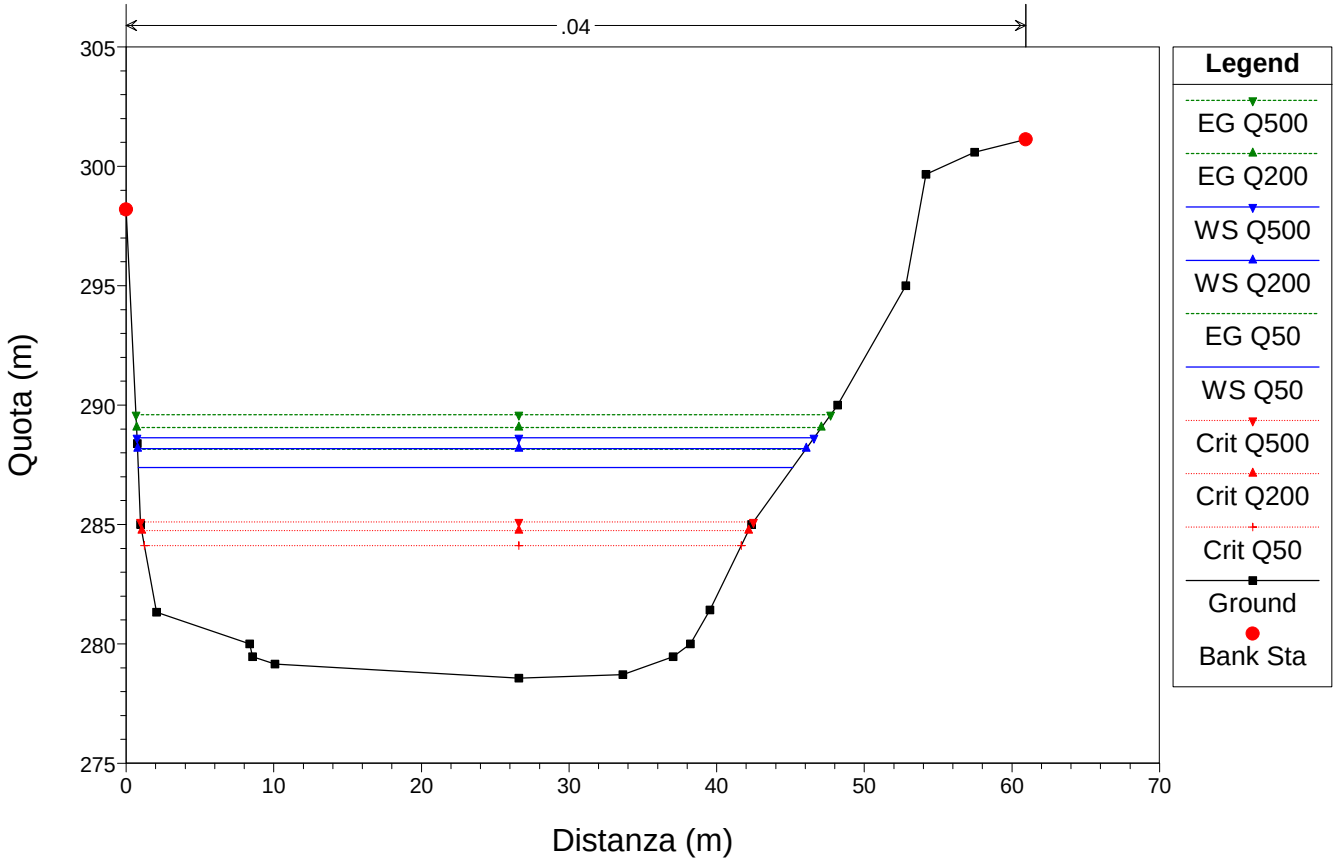
HEC-RAS Plan: remna prog River: scrivia Reach: vall

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)	
vall	0.01	Q50	1252.00	278.57	287.39	284.11	288.15	0.002141	3.86	324.56	44.32	0.46
vall	0.01	Q200	1503.00	278.57	288.17	284.74	289.06	0.002303	4.18	359.51	45.28	0.47
vall	0.01	Q500	1659.00	278.57	288.63	285.11	289.60	0.002391	4.36	380.34	45.85	0.48
vall	0.009	Q50	1252.00	278.57	287.25	283.85	287.98	0.002326	3.80	329.68	45.78	0.45
vall	0.009	Q200	1503.00	278.57	288.02	284.47	288.88	0.002473	4.12	365.16	46.19	0.47
vall	0.009	Q500	1659.00	278.57	288.47	284.85	289.41	0.002555	4.30	386.10	46.43	0.48
vall	0.0085	Q50	1252.00	278.57	287.24	283.52	287.86	0.001628	3.47	361.29	47.85	0.40
vall	0.0085	Q200	1503.00	278.57	288.02	284.10	288.74	0.001759	3.77	398.81	48.73	0.42
vall	0.0085	Q500	1659.00	278.57	288.48	284.45	289.27	0.001829	3.94	421.15	49.24	0.43
vall	0.0082		Bridge									
vall	0.008	Q50	1497.00	278.57	287.04	284.09	287.96	0.002520	4.26	351.59	47.63	0.50
vall	0.008	Q200	1790.00	278.57	287.78	284.73	288.87	0.002715	4.62	387.34	48.46	0.52
vall	0.008	Q500	1973.00	278.57	288.22	285.11	289.41	0.002825	4.83	408.57	48.95	0.53
vall	0.0075	Q50	1497.00	279.60	285.25	285.25	287.63	0.011330	6.84	218.92	46.19	1.00
vall	0.0075	Q200	1790.00	279.60	285.90	285.90	288.52	0.010983	7.18	249.36	47.49	1.00
vall	0.0075	Q500	1973.00	279.60	286.26	286.26	289.05	0.010902	7.39	266.93	48.23	1.00
vall	0.007	Q50	1497.00	277.60	281.95	283.57	287.25	0.039864	10.20	146.80	41.54	1.73
vall	0.007	Q200	1790.00	277.60	282.50	284.22	288.14	0.036545	10.52	170.19	42.92	1.69
vall	0.007	Q500	1973.00	277.60	282.84	284.61	288.66	0.034713	10.70	184.47	43.51	1.66
vall	0.0069	Q50	1497.00	276.75	283.73	283.35	285.99	0.010834	6.66	224.61	40.83	0.91
vall	0.0069	Q200	1790.00	276.75	284.27	284.04	286.95	0.011939	7.24	247.07	41.37	0.95
vall	0.0069	Q500	1973.00	276.75	284.57	284.53	287.52	0.012734	7.61	259.21	41.66	0.97
vall	0.0068	Q50	1497.00	276.73	283.57	282.94	285.44	0.007196	6.06	247.08	46.56	0.84
vall	0.0068	Q200	1790.00	276.73	284.20	283.58	286.33	0.007357	6.47	276.46	47.42	0.86
vall	0.0068	Q500	1973.00	276.73	284.54	283.96	286.85	0.007528	6.74	292.86	47.85	0.87
vall	0.0067	Q50	1497.00	276.49	283.19	282.37	284.67	0.006119	5.39	277.97	56.91	0.78
vall	0.0067	Q200	1790.00	276.49	283.96	282.94	285.53	0.005585	5.55	322.44	58.31	0.75
vall	0.0067	Q500	1973.00	276.49	284.38	283.27	286.03	0.005445	5.69	346.70	58.93	0.75
vall	0.0066	Q50	1497.00	276.87	282.70	281.78	284.10	0.005635	5.24	285.69	57.01	0.75
vall	0.0066	Q200	1790.00	276.87	283.55	282.32	285.01	0.004955	5.35	334.52	57.69	0.71
vall	0.0066	Q500	1973.00	276.87	283.98	282.64	285.51	0.004854	5.49	359.11	58.14	0.71
vall	0.0065	Q50	1497.00	276.01	282.36	281.12	283.55	0.004607	4.84	309.45	59.51	0.68
vall	0.0065	Q200	1790.00	276.01	283.29	281.65	284.52	0.003941	4.90	365.67	60.36	0.63
vall	0.0065	Q500	1973.00	276.01	283.74	281.96	285.02	0.003857	5.03	392.47	60.76	0.63
vall	0.0064	Q50	1497.00	274.17	282.47	279.86	283.01	0.001746	3.25	460.99	78.52	0.43
vall	0.0064	Q200	1790.00	274.17	283.45	280.31	284.02	0.001536	3.32	538.61	79.06	0.41
vall	0.0064	Q500	1973.00	274.17	283.92	280.57	284.52	0.001517	3.43	575.76	79.29	0.41
vall	0.0063	Q50	1497.00	273.23	281.76	279.78	282.73	0.003639	4.38	341.84	62.13	0.60
vall	0.0063	Q200	1790.00	273.23	282.82	280.31	283.75	0.004283	4.27	418.72	91.14	0.64
vall	0.0063	Q500	1973.00	273.23	283.38	280.64	284.28	0.003617	4.19	470.33	92.52	0.59
vall	0.0062	Q50	1497.00	272.75	280.72	279.31	282.20	0.005484	5.39	277.61	47.87	0.71
vall	0.0062	Q200	1790.00	272.75	281.58	279.94	283.17	0.005281	5.58	320.73	50.92	0.71
vall	0.0062	Q500	1973.00	272.75	282.09	280.33	283.74	0.005130	5.69	346.93	52.25	0.70
vall	0.006	Q50	1497.00	272.85	280.71	278.98	282.00	0.004320	5.04	297.22	46.61	0.64
vall	0.006	Q200	1790.00	272.85	281.55	279.61	282.98	0.004547	5.30	337.47	50.79	0.66
vall	0.006	Q500	1973.00	272.85	282.06	279.98	283.55	0.004740	5.42	364.30	55.23	0.67
vall	0.0055	Q50	1497.00	272.79	280.57	278.92	281.95	0.004531	5.21	287.36	44.65	0.66
vall	0.0055	Q200	1790.00	272.79	281.45	279.56	282.93	0.005391	5.38	332.52	57.39	0.71
vall	0.0055	Q500	1973.00	272.79	282.02	279.95	283.50	0.005277	5.38	366.49	62.58	0.71
vall	0.0052		Bridge									
vall	0.005	Q50	1497.00	272.79	278.11	278.92	281.66	0.018974	8.34	179.56	43.34	1.31
vall	0.005	Q200	1790.00	272.79	278.66	279.57	282.61	0.018536	8.81	203.17	43.61	1.30
vall	0.005	Q500	1973.00	272.79	278.98	279.95	283.18	0.018315	9.08	217.35	43.77	1.30
vall	0.0049	Q50	1497.00	272.66	280.03	278.34	281.21	0.004016	4.80	311.65	51.21	0.62
vall	0.0049	Q200	1790.00	272.66	280.86	278.92	282.16	0.003895	5.05	354.51	51.83	0.62
vall	0.0049	Q500	1973.00	272.66	281.32	279.26	282.71	0.003895	5.21	378.34	52.16	0.62
vall	0.0048	Q50	1497.00	272.50	279.99	278.45	281.16	0.004103	4.78	312.98	54.50	0.64
vall	0.0048	Q200	1790.00	272.50	280.84	279.01	282.10	0.003847	4.97	359.84	55.25	0.62
vall	0.0048	Q500	1973.00	272.50	281.31	279.34	282.65	0.003789	5.11	385.89	55.66	0.62
vall	0.0047	Q50	1497.00	271.53	278.68	278.24	280.75	0.007984	6.37	234.88	44.74	0.89
vall	0.0047	Q200	1790.00	271.53	279.61	278.91	281.73	0.007068	6.45	277.36	46.86	0.85
vall	0.0047	Q500	1973.00	271.53	280.00	279.30	282.27	0.007135	6.67	295.90	47.75	0.86

alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

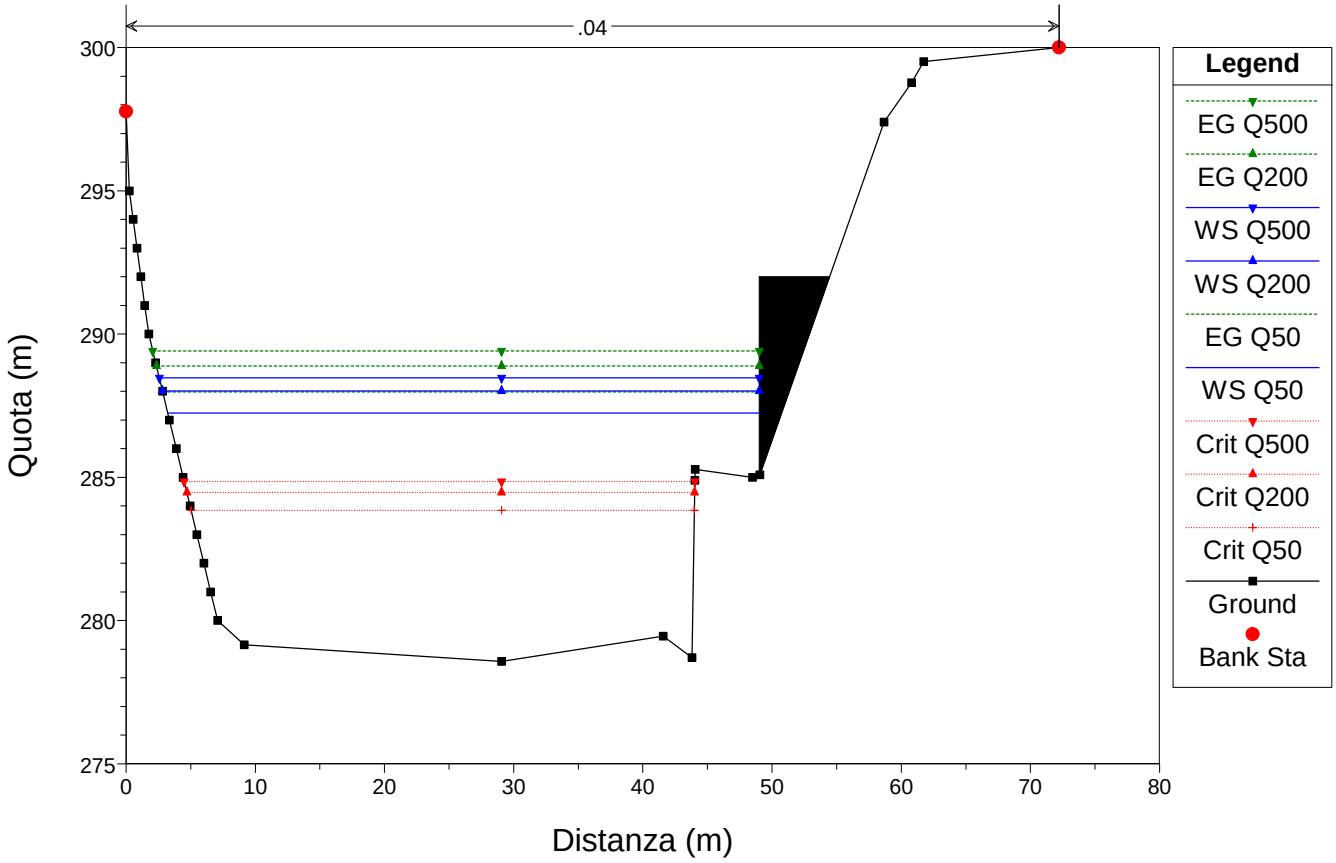
River = scrivia Reach = vall RS = 0.01 SCR 1



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

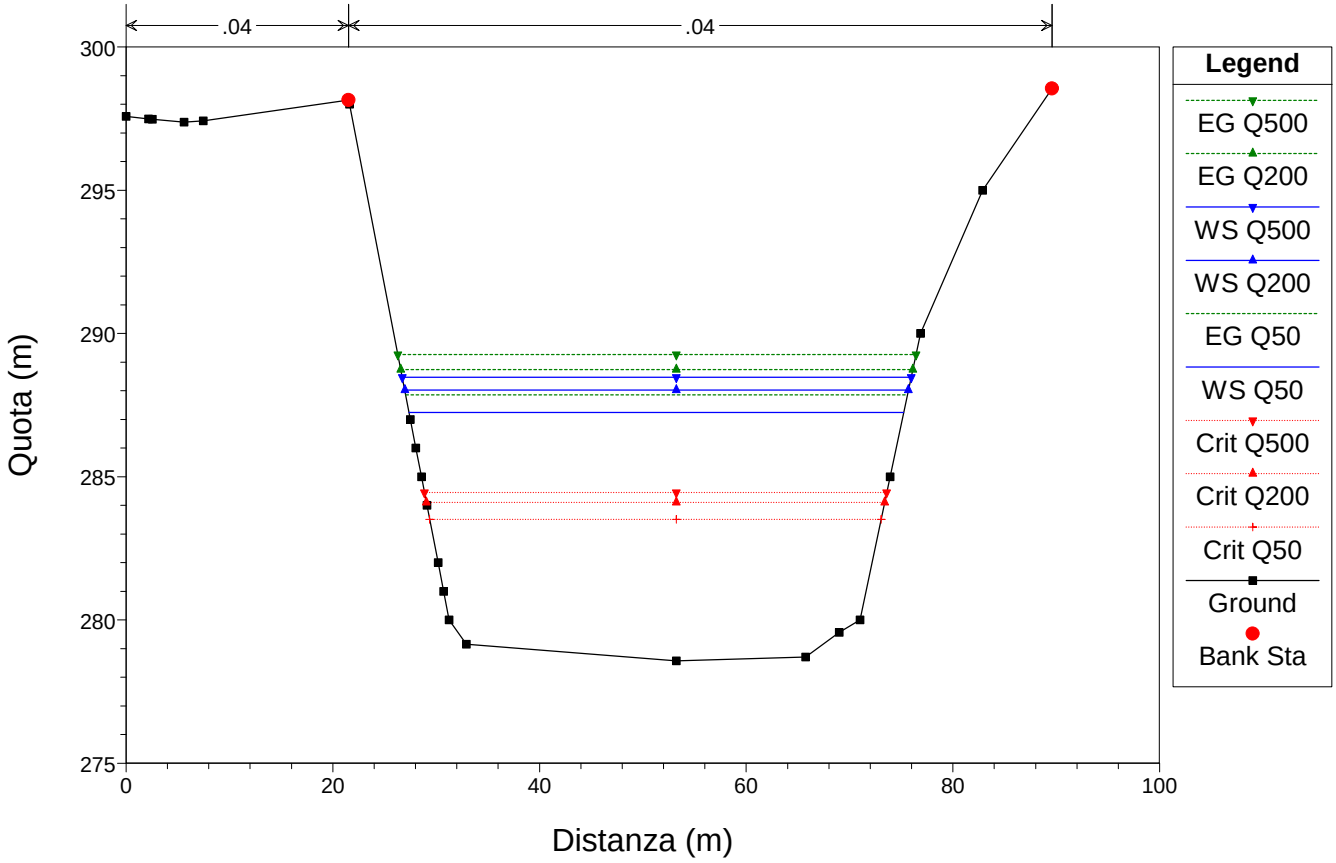
River = scrivia Reach = vall RS = 0.009 SCR2



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

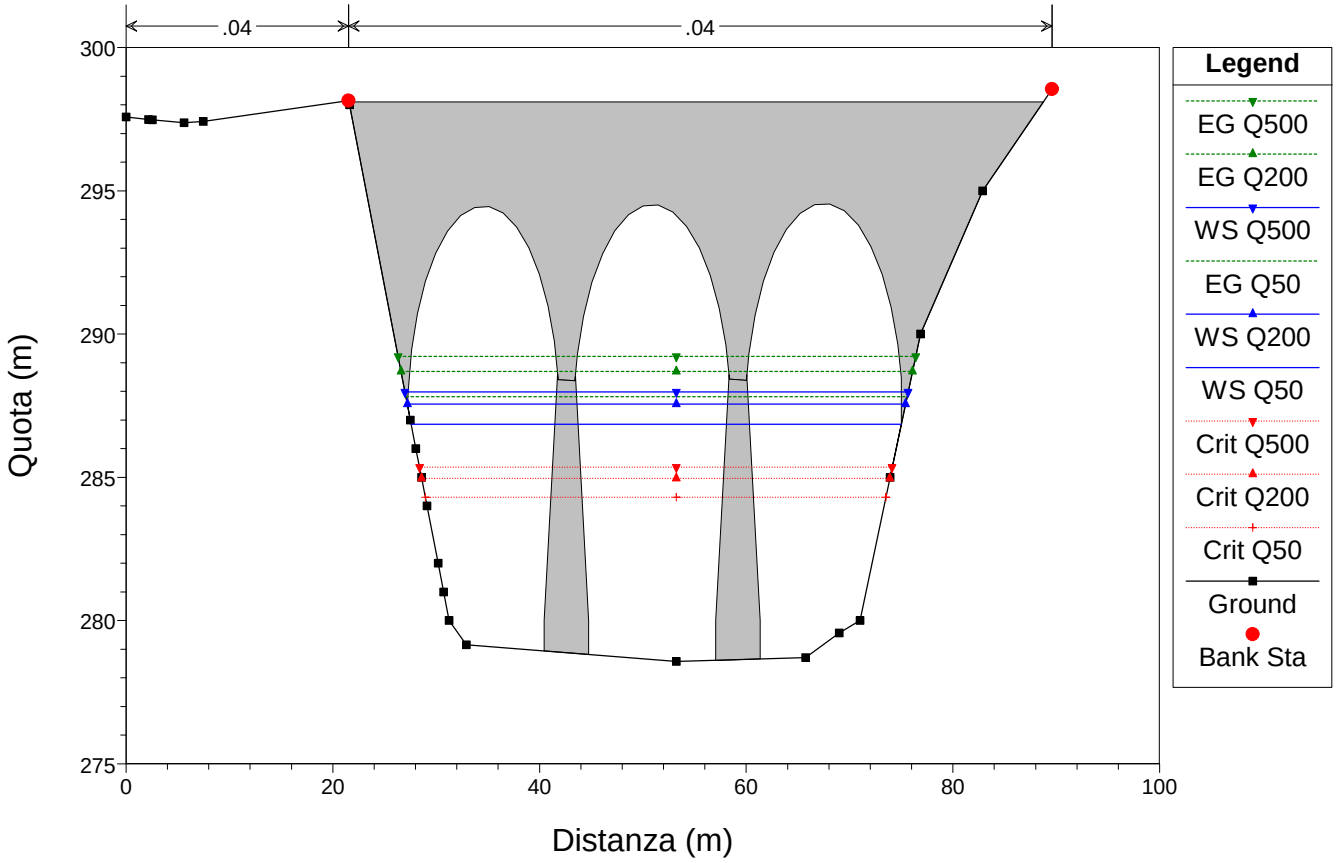
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0085 0.0085 SCR3 monte ponte



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

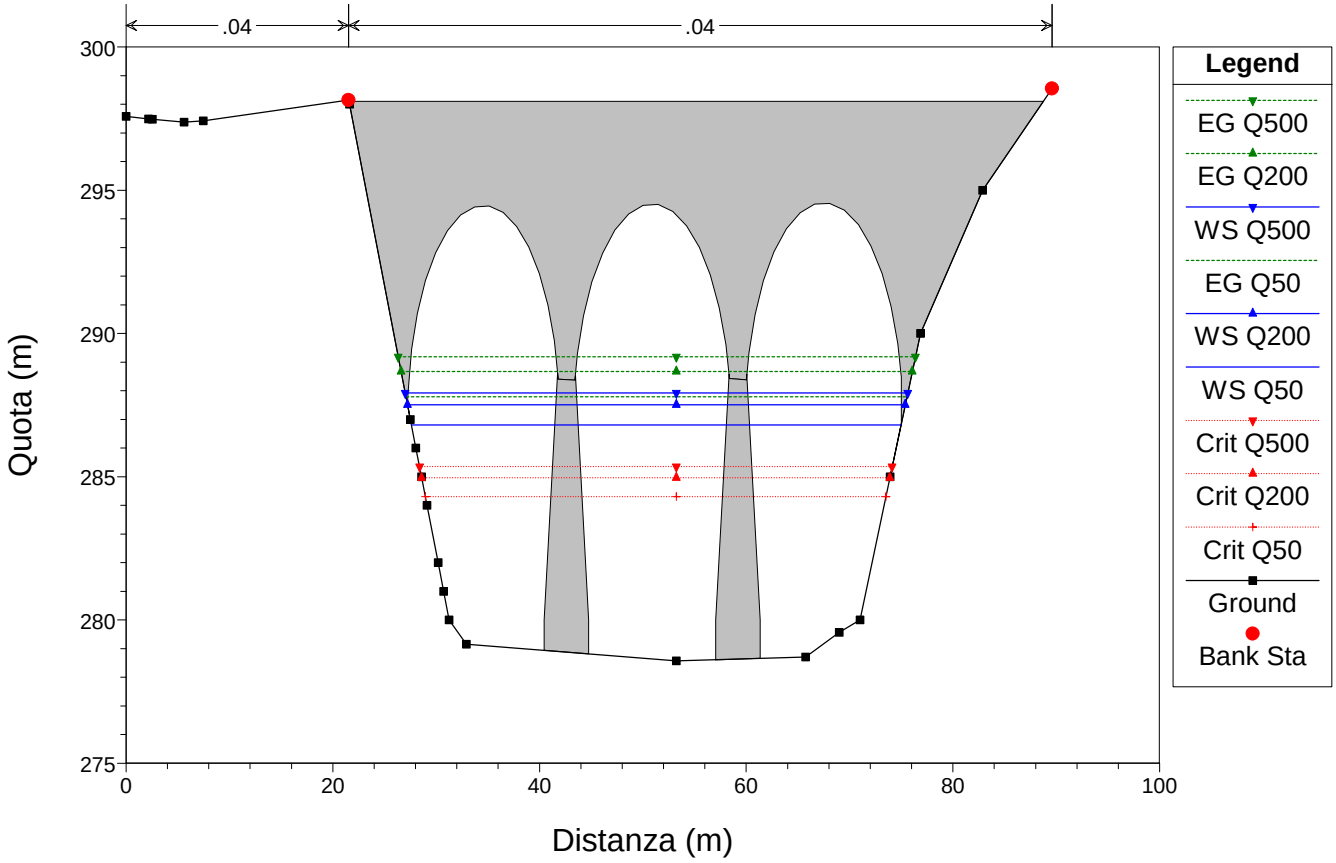
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0082 BR 0.0082



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

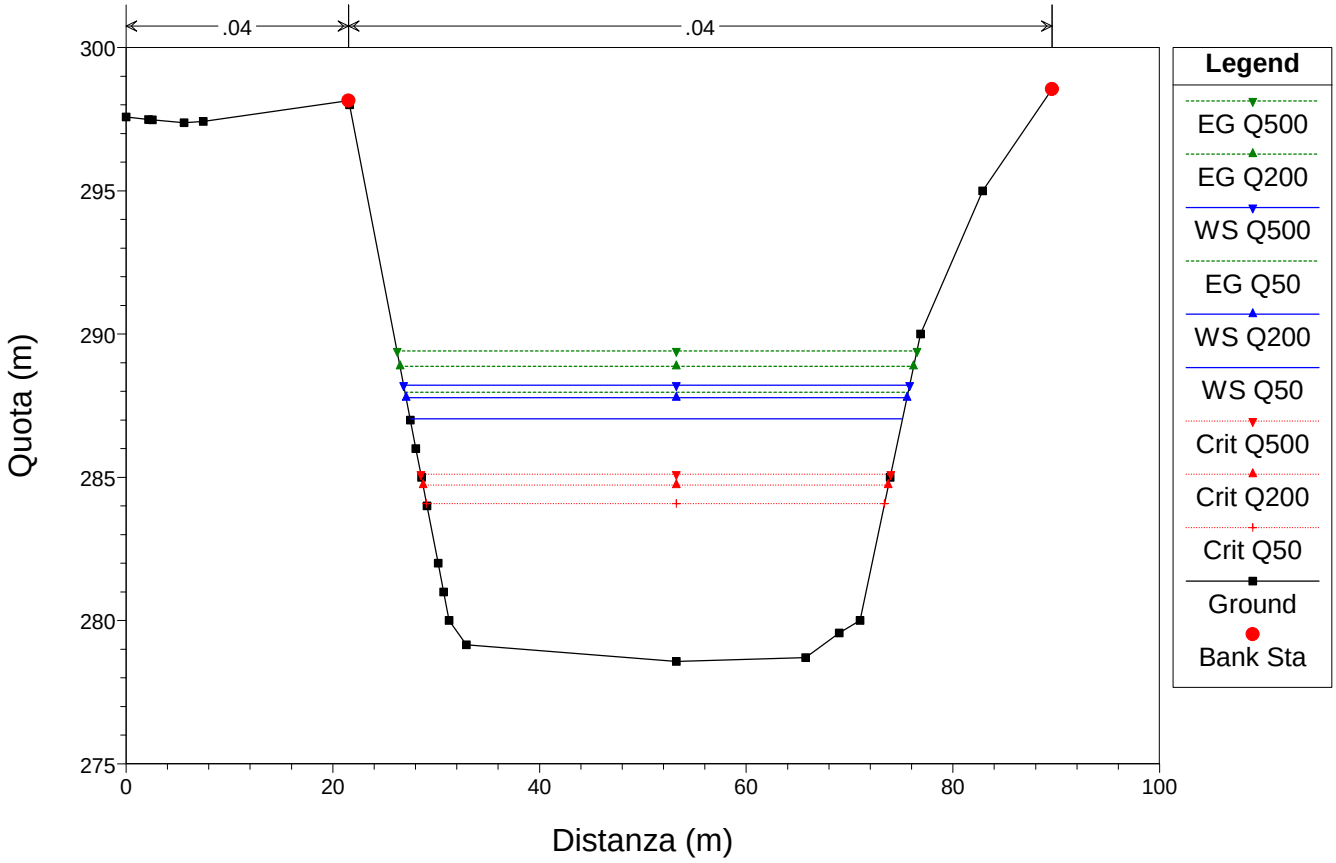
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0082 BR 0.0082



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

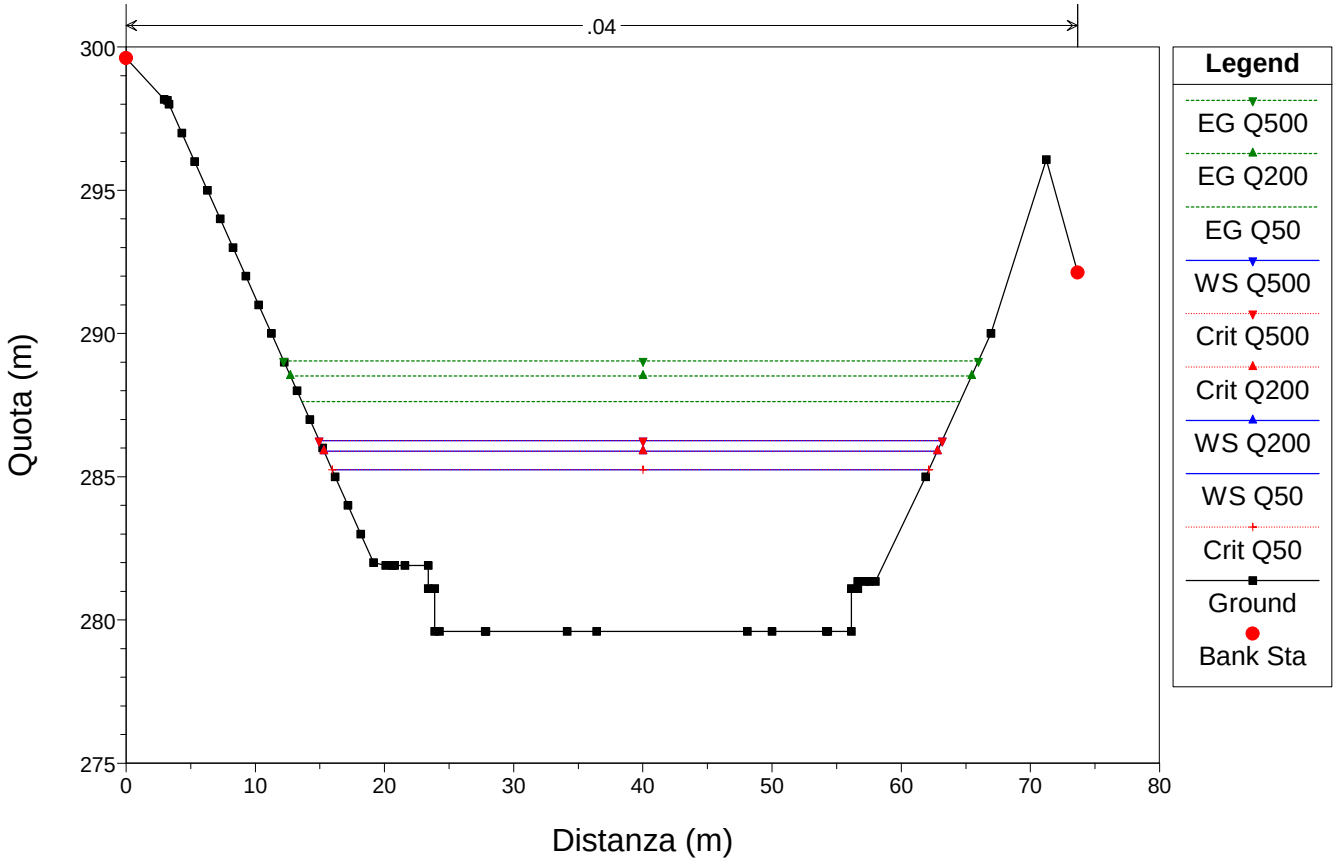
River = scrivia Reach = vall RS = 0.008 0.008 SCR 3 bis valle ponte



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

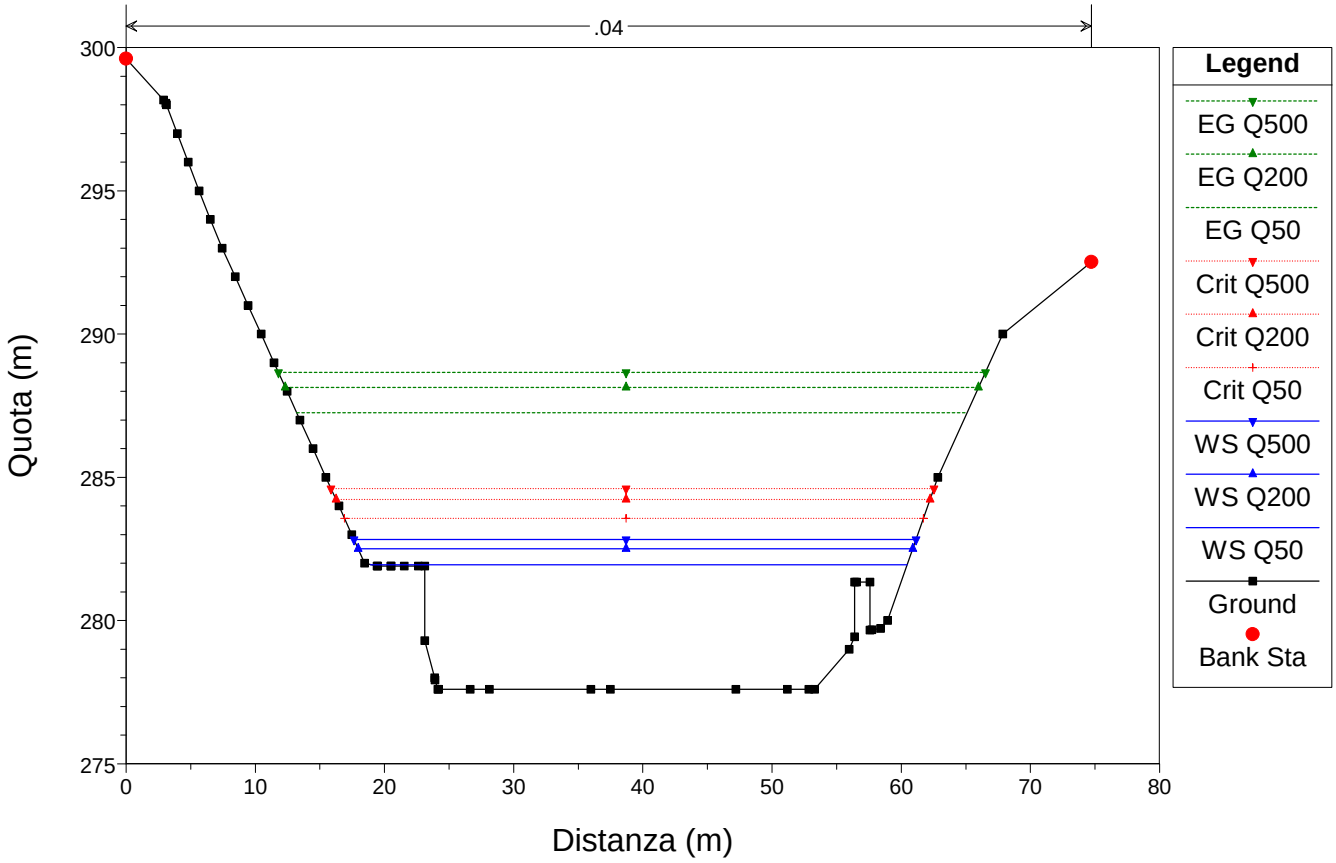
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0075 SCR 4 briglia



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

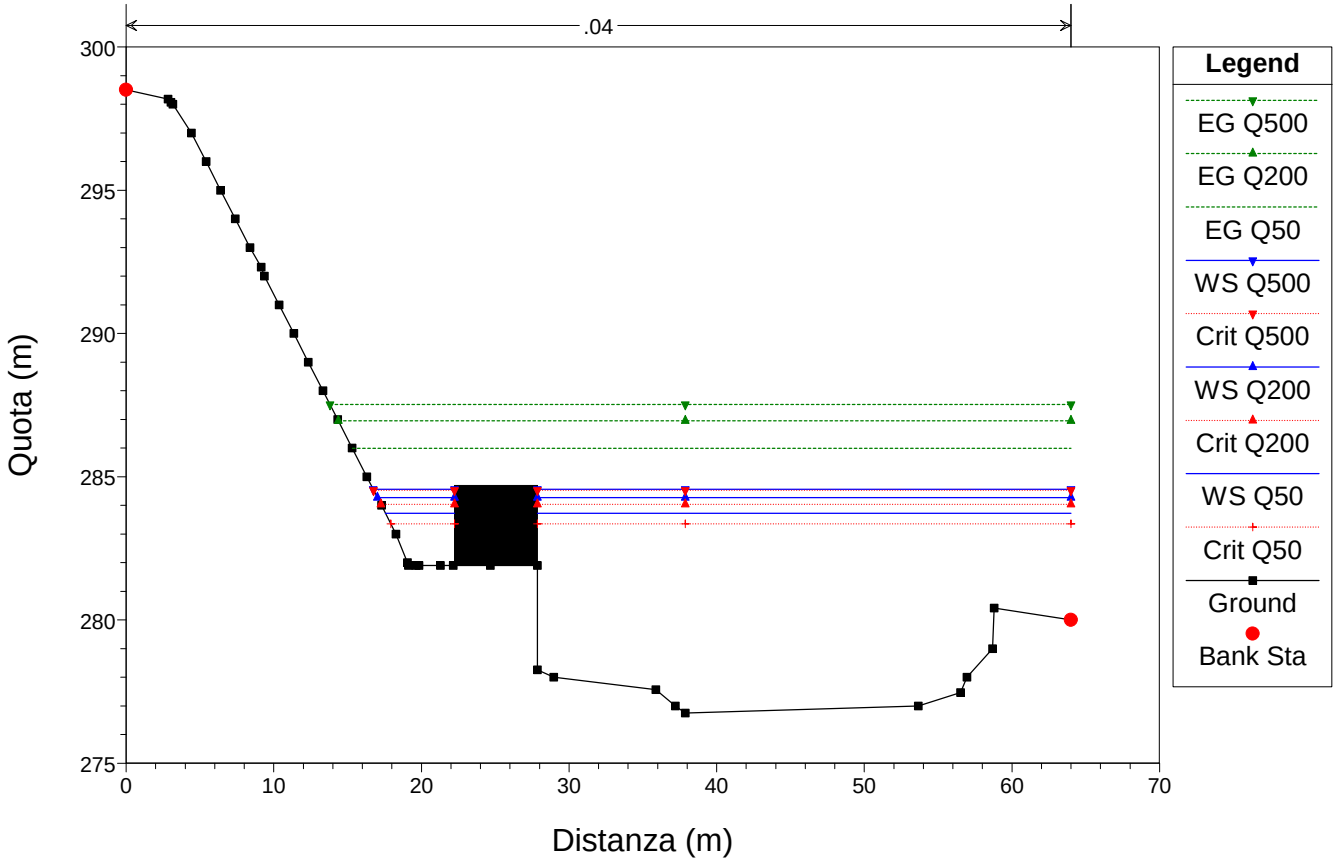
River = scrivia Reach = vall RS = 0.007 SCR 5 piede briglia



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

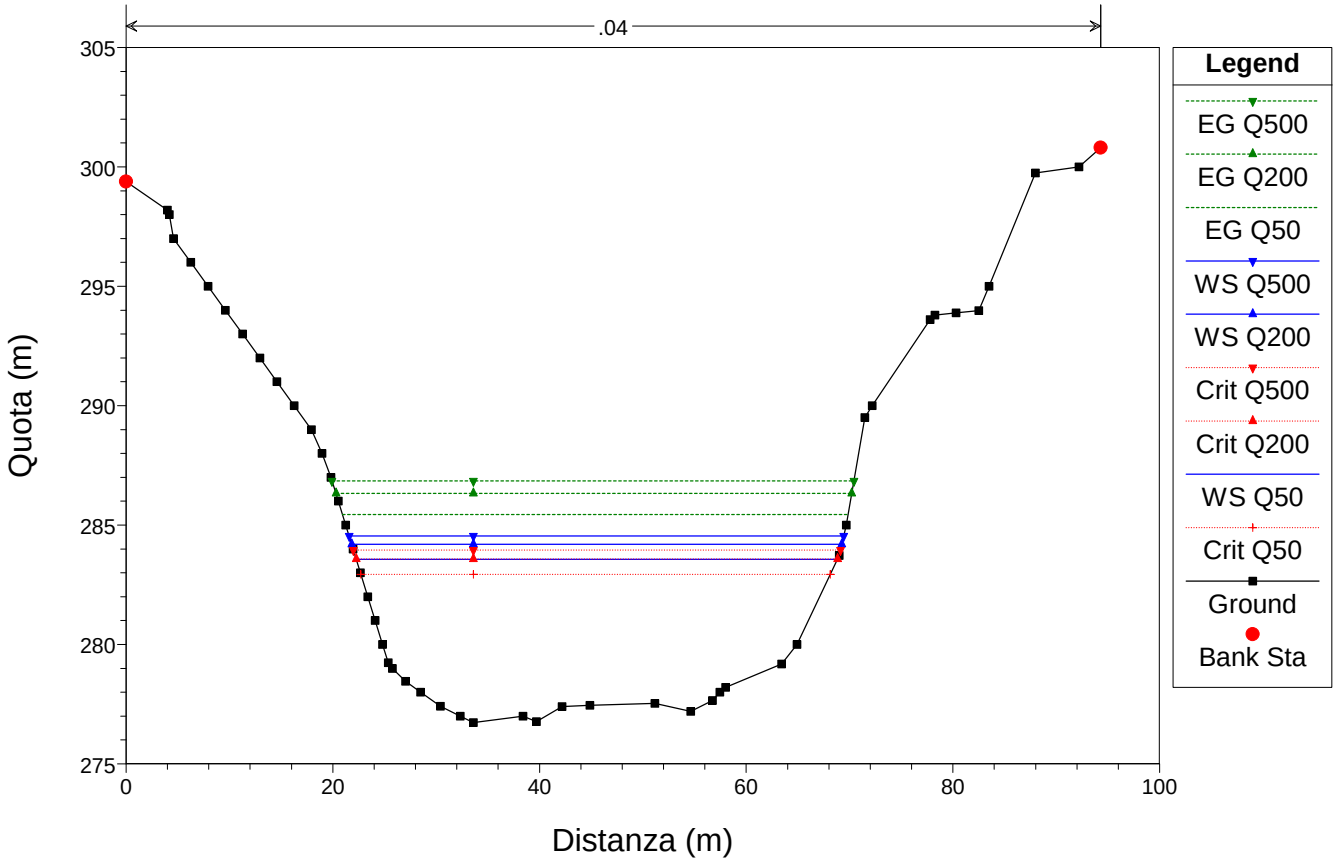
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0069 SCR 6 - monte affluente vobbietta



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

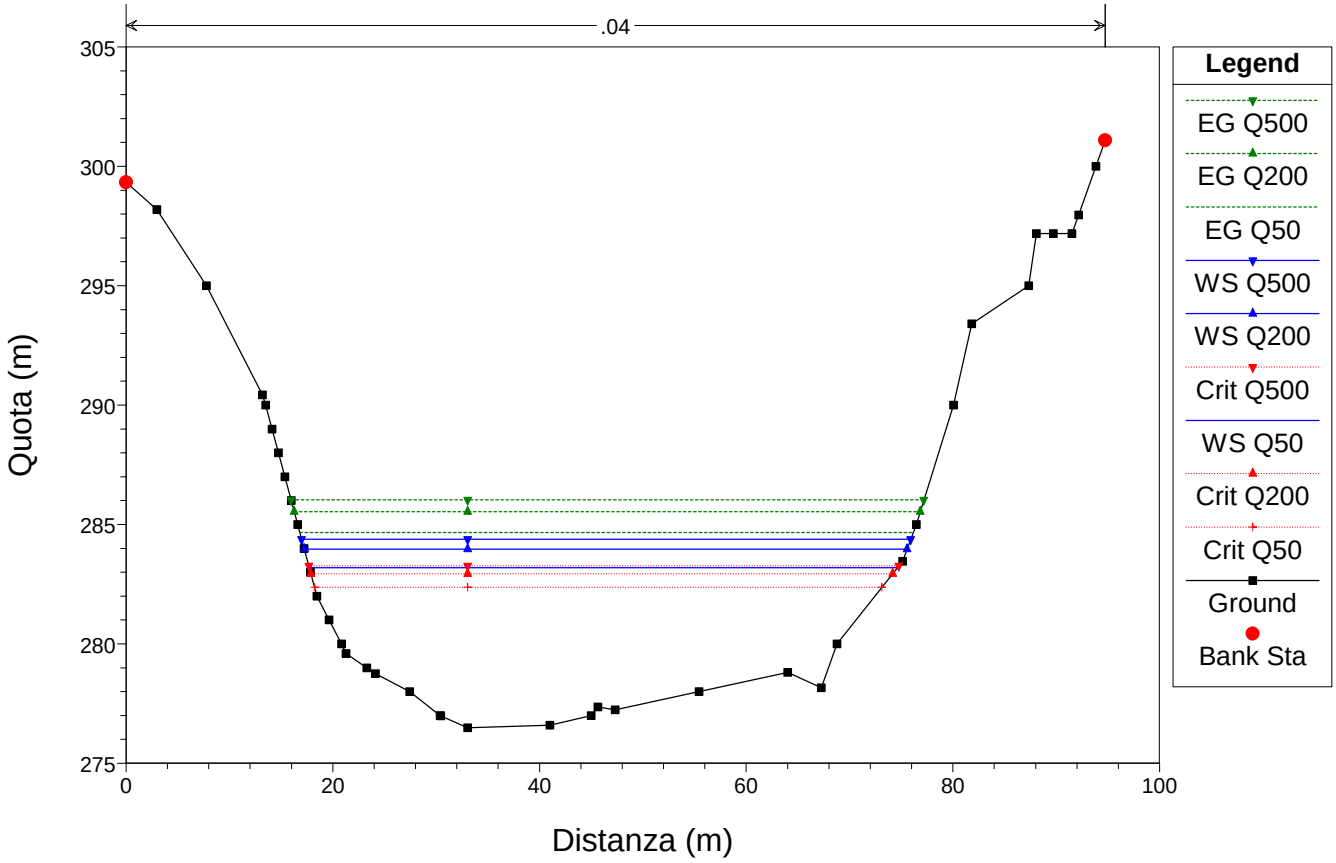
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0068 SCR 7



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

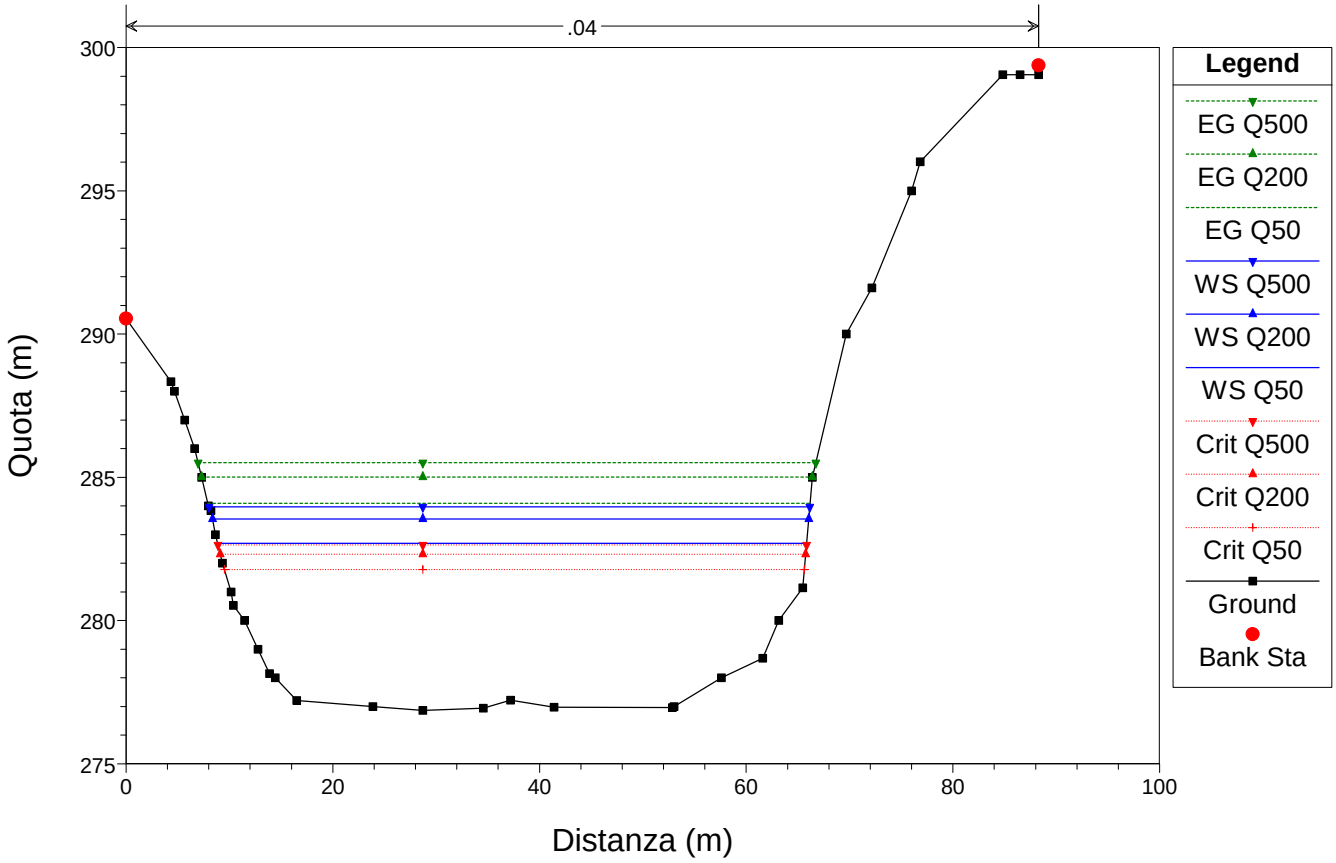
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0067 SCR 8



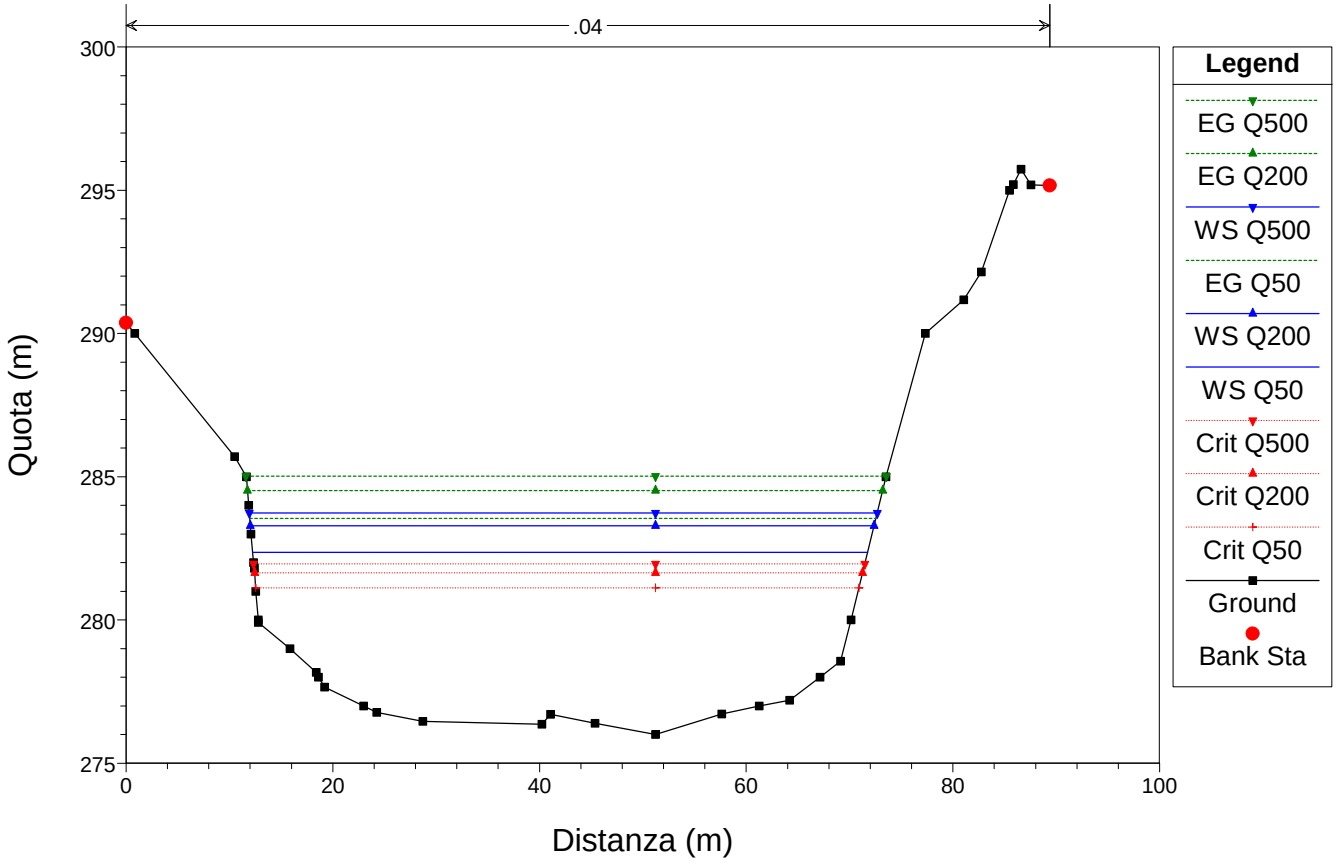
alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

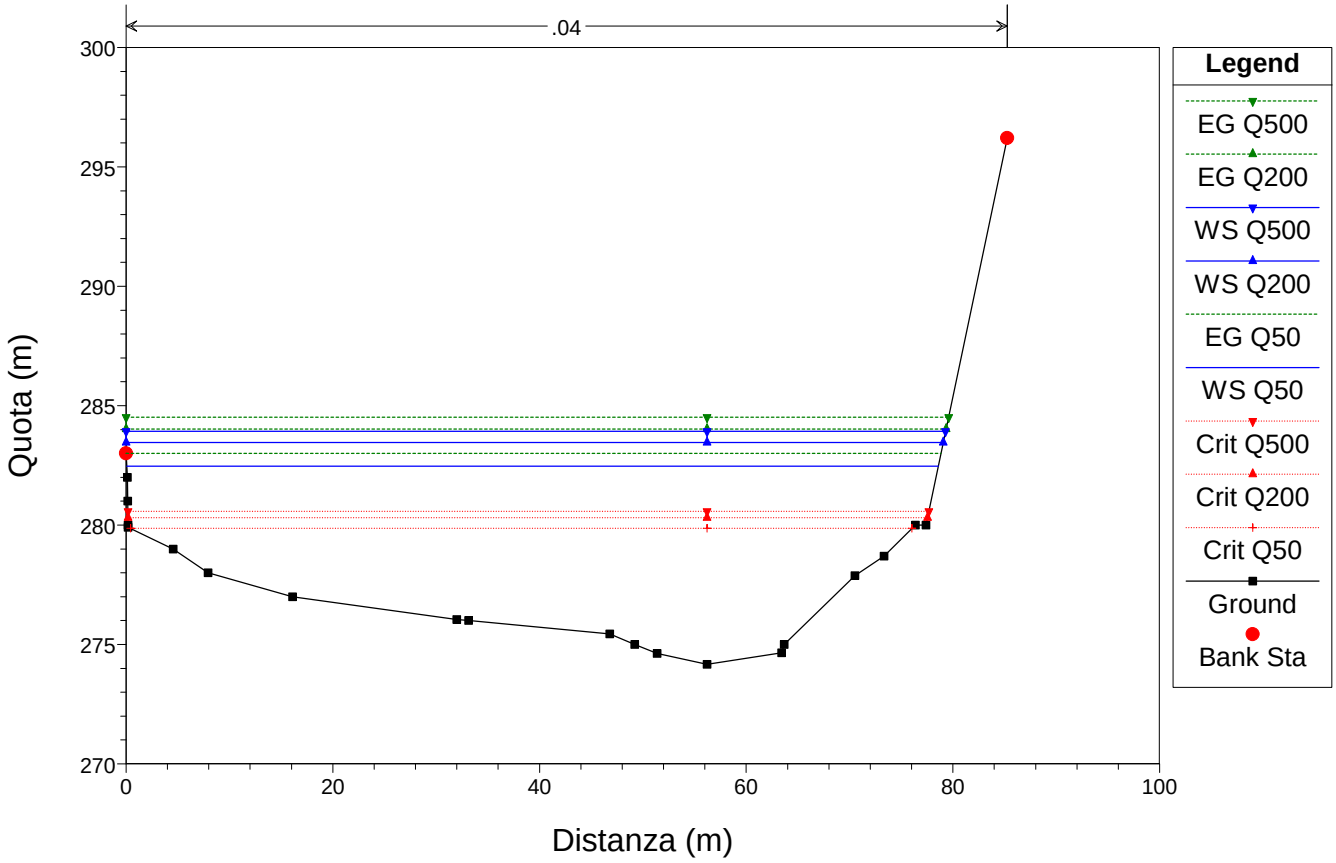
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0066 SCR 9



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto
Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0065 SCR 10



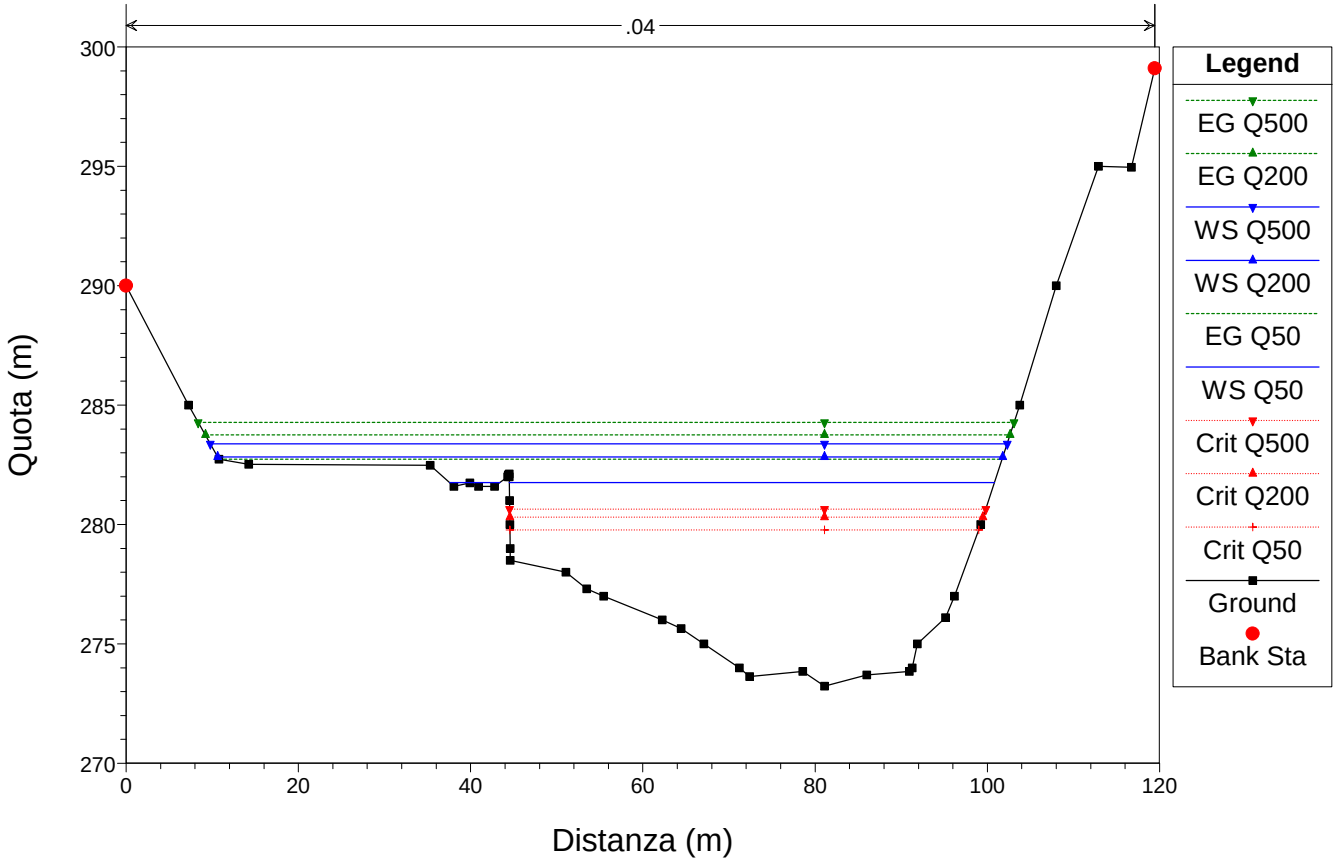
alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto
Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0064 SCR 11



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

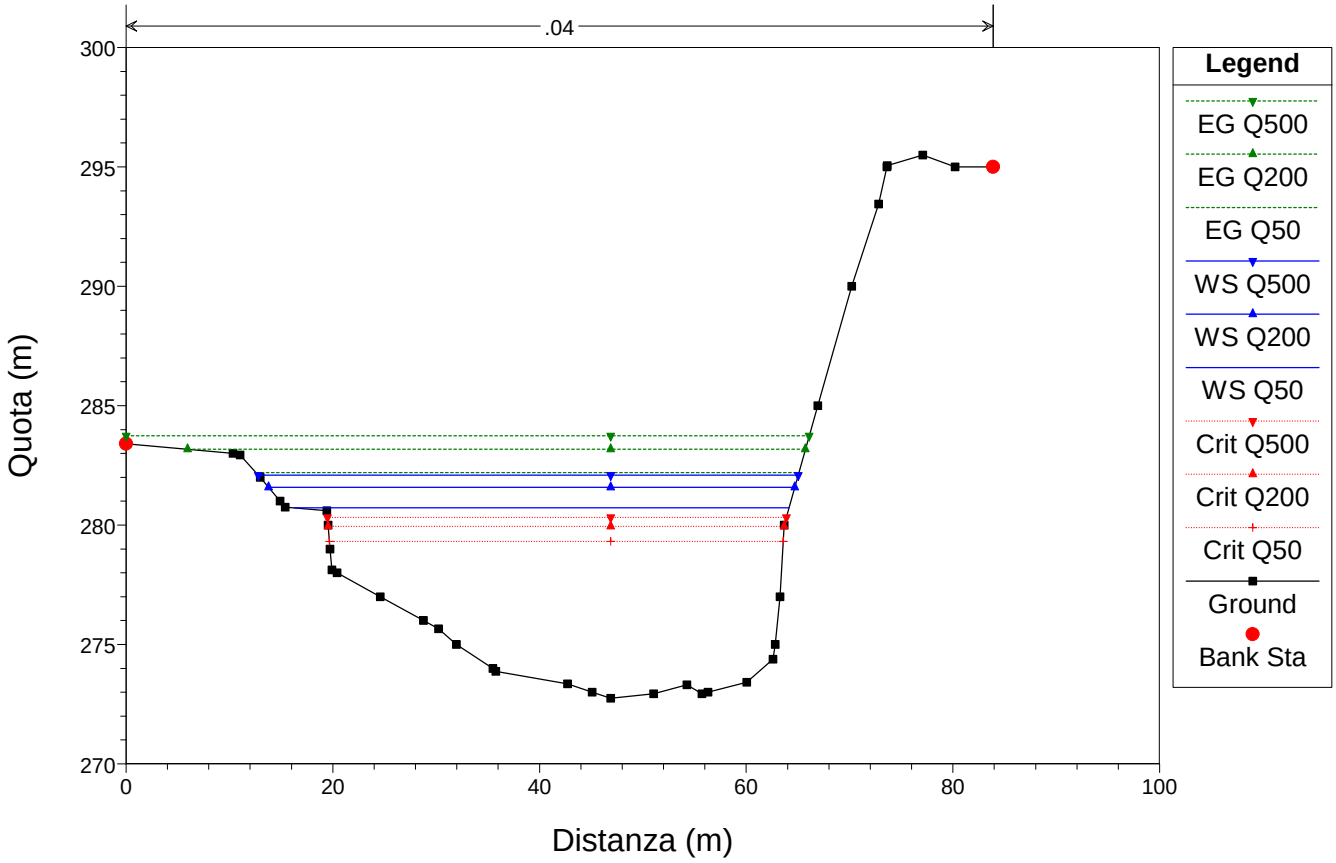
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0063 SCR 12



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

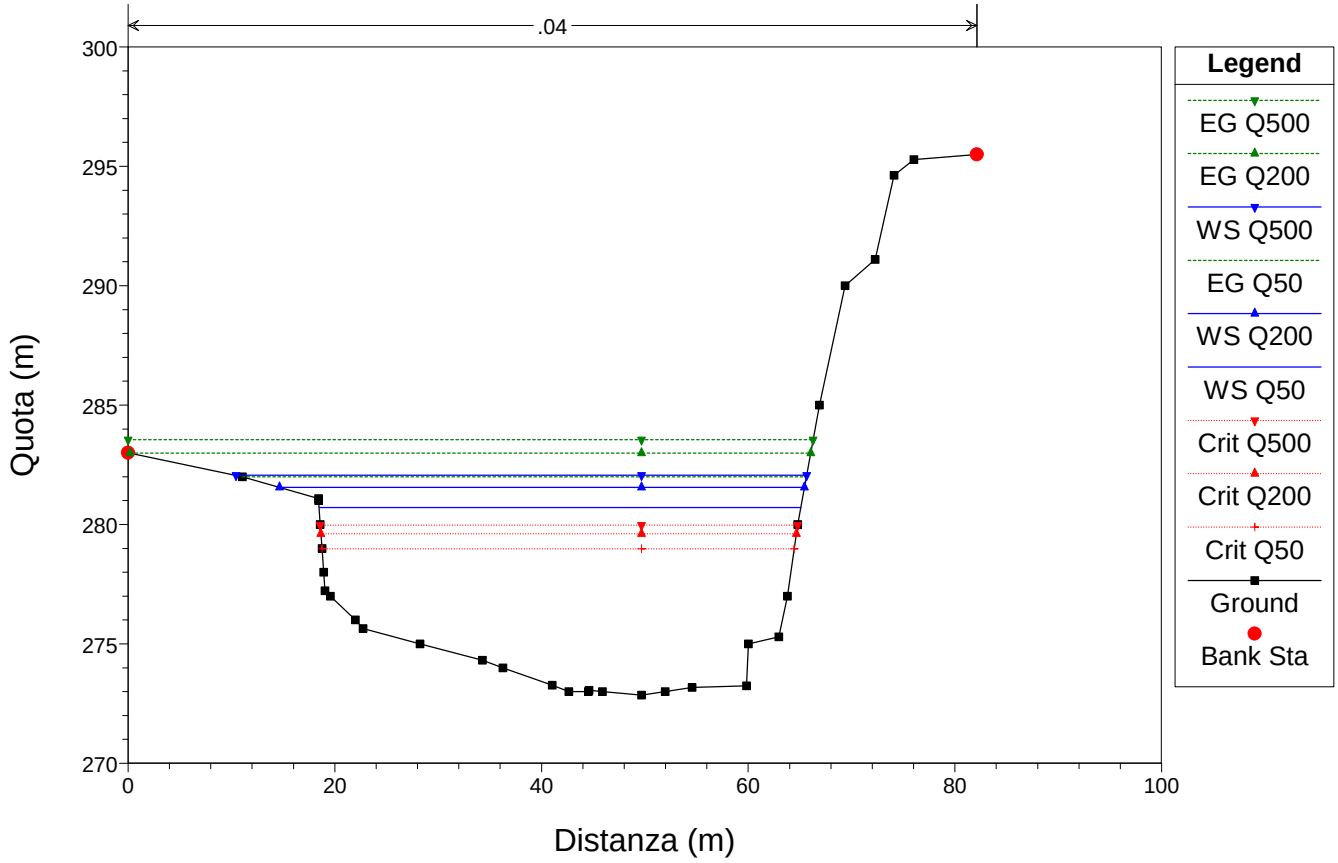
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0062 SCR 13



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

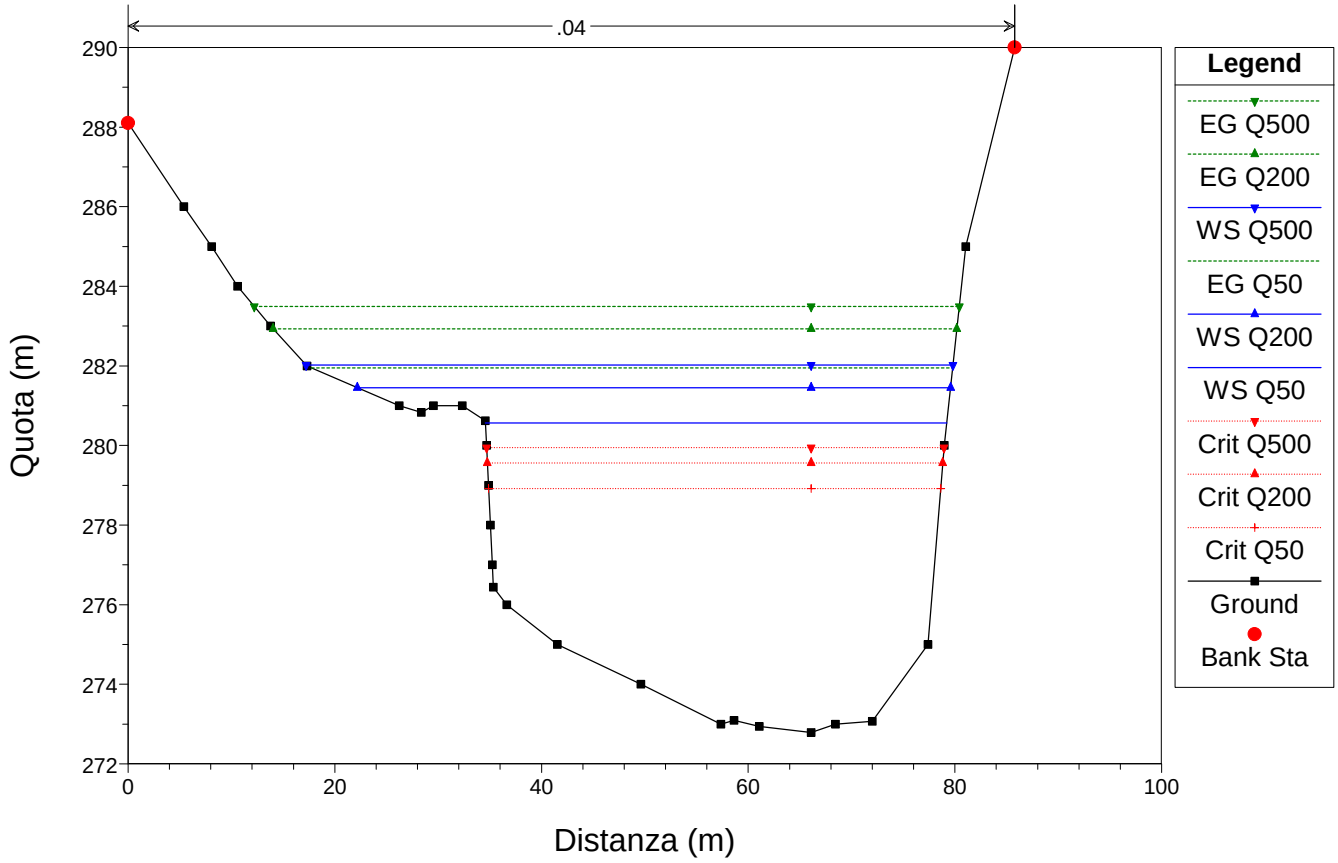
River = scrivia Reach = vall RS = 0.006 SCR 14



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

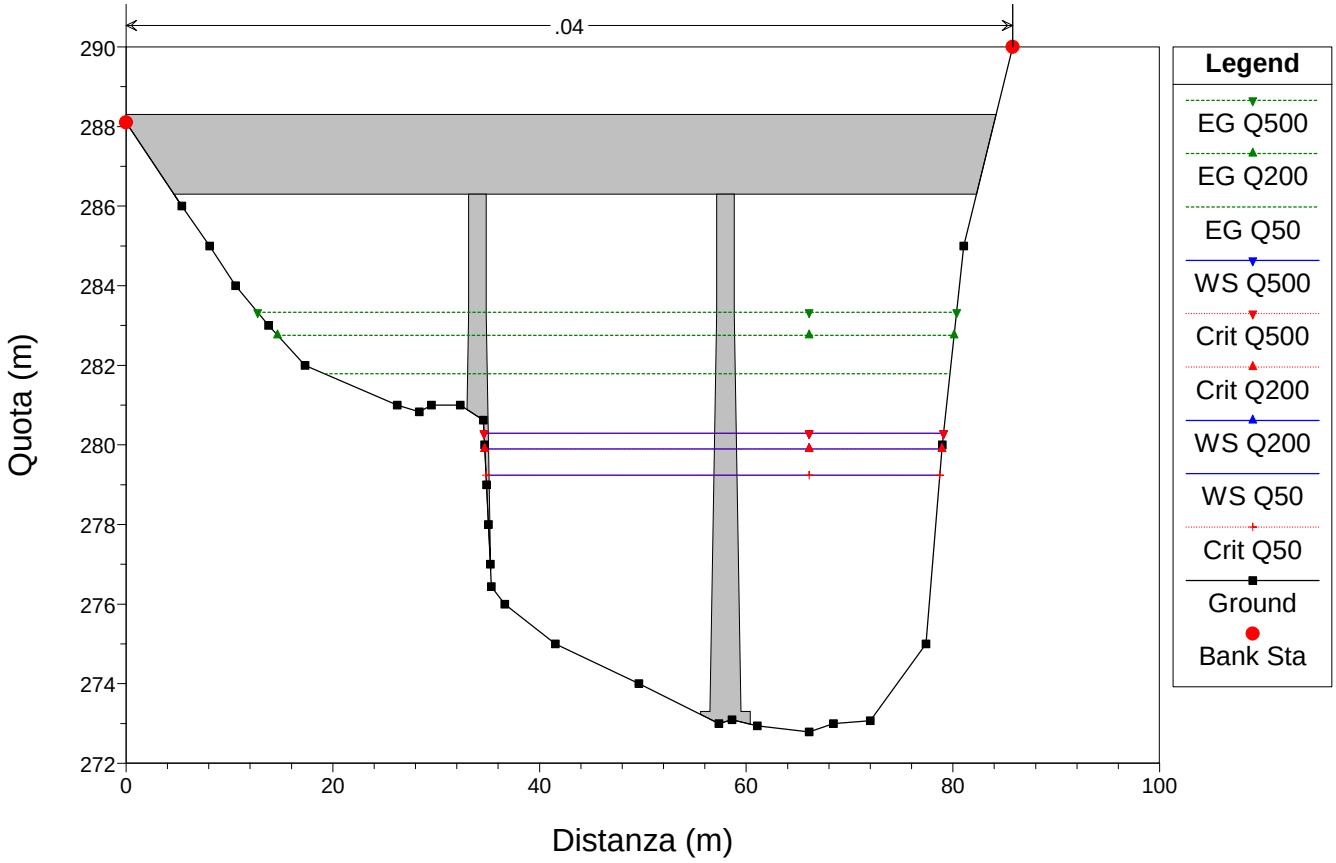
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0055 0.0055 SCR 15



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

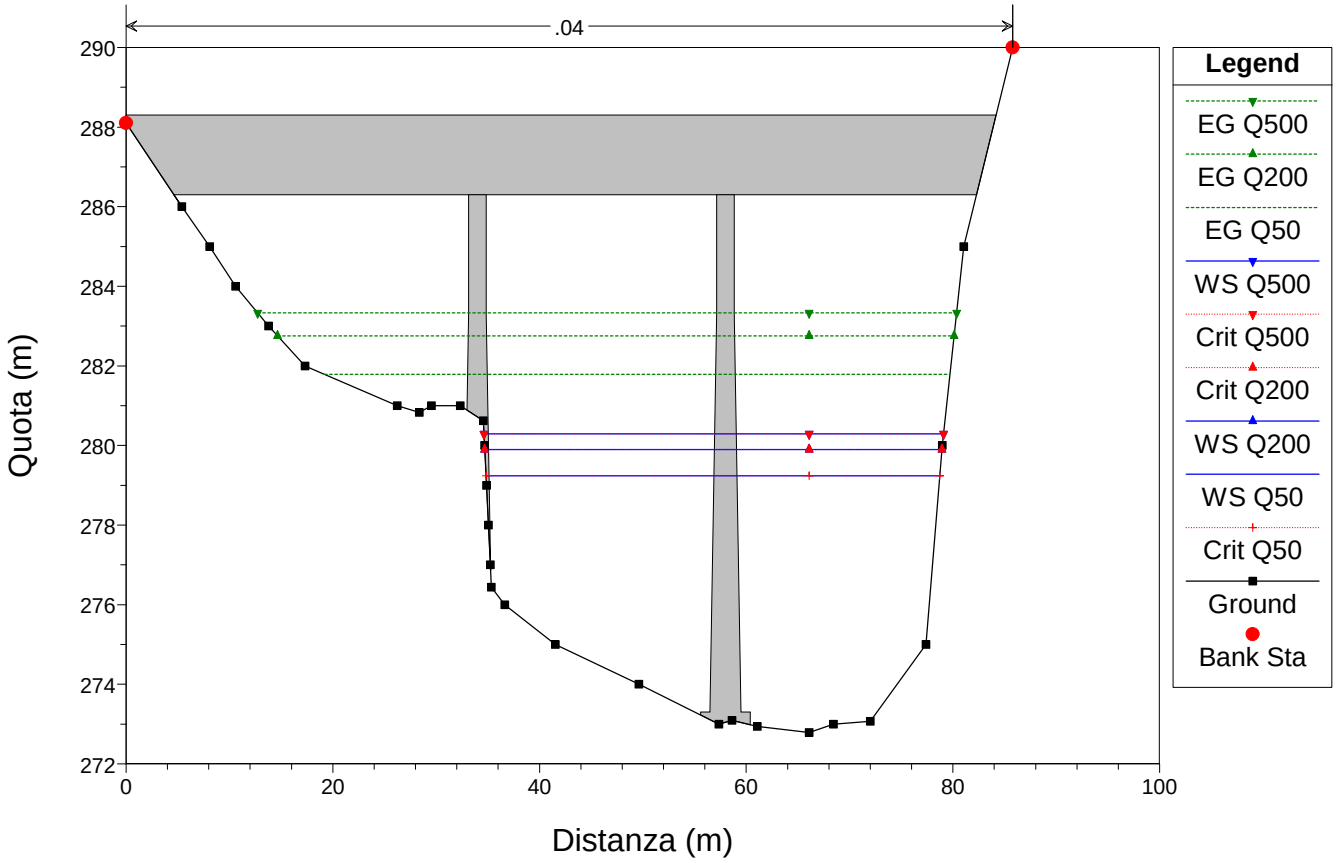
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0052 BR 0.0052



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

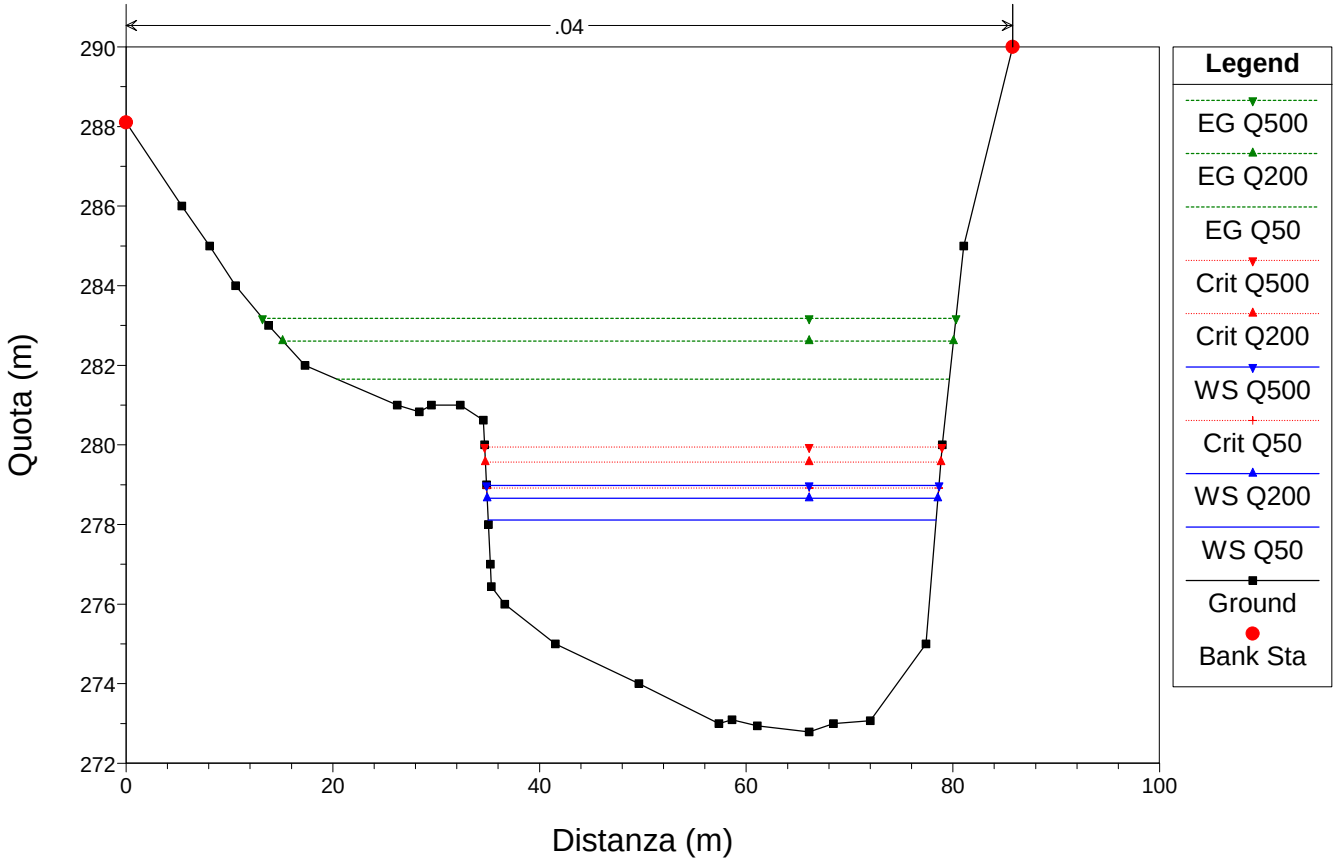
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0052 BR 0.0052



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

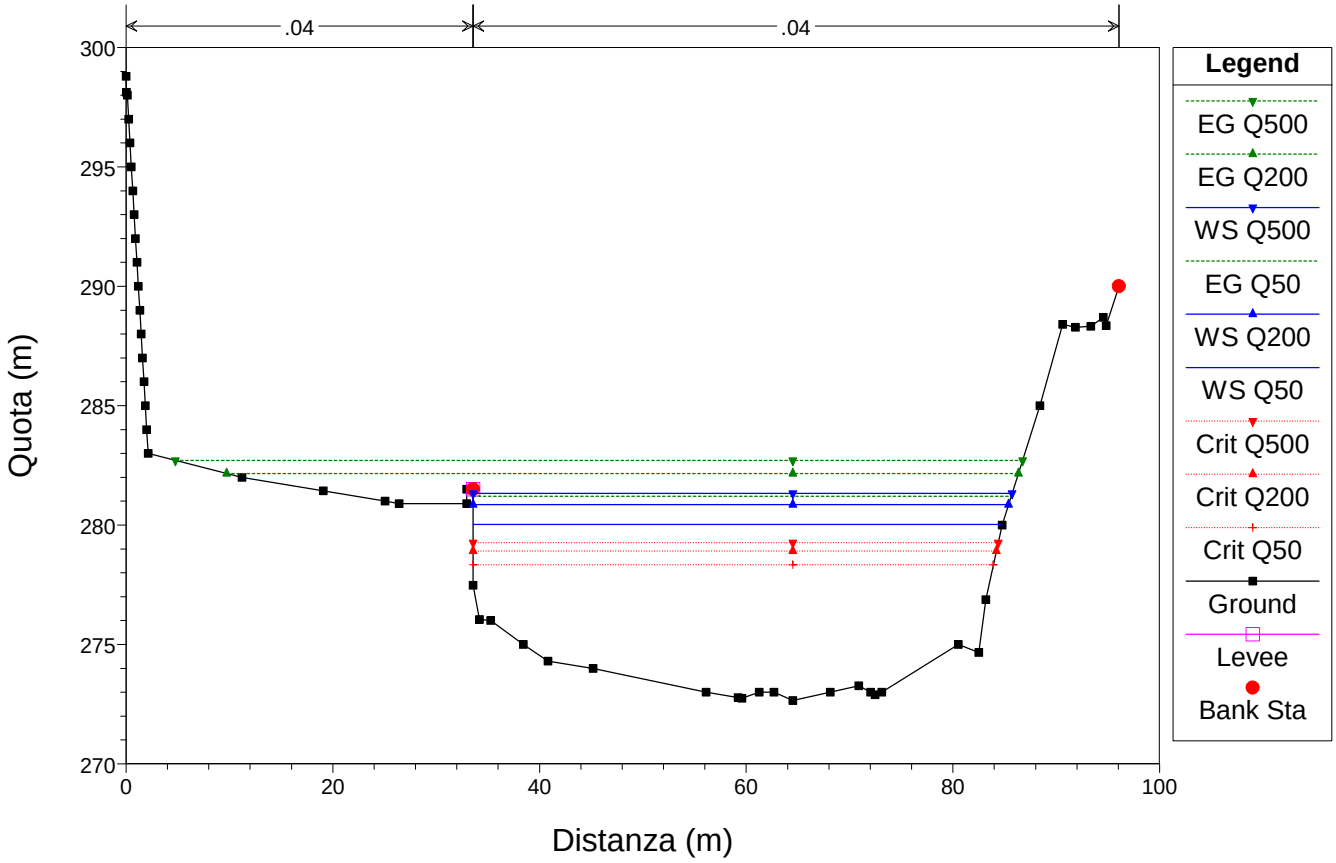
River = scrivia Reach = vall RS = 0.005 0.005 SCR 15bis



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

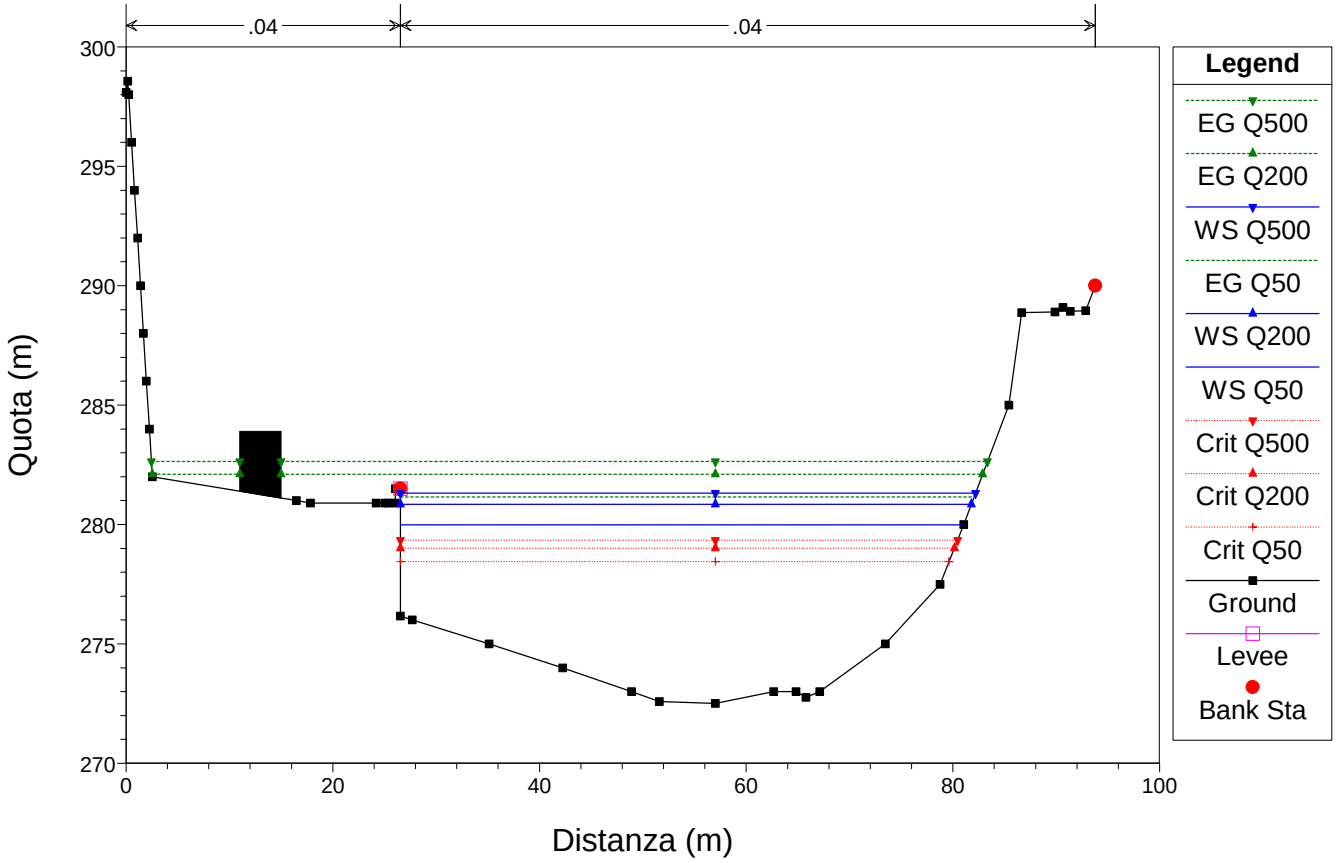
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0049 SCR 16



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

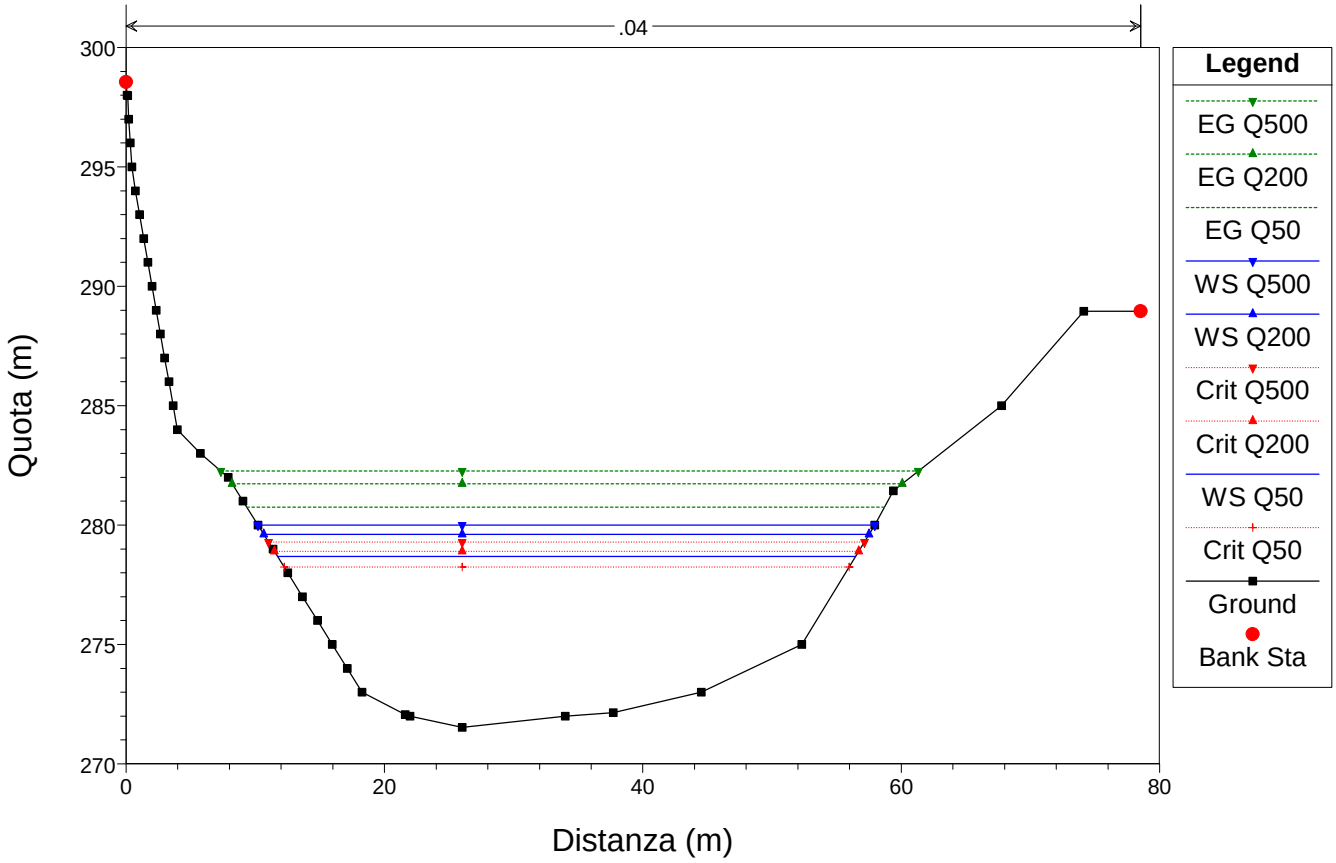
River = scrivia Reach = vall RS = 0.0048 SCR 17



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

River = scrivia Reach = vall RS = 0.0047 SCR 18



alta valle scrivia Plan: Scrivia rilievo remna progetto

Geom: scrivia pdb e rilievo remna progetto Flow: portate_revH_apr2012

