

PROPONENTE:

REPOWER
L'energia che ti serve.

PROGETTAZIONE:

Dott. Geol. Alberelli Gianpiero
P.za Milano 2, 17024 Finale Ligure (SV)
C.F. LBRGPR51A08L175A



N°COMMESSA:
1454

IMPIANTO EOLICO "CRAVAREZZA"
REGIONE LIGURIA – PROVINCIA DI SAVONA
COMUNI DI CALICE LIGURE (PARCO EOLICO), MALLARE (PARCO EOLICO CAVIDOTTI E SSEU)
ORCO FEGLINO E ALTARE (CAVIDOTTI)

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO: Studio idraulico area SSE Terna

CODICE ELABORATO
1454_R25

NOME FILE:
1454_R25_Studio idraulico area SSE Terna

0	01/2024	1° Emissione	AG	MS	MS
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICA	APPROVATO

CARTIGLIO REV.00

COPYRIGHT REPOWER RENEWABLE S.p.a. TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI A NORMA DI LEGGE

**Comune di Mallare
Provincia di Savona**

Corso d'acqua Torrente Conservola - Studio Idraulico finalizzato alla verifica di pericolosità idraulica dell'area di intervento della "Stazione Terna" in sponda sinistra al corso d'acqua in prossimità della confluenza con il Fiume Bormida.

Integrazione alla "INDAGINE GEOLOGICA" per la realizzazione della "Stazione di Trasformazione 380/132/36 KV - Località Peirano Comune di Mallare inserita nel progetto del Parco Eolico Cravarezza Comune di Calice Ligure (Savona)

Tecnico incaricato:

Dott. Geol. ALBERELLI GIANPIERO

PROPONENTE

REPOWER

(contratto n. 23-001289(2.1.2.2*))

Referente per la Committenza : Ing. Mara Scalvini - Project Manager.

Data:Luglio 2023

Timbro del Tecnico:

**ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI
DELLA REGIONE LIGURIA N. 599/AP**



**Dott. Geol. ALBERELLI GIANPIERO LBRGPR51A08L175A
P.za Milano 2, 17024 Finale ligure (SV)e-mail: gpalbe@libero.ittel. 345.84**

1) PREMESSA	1
2) CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E GEOLOGICHE DEL BACINO IDROLOGICO	3
	7
4) CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DELL'ALVEO	10
5) VALUTAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO	11
a) Portate di progetto torrente Conservola	11
b) Portate di progetto fiume Bormida di Mallare	18
6) CARATTERISTICHE TECNICHE DELLO STUDIO IDRAULICO	17
6.1 Schema di moto	17
6.2 Modello matematico	17
6.3 Condizioni al contorno	19
6.4 Parametro di scabrezza	20
6.5 Coefficienti di contrazione ed espansione	21
6.6 Trasporto solido	21
6.7 Franchi di sicurezza	22
7) ANALISI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA	22
7.1 Pericolosità idraulica dal Torrente Conservola	22
7.2 Pericolosità idraulica dal Fiume Bormida di Mallare	24
8) CONSIDERAZIONE CONCLUSIVE	25

Sezioni e Tabelle verifica Idraulica

(da pag. 27 a pag.46)

Ubicazione Sezioni su C.T.R.e Fotografie

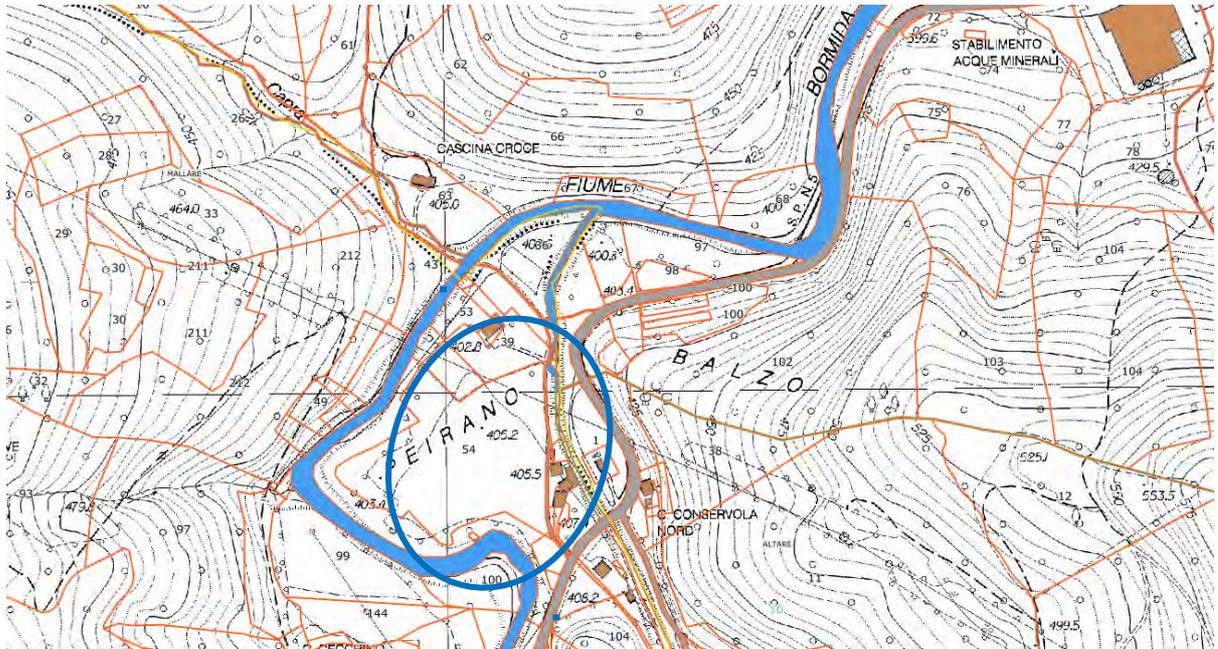
(da pag. 47 a pag. 58)

1) **PREMESSA**

In comune di Mallare località Peirano sui terreni individuati a Catasto al Foglio 5 mappali 39, 52, 54, si intendere realizzare una Stazione di Trasformazione 380/132/36 KV inserita nel progetto del Parco Eolico Cravarezza Comune di Calice Ligure (Savona).

L'intervento è previsto su di un areale subpianeggiante di fondovalle posto all'interfluvio tra il Fiume Bormida di Mallare e il Torrente Conservola e ricade in sinistra orografica al Torrente Conservola e in destra orografica al Fiume Bormida di Mallare. In entrambi i casi si tratta di corsi d'acqua del primo livello. Il Fiume Bormida di Mallare, nel tratto in fregio al sito di intervento, è stato parzialmente oggetto di studi idraulici il cui esito è riportato nella cartografia tematica del P.A.I. del Fiume Po e nella cartografia allegata alla D.G.R. n. 428/2021.

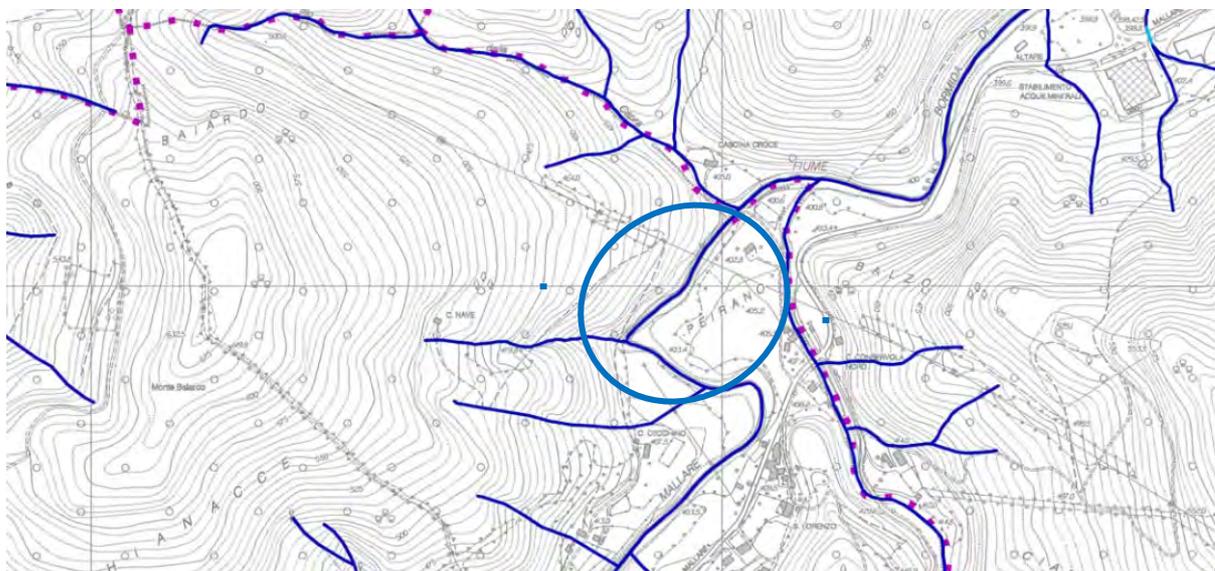
Il Torrente Conservola è invece corso d'acqua non interessato da studi idraulici di Piano.



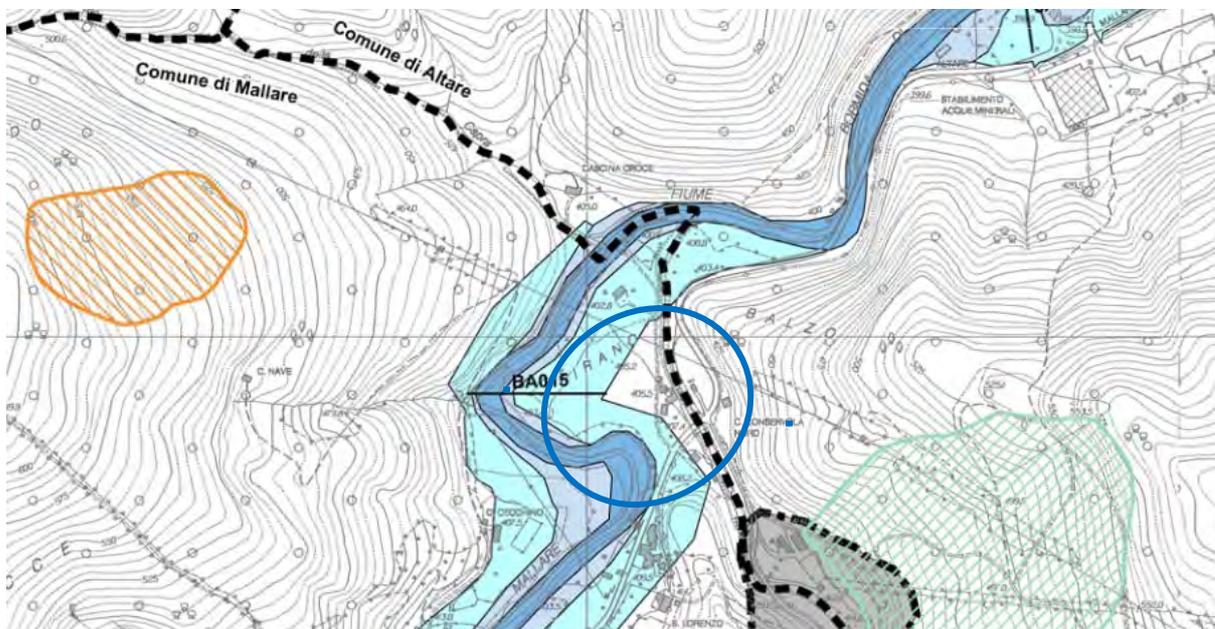
Con riferimento alla Carta del Reticolo Idrografico Regionale, adottato con D.G.R. n. 507 del 21/06/2019, entrambi i corsi d'acqua appartengono al reticolo idrografico regionale significativo.

Per il tratto di Fiume Bormida di Mallare posto in fregio al sito di intervento risultano perimetrare le fasce di inondabilità con tempi di ritorno pari a $Tr=50$, $Tr=200$, $Tr=500$ anni identificate rispettivamente con le sigle $Pi3$, $Pi2$, $Pi1$. Per il torrente Conservola, corso d'acqua non indagato, ai sensi della DGR Regione Liguria n. 428/2021 orre fare riferimento ad una fascia di rispetto di ampiezza pari a 40 metri dal limite di sponda o dal limite demaniale se più esterno alla sponda.

Riguardo al Fiume Bormida di Mallare l'areale di intervento ricade prevalentemente in fascia di inondabilità cinquecentennale Pi1 e secondariamente in area non inondabile.



Riguardo al Torrente Conservola l'areale di intervento ricade parzialmente entro la fascia di rispetto di 40 metri e all'esterno dell'area storicamente inondata perimetrata in alveo e lungo i versanti per un significativo tratto di corso d'acqua posto a monte dell' asta torrentizia sviluppata sulla piana di interfluvio.



L'areale per cui sono previsti interventi edilizi, si svilupperà all'esterno delle fasce di inedificabilità assoluta dei due corsi d'acqua che, ai sensi del R.R. n. 3/2011, risulta di ampiezza pari a 10 metri dal limite di sponda e/o dal confine demaniale se più esterno.

Quanto sopra premesso, sulla base dell'incarico ricevuto, lo Scrivente ha provveduto a svolgere lo studio idrogeologico ed idraulico esposto nel presente elaborato al fine di verificare la compatibilità idrogeologica ed idraulica dell'intervento con le previsioni delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, della D.G.R. n. 428/2021 "Disciplina di tutela per aree a pericolosità idraulica e geomorfologica da frana sui bacini padani della Provincia di Savona e di Imperia " Allegato 1.

Per lo svolgimento dei calcoli idraulici è stato fatto riferimento alla base topografica rilevata da Ditta specializzata in rilievi topografici.

Lo studio è stato articolato nel modo seguente.

- Individuazione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrologiche e idrogeologiche rilevanti al fine della definizione del bacino idrologico di pertinenza, della sua caratterizzazione morfometrica e delle modalità di formazione dei deflussi entro l'alveo del corso d'acqua.

- Individuazione delle modalità di formazione e di propagazione delle piene nel canale ed in particolare delle caratteristiche con cui avviene il deflusso delle portate di piena per tempi di ritorno $Tr=50$, $Tr=200$, $Tr=500$ anni.

- Analisi della condizione di deflusso finalizzata alla individuazione degli eventuali elementi di criticità che interferendo con il regolare deflusso delle portate di piena possono determinarne insufficienza idraulica e l'eventuale inondazione delle aree all'intorno.

- Redazione della relazione idraulica quale elaborato conclusivo di commento sulla analisi di pericolosità idraulica svolta.

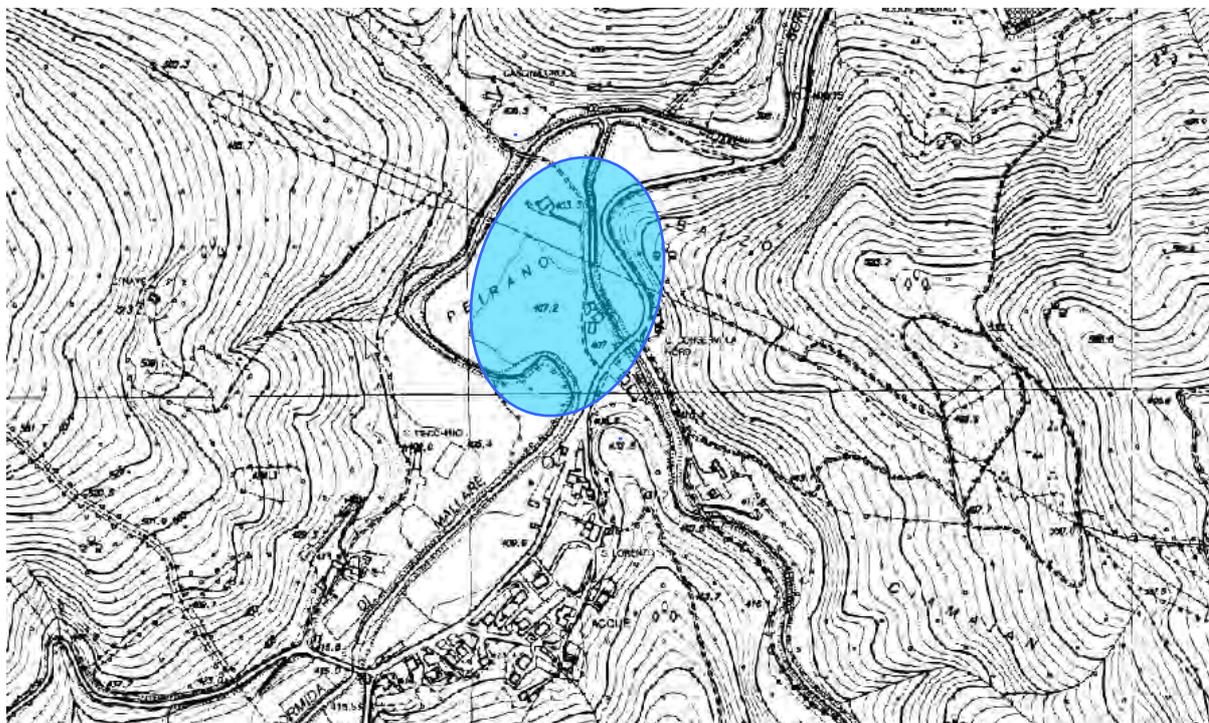
2) CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E GEOLOGICHE DEL BACINO IDROLOGICO

Il bacino idrologico del Torrente Conservola si sviluppa tra quota 397,00 m s.l.m., alla confluenza con in Fiume Bormida di Mallare, e quota 810,20 m s.l.m. alla dorsale Colla La Tagliata (quota 810,20 m s.l.m.) Bricco della Baracca (quota 770,60 m s.l.m.) in un ambito territoriale di rilievi montani con versanti dotati di acclività media il cui soprassuolo è caratterizzato da una significativa copertura vegetale spontanea di natura arborea.

L'urbanizzazione è del tutto assente ad eccezione di qualche fabbricato sparso nella porzione inferiore del bacino e di un elemento viario di fondovalle.

I versanti si presentano pressoché interamente boscati da essenze vegetali prevalentemente a latifoglie.

Nella zona di interfluvio con il fiume Bormida di Mallare il fondovalle subpianeggiante si sviluppa con un'acclività media compresa per valori nell'ordine dal 2% al 3% (pendenza da 1° a 2°), tra quota 408,20 m s.l.m. e quota 400,60 m s.l.m. ha sviluppo lineare di circa 345 metri e risulta di ampiezza compresa tra i 90 e i 275 metri.



A quota superiore a 408,20 m s.l.m. il fondovalle prosegue sostanzialmente incassato tra i versanti con l'eccezione di alcune ridotte aree subpianeggianti con ampiezza nell'ordine di alcune decine di metri.

I versanti del bacino idrologico non risultano particolarmente sviluppati.

Il dislivello tra il fondovalle e la sommità dei versanti risulta infatti mediamente compreso tra 200 m e 250 m nella porzione inferiore del bacino mentre è compreso tra 100 m e 125 m nella porzione superiore del bacino.

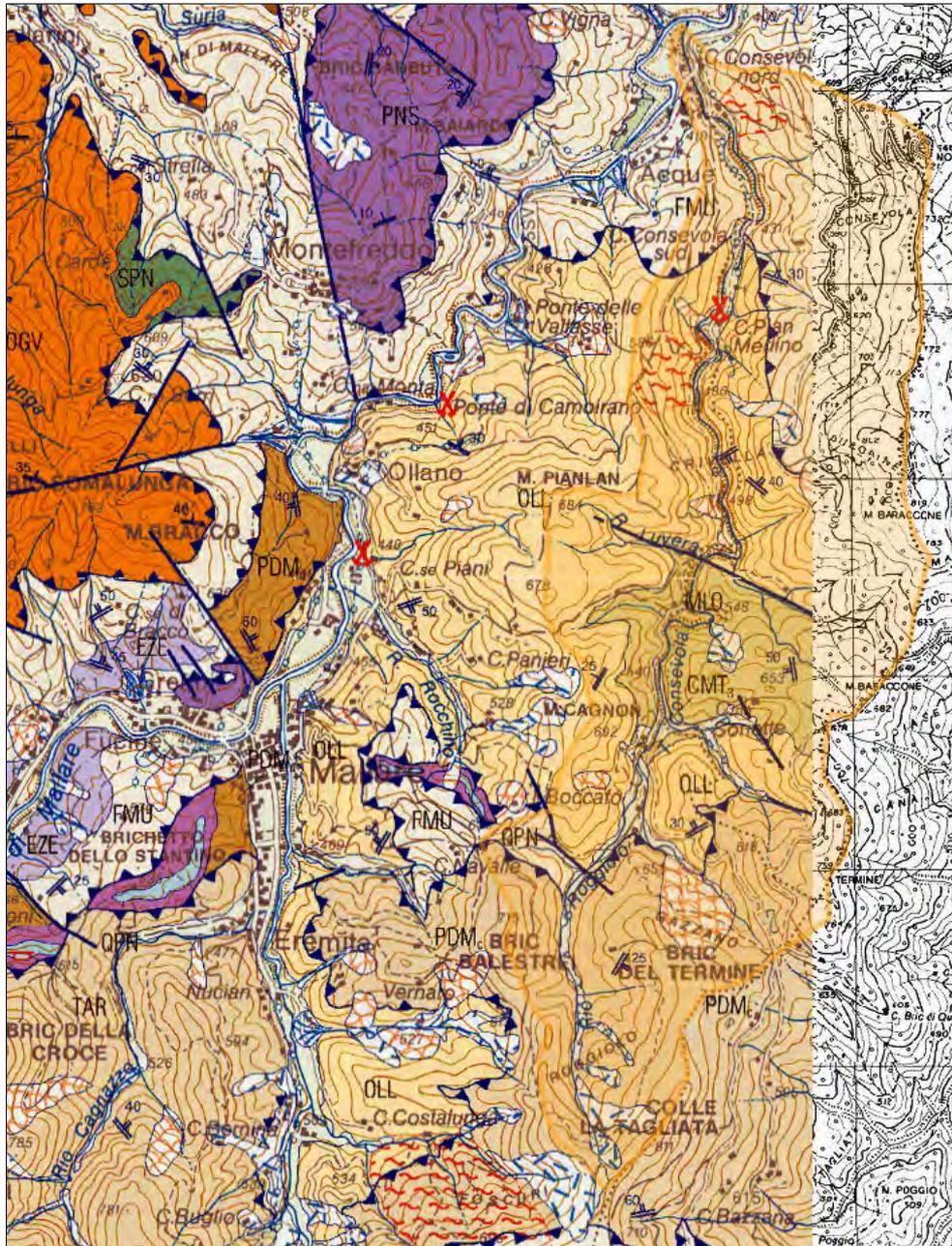
L'acclività dei versanti è mediamente compresa per valori nell'ordine dal 30% al 38% (pendenza da 18° a 21°). Sono presenti tratti maggiormente acclivi dove sono raggiunti valori nell'ordine dal 50% al 75% (pendenza da 26° a 37°).

Il raccordo tra il fondovalle subpianeggiante ed i versanti avviene in modo brusco con significativo salto di pendenza.

Per quanto attiene agli assetti geologico ed idrogeologico si osserva quanto segue.

Il bacino idrologico del Torrente Conservola, nella porzione inferiore, si sviluppa su di un substrato roccioso costituito da rocce scistose, scisti quarzo-micacei, e rocce quarzo-scistose relative alla formazione di Murialdo (Permiano inf.).

Nella porzione intermedia si sviluppa su di un substrato roccioso costituito da rocce conglomeratiche, arenacee e peliti fluvio-lacustri da originarie rocce quarzitiche, micascisti, metasedimenti, metavulcanici e altre rocce metamorfiche e magmatiche riconducibili a termini litologici della formazione di Ollano (Permiano inf.), nonché da ignimbriti riolitico-riodacitiche appartenenti alla formazione delle Metarioliti di Case Lisetto (Permiano inf.).



- SISTEMA DI CAIRO MONTENOTTE**
Subsistema di Rocchetta Cairo

CMT

Discosti: essenzialmente granitici, articolati in fessitura Clasio-astanica, localmente contenenti rilevati quantità di mica; adiacenti ai clasti di dimensioni anche pluridimensionali. Adesione pressoché nulla (2,5 T). Costituiscono l'attuale fascia di elevazione delle Barriere e dei loro principali affluenti nonché le fasce superiori terrazzate; estese a rivi più di 6-8 m dall'aveo, ancorabili in caso di pareti escosionate (ripresci fluviali).

OROCENE - APTINALE
- FORMAZIONE DI MURIALDO**

FM

Metasedimenti fr. varicolori, che raggiungono rocce di diversa natura: quarzistose, scisti, galestro, calcari, calcari scisti, calcari scisti e feldi grafiche resinose, sono caratterizzati dalla presenza sia di anidrite e calcite, la prima di origine primaria, la seconda di epiauriferità sulla prima, sia da abbondanti vene di quarzo. Lo spessore della formazione è appena mediamente su 150 metri. La paragenesi metamorfica alpina è data da anidrite sodica, olivite, feldite e altre.

PERMIANO INF.
- METARIOLITI DI CASE LISETTO**

M.O.

Ignimbriti riolitico-riodacitiche, spesse anche 100 metri, di colore generalmente verde scuro per la presenza di feldite alga, con fenocristalli di K-feldite, quarzo, plagioclasio e biotite. Oltre alla feldite rossa, si sviluppa una paragenesi metamorfica a albite ed epidoto.

PERMIANO INF.
- Formidi del Melgno - Litone delle roccie calcaree**

PDM

Ignimbriti riolitiche e riolacitiche molto scarse, di porre da grigio chiaro a verde, a grandi media, con fenocristalli di K-feldite, quarzo e, subordinati, plagioclasio acido e feldite. Paragenesi metamorfica alpina a albite, anidrite e anidrite sodica, epidoto e feldite. Questa litone può raggiungere spessori di alcune centinaia di metri (PDM).

PERMIANO INF.
- FORMAZIONE DI OLLANO**

OLL

Ripi conglomeratico-arenaceo-pellico fluvio-lacustri, con feni grafiche di spessore anche notevole e con intercalazioni di agglomerati piroclastici. I conglomerati sono costituiti da ciottoli di quarzo porfirizzato, di micascisti, paragneisi, metasedimenti, metavulcanici e di vulcanici e plitoni prealpini. Lo spessore della formazione può superare i 200 metri.

PERMIANO INF.

Nella porzione superiore si sviluppa su di un substrato roccioso costituito da rocce tipo ignimbriti riolitiche e riodacitiche molto scistose riconducibili a termini litologici della formazione dei Porfiroidi del Melogno (Permiano inferiore).

Nel fondovalle sono presenti depositi alluvionali costituiti da ghiaie con abbondante matrice sabbiosa e limosa riconducibili a termini litologici del Sistema di Cairo Montenotte - Subsistema di Rocchetta Cairo (Olocene - Attuale).

Per tutte le litologie il substrato roccioso è caratterizzato, almeno in superficie, da fenomeni di alterazione e fratturazione che riducono sensibilmente le proprietà litotecniche della roccia, ancorché in misura differenziata in ragione della diversa erodibilità del litotipo, e ne influenzano le caratteristiche di permeabilità.

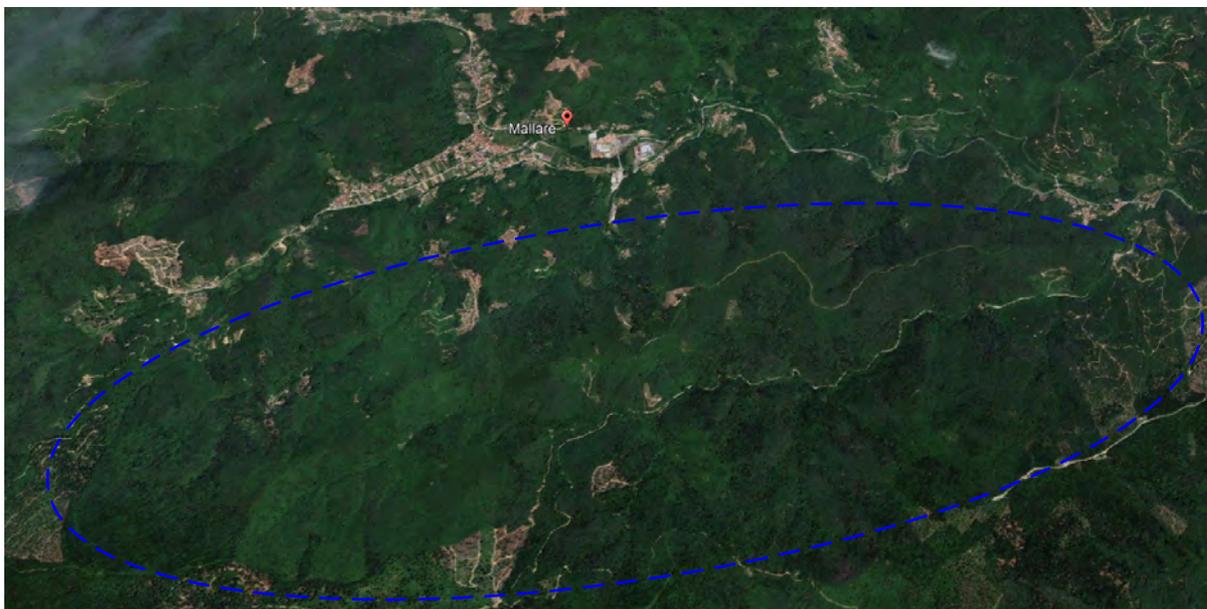
La copertura detritica di versante è generalmente costituita da coltri eluvio-colluviali a granulometria limoso-sabbiosa-argillosa con scheletro grossolano a ghiaie e ciottoli e di spessore medio generalmente compreso entro il metro.

Per quanto attiene all'assetto idrogeologico si rileva che il bacino idrologico del torrente Conservola è impostato su formazioni detritiche dotate di permeabilità per porosità da modesta a media, e su formazioni rocciose dotate di caratteristiche di permeabilità per fessurazione, fratturazione e scistosità di grado generalmente scarso. Nei livelli rocciosi più superficiali sono comunque possibili migliori caratteristiche di permeabilità in presenza di un cappellaccio di roccia alterata e fratturata.

Complessivamente le caratteristiche di permeabilità delle formazioni idrogeologiche presenti nel bacino del corso d'acqua consentono lo svolgimento dei processi di infiltrazione sotterranea delle acque di precipitazione meteoriche pervenute al suolo. Pertanto, in occasione delle piogge, una frazione significativa delle acque meteoriche viene sottratta al ruscellamento superficiale per infiltrazione temporanea e/o definitiva nel sottosuolo. In presenza di eventi meteorici persistenti le basse caratteristiche di permeabilità comportano una rapida saturazione della porzione più superficiale di suolo e sottosuolo riducendo le capacità di infiltrazione e quindi di sottrazione di acque al ruscellamento superficiale.

L'estesa copertura arborea riscontrata sui versanti del bacino idrologico, costituisce un ulteriore elemento di significatività idrogeologica in quanto anche la copertura vegetale è in grado di sottrarre al ruscellamento superficiale una significativa frazione delle acque di precipitazione meteoriche che vengono temporaneamente trattenute dalla chioma fogliare lontano dal suolo.

Ai fini della classificazione idrologica il bacino del torrente Conservola può considerarsi a permeabilità da bassa a mediocre.



La presenza di una estesa copertura arborea su tutto il bacino e la mancanza di impermeabilizzazione di origine urbana contribuiscono ad aumentare la permeabilità complessiva del bacino in termini di aumento del tempo di corrivazione e di riduzione del coefficiente di deflusso.

3) CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO IDROGRAFICO

Il bacino idrografico del torrente Conservola, dalla sezione di chiusura di interesse alle origini dell'asta torrentizia, si estende altimetricamente tra quota 397,00 m s.l.m. e quota 810,20 m s.l.m. alla dorsale Colla La Tagliata.

Alla quota di 397,00 m s.l.m. il torrente Conservola confluisce nel bacino del Fiume Bormida di Mallare sottendendo un bacino idrologico esteso su di una superficie di a 7,425 Km².

Con riferimento al Regolamento Regionale n. 3/2011, il torrente Conservola ricade tra i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico di primo livello che comprende tutti i corsi d'acqua con superficie di bacino $S > 1,00 \text{ km}^2$.

La forma del bacino idrologico è sostanzialmente rettangolare molto allungata in direzione dell'alveo principale. L'orientazione media del bacino è da S verso N.

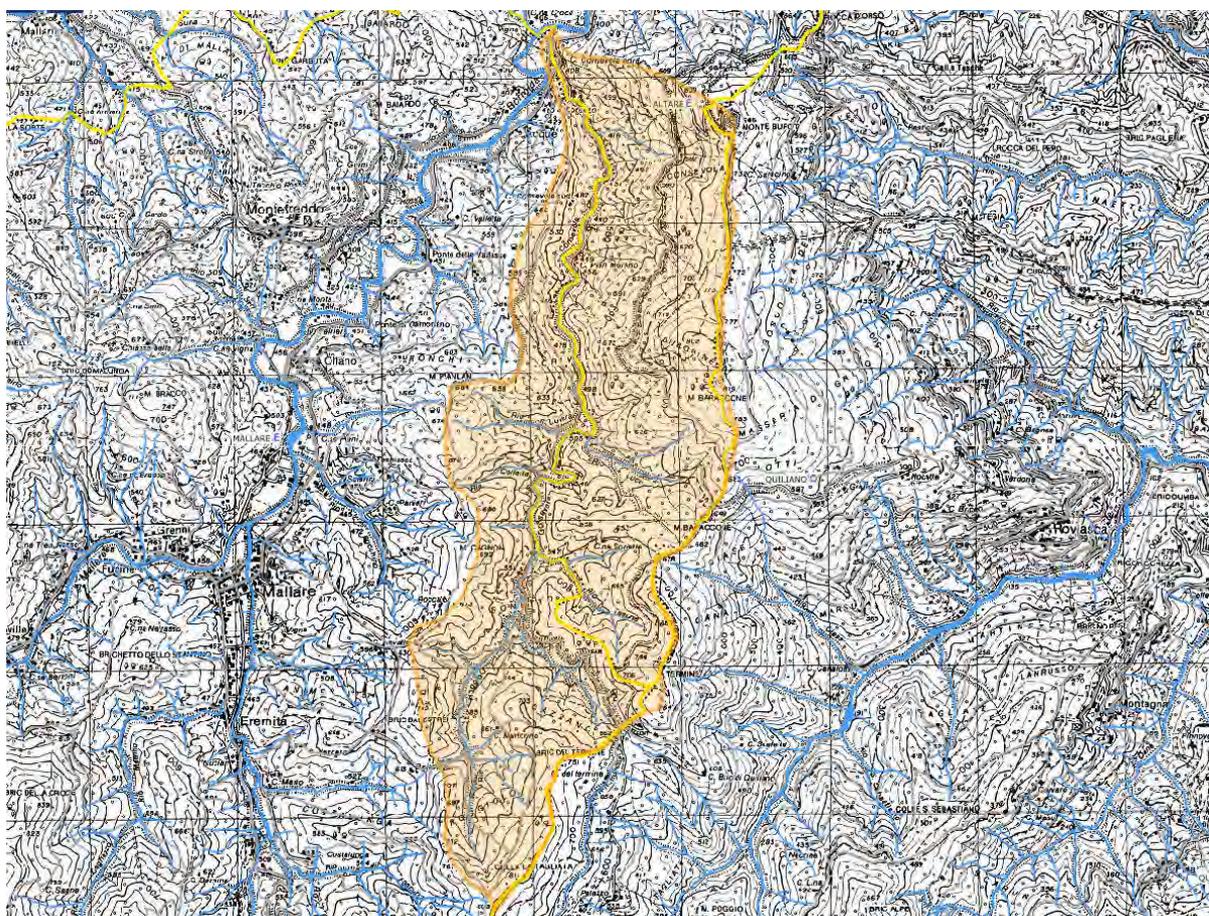
La distribuzione delle aree scolanti risulta fortemente asimmetrica poiché il bacino idrologico risulta sviluppato prevalentemente in destra orografica all'asta principale mentre è assai ridotto in sinistra orografica.

Per un'altitudine media del bacino (Hm) determinata a quota 605,00 m s.l.m., la porzione del bacino idrografico posta alle quote più elevate contribuisce in modo analogo alla porzione posta a quote inferiori.

Il valore del coefficiente di forma pari a $Ff = 2,11$ indica una buona capacità di laminazione degli eventi di piena.

In ragione delle discrete dimensioni del bacino idrografico, l'alimentazione al torrente Conservola fornita dalle acque di precipitazione meteorica tende a permanere al termine degli eventi piovosi secondo una curva di esaurimento che è funzione della quantità d'acqua infiltrata nel terreno che per via subsuperficiale viene restituita alla circolazione idrica in alveo al termine degli eventi meteorici.

La caratterizzazione del reticolo idrografico, nel tratto di interesse, è stata condotta con il metodo di analisi morfometrica di Strahler e mediante il calcolo degli indici di densità di drenaggio e di frequenza di drenaggio introdotti rispettivamente da Horton e Schumm.



L'applicazione della classificazione di Horton-Strahler al reticolo idrografico del torrente Conservola in scala 1:25:000 evidenzia la presenza di un reticolo idrografico articolato in 61 rami del primo ordine, 14 rami del secondo ordine, 3 rami del terzo ordine e 1 ramo del quarto ordine.

Il reticolo idrografico del torrente Conservola è quindi classificabile nel quarto ordine di Strahler con asta principale orientata in direzione S-N.

La lunghezza complessiva dell'asta principale sottesa dalla sezione di chiusura in corrispondenza dell'area di intervento è di 6,47 Km; la lunghezza totale di tutti i rami è di 26,50 Km.

Risultano i seguenti indici morfometrici.

Per l'indice di Horton che misura la densità di drenaggio ed è ottenuto come rapporto tra la lunghezza complessiva dei rami e l'area del bacino idrografico risulta:

$$ID = 3,57 \text{ Km/Kmq}$$

Per l'indice di Schumm che misura la frequenza di drenaggio ed è ottenuto come rapporto tra il numero di rami che compongono il reticolo idrografico e l'area del bacino idrografico risulta:

$$IFr = 8,21 \text{ rami/Kmq}$$

I parametri ID e IFr forniscono un'indicazione del grado di sviluppo del reticolo idrografico.

Bassi valori di ID e IFr sono tipici di bacini poco evoluti, o impostati su litologie resistenti all'erosione e/o permeabili, oppure dove è presente una fitta copertura vegetale.

Alti valori di ID e IFr sono tipici di reticoli idrografici più sviluppati e di territori impermeabili. Mediamente i valori di ID oscillano fra 2 e 4, quelli di IFr fra 6 e 12.

I valori dei due indici morfometrici indicano per il bacino idrologico del torrente Conservola una significativa capacità di laminazione delle acque di precipitazione meteoriche e una significativa capacità di drenaggio delle acque di precipitazione meteorica per cui le acque non sottratte al deflusso per infiltrazione sotterranea tendono rapidamente ad essere allontanate verso il reticolo idrografico del Fiume Bormida di Mallare.

In considerazione della estensione superficiale del bacino idrografico del torrente Conservola il regime idrologico del corso d'acqua risulta tipicamente torrentizio per cui a deflussi di piena di modesta durata, in concomitanza con eventi meteorici caratterizzati da piogge intense e persistenti, fanno seguito deflussi di magra più o meno prolungati nel tempo in funzione dei volumi d'acqua immagazzinati durante le piogge nel bacino idrogeologico.

4) CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DELL'ALVEO

Approfondendo l'analisi morfometrica del torrente Conservola a livello dell'alveo attuale si osserva quanto segue.

Il corso d'acqua presenta fondo e sponde prevalentemente allo stato naturale e incisi nel substrato roccioso fratturato e alterato a partire dalle origini e fino al fondovalle.

Nel tratto terminale immediatamente a monte della confluenza nel Fiume Bormida di Mallare, dove il torrente Conservola attraversa la piana di interfluvio tra i due corsi corso d'acqua, l'alveo risulta con sponde almeno in parte incise in materiali detritici alluvionali e/o eluvio-colluviali e fondo ancora inciso entro il substrato roccioso con roccia subaffiorante al di sotto di una modesta copertura detritico alluvionale a granulometria ghiaioso-sabbiosa con ciottoli e massi.

Le sponde del corso d'acqua sono mediamente in continuità con il versante vallivo acclive fatto salvo per limitati tratti in cui tra alveo e versante si interpongono brevi tratti di piana alluvionale. Nel tratto terminale le sponde sono disconnesse dai versanti vallivi in quanto il corso d'acqua risulta inciso nella piana di interfluvio di fondovalle.

La pendenza media dell'alveo in asse all'impluvio è nell'ordine del 15% mentre limitatamente al tratto d'alveo che attraversa la piana di fondovalle la pendenza media risulta nell'ordine del 3-4% e con valori minimi nell'ordine del 2%.

Quale tratto di corso d'acqua significativo, limitrofo al sito di intervento, è stato oggetto di rilievo planoaltimetrico un tratto di alveo continuo con sviluppo lineare di circa 535 m tra quota 397,00 m e quota 408,31 m s.l.m.

In tale tratto l'alveo del corso d'acqua risulta inciso nel substrato roccioso: il fondo è in roccia subaffiorante ricoperta da un sottile strato di sedimenti detritici alluvionali; a valle della S.P. n.5 le sponde sono sistemate a scarpata e alla sommità della scarpata si raccordano con la piana alluvionale di interfluvio; a monte della S.P. n.5 alla piana di interfluvio si sostituisce il versante spartiacque e le sponde risultano prevalentemente raccordate al versante naturale. A tratti tuttavia, e alternativamente in destra e in sinistra orografica, il raccordo tra sponda e versante può avvenire con interposizione di modestissimi areali pianeggianti presenti localmente sul fondovalle.

Ai fini della verifica idraulica del corso d'acqua sono state individuate 10 sezioni idrauliche significative identificate con numeri progressivi da valle verso monte a partire dal numero 1 fino al numero 10. A valle della sezione 1 avviene la confluenza nel Fiume Bormida di Mallare. In corrispondenza della confluenza è stata rilevata una ulteriore sezione

idraulica al fine di verificare i livelli idrici assunti dal Fiume Bormida di Pallare nel tratto compreso tra la sezione BA015 e la sezione BA016 dello studio idraulico delle Bormide contenuto nella D.G.R. n. 428/2021.

In esito al rilievo planoaltimetrico l'assetto geometrico dell'alveo attuale risulta caratterizzato in sezione trasversale da una forma geometrica trapezia e con caratteristiche dimensionali mediamente omogenee.

Nel tratto prospiciente al sito di intervento l'altezza della sponda sinistra è mediamente inferiore a quella della sponda destra ed è compresa tra 2,40 m e 2,70 m. Spostandosi più a monte l'alveo risulta maggiormente incassato tra i versanti e le sponde maggiormente sviluppate in altezza fino a valori nell'ordine dei 5,00/5,50 metri.

L'ampiezza minima a fondo alveo è mediamente compresa tra 4,00 m e 5,00 m; l'ampiezza massima alla sommità delle sponde è invece mediamente compresa tra 11,00 m e 16,00 m.

All'intorno del tratto indagato non sono state osservate particolarità idrauliche significative in grado di influenzare le caratteristiche del deflusso di piena in modo tale da poter indurre condizioni di pericolosità idraulica per l'area di intervento. Immediatamente a monte del sito di intervento si evidenzia la presenza dell'attraversamento stradale della S.P. n. 5.

5) VALUTAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO

a) Portate di progetto torrente Conservola

Per il corso d'acqua in esame, caratterizzato da un bacino idrografico di primo livello con estensione superficiale pari a 7,425 Km², il calcolo della portata al colmo di piena è stato svolto con riferimento alle indicazioni contenute nella Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica – Allegato 7 - Norme di Attuazione P.A.I. – che prevede il calcolo delle portate a partire dalle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica.

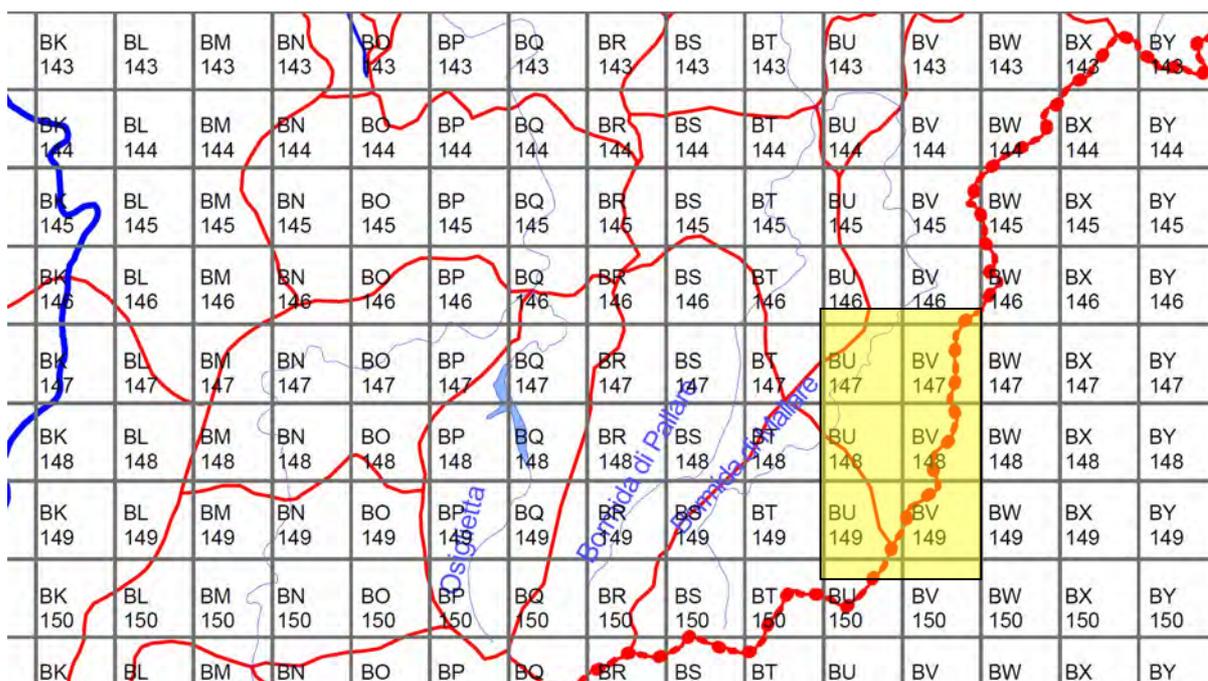
La previsione quantitativa delle piogge intense è stata effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica che è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a t^n$$

in cui i parametri a e n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

Per la determinazione dei parametri a e n è stato fatto riferimento all'Allegato 3 – Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense – Celle del reticolo chilometrico di riferimento in scala 1:250.000.

Per i parametri a e n sono stati utilizzati i valori definiti per le celle BU147, BU148, BU149 e BV147, BV148, BV149, della griglia di discretizzazione relativa al Bacino del Torrente Conservola.



Con riferimento all'Allegato 3 – Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni – risultano i valori di a e n di seguito evidenziati.

Cella	Coordinate Est UTM cella di calcolo	Coordinate Nord UTM cella di calcolo	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
BU147	445000,00000	4907000,00000	45,68	0,445	58,10	0,445	63,49	0,443	70,56	0,443
BU148	445000,00000	4905000,00000	44,46	0,453	56,31	0,454	61,45	0,453	68,20	0,453
BU149	445000,00000	4903000,00000	43,71	0,460	55,17	0,462	60,13	0,462	66,64	0,463
BV147	447000,00000	4907000,00000	46,68	0,450	59,25	0,451	64,71	0,450	71,88	0,450
BV148	447000,00000	4905000,00000	45,58	0,457	57,64	0,459	62,87	0,459	69,74	0,459
BV149	447000,00000	4903000,00000	44,91	0,464	56,61	0,467	61,68	0,467	68,34	0,468

Per il bacino del Torrente Conservola sono state ottenute le seguenti curve di probabilità pluviometrica espresse in funzione del tempo di corrvazione t_c .

Cella BU147

**Tempo di
ritorno**

Tr = 20

Tr = 100

Tr = 200

Tr = 500

**Equazioni curve di
probabilità pluviometrica**

$h = 45,68 t c^{0,445}$

$h = 58,10 t c^{0,445}$

$h = 63,49 t c^{0,443}$

$h = 70,56 t c^{0,443}$

Cella BU148

**Tempo di
ritorno**

Tr = 20

Tr = 100

Tr = 200

Tr = 500

**Equazioni curve di
probabilità pluviometrica**

h= 44,46 tc^{0,453}

h= 56,31 tc^{0,454}

h= 61,45 tc^{0,453}

h= 68,20 tc^{0,453}

Cella BU149

**Tempo di
ritorno**

Tr = 20

Tr = 100

Tr = 200

Tr = 500

**Equazioni curve di
probabilità pluviometrica**

h= 43,71 tc^{0,460}

h= 55,17 tc^{0,462}

h= 60,13 tc^{0,462}

h= 66,64 tc^{0,463}

Cella BV147

**Tempo di
ritorno**

Tr = 20

Tr = 100

Tr = 200

Tr = 500

**Equazioni curve di
probabilità pluviometrica**

h= 46,68 tc^{0,450}

h= 59,25 tc^{0,451}

h= 64,71 tc^{0,450}

h= 71,88 tc^{0,450}

Cella BV148

**Tempo di
ritorno**

Tr = 20

Tr = 100

Tr = 200

Tr = 500

**Equazioni curve di
probabilità pluviometrica**

h= 45,58 tc^{0,457}

h= 57,64 tc^{0,459}

h= 62,87 tc^{0,459}

h= 69,74 tc^{0,459}

Cella BV149

Tempo di ritorno	Equazioni curve di probabilità pluviometrica
Tr = 20	$h = 44,91 t_c^{0,464}$
Tr = 100	$h = 56,61 t_c^{0,467}$
Tr = 200	$h = 61,68 t_c^{0,467}$
Tr = 500	$h = 68,34 t_c^{0,468}$

Il tempo di corrivazione è definito in via teorica come il tempo che impiega la precipitazione che cade nella parte più distante del bacino a raggiungere la sezione terminale; una definizione forse migliore è che esso rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale.

Per il tempo di corrivazione del bacino è stata pertanto utilizzata la formula del Giandotti:

$$t_c = (4 \sqrt{A} + 1,5 L) / (0,8 \sqrt{H_m - H_0}) \quad (hr)$$

dove:

L = lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino (km)

H_m = altitudine media del bacino (m s.m.)

H_0 = altitudine della sezione di chiusura (m s.m.)

Assunto nella formula del Giandotti i seguenti parametri:

$A = 7,425 \text{ Km}^2$, $L = 6,47 \text{ Km}$, $H_m = 605 \text{ m s.l.m.}$, $H_0 = 397 \text{ m s.l.m.}$,

per il Torrente Conservola è stato determinato un tempo di corrivazione pari a **$t_c = 1,786$ ore.**

Noti i parametri a , n e t_c , la previsione quantitativa delle altezze di precipitazione per tempi di ritorno di 20, 100, 200, 500 anni risulta la seguente

	Cella BU147	Cella BU148	Cella BU149
Tempo di ritorno in anni	Altezza di precipitazione critica in mm	Altezza di precipitazione critica in mm	Altezza di precipitazione critica in mm
Tr = 20	h= 59,13	h= 57,82	h= 57,07
Tr = 100	h= 75,20	h= 73,27	h= 72,12
Tr = 200	h= 82,09	h= 79,91	h= 78,60
Tr = 500	h= 91,23	h= 88,69	h= 87,16
	Cella BV147	Cella BV148	Cella BV149
Tempo di ritorno in anni	Altezza di precipitazione critica in mm	Altezza di precipitazione critica in mm	Altezza di precipitazione critica in mm
Tr = 20	h= 60,60	h= 59,41	h= 58,78
Tr = 100	h= 76,96	h= 75,22	h= 74,21
Tr = 200	h= 84,00	h= 82,04	h= 80,86
Tr = 500	h= 93,31	h= 91,00	h= 89,65

Per il calcolo delle portate al colmo di piena è stata utilizzata la formula del metodo razionale:

$$Q_c = 0,28 c i A$$

dove:

Q_c	= portata al colmo	(m^3/s)
c	= coefficiente di deflusso	(-)
i	= intensità di pioggia	(mm/hr)
A	= superficie del bacino	(km^2)

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T di quello dell'intensità di pioggia;
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione;
- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione.

Assunto per i parametri della formula del metodo razionale i seguenti valori:

- per la superficie del bacino $A = 7,425 \text{ Km}^2$;
- per le intensità di pioggia i valori ricavabili dalle altezze di precipitazione relative alla cella BV147;

ai fini del calcolo delle portate di piena per i diversi tempi di ritorno rimane ancora da pervenire ad un valore di stima attendibile per il coefficiente di deflusso.

La stima del coefficiente di deflusso è estremamente difficile e costituisce il maggiore elemento di incertezza nella valutazione della portata.

Per la stima del coefficiente di deflusso occorre infatti tenere conto di tre diversi fattori che ne influenzano variamente il valore finale.

- Il fattore di ragguglio c_r della precipitazione alla superficie del bacino idrografico considerato;

- il fattore di trattenuta del terreno c_d , funzione della capacità di assorbimento del terreno (rapporto tra l'altezza di pioggia netta h_e e l'altezza di pioggia totale h);

- il fattore di laminazione c_l , che dipende dalla capacità di invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico dello stesso.

Normalmente per i bacini di piccole dimensioni un'indicazione dei valori da attribuire al coefficiente di deflusso è fornita nella letteratura scientifica come di seguito riportato.

Coefficienti di deflusso raccomandati da *American Society of Civil Engineers* e da *Pollution Control Federation*, con riferimento prevalente ai bacini urbani

Caratteristiche del bacino	c
Superfici pavimentate o impermeabili (strade, aree coperte, ecc.)	0,70 – 0,95

Coefficienti di deflusso raccomandati da *Handbook of Applied Hydrology*, Ven Te Chow, 1964

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

Coefficienti di deflusso riportati nella pubblicazione "Classifica dei fiumi italiani secondo il loro coefficiente di deflusso" - A. Pallucchini - Roma 1934

corsi d'acqua versante ligure-padano	coefficiente di deflusso compresi tra 0,50 e 0,60.
--------------------------------------	--

In definitiva per il bacino del corso d'acqua in esame sono compatibili valori del coefficiente di deflusso compresi tra $c = 0,40$ e $c = 0,60$.

Cella BV147

Tempo di ritorno in anni	Intensità di pioggia oraria in mm/hr	Portate al colmo di piena per c = 0,60 in mc/sec	Portate al colmo di piena per c = 0,95 in mc/sec
20	33,93	42,33	67,09
100	43,10	53,76	85,11
200	47,04	58,68	92,90
500	52,25	65,18	103,20

Ai fini del calcolo dei valori di portata al colmo di piena sono stati adottati i valori maggiormente cautelativi e relativi ad un coefficiente di deflusso $c=0,60$.

A titolo di confronto sono stati altresì valutati i valori di portata al colmo di piena per una risposta del bacino con suolo e sottosuolo resi a comportamento impermeabile.

b) Portate di progetto fiume Bormida di Mallare

Con riferimento allo studio delle fasce fluviali dei sottobacini del fiume Bormida di Spigno e del fiume Bormida di Millesimo realizzato per la Provincia di Savona nel 2002 e contenuto nella D.G.R. n. 428/2021 per le portate di piena del fiume Bormida di Mallare alla confluenza con il torrente Conservola è di riferimento la sezione BA015 in corrispondenza della quale risultano i seguenti valori di portata:

Tr = 050 anni	QT050 =	206 m ³ /sec
Tr = 200 anni	QT200 =	278 m ³ /sec
Tr = 500 anni	QT500 =	328 m ³ /sec

Profili di calcolo del Fiume Bormida di Mallare T=50 anni										
ID Sezione	Progressiva [m]	Quota fondo [m slm]	P.L. [m slm]	Q [m ³ /s]	□□[m ²]	b [m]	v [m/s]	y [m]	Fr	NOTE
BA015	8164.07	398.37	402.25	206	64.70	32.98	2.46	3.88	1.08	
BA016	9231.02	392.10	395.70	206	100.02	27.80	2.35	3.60	0.41	

Profili di calcolo del Fiume Bormida di Mallare T=200 anni										
ID Sezione	Progressiva [m]	Quota fondo [m slm]	P.L. [m slm]	Q [m ³ /s]	□□[m ²]	b [m]	v [m/s]	y [m]	Fr	NOTE
BA015	8164.07	398.37	402.64	278	77.82	34.79	2.64	4.27	1.08	
BA016	9231.02	392.10	396.36	278	118.41	27.80	2.26	4.26	0.39	

Profili di calcolo del Fiume Bormida di Mallare T=500 anni										
ID Sezione	Progressiva [m]	Quota fondo [m slm]	P.L. [m slm]	Q [m ³ /s]	□□[m ²]	b [m]	v [m/s]	y [m]	Fr	NOTE
BA015	8164.07	398.37	402.98	328	90.08	36.65	2.74	4.61	1.08	
BA016	9231.02	392.10	397.00	328	136.17	27.80	2.41	4.90	0.41	

6) CARATTERISTICHE TECNICHE DELLO STUDIO IDRAULICO

6.1 Schema di moto

E' stato utilizzato uno schema di corrente monodimensionale in condizioni di moto permanente.

Per il tratto di impluvio in esame le portate calcolate per i tempi di ritorno di 20, 100, 200, 500 anni sono state assunte con valore costante.

6.2 Modello matematico

Per la simulazione idraulica degli effetti degli eventi di piena è stato utilizzato il codice di calcolo Hec-Ras (U.S.A.C.E.) nella versione 4.0.

Il modello determina il profilo di moto stazionario permanente in corrispondenza del tratto di corso d'acqua in esame scegliendo tra i possibili profili di corrente lenta e/o veloce quello a cui corrisponde il maggiore valore della spinta totale S dove la spinta è definita dall'equazione:

$$S = \frac{1}{2} \gamma Y A + \gamma \frac{Q^2}{g A}$$

dove:

y = peso specifico dell'acqua;

Y = profondità della corrente;

A = area della sezione liquida;

Q = portata liquida;

g = accelerazione di gravità.

E' stato utilizzato un metodo a singolo passo con schema di tipo implicito.

La soluzione numerica dell'equazione del profilo di rigurgito è stata ottenuta secondo lo schema di Eulero-Cauchy (standard step-method) sezione per sezione a partire dalla assegnata condizione al contorno.

Il livello del pelo libero in ciascuna sezione è stato determinato noto quello della sezione immediatamente a monte o a valle con procedimento iterativo.

Nel presente caso non è stata ritenuta significativa la schematizzazione delle piene in moto vario.

6.3 Condizioni al contorno

Sono state assunte le seguenti condizioni al contorno.

- Condizione di monte: è stata imposta la condizione di altezza critica.

- Condizione di valle:

a) è stata imposta la condizione di altezza critica.

b) è stata imposto il livello di pelo libero assunto dalla portata di piena fluente in alveo al fiume Bormida di Mallare per l'evento con tempo di ritorno due centennale con riferimento alla sezione BA015 dello studio idraulico allegato al D.G.R. 428/2021.

Profili di calcolo del Fiume Bormida di Mallare T=50 anni										
ID Sezione	Progressiva [m]	Quota fondo [m slm]	P.L. [m slm]	Q [m ³ /s]	ω [m ²]	b [m]	v [m/s]	y [m]	Fr	NOTE
BA015	8164.07	398.37	402.25	206	64.70	32.98	2.46	3.88	1.08	
BA016	9231.02	392.10	395.70	206	100.02	27.80	2.35	3.60	0.41	

Profili di calcolo del Fiume Bormida di Mallare T=200 anni										
ID Sezione	Progressiva [m]	Quota fondo [m slm]	P.L. [m slm]	Q [m ³ /s]	ω [m ²]	b [m]	v [m/s]	y [m]	Fr	NOTE
BA015	8164.07	398.37	402.64	278	77.82	34.79	2.64	4.27	1.08	
BA016	9231.02	392.10	396.36	278	118.41	27.80	2.26	4.26	0.39	

Profili di calcolo del Fiume Bormida di Mallare T=500 anni										
ID Sezione	Progressiva [m]	Quota fondo [m slm]	P.L. [m slm]	Q [m ³ /s]	ω [m ²]	b [m]	v [m/s]	y [m]	Fr	NOTE
BA015	8164.07	398.37	402.98	328	90.08	36.65	2.74	4.61	1.08	
BA016	9231.02	392.10	397.00	328	136.17	27.80	2.41	4.90	0.41	

6.4 Parametro di scabrezza

Il coefficiente di scabrezza in un alveo naturale è una misura globale della resistenza al moto; la scelta di tale parametro deve pertanto essere effettuata a seguito di un'accurata ricognizione dei luoghi, considerando le caratteristiche specifiche dei materiali che compongono l'alveo e la copertura vegetale delle sponde nonché delle aree golenali adiacenti interessate al deflusso.

Il Regolamento Regionale n. 3/2011 all'allegato 1 "Indirizzi tecnici per la redazione di studi idraulici" punto 4 "parametri di scabrezza" riporta tabellati gli intervalli di valori dei parametri di scabrezza da cui devono essere desunti quelli da adottarsi nei calcoli idraulici ai fini sia delle verifiche idrauliche sia della determinazione delle aree inondabili. I medesimi indirizzi indicano che la scelta dei parametri deve avvenire tenendo conto delle reali e documentabili condizioni di manutenzione del corso d'acqua.

Per il tratto di corso d'acqua oggetto della presente verifica idraulica con fondo in roccia subaffiorante ricoperto da materiali detritici, argini in roccia subaffiorante/muratura di pietre a secco, si è ritenuto di scegliere il coefficiente di scabrezza nell'intervallo indicato per corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo.

Descrizione corso d'acqua	Coeff. di scabrezza di Gauckler-Strickler K_s (m ^{1/3} s ⁻¹)
Corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo	30-35

In termini di scabrezza di Manning l'intervallo di valori è compreso tra $n = 0,0286$ e $n = 0,0333$.

Per l'alveo del Torrente Conservola è stato assunto un valore di scabrezza di Manning pari a $n = 0,033$.

6.5 Coefficienti di contrazione ed espansione

Ai fini di una corretta stima delle perdite di carico sono stati inseriti i coefficienti di espansione e di contrazione di seguito indicati.

Correnti veloci

per transizioni graduali 0,05 – 0,1 per transizioni brusche 0,1 – 0,2

Correnti lente

per transizioni graduali 0,1 – 0,3 per transizioni brusche 0,3 – 0,5

6.6 Trasporto solido

Per il bacino idrologico sotteso dalla sezione di chiusura in corrispondenza del sito di intervento all'esame della Carta della Pericolosità idraulica e geomorfologica da frana allegata alla D.G.R. n. 428/2021 non è stata rilevata la presenza di significativi fenomeni di dissesto pregressi.

Sono del tutto assenti fenomeni di dissesto per frana attiva mentre sono presenti dissesti per frana quiescente e per deformazione gravitativa profonda di versante (DGPV).

I dissesti per frana quiescente sono rappresentati da quattro modestissime aree che complessivamente interessano una superficie di bacino nell'ordine dell'1%. Di maggiore estensione risultano le aree di versante perimetrate in DGPV ma anche queste complessivamente riguardano una superficie di bacino contenuta nell'ordine del 2-3%.

L'assetto geologico e geomorfologico generale del bacino idrologico del Torrente Conservola non evidenzia lungo i versanti del medesimo bacino la presenza di caratteristiche predisponenti alla formazione di significativi accumuli di materiali detritici da cui possa derivare elevata e/o anomala alimentazione ai fenomeni di trasporto solido in alveo. Anche dalle aree classificate in dissesto per frana quiescente e DGPV, sviluppate con una modestissima estensione territoriale (<5%) rispetto alla quella complessiva del bacino, non sono attesi contributi significativi al trasporto solido in alveo.

La ricognizione di un tratto d'alveo significativo a monte del sito di intervento non ha evidenziato la presenza di importanti accumuli detritici in alveo o lungo le sponde che possano costituire testimonianza di eventi di piena caratterizzati da elevato trasporto solido e da cui possa derivare la disponibilità di materiale per l'alimentazione del trasporto solido verso valle.

Per quanto sopra osservato, nel bacino idrografico del Torrente Conservola non risultano evidenze per una significativa presenza di materiali detritici disponibili ad essere mobilitati in alveo ad alimentare il trasporto solido in occasione di eventi alluvionali.

Allo stato attuale la previsione è pertanto per fenomeni di trasporto solido di normale entità.

6.7 Franchi di sicurezza

Il Regolamento Regionale n. 3/2011 prevede che tutte le opere devono avere franchi adeguati rispetto al livello di piena previsto per la portata duecentennale, che è la portata di riferimento per la progettazione di opere idrauliche.

Per il torrente Conservola occorre fare riferimento ai franchi idraulici previsti dall'allegato 2 al Regolamento per i corsi d'acqua che sottendono una superficie di bacino superiore a 1,00 kmq.

Per i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico di primo livello i franchi non devono essere inferiori ai valore maggiore tra quelle come di seguito determinati:

a) il carico cinetico della corrente:

determinabile come $U^2/2g$

dove U è la velocità media della corrente (m/s) e g è l'accelerazione di gravità (m/s^2).

b) i valori per categorie di opere di seguito indicati:

I. argini e difese spondali cm 50/100

ove i sue valori estremi corrispondono rispettivamente a bacini poco dissestati con previsione di modesto trasporto solido e a bacini molto dissestati con previsione di forte trasporto solido in caso di piena.

7) ANALISI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA

7.1 Pericolosità idraulica dal Torrente Conservola

I calcoli per la definizione delle condizioni di deflusso delle portate al colmo di piena sono stati condotte con riferimento alla geometria risultante dalle sezioni idrauliche relative al rilievo topografico svolto.

Per le sezioni idrauliche maggiormente significative sono stati elaborati i profili del pelo libero in condizioni di moto permanente, il profilo dell'altezza critica, e quello del carico cinetico.

Le caratteristiche idrauliche del corso d'acqua e della corrente di piena sono state raccolte, sezione per sezione, in tabelle riepilogative.

Il comportamento degli eventi di piena è stato analizzato calcolando i profili di rigurgito del pelo libero in condizioni di corrente mista.

L'adozione di tale accorgimento operativo, nella valutazione del comportamento idraulico del corso d'acqua, ha consentito di tenere conto dell'eventualità che per cause locali accidentali possano crearsi condizioni favorevoli alla modifica del moto della corrente torrentizia da veloce a lento e viceversa.

I calcoli per la definizione delle condizioni di deflusso delle portate al colmo di piena sono stati condotti con riferimento alla geometria del corso d'acqua risultante dalle sezioni idrauliche rilevate.

Le simulazioni di moto permanente mostrano che la corrente di piena che si propaga lungo l'alveo, tra successive sezioni idrauliche, ha comportamenti significativamente omogenei e la corrente defluente mantiene mediamente il profilo di corrente veloce anche al crescere del valore di portata, per portate con tempo di ritorno compreso tra 20 e 500 anni congruentemente con la pendenza dell'asta principale.

Per il tratto di interesse la velocità media di deflusso della portata con tempo di ritorno duecentennale (che è la portata di riferimento per la progettazione e la verifica delle opere) risulta prevalentemente compresa nell'intervallo tra 3,38 m/sec e 4,96 m/sec congruentemente con la pendenza dell'asta principale.

Si tratta di valori di velocità media significativa, anche se non particolarmente elevati, sufficienti a determinare e a mantenere il deflusso delle portate di piena in condizioni di corrente veloce per altezze di pelo libero sempre contenute entro le sponde del corso d'acqua e per altezze del carico cinetico prevalentemente contenute entro i limiti di sponda.

In corrispondenza dell'attraversamento stradale della S.P. n. 5 il restringimento d'alveo causato dal ponte è di modesta entità e con effetti pressoché nulli sul deflusso delle portate di piena.

Per le sezioni idrauliche dalla n.2 alla n. 5 che sono le sezioni di riferimento per l'area di intervento il deflusso delle portate di piena per tutti i tempi di ritorno verificati, e in particolare per il tempo di ritorno T_r 200 anni, avviene sempre entro l'alveo attuale così come all'interno dell'alveo sono contenute le altezze di carico cinetico della corrente.

Per la portata duecentennale il deflusso avviene con un tirante idrico in alveo che risulta per valori compresi tra 1,50 m e 2,25 m.

Le altezze di carico cinetico contenute entro i limiti di sponda segnalano che, anche in presenza di eventi accidentali in grado di determinare il passaggio ad una condizione di

deflusso in corrente lenta, l'alveo risulta sufficientemente dimensionato per il completo smaltimento delle portate affluenti senza esondazione delle stesse.

La condizione di deflusso in alveo al Torrente Conservola è stata esaminata anche tenendo conto poco a valle del sito di intervento avviene la confluenza con il Fiume Bormida di Mallare; è stata quindi valutata l'ipotesi di concomitante piena dei due corsi d'acqua imponendo quale condizione al contorno di valle le portate di massima piena del corso d'acqua.

La verifica svolta ha evidenziato che nell'ipotesi di piena concomitante l'effetto sul deflusso in alveo al torrente Conservola risulta limitato al tratto d'alveo posto subito a monte della confluenza dove in corrispondenza della sezione idraulica n. 1 l'altezza del tirante idrico in alveo subisce un significativo innalzamento.

Non si evidenzia invece alcuna propagazione degli effetti verso monte in corrispondenza delle sezioni di riferimento per il sito di intervento.

Sempre riguardo alla pericolosità idraulica del torrente Conservola è stata sviluppata una ulteriore verifica idraulica nell'ipotesi estrema in cui il bacino idrologico di alimentazione dovesse assumere un comportamento idraulico assimilabile a quello di un bacino impermeabile.

In tale ipotesi i valori di portata di piena subirebbero un significativo incremento pari almeno al 50% con conseguente innalzamento dei tiranti idrici in alveo e delle velocità di deflusso della corrente torrentizia. Il deflusso avverrebbe comunque sempre in condizioni di corrente veloce e in corrispondenza delle sezioni significative per l'area di intervento le portate rimarrebbero contenute entro l'alveo naturale fatta eccezione per l'intorno della sezione idraulica n. 2 dove si assisterebbe ad una modesta esondazione limitata all'area di sedime della strada vicinale Acque in sinistra orografica al corso d'acqua.

La verifica idraulica del torrente Conservola ha evidenziato che per il sito di intervento non sussistono condizioni di pericolosità idraulica per inondazione e allagamento che possano derivare dagli eventi di piena del corso d'acqua.

7.2 Pericolosità idraulica dal Fiume Bormida di Mallare

Con riferimento allo studio idraulico svolto dalla Provincia di Savona nel 2002 già più sopra citato, per il tratto di Fiume Bormida di Mallare che si sviluppa in fregio all'area di intervento risultano perimetrate le fasce di inondabilità per eventi di piena con tempi di ritorno Tr50, Tr200 e Tr500 anni.

L'area di intervento ricade ampiamente all'interno della fascia di inondabilità cinquecentennale e in relazione ai contenuti dello studio idraulico di cui alla D.G.R.

428/2021, che pongono l'altezza di pelo libero della portata di piena cinquecentennale a quota 402,98 m s.l.m., risulterebbero allagabili tutte le porzioni di piana di interfluvio poste a quota inferiore.

In realtà sovrapponendo la localizzazione della sezione idraulica BA015 al rilievo topografico svolto e all'attuale C.T.R. Regione Liguria in scala 1:10000 si rileva una discrepanza tra la quota di fondo alveo della sezione idraulica e la quota di fondo d'alveo misurata nell'ordine di un metro.

L'effettiva quota di allagamento risulterebbe spostata verso l'alto a 404,00 m s.l.m. La perimetrazione della fascia di inondabilità comunque già include anche porzioni di territorio a quota superiore a 404,00 m s.l.m.

Ai sensi della Normativa allegata alla D.G.R. 428/2021 nelle aree indicate nella cartografia di cui all'art. 3 con la sigla Pi1 sono consentiti gli interventi previsti dalla disciplina urbanistica comunale purché realizzati con tipologie costruttive finalizzate alla riduzione della vulnerabilità delle opere e quindi del rischio per la pubblica incolumità e coerenti con le azioni e misure di protezione civile previste dai Piani Comunali di protezione civile.

Per la scelta delle tipologie costruttive finalizzate alla riduzione della vulnerabilità delle opere a progetto si dovrà pertanto fare riferimento alla quota del tirante idrico della portata di piena cinquecentennale opportunamente corretto ed aumentato di un adeguato franco.

8) CONSIDERAZIONE CONCLUSIVE

L'analisi di pericolosità idraulica del sito di intervento svolta nella presente relazione tramite la verifica idraulica del torrente Conservola, corso d'acqua non oggetto di studi idraulici di P.A.I., è stata volta all'accertamento delle condizioni di deflusso delle portate di piena del corso d'acqua in corrispondenza del tratto di intervento e del suo significativo intorno.

Le simulazioni per portate di piena con tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni hanno consentito di accertare che allo stato attuale il deflusso della corrente di piena a pelo libero avviene contenuto all'interno delle sponde senza determinare scenari di esondazione per ognuna delle portate verificate.

Risultano pertanto accertate condizioni di piena compatibilità per la realizzazione dell'intervento a progetto tanto più che l'intervento stesso non costituirà ostacolo al deflusso delle portate di piena in alveo; non ridurrà la capacità di invaso dell'alveo stesso; non interferirà negativamente con le condizioni di pericolosità idrogeologica dell'intera area.

Resta pertanto dimostrato che l'intervento a progetto:

- non pregiudica e non interferisce con il deflusso delle acque di piena del torrente Conservola e del Fiume Bormida di Mallare e non riduce in alcun modo la capacità di invaso degli alvei e delle aree perfluviali inondabili da quest'ultimo;
- non pregiudica la possibilità di attuare le previsioni di piano attraverso l'esecuzione di interventi di difesa spondale;
- non aggrava le condizioni di rischio idraulico ed idrogeologico.

Da tutto quanto sopra esposto si ritiene che possano ragionevolmente sussistere condizioni sufficienti affinché la Regione Liguria – Settore Difesa del Suolo – provveda al rilascio del parere favorevole, di cui all'art. 6 c.4 della Normativa idraulica allegata alla D.G.R. 428/2021, alla realizzazione dell'intervento.

Si rimane a disposizione per ogni chiarimento e per gli eventuali approfondimenti di analisi che dovessero necessitare al competente Ente Regionale.

Finale Ligure, 11 Luglio.2023

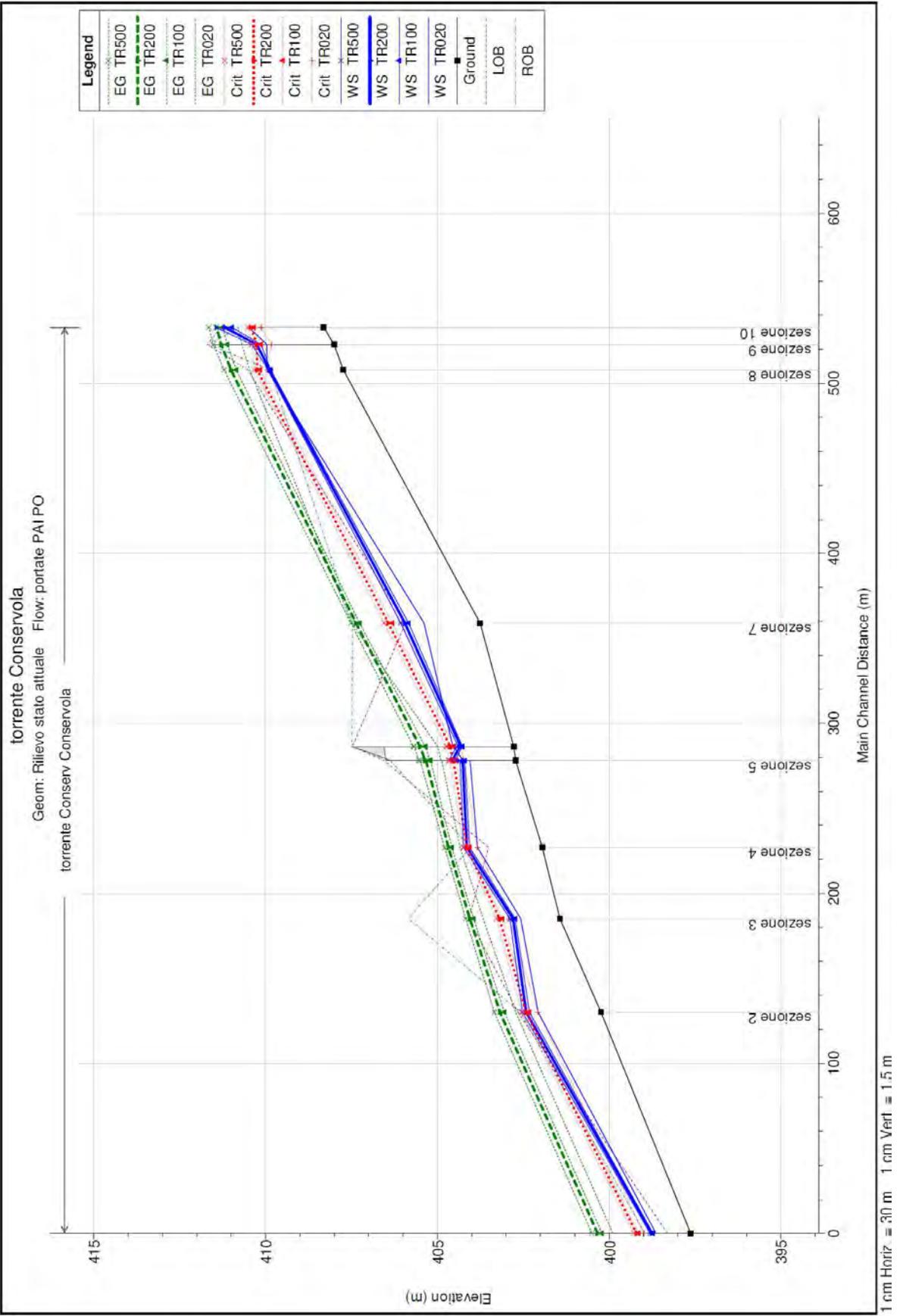
Il tecnico incaricato

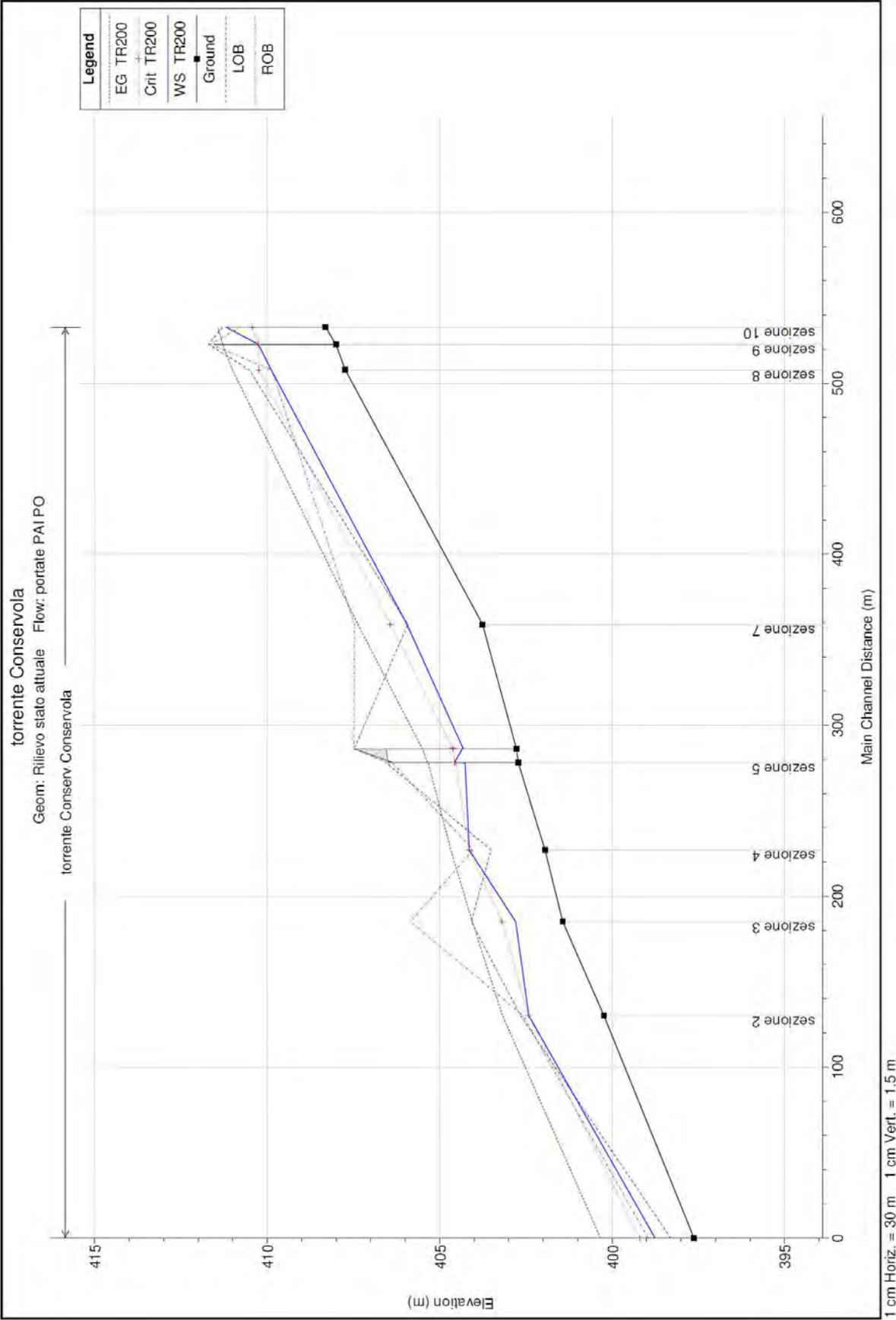
Dott. Geol. Gianpiero ALBERELLI

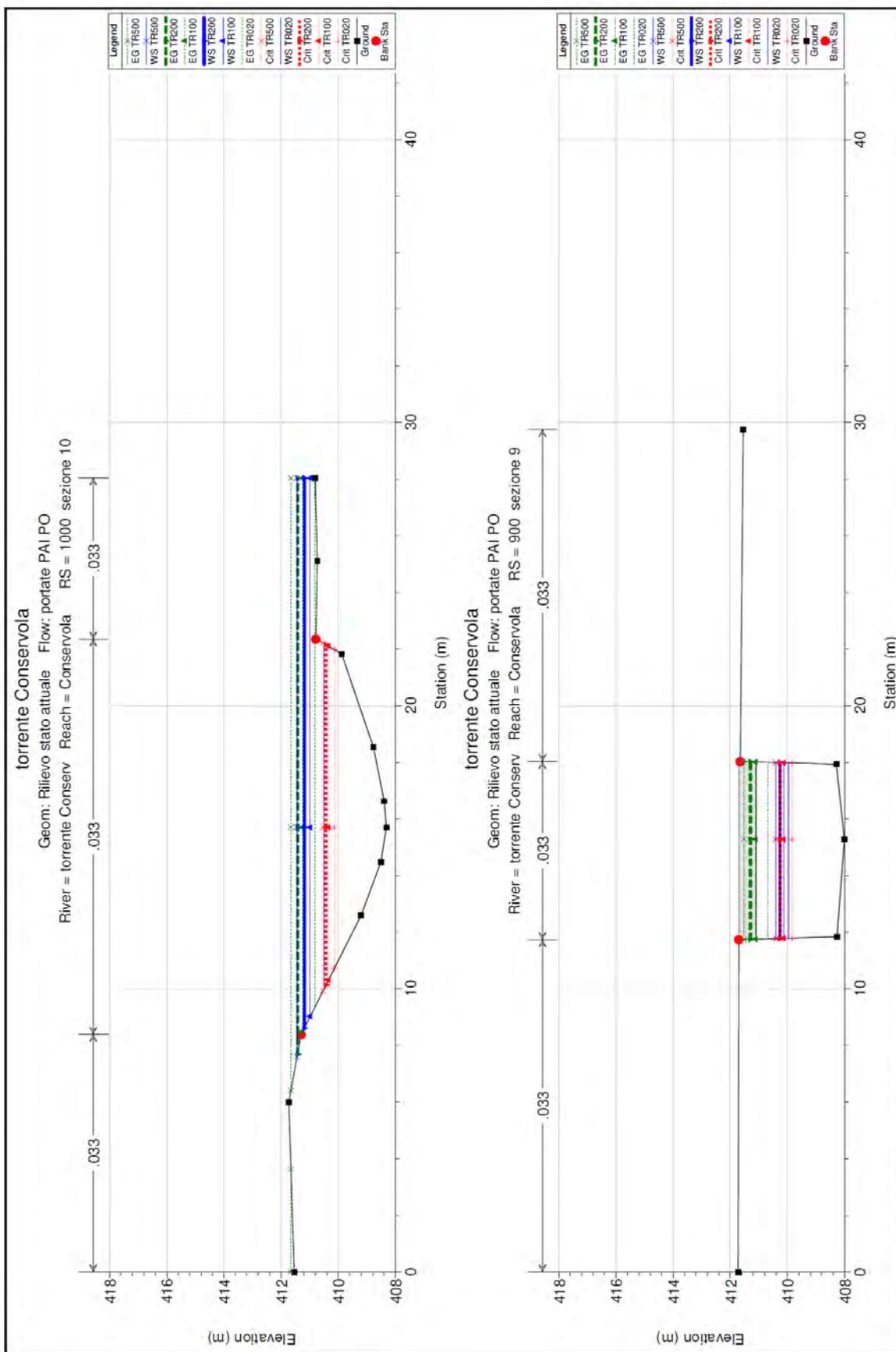


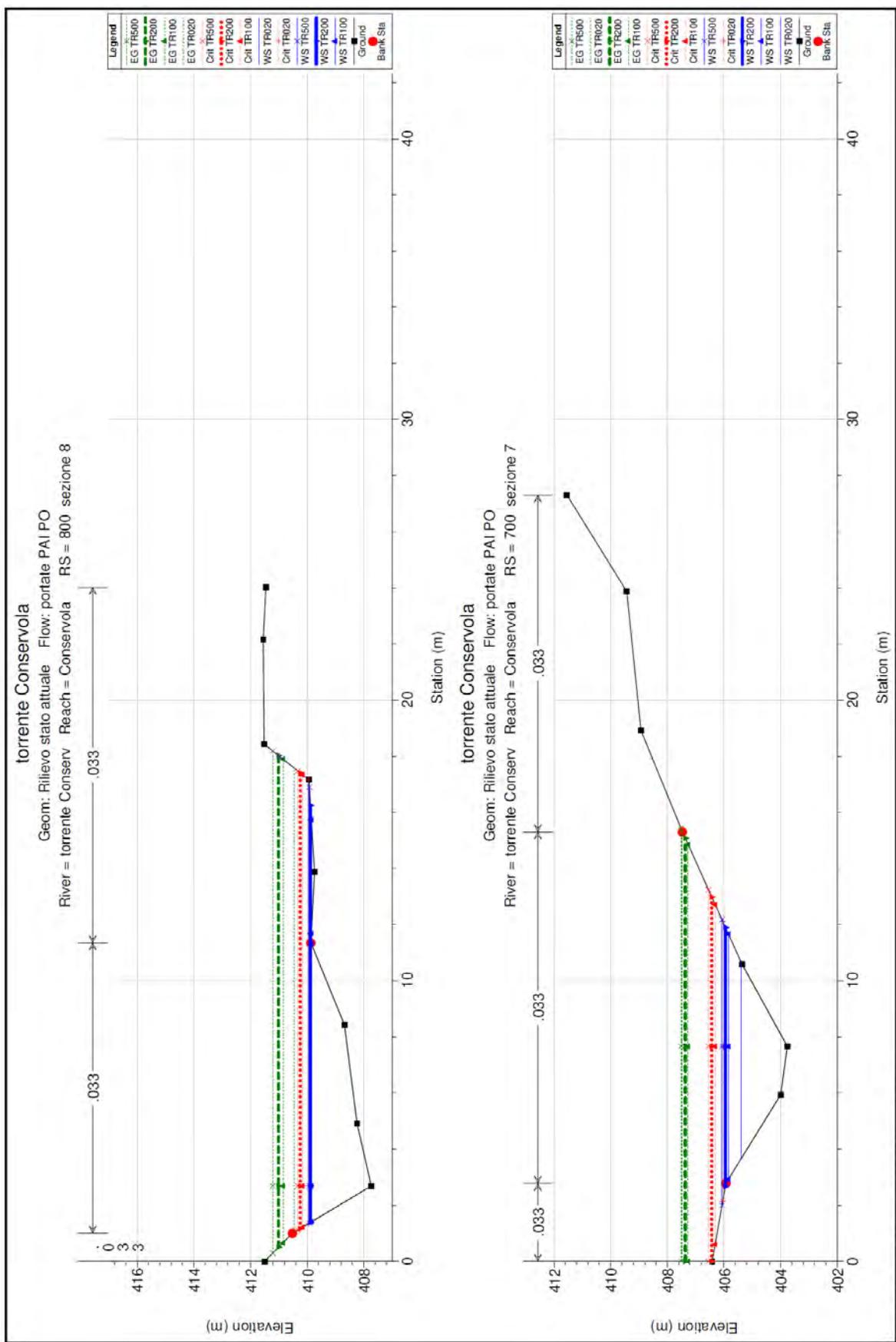
Sezioni e Tabelle verifica Idraulica

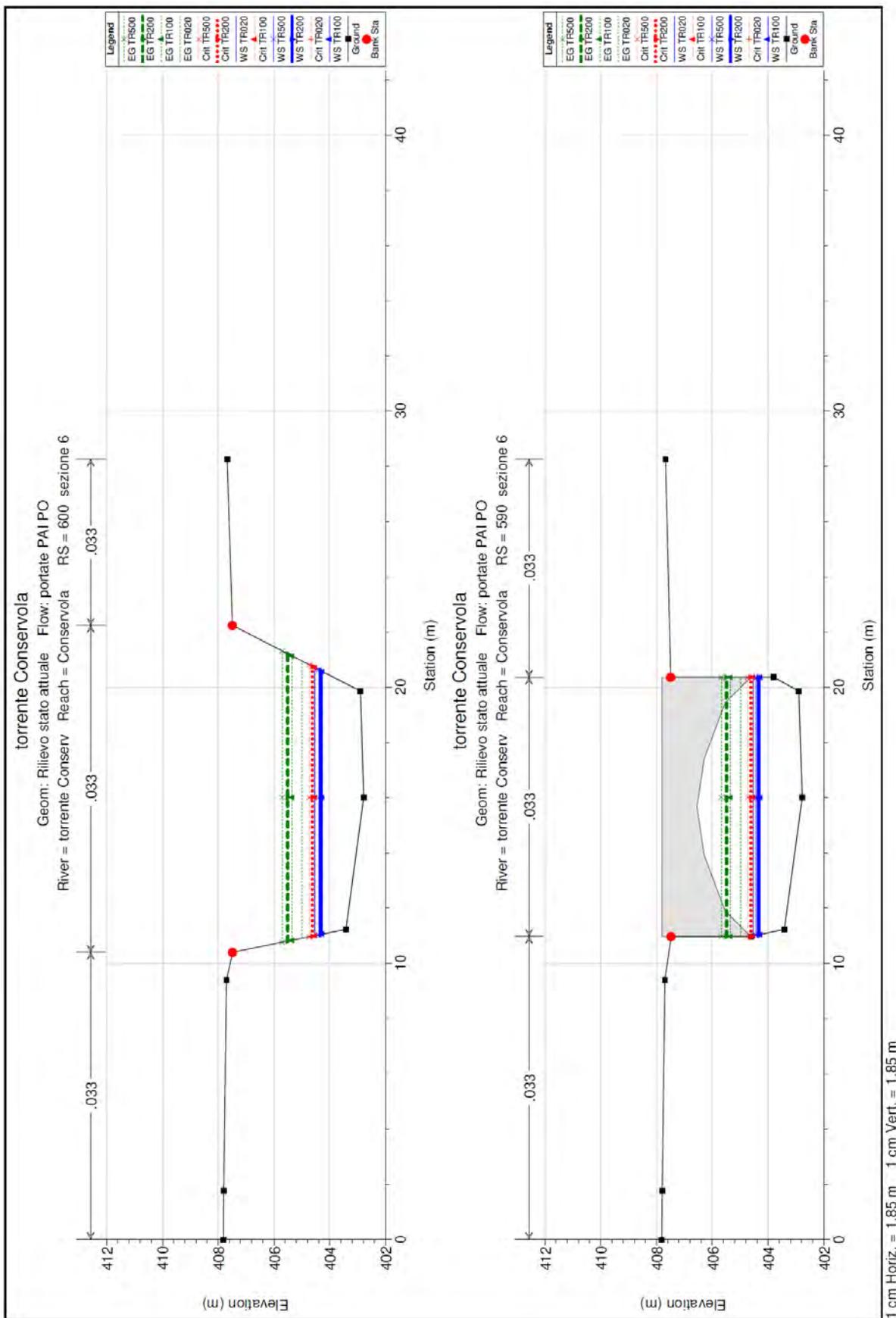
(da pag. 27 a pag.46)

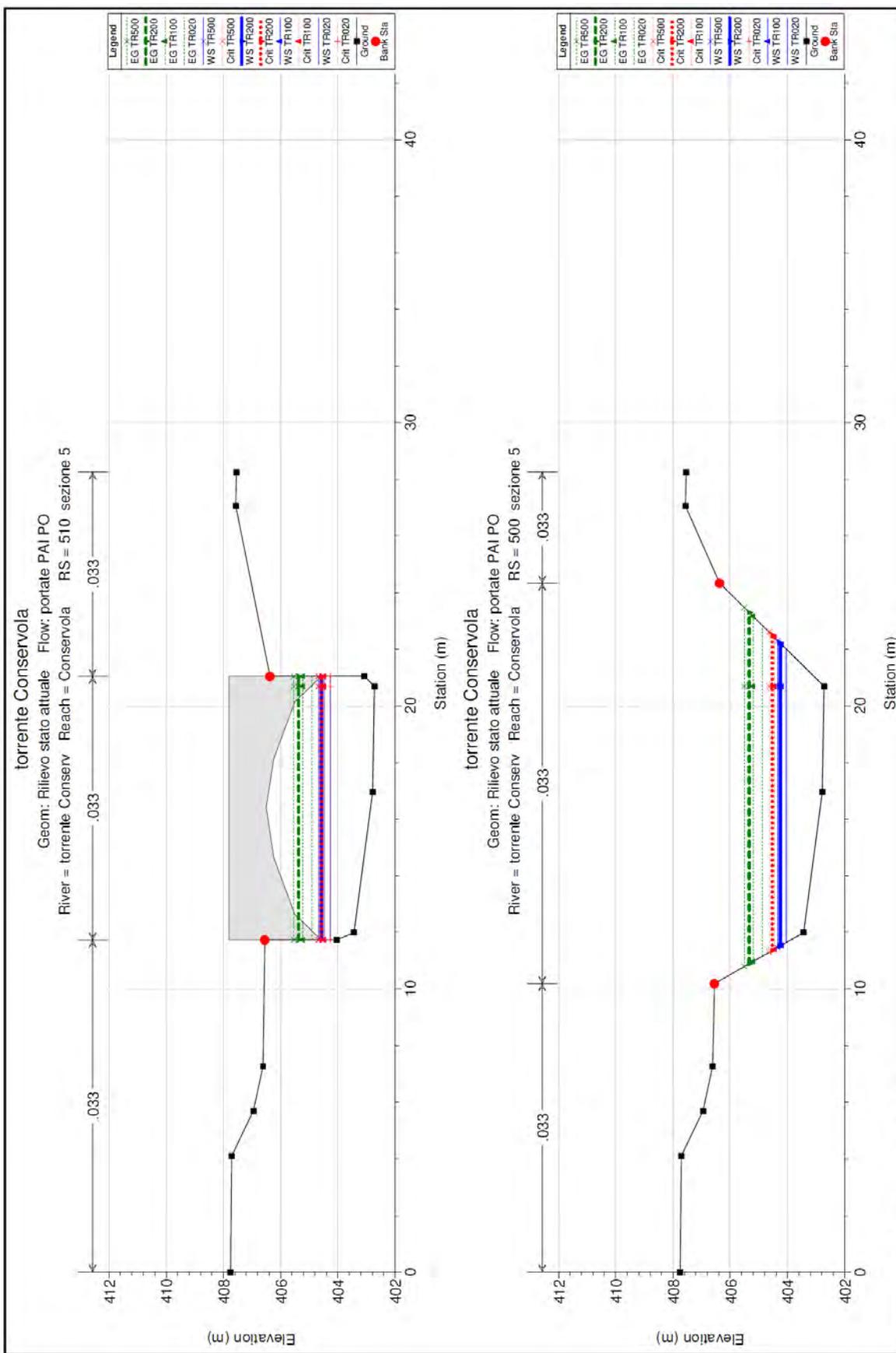


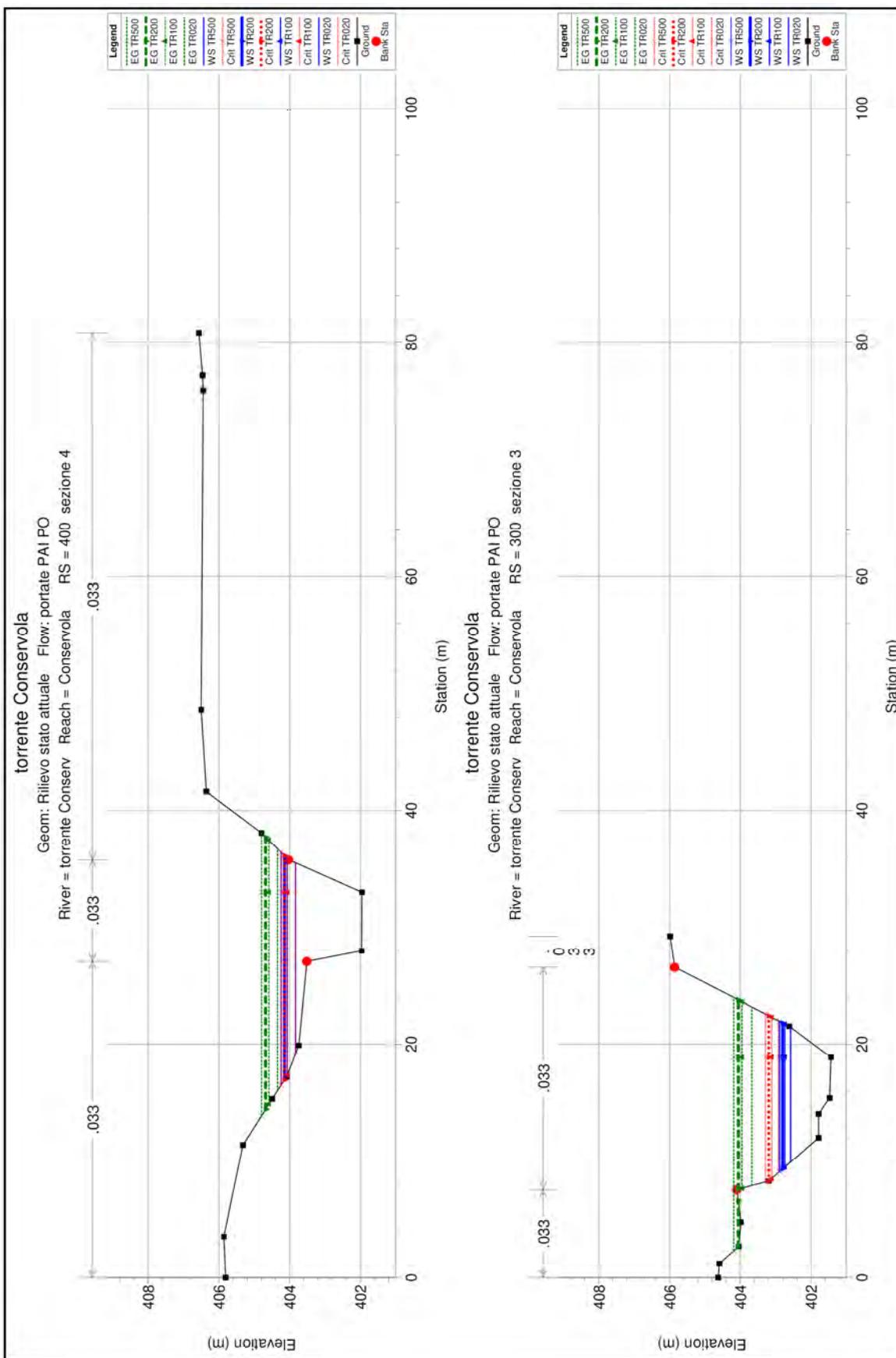


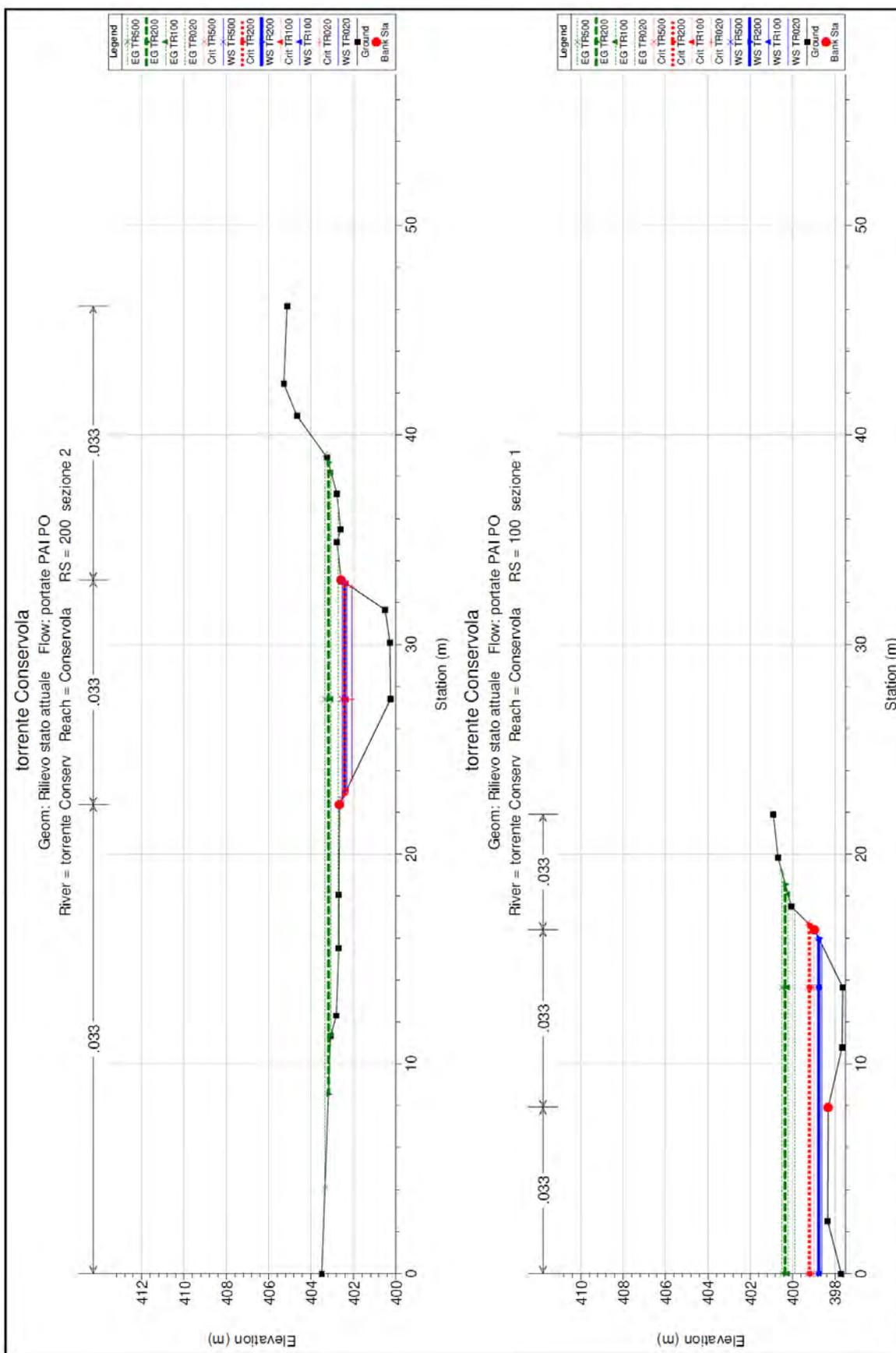




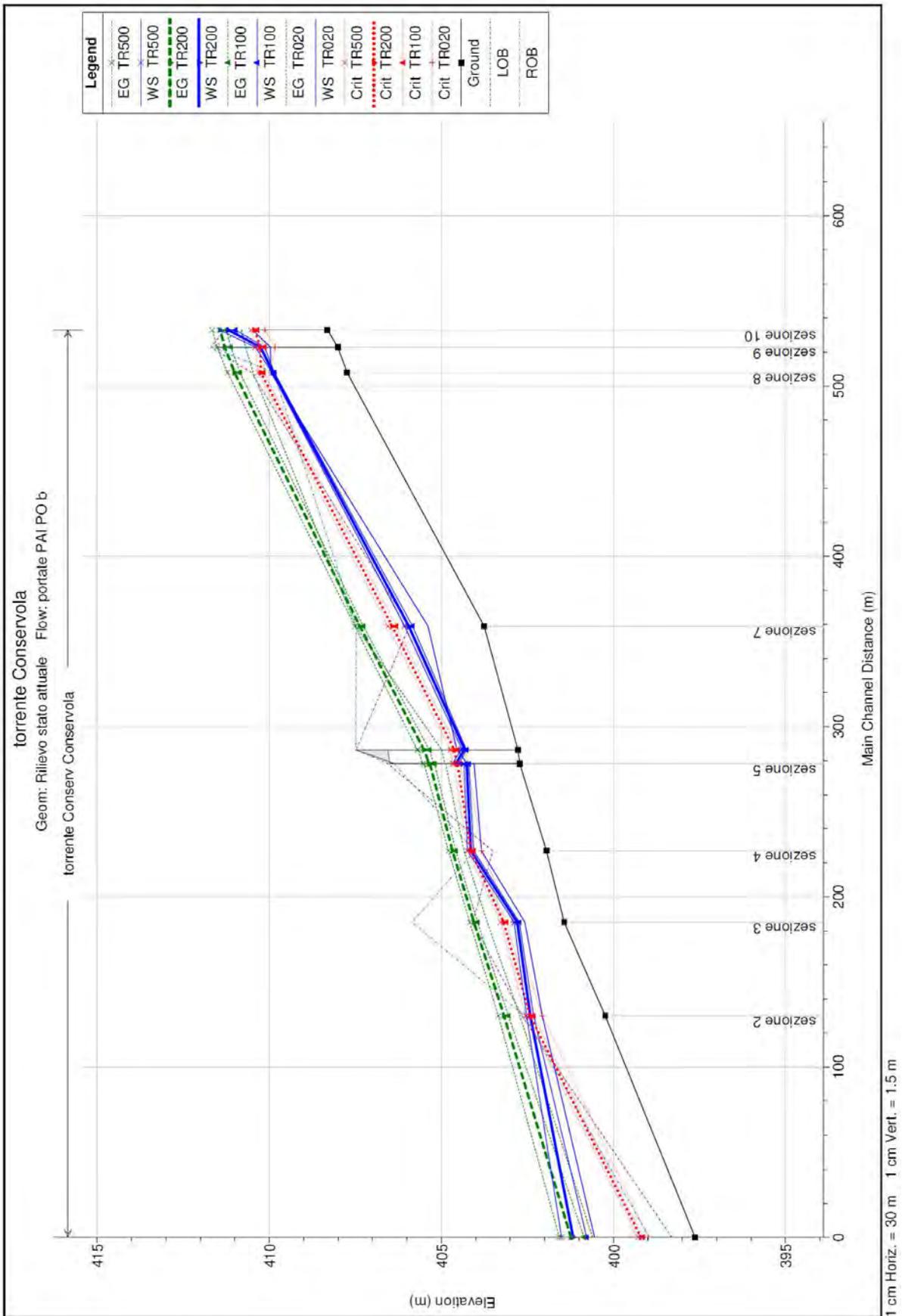


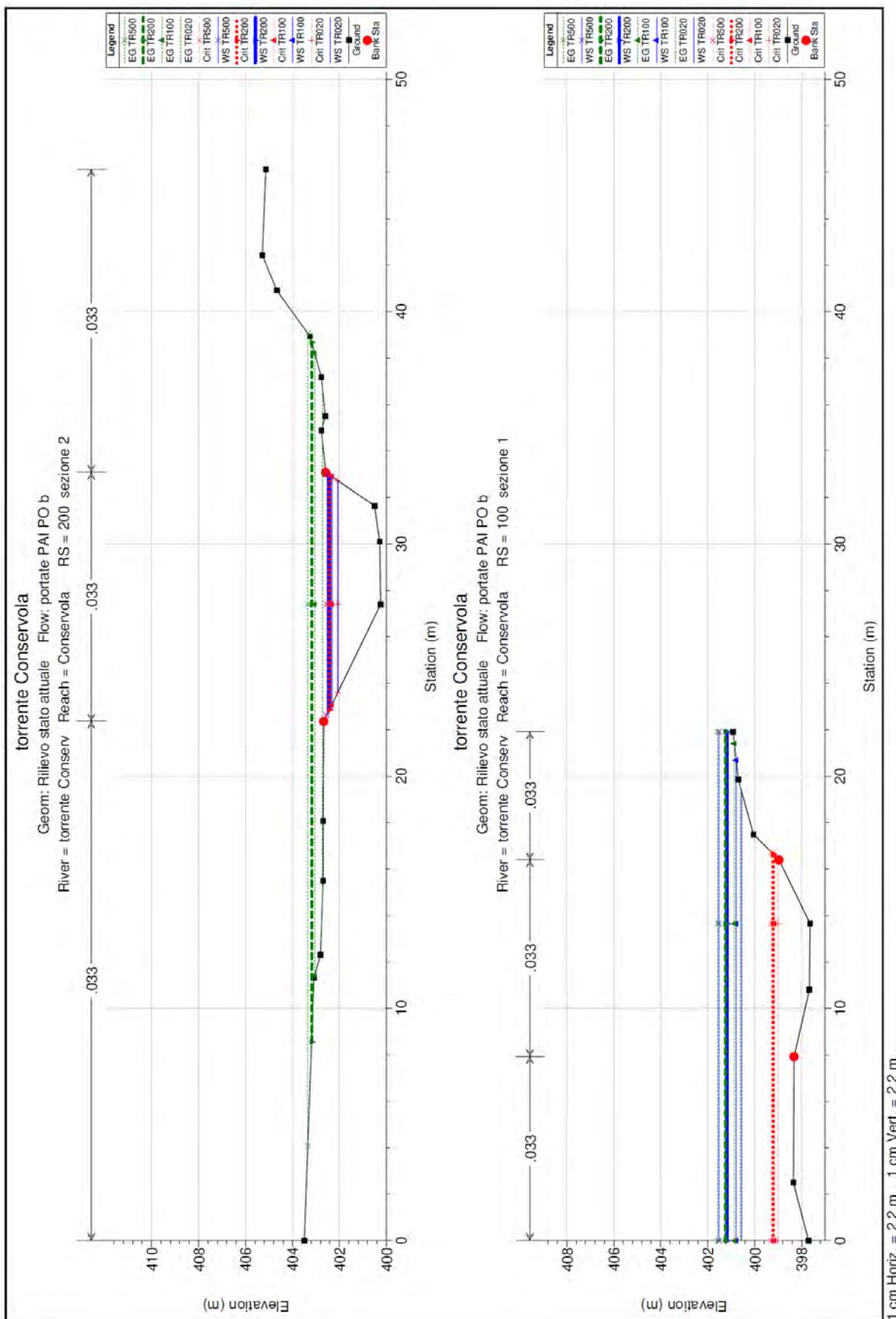


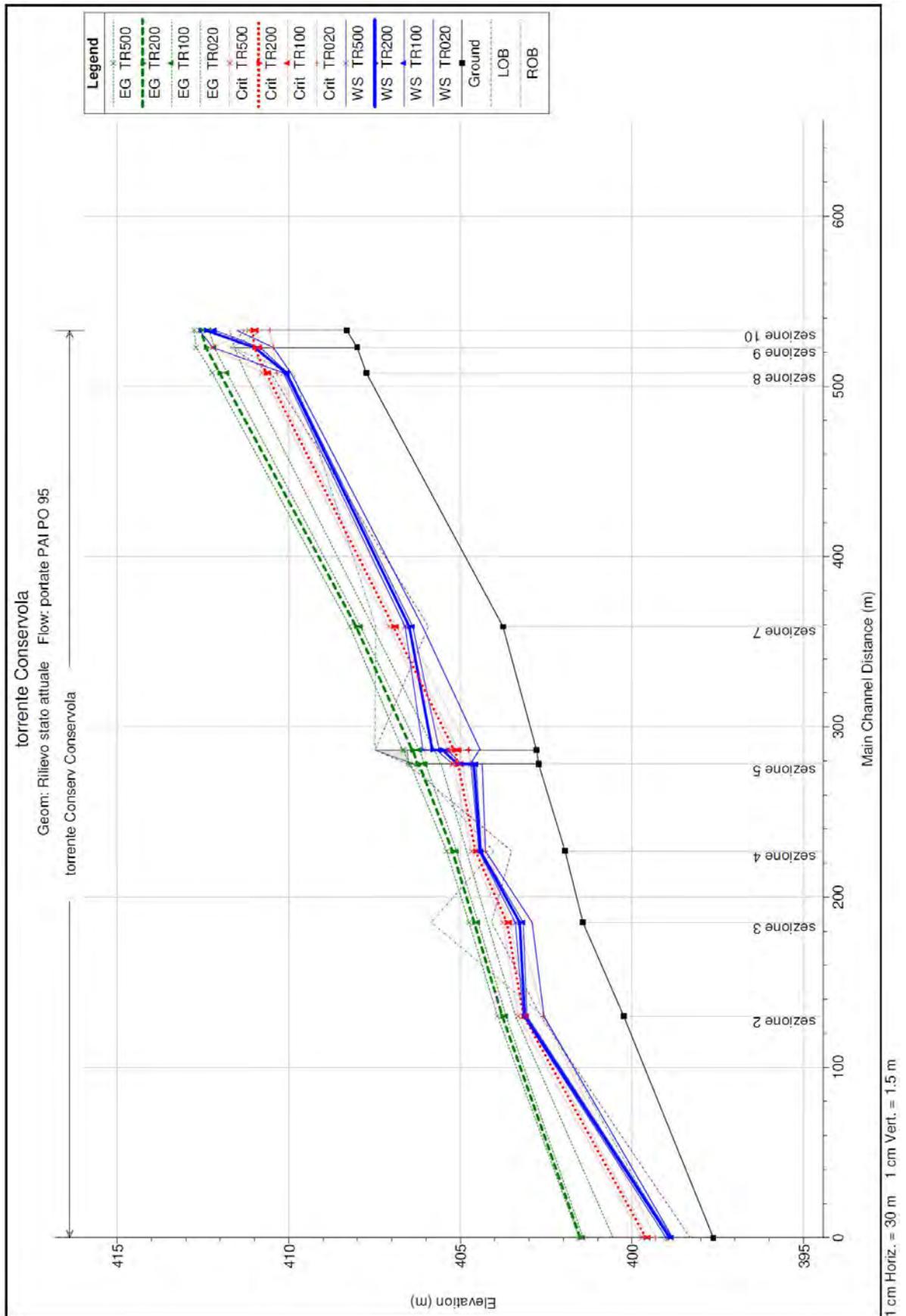


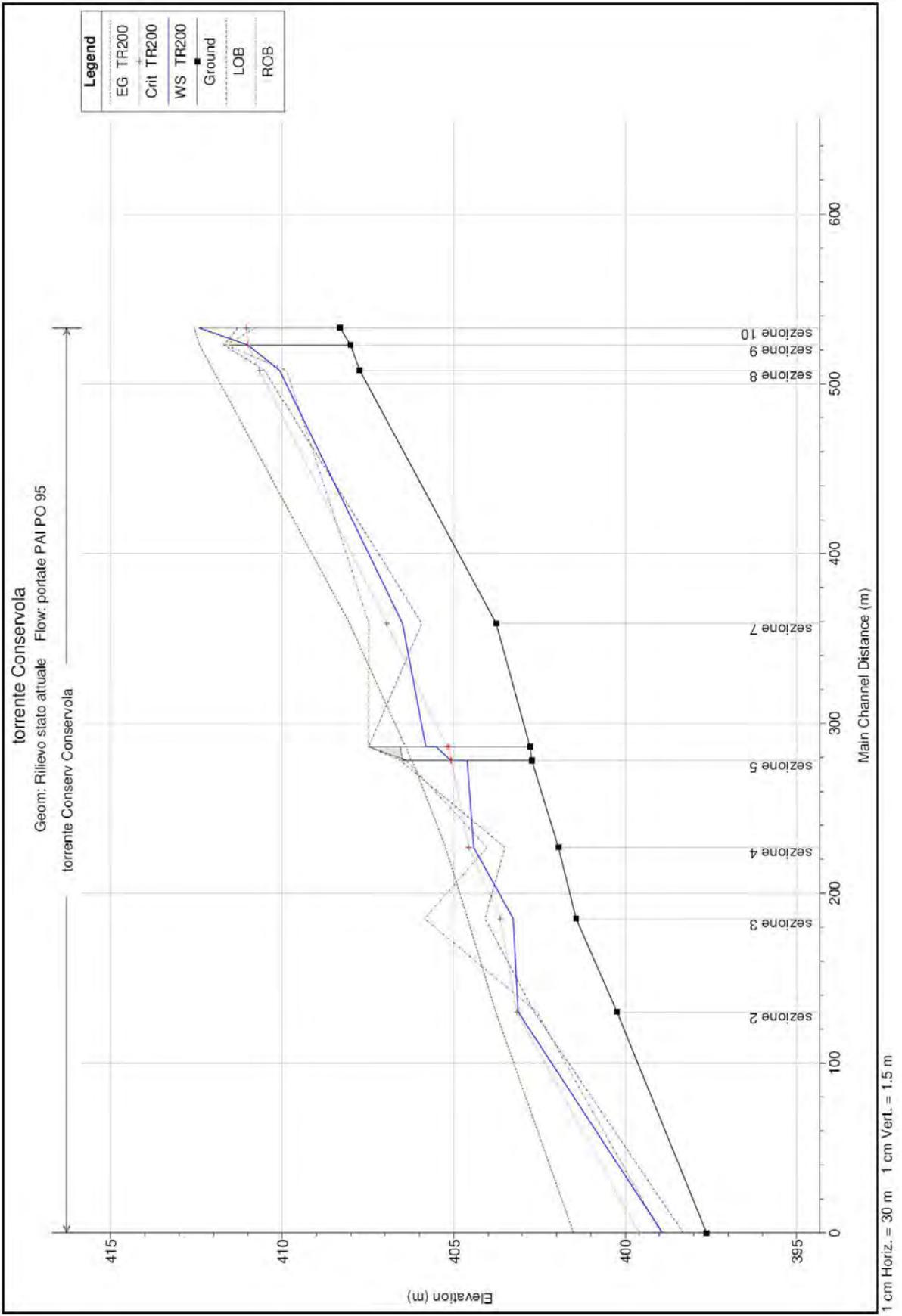


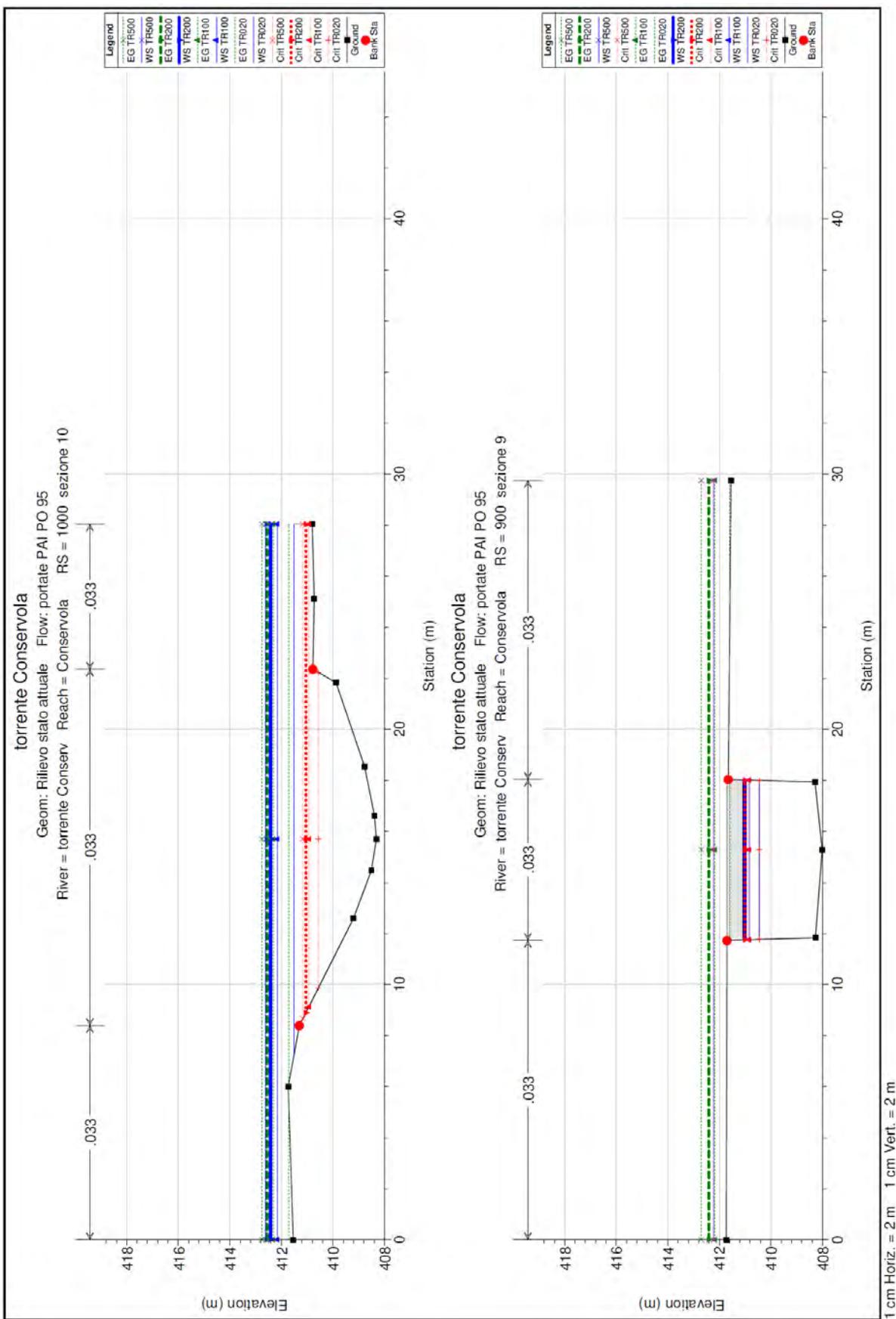
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W. S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Conservola	1000	TR020	42.33	408.31	410.49	410.13	410.81	0.004973	2.52	16.83	12.17	0.68
Conservola	1000	TR100	53.76	408.31	410.99	410.35	411.25	0.003074	2.28	24.47	19.02	0.55
Conservola	1000	TR200	58.68	408.31	411.19	410.43	411.43	0.002510	2.18	28.43	19.43	0.51
Conservola	1000	TR500	65.18	408.31	411.44	410.53	411.65	0.001968	2.08	33.46	20.45	0.46
Conservola	900	TR020	42.33	408.01	409.96	409.84	410.69	0.012538	3.78	11.18	6.20	0.90
Conservola	900	TR100	53.76	408.01	410.14	410.14	411.12	0.015597	4.38	12.27	6.21	1.00
Conservola	900	TR200	58.68	408.01	410.26	410.26	411.29	0.015806	4.51	13.00	6.22	1.00
Conservola	900	TR500	65.18	408.01	410.41	410.41	411.52	0.016121	4.68	13.92	6.23	1.00
Conservola	800	TR020	42.33	407.74	409.96	409.96	410.47	0.009352	3.19	13.87	15.83	0.89
Conservola	800	TR100	53.76	407.74	409.85	410.17	410.85	0.019841	4.44	12.31	13.96	1.28
Conservola	800	TR200	58.68	407.74	409.88	410.24	411.01	0.021833	4.71	12.76	14.86	1.35
Conservola	800	TR500	65.18	407.74	409.92	410.33	411.21	0.024188	5.05	13.37	15.53	1.42
Conservola	700	TR020	42.33	403.76	405.39	406.04	407.49	0.056279	6.43	6.59	6.97	2.11
Conservola	700	TR100	53.76	403.76	405.84	406.31	407.27	0.029022	5.29	10.16	8.73	1.57
Conservola	700	TR200	58.68	403.76	405.95	406.43	407.37	0.027081	5.28	11.12	9.23	1.53
Conservola	700	TR500	65.18	403.76	406.07	406.55	407.51	0.025259	5.33	12.28	10.18	1.49
Conservola	600	TR020	42.33	402.78	404.55	404.30	404.99	0.007227	2.95	14.34	9.72	0.78
Conservola	600	TR100	53.76	402.78	404.27	404.53	405.35	0.021739	4.62	11.64	9.51	1.33
Conservola	600	TR200	58.68	402.78	404.32	404.62	405.51	0.022612	4.82	12.18	9.55	1.36
Conservola	600	TR500	65.18	402.78	404.40	404.74	405.70	0.023614	5.06	12.88	9.61	1.40
Conservola	590	TR020	42.33	402.78	404.53	404.30	404.99	0.007534	3.00	14.11	9.37	0.78
Conservola	590	TR100	53.76	402.78	404.28	404.53	405.35	0.021109	4.58	11.74	9.32	1.30
Conservola	590	TR200	58.68	402.78	404.34	404.62	405.50	0.021674	4.76	12.33	9.33	1.32
Conservola	590	TR500	65.18	402.78	404.43	404.72	405.68	0.021855	4.94	13.19	9.35	1.33
Conservola	510	TR020	42.33	402.72	404.26	404.26	404.90	0.012645	3.54	11.96	9.31	1.00
Conservola	510	TR100	53.76	402.72	404.48	404.48	405.23	0.012633	3.83	14.03	9.31	1.00
Conservola	510	TR200	58.68	402.72	404.57	404.57	405.36	0.012665	3.95	14.86	9.31	1.00
Conservola	510	TR500	65.18	402.72	404.67	404.67	405.54	0.013119	4.12	15.81	9.11	0.94
Conservola	500	TR020	42.33	402.72	404.05	404.23	404.87	0.019548	4.03	10.51	10.38	1.28
Conservola	500	TR100	53.76	402.72	404.20	404.45	405.20	0.020337	4.42	12.15	10.63	1.32
Conservola	500	TR200	58.68	402.72	404.27	404.53	405.33	0.020613	4.58	12.83	10.72	1.34
Conservola	500	TR500	65.18	402.72	404.34	404.64	405.51	0.021223	4.78	13.63	10.84	1.36
Conservola	400	TR020	42.33	401.95	403.83	403.83	404.34	0.008060	3.21	14.27	16.33	0.83
Conservola	400	TR100	53.76	401.95	404.06	404.06	404.58	0.007446	3.32	18.30	18.54	0.82
Conservola	400	TR200	58.68	401.95	404.14	404.14	404.68	0.007242	3.38	19.84	19.22	0.81
Conservola	400	TR500	65.18	401.95	404.24	404.24	404.79	0.007124	3.47	21.68	19.94	0.81
Conservola	300	TR020	42.33	401.43	402.57	402.92	403.67	0.033750	4.64	9.12	11.56	1.67
Conservola	300	TR100	53.76	401.43	402.73	403.11	403.95	0.031622	4.89	11.00	12.25	1.65
Conservola	300	TR200	58.68	401.43	402.80	403.19	404.05	0.030604	4.96	11.82	12.53	1.63
Conservola	300	TR500	65.18	401.43	402.89	403.28	404.18	0.029162	5.04	12.94	12.90	1.61
Conservola	200	TR020	42.33	400.24	402.07	402.07	402.72	0.011787	3.58	11.81	9.14	1.01
Conservola	200	TR100	53.76	400.24	402.32	402.33	403.05	0.011495	3.79	14.19	9.83	1.01
Conservola	200	TR200	58.68	400.24	402.42	402.43	403.18	0.011399	3.87	15.18	10.11	1.01
Conservola	200	TR500	65.18	400.24	402.53	402.55	403.34	0.011593	4.00	16.30	10.41	1.02
Conservola	100	TR020	42.33	397.63	398.64	398.99	399.90	0.050521	5.42	8.99	15.73	2.01
Conservola	100	TR100	53.76	397.63	398.73	399.15	400.22	0.053042	5.89	10.38	15.91	2.09
Conservola	100	TR200	58.68	397.63	398.76	399.21	400.34	0.053775	6.07	10.96	15.99	2.12
Conservola	100	TR500	65.18	397.63	398.81	399.28	400.51	0.054588	6.28	11.69	16.08	2.15

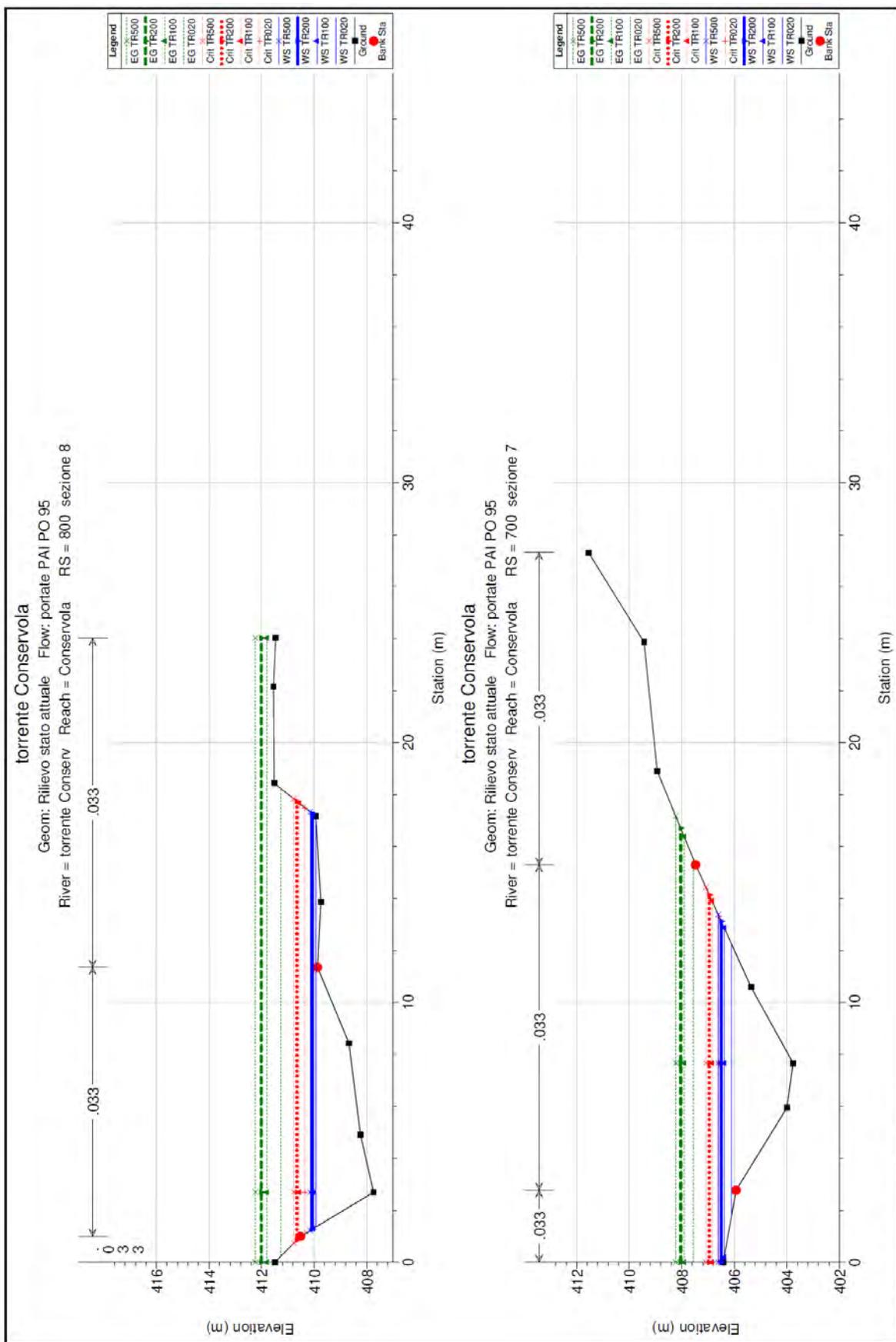


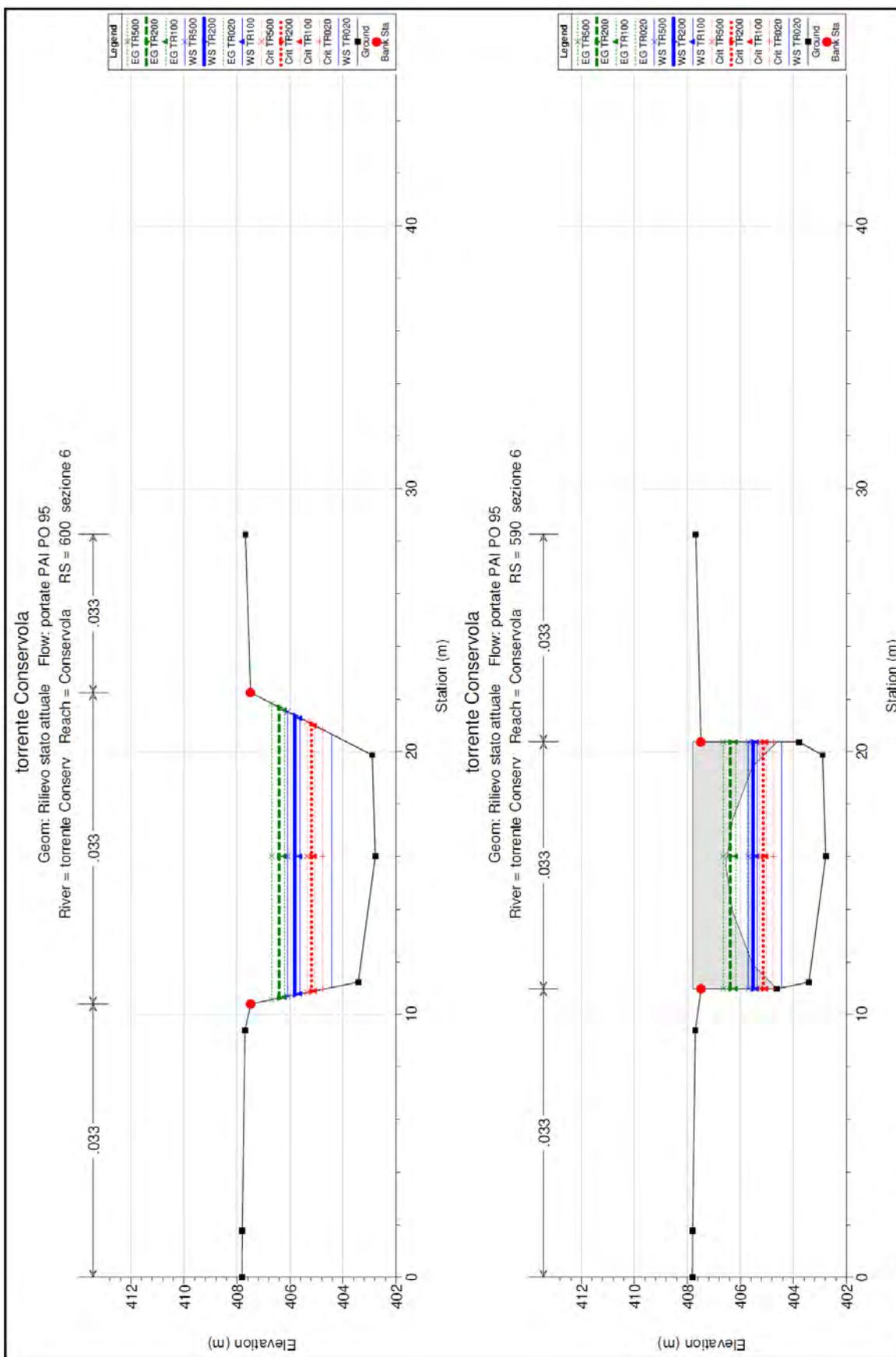


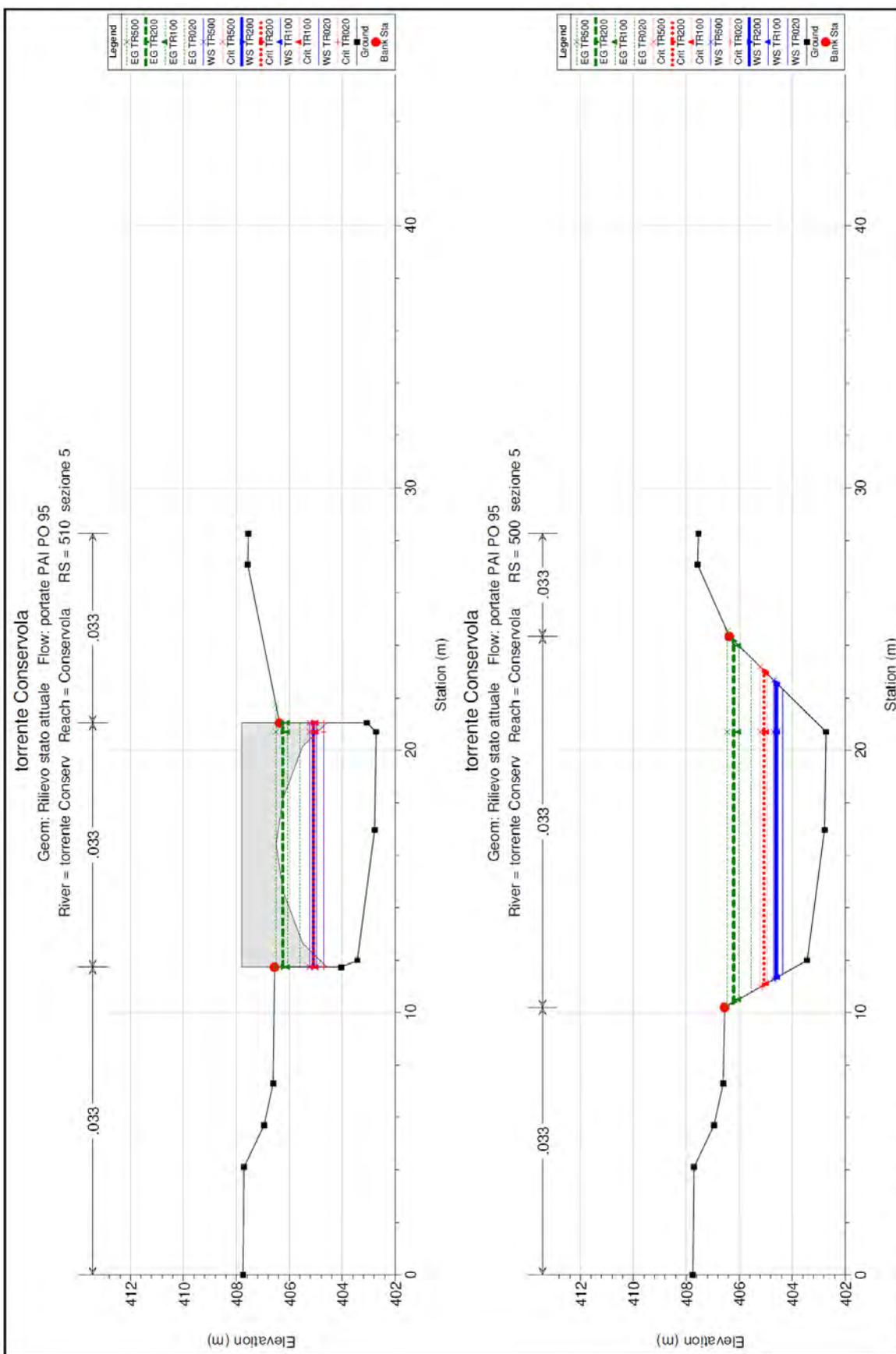


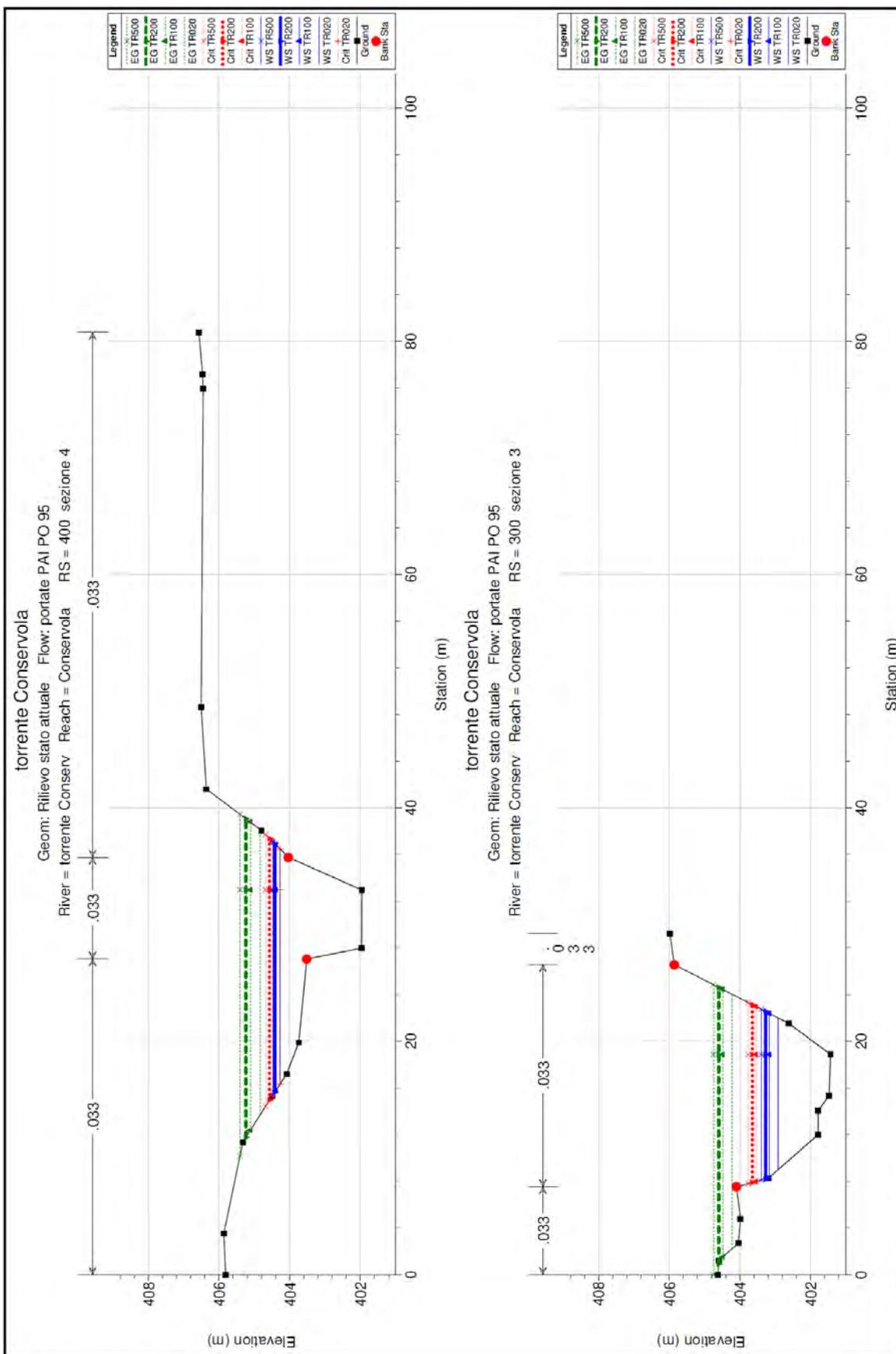


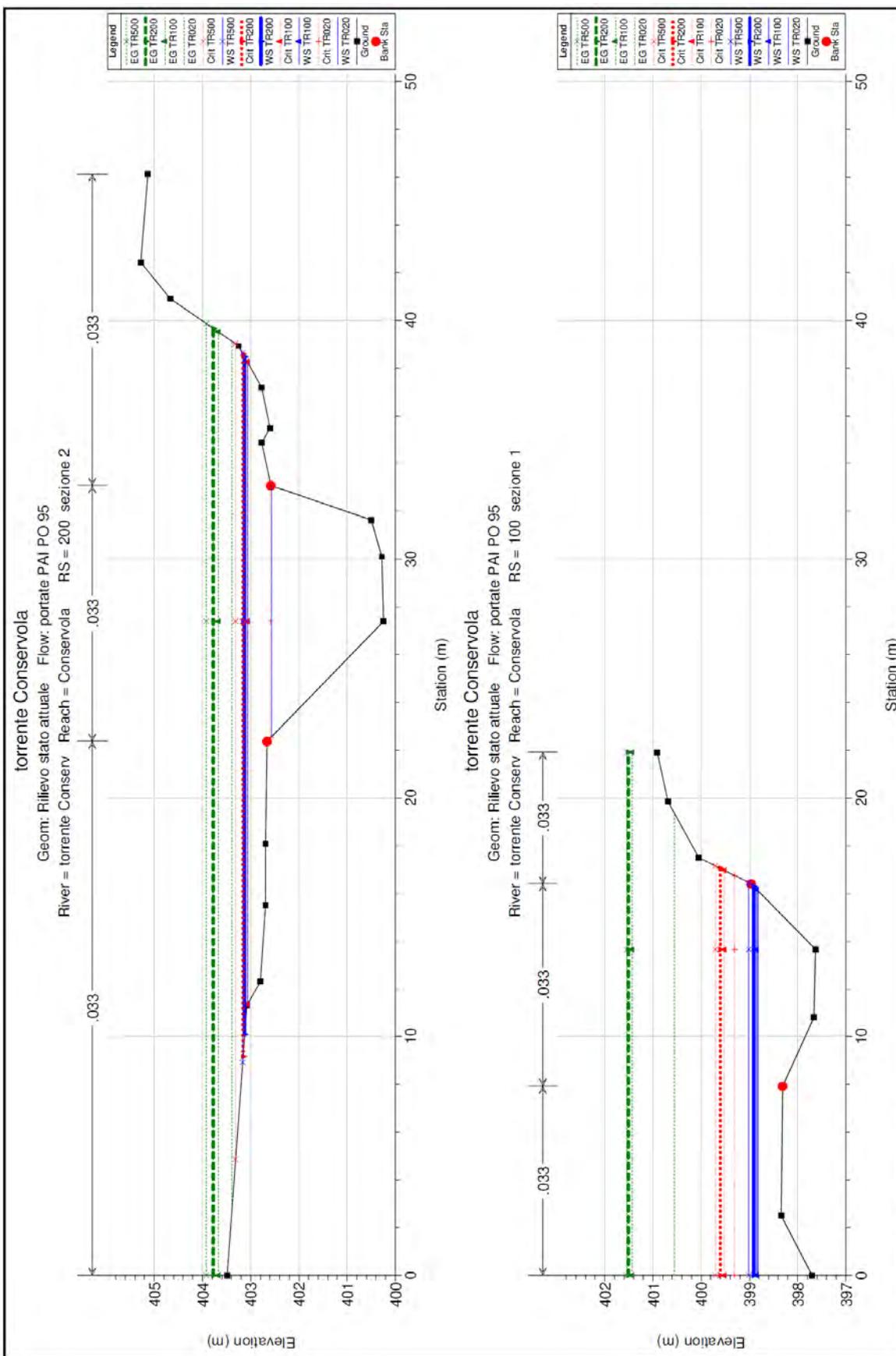










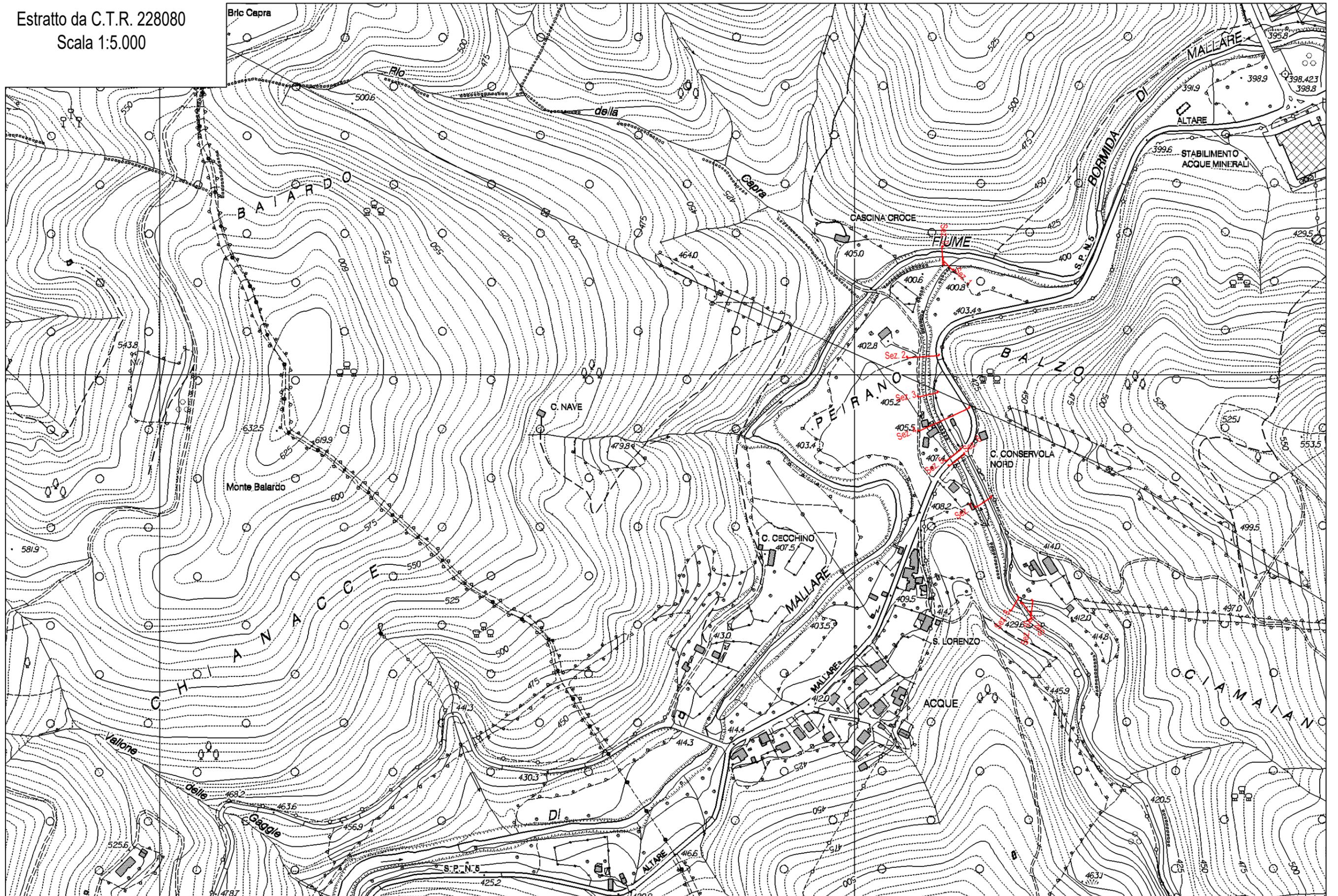


Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Conservola	1000	TR020	67.09	408.31	411.52	410.56	411.72	0.001844	2.06	34.93	20.85	0.44
Conservola	1000	TR100	85.11	408.31	412.16	410.93	412.32	0.001072	1.86	52.11	28.04	0.35
Conservola	1000	TR200	92.90	408.31	412.42	411.05	412.56	0.000894	1.80	59.35	28.04	0.33
Conservola	1000	TR500	103.20	408.31	412.61	411.17	412.76	0.000866	1.85	64.70	28.04	0.33
Conservola	900	TR020	67.09	408.01	410.45	410.45	411.59	0.016147	4.72	14.21	6.23	1.00
Conservola	900	TR100	85.11	408.01	410.84	410.84	412.17	0.016898	5.11	16.64	6.25	1.00
Conservola	900	TR200	92.90	408.01	411.00	411.00	412.41	0.017149	5.26	17.66	6.26	1.00
Conservola	900	TR500	103.20	408.01	412.21	412.21	412.70	0.014467	3.35	34.50	29.75	0.48
Conservola	800	TR020	67.09	407.74	409.94	410.35	411.27	0.024860	5.15	13.54	15.72	1.45
Conservola	800	TR100	85.11	407.74	410.04	410.57	411.80	0.030491	5.95	15.15	15.94	1.62
Conservola	800	TR200	92.90	407.74	410.08	410.66	412.01	0.032624	6.26	15.81	16.00	1.68
Conservola	800	TR500	103.20	407.74	410.15	410.77	412.23	0.033371	6.52	16.99	16.11	1.71
Conservola	700	TR020	67.09	403.76	406.10	406.58	407.56	0.024844	5.35	12.62	10.44	1.48
Conservola	700	TR100	85.11	403.76	406.39	406.85	407.91	0.021858	5.49	15.91	12.69	1.42
Conservola	700	TR200	92.90	403.76	406.49	406.95	408.04	0.021047	5.56	17.29	13.11	1.41
Conservola	700	TR500	103.20	403.76	406.61	407.08	408.22	0.020758	5.69	18.83	13.37	1.41
Conservola	600	TR020	67.09	402.78	404.42	404.77	405.76	0.023849	5.13	13.08	9.62	1.40
Conservola	600	TR100	85.11	402.78	405.61	405.07	406.20	0.005732	3.39	25.10	10.49	0.70
Conservola	600	TR200	92.90	402.78	405.82	405.19	406.41	0.005423	3.41	27.23	10.63	0.68
Conservola	600	TR500	103.20	402.78	406.09	405.35	406.69	0.005006	3.42	30.19	10.83	0.65
Conservola	590	TR020	67.09	402.78	404.45	404.75	405.74	0.022468	5.04	13.32	9.35	1.35
Conservola	590	TR100	85.11	402.78	405.37	405.02	406.18	0.009649	3.97	21.43	7.87	0.79
Conservola	590	TR200	92.90	402.78	405.51	405.13	406.38	0.010151	4.13	22.49	7.59	0.80
Conservola	590	TR500	103.20	402.78	405.69	405.27	406.65	0.011327	4.34	23.78	6.72	0.81
Conservola	510	TR020	67.09	402.72	404.71	404.71	405.59	0.013217	4.17	16.10	9.05	0.94
Conservola	510	TR100	85.11	402.72	404.98	404.98	406.06	0.014507	4.60	18.49	8.52	0.98
Conservola	510	TR200	92.90	402.72	405.09	405.09	406.25	0.015101	4.78	19.44	8.30	0.99
Conservola	510	TR500	103.20	402.72	405.23	405.23	406.51	0.015943	5.01	20.62	8.02	1.01
Conservola	500	TR020	67.09	402.72	404.36	404.67	405.56	0.021389	4.84	13.86	10.88	1.37
Conservola	500	TR100	85.11	402.72	404.54	404.95	406.01	0.023229	5.38	15.83	11.16	1.44
Conservola	500	TR200	92.90	402.72	404.61	405.07	406.21	0.024082	5.60	16.59	11.26	1.47
Conservola	500	TR500	103.20	402.72	404.69	405.21	406.46	0.025240	5.88	17.54	11.40	1.51
Conservola	400	TR020	67.09	401.95	404.26	404.26	404.82	0.007104	3.50	22.20	20.14	0.81
Conservola	400	TR100	85.11	401.95	404.39	404.47	405.11	0.008617	4.02	24.77	21.10	0.90
Conservola	400	TR200	92.90	401.95	404.42	404.56	405.24	0.009625	4.29	25.39	21.33	0.96
Conservola	400	TR500	103.20	401.95	404.46	404.68	405.40	0.010880	4.62	26.26	21.64	1.02
Conservola	300	TR020	67.09	401.43	402.91	403.31	404.21	0.028750	5.06	13.27	13.00	1.60
Conservola	300	TR100	85.11	401.43	403.17	403.55	404.48	0.023876	5.09	16.74	14.08	1.49
Conservola	300	TR200	92.90	401.43	403.27	403.64	404.60	0.022206	5.10	18.20	14.37	1.45
Conservola	300	TR500	103.20	401.43	403.40	403.76	404.75	0.020572	5.15	20.04	14.67	1.41
Conservola	200	TR020	67.09	400.24	402.56	402.58	403.39	0.011537	4.02	16.68	10.51	1.02
Conservola	200	TR100	85.11	400.24	403.06	403.07	403.67	0.006498	3.58	27.41	26.85	0.80
Conservola	200	TR200	92.90	400.24	403.12	403.16	403.78	0.006760	3.73	29.19	28.39	0.82
Conservola	200	TR500	103.20	400.24	403.17	403.31	403.92	0.007651	4.02	30.43	29.71	0.87
Conservola	100	TR020	67.09	397.63	398.82	399.31	400.55	0.054578	6.33	11.92	16.11	2.15
Conservola	100	TR100	85.11	397.63	398.85	399.52	401.43	0.079068	7.74	12.34	16.17	2.60
Conservola	100	TR200	92.90	397.63	398.91	399.60	401.51	0.073982	7.75	13.37	16.30	2.54
Conservola	100	TR500	103.20	397.63	399.01	399.71	401.54	0.063908	7.63	14.99	16.45	2.39

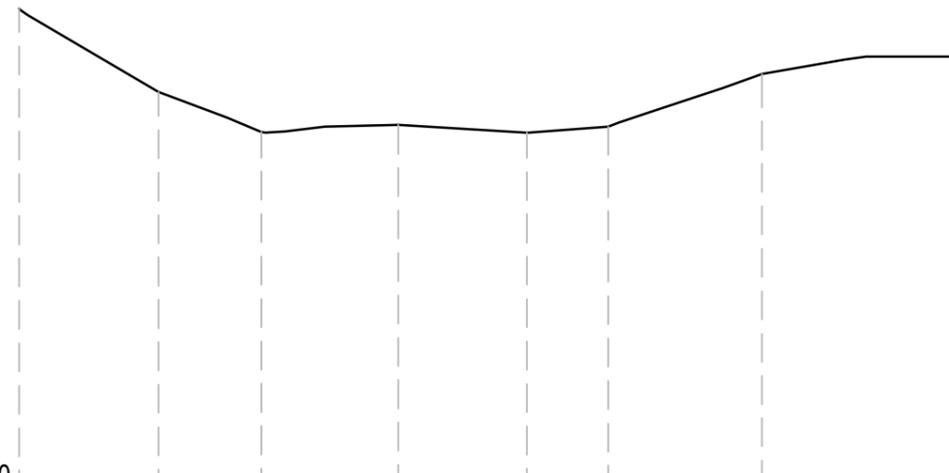
Ubicazione Sezioni su C.T.R.- Fotografie

(da pag. 47 a pag. 58)

Estratto da C.T.R. 228080
Scala 1:5.000



Sezione 0



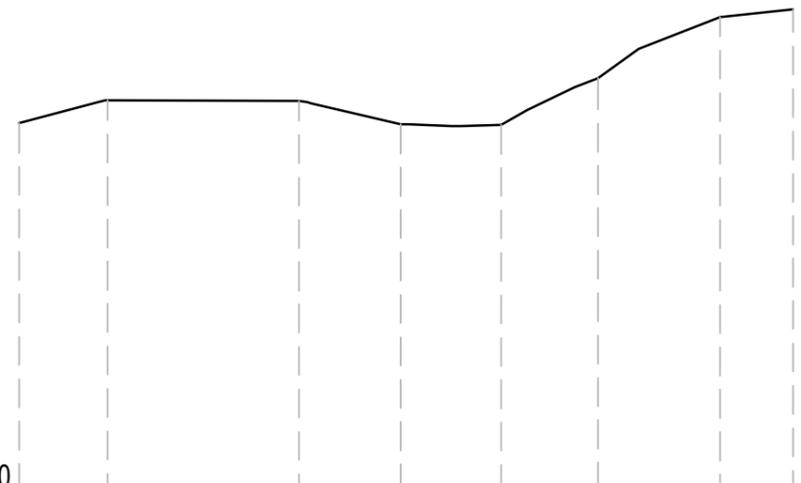
Quote	400.32	397.97	396.83	397.03	396.82	396.99	398.47	398.97
Distanze parziali		3.94	2.92	3.88	3.64	2.31	4.37	5.41
Distanze progressive	0.00	3.94	6.86	10.73	14.37	16.67	21.04	26.45



Sezione 1

Scala 1/200

Piano di riferimento 387.20



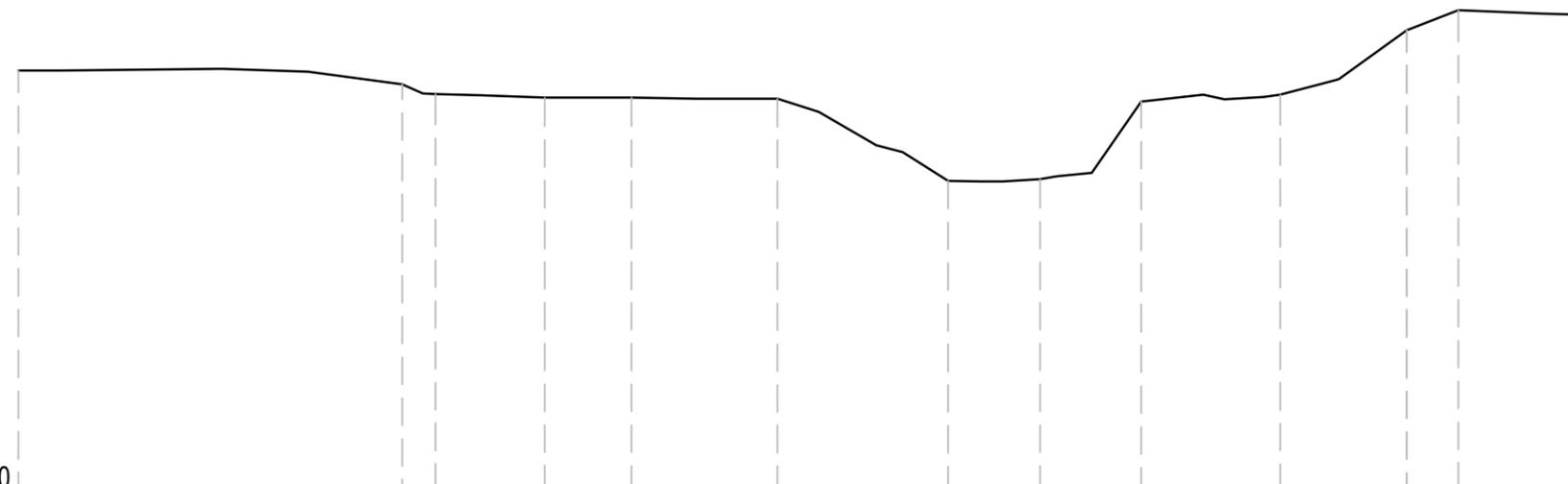
Quote	397.70	398.34	398.31	397.66	397.63	398.96	400.69	400.91
Distanze parziali		2.50	5.43	2.87	2.85	2.75	3.45	2.05
Distanze progressive	0.00	2.50	7.93	10.80	13.65	16.40	19.85	21.91



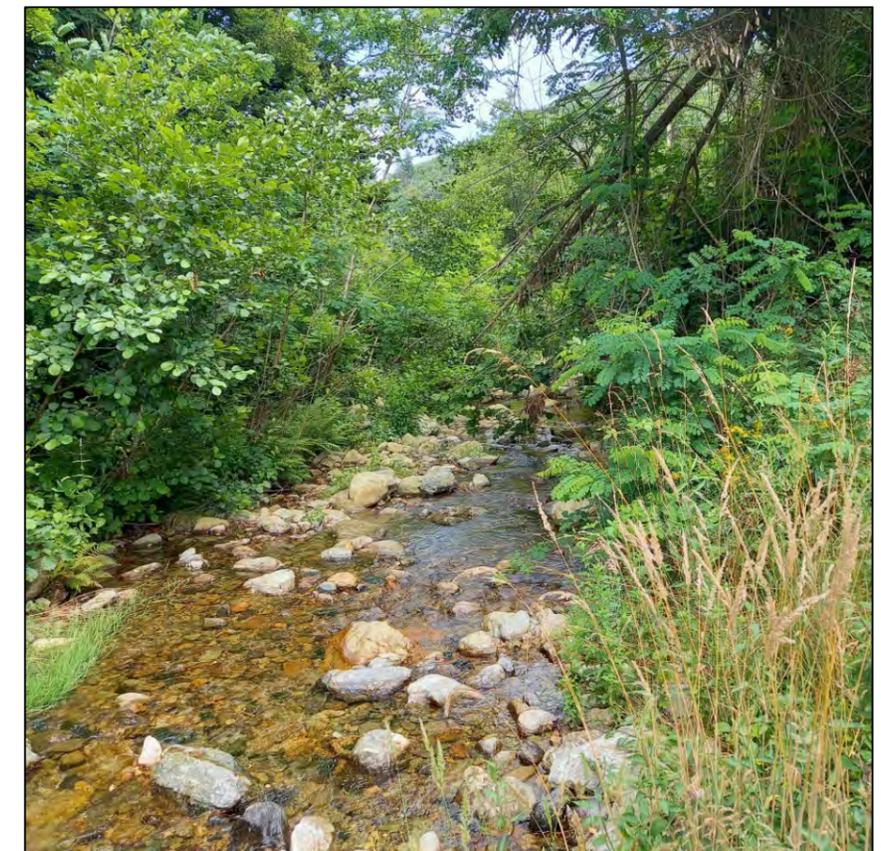
Sezione 2

Scala 1/200

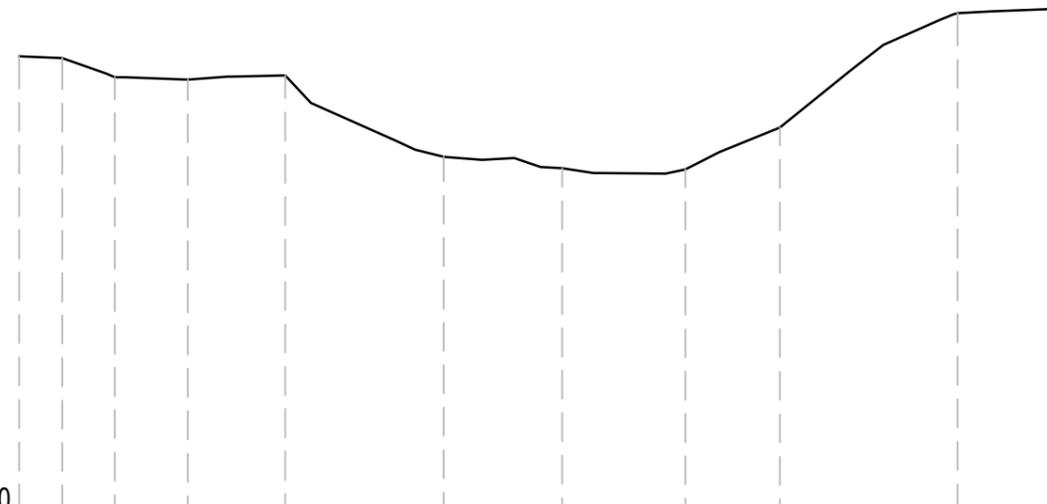
Piano di riferimento 391.00



Quote	403.49			403.08	402.80		402.69	402.69		402.66		400.24	400.28		402.58		402.77		404.67	404.67	405.26		405.13
Distanze parziali		11.32		0.98	3.22		2.56	4.30		5.03		2.70	2.98		4.10		3.73		1.52	3.70			
Distanze progressive	0.00			11.32	12.30		15.51	18.07		22.37		27.40	30.10		33.09		37.19		40.92	40.92	42.44		46.14



Sezione 3



Scala 1/200

Piano di riferimento 391.60

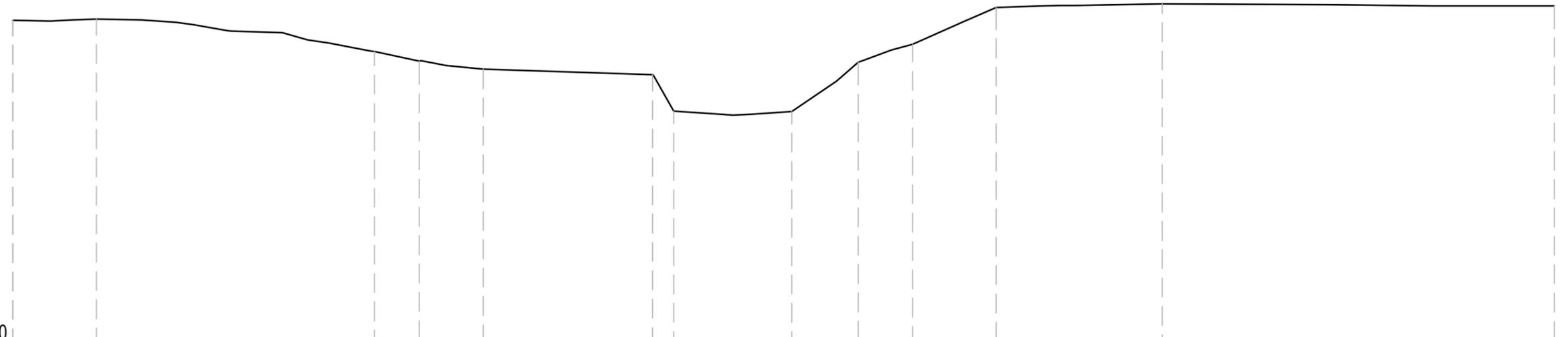
Quote	404.62	404.59	404.04	403.98	404.09	401.78	401.47	401.43	402.61	405.85	405.98
Distanze parziali		1.21	1.50	2.07	2.76	4.48	3.36	3.49	2.67	5.04	2.67
Distanze progressive	0.00	1.21	2.71	4.78	7.54	12.01	15.37	18.87	21.54	26.58	29.25



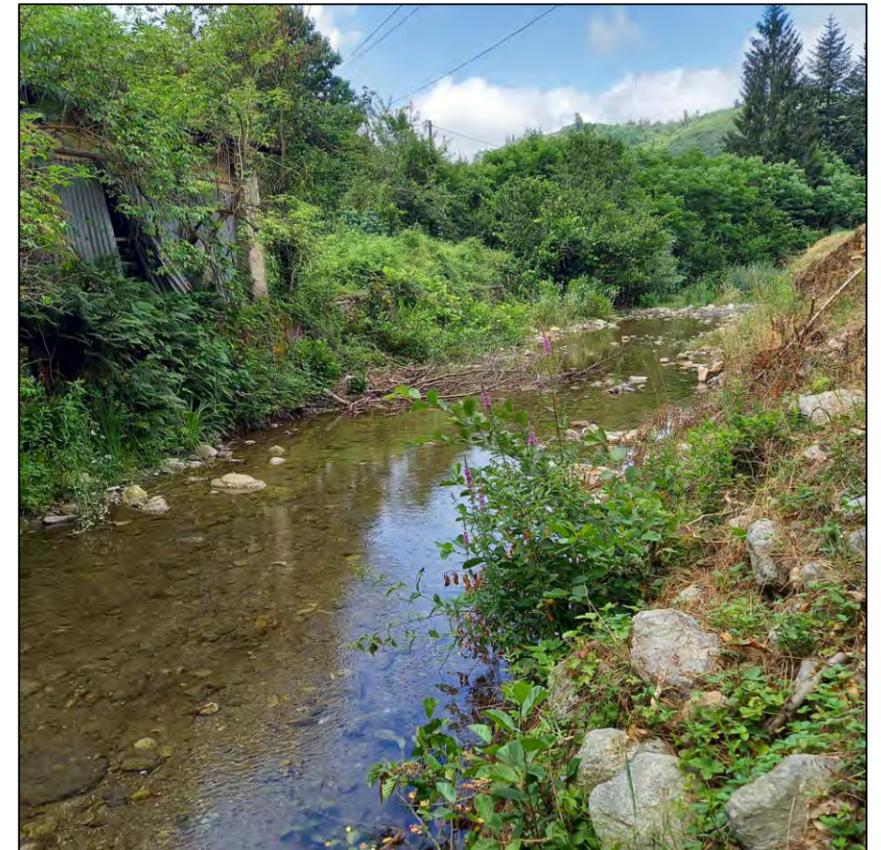
Sezione 4

Scala 1/200

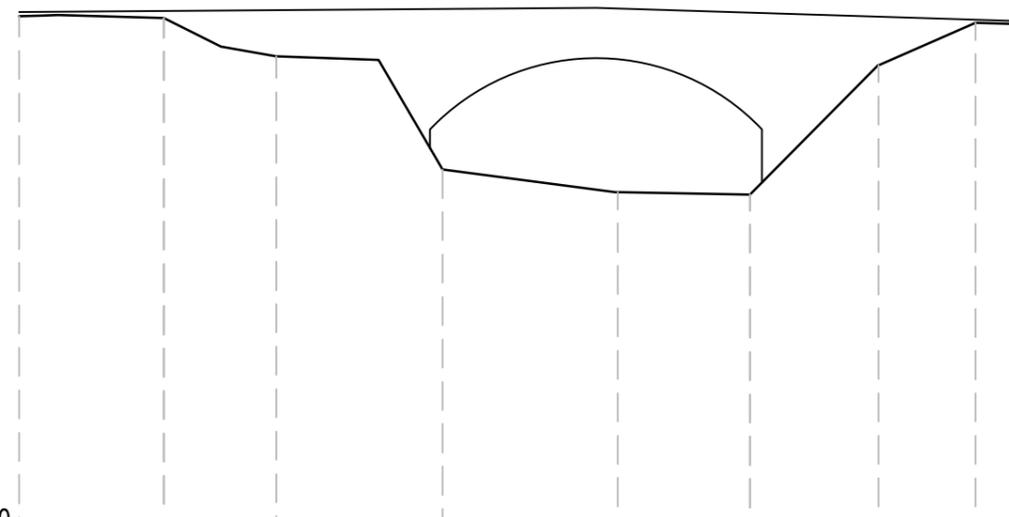
Piano di riferimento 392.10



Quote	405.81	405.81	405.86		404.49	404.08	403.74		403.51	401.96	401.95	404.03	404.79	406.35		406.50		406.42
Distanze parziali		3.54		11.76		1.91	2.70		7.16	0.91	4.99	2.81	2.31	3.54		7.02		16.61
Distanze progressive	0.00	0.00	3.54		15.30	17.21	19.91		27.07	27.98	32.97	35.78	38.09	41.63		48.65		65.26



Sezione 5



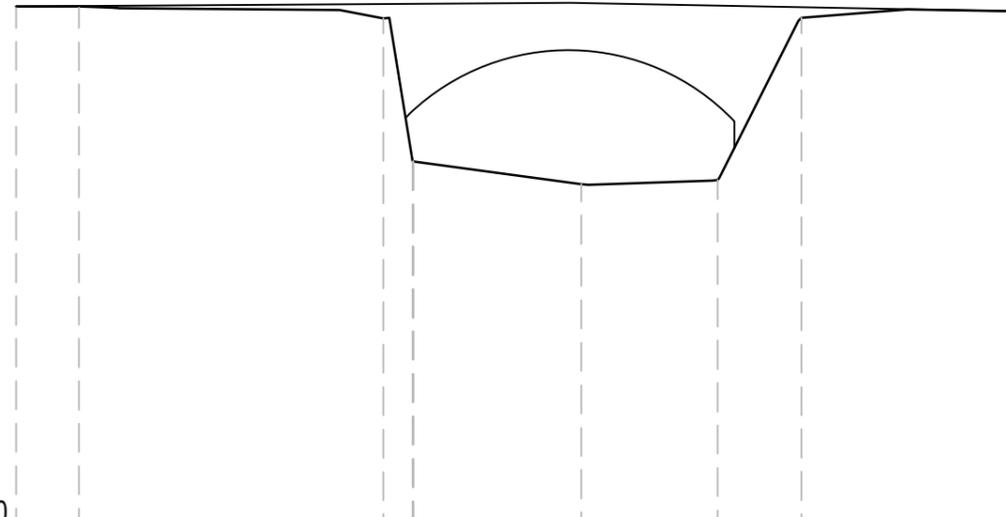
Scala 1/200

Piano di riferimento 393.00

Quote	407.75	407.71 407.71	406.61	403.43	402.78	402.72 402.72	406.37	407.57 407.54	
Distanze parziali		4.10	3.18	4.71	4.96	3.74	3.64	2.74	1.19
Distanze progressive	0.00	4.10 4.10	7.28	11.99	16.95	20.69 20.69	24.33	27.07	28.26



Sezione 6



Scala 1/200

Piano di riferimento 393.00

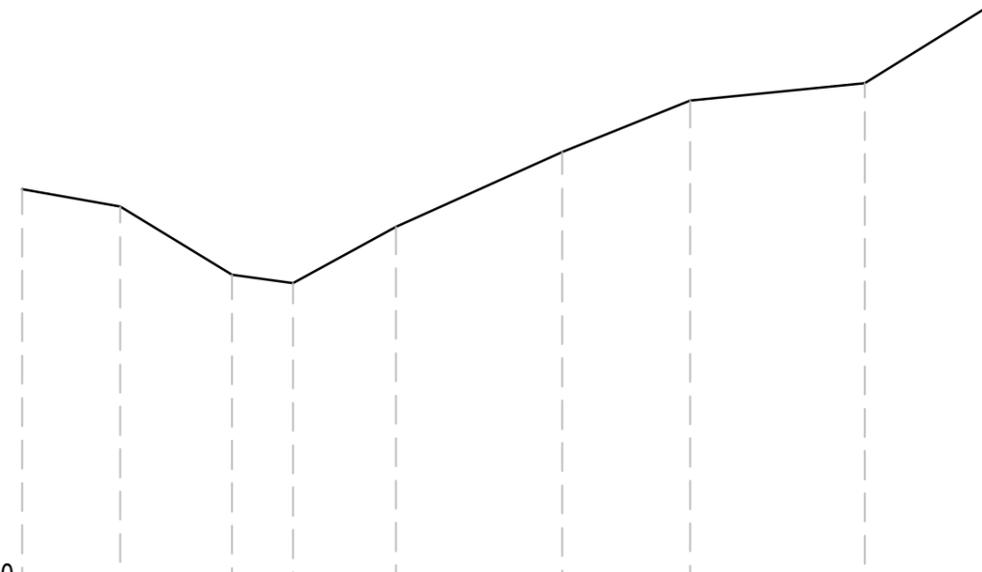
Quote	407.81	407.80		407.48	403.42	403.42		402.78		402.90	407.49		407.68
Distanze parziali		1.77		8.64	0.83		4.77		3.85		2.38		6.03
Distanze progressive	0.00	1.77		10.40	11.23	11.24		16.01		19.86	22.24		28.26



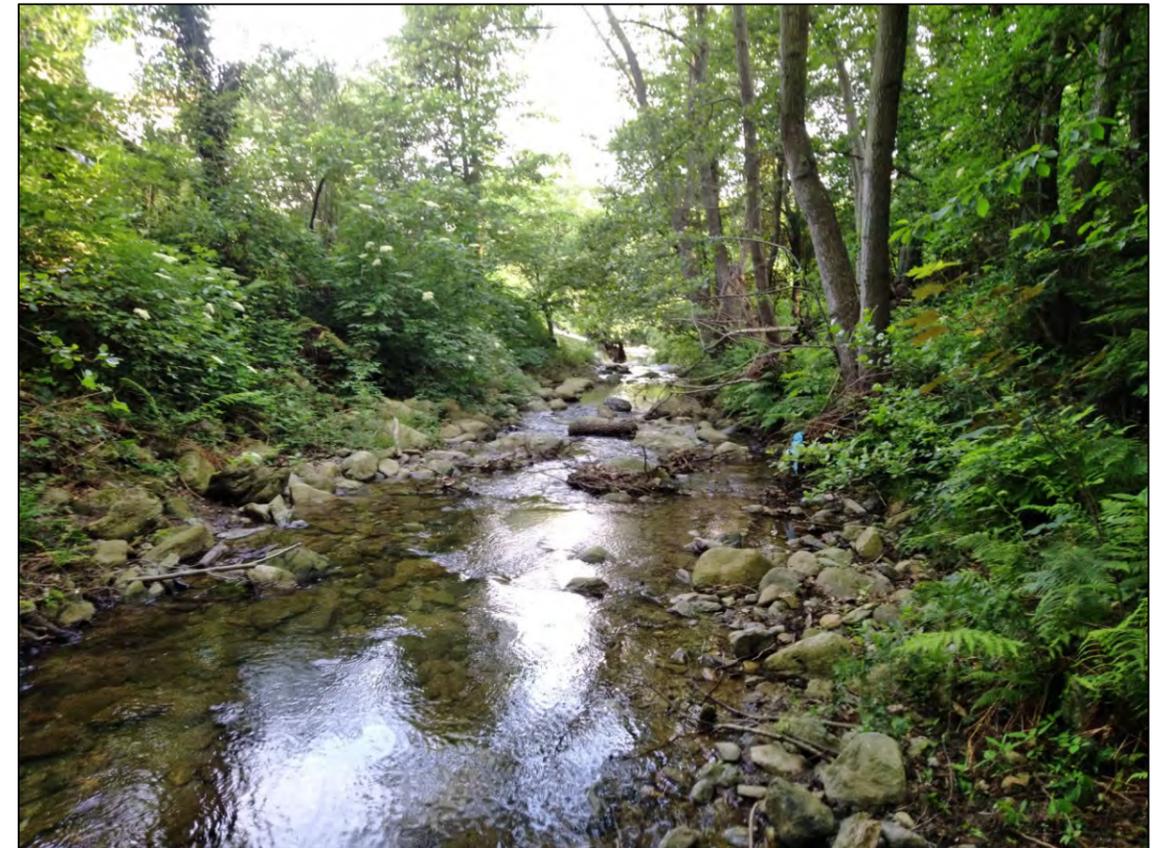
Sezione 7

Scala 1/200

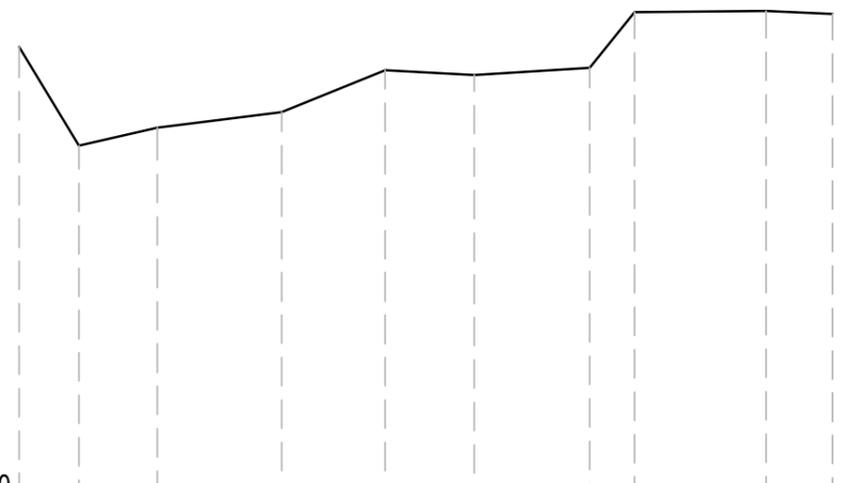
Piano di riferimento 395.00



Quote	406.42	405.93	404.00	403.76	405.36	407.47	408.93	409.43	411.55
Distanze parziali		2.78	3.16	1.72	2.92	4.72	3.62	4.94	3.45
Distanze progressive	0.00	2.78	5.94	7.66	10.58	15.30	18.91	23.86	27.31



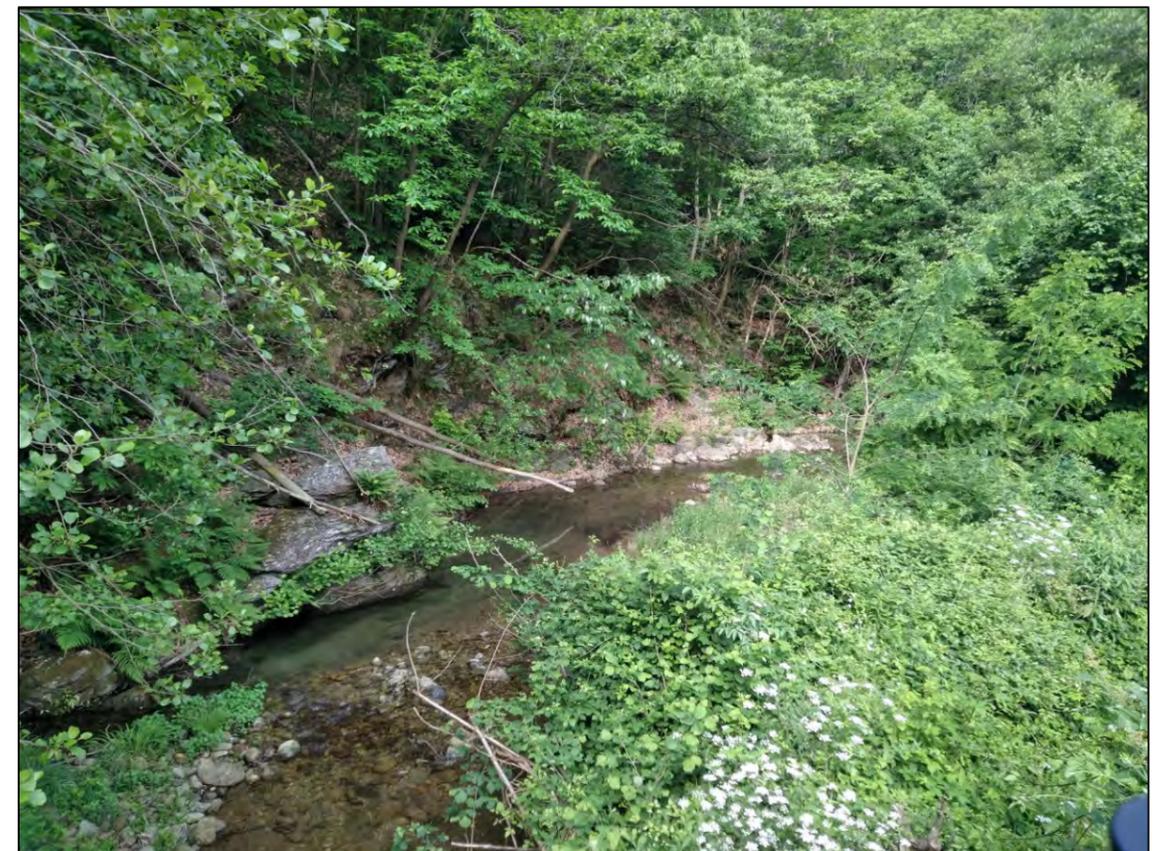
Sezione 8



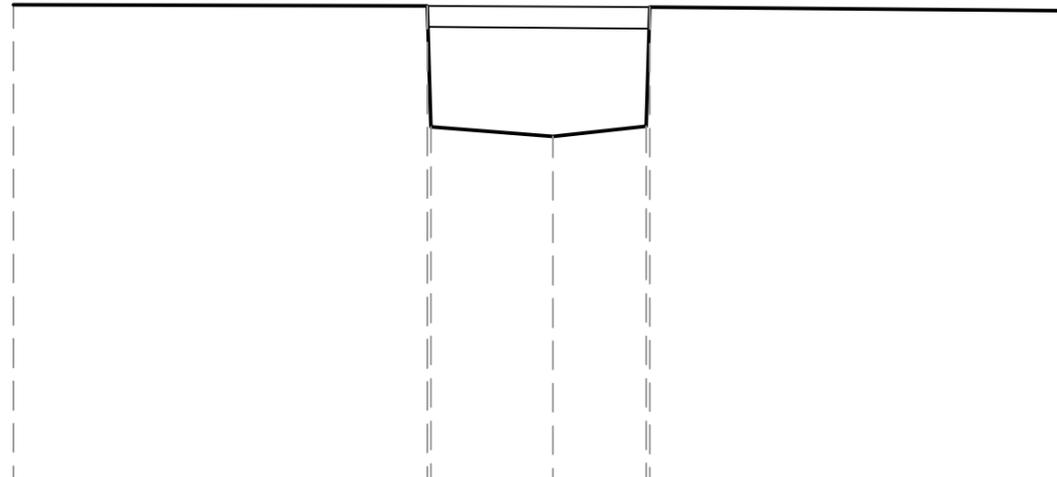
Scala 1/200

Piano di riferimento 397.60

Quote	410.52	407.74	408.24	408.68	409.87	409.74	409.94	411.52	411.55	411.46
Distanze parziali		1.69	2.22	3.52	2.93	2.52	3.28	1.27	3.72	1.87
Distanze progressive	0.00	1.69	3.91	7.43	10.36	12.88	16.16	17.43	21.16	23.02



Sezione 9



Scala 1/200

Piano di riferimento 398.00

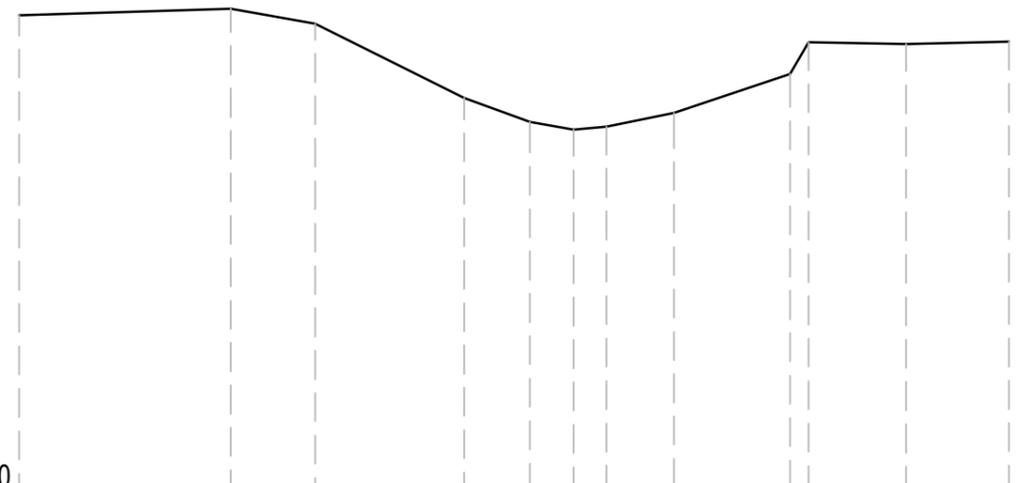
Quote	411.73	411.70 408.27	408.01	408.29 411.65	411.55
Distanze parziali		11.73	3.45	2.65	11.72
Distanze progressive	0.00	11.73 11.83	15.28	17.93 18.03	29.75



Sezione 10

Scala 1/200

Piano di riferimento 398.00



Quote	411.54	411.73	411.30	409.20	408.51	408.31	408.39	408.77	409.88	410.78	410.73	410.80
Distanze parziali		6.00	2.39	4.21	1.87	1.24	0.92	1.91	3.30	2.76	2.93	
Distanze progressive	0.00	6.00	8.39	12.59	14.47	15.70	16.62	18.53	21.83	22.35	25.11	26.04

