COMUNE DI COGORNO

Committente:
Comune di Cogorno

Livello di Progetto:
Definitivo /Esecutivo

Titolo:

MITIGAZIONE RISCHIO IDRAULICO E MESSA IN SICUREZZA LOC. SAN SALVATORE - TRATTI TERMINALI FOSSATO SAN SALVATORE E RIO PESSA – I° LOTTO – STRALCIO A: RIO PESSA A CIELO APERTO

Oggetto:

RELAZIONE IDRAULICA

Codice Progetto:
P077-21

Nome File:
P077-21-E-RE-IDR-101-A

Firme:



Rev.	Modifiche/Revisioni	Redatto	Data	Contr./Appr.	Data
A	Prima emissione	MI	21/12/21	DR	21/12/21

ASSOCIATO oice CONFINDUSTRIA
efca
FIDIC
apave certification
ISO 9001 N° SC 10-2588/IAF 34
ISO 14001 N° SCA 19-3491/IAF 34
ISO 45001 N° SCS 20-336/IAF 34

ITEC engineering S.r.l.
19038 SARZANA (SP)
Via Variante Aurelia, 98
TEL. +39 0187 610532
info@itec-engineering.it

16129 GENOVA
Via Antonio Cecchi 7/9-10
TEL. +39 010 5959690
www.itec-engineering.it

È vietata a norma di legge la riproduzione, anche parziale, non autorizzata di questo documento

INDICE

1 PREMESSA 2

2 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE 4

2.1 DESCRIZIONE 4
2.2 CRITICITÀ IDRAULICHE 6

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 7

4 INTERVENTI IN PROGETTO 13

4.1 DESCRIZIONE 13
4.2 CRITERI PROGETTUALI 14

5 VERIFICHE IDRAULICHE 17

5.1 PORTATE DI RIFERIMENTO 17
5.2 METODOLOGIA DI CALCOLO 17
5.3 PARAMETRI DI CALCOLO E CONFIGURAZIONI DI VERIFICA 17
5.4 RISULTATI 18
5.4.1 Stato attuale 18
5.4.2 Stato di progetto 18
5.4.3 Considerazioni sul rischio idraulico residuale 20

Allegati:

ALLEGATO A: Verifiche idrauliche

Appendici:

APPENDICE 1: Software di calcolo Hec-Ras 6.1

1 PREMESSA

La presente relazione fa parte del progetto definitivo degli "*Interventi di mitigazione del rischio idraulico e messa in sicurezza del centro abitato di San Salvatore in comune di Cogorno - tratti terminali fossato San Salvatore e rio Pessa – 1° Lotto - Stralcio A: Rio Pessa a cielo aperto*"**.**

Nel 2017 il Comune di Cogorno ha presentato uno Studio di fattibilità tecnica ed economica redatto dallo Studio Tecnico Associato Brizzolara-Sturla, che prevedeva una serie di interventi sul fossato San Salvatore e sul rio Pessa finalizzati alla mitigazione del rischio idraulico dovuto alle criticità evidenziate dal Piano di Bacino ambito 16, che inserisce tutta l'area urbanizzata di Cogorno a cavallo dei due corsi d'acqua come inondabile per evento con tempo di ritorno 50-ennale (fascia A).

Sul progetto del 2017 la Regione Liguria, Settore Assetto del Territorio, a seguito della DGR 254/2017, con DDG AM-121/2018 ha espresso parere di compatibilità (ex art. 17 c. 2 della Normativa di Piano di Bacino) favorevole, con alcune prescrizioni.

Successivamente il Comune di Cogorno ha affidato a ITEC engineering S.r.l. la redazione di un nuovo progetto di fattibilità che aggiornasse lo studio precedente alla luce di indagini più dettagliate e recepisse le osservazioni e le prescrizioni della Regione.

Esso contiene lo studio idraulico complessivo dei tratti terminali del fossato San Salvatore e del rio Pessa, con l'analisi idraulica dello stato attuale e della configurazione di progetto complessiva, con l'individuazione di possibili lotti funzionali di intervento.

Il nuovo progetto di fattibilità è stato nuovamente presentato in data 18.12.2021 dal Comune di Cogorno alla Regione Liguria Settore Assetto del Territorio per il parere di competenza.

In risposta a tale istanza la Regione Liguria, Dipartimento Ambiente e Protezione Civile Settore Assetto del Territorio, ha trasmesso al comune di Cogorno una nota via PEC del dicembre 2021 in cui specifica che il nuovo progetto di fattibilità ha ottemperato alle prescrizioni a suo tempo richieste e che "…*si ritiene non necessaria l'espressione di un nuovo parere di compatibilità ex art. 17 c. 2 delle NTA del PAI.*."

Nella lettera si richiede soltanto, come unica condizione, di verificare la funzionalità del Lotto 1, controllando che la sua attuazione non porti a significativi peggioramenti a valle.

Il lotto 1 riguarda il tratto a cielo aperto del rio Pessa a monte del tratto terminale tombinato per una lunghezza complessiva di circa 200 m.

Per motivi economici il Lotto 1 è stato suddiviso a sua volta in stralci, il presente progetto fa riferimento allo Stralcio A che riguarda il tratto compreso tra l'ampliamento della vasca di sedimentazione esistente sino alla briglia prevista alla sezione 111 per una lunghezza di circa 60 m.

Le verifiche idrauliche hanno dimostrato come gli interventi previsti nel lotto 1 – Stralcio A consentono un miglioramento delle condizioni di deflusso lungo il tratto in progetto con

benefici per le aree adiacenti, ed in particolare per via San Martino, rimandando la completa mitigazione del rischio idraulico per tutte le aree a valle al completamento degli interventi previsti nel progetto generale di sistemazione.

Il tratto tombinato di valle mantiene la stessa criticità della configurazione attuale, senza miglioramenti, ma anche senza alcun aggravio poiché rimane inalterato il valore della sua portata massima smaltibile, condizionata anche dal rigurgito dovuto alla confluenza e alle dimensioni della tombinatura esistente.

L'ampliamento della vasca di sedimentazione costituisce un'ulteriore elemento di miglioramento funzionale rispetto alla configurazione attuale, preservando la tombinatura di valle dalla possibile ingressione di sedimenti.

Al presente progetto è allegata la relazione idraulica del progetto di fattibilità riguardante la sistemazione complessiva del fossato San Salvatore e del rio Pessa, alla quale si rimanda per le analisi di maggior dettaglio.

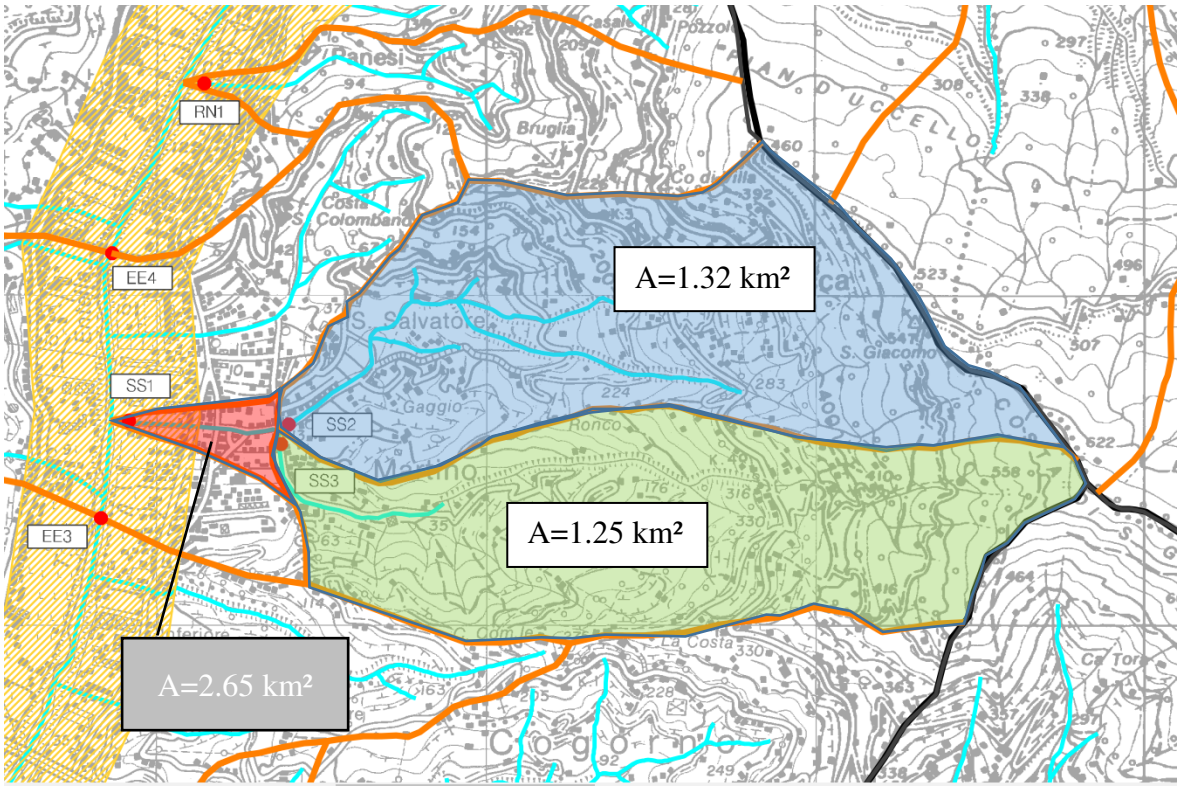
2 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE

2.1 DESCRIZIONE

Il fossato San Salvatore, con il suo affluente principale rio Pessa, è un affluente di sponda sinistra del fiume Entella, in cui confluisce in prossimità dell'abitato di San Salvatore di Cogorno.

L'area del bacino chiuso alla sezione di sbocco nell'Entella è di 2.65 km^2, quella del rio Pessa è di 1.25 km^2, mentre quella del fossato San Salvatore a monte della confluenza con il rio Pessa è di 1.32 km^2.

Nella figura seguente è riportato il bacino del fossato San Salvatore con l'indicazione dei due sottobacini principali, estratto dalla cartografia del Piano di Bacino ambito 16.



L'asta principale ha una lunghezza di circa 3.0 km con una pendenza media del 20% circa.

Il fossato San Salvatore risulta tombinato nel suo tratto terminale da loc. Gaggio (in corrispondenza della basilica dei Fieschi) sino all'altezza della SP 33, per una lunghezza di circa 600 m.

Il tratto a cielo aperto a monte della tombinatura ha una sezione rettangolare di larghezza 6 m circa delimitato da muri d'argine in pietra dell'altezza di 3 m circa; il fondo alveo ha una pendenza media del 5.0% circa ed è costituito prevalentemente da ciottoli e ghiaia.
Prima dell'imbocco della tombinatura è presente una vasca di sedimentazione con una briglia a pettine, con un volume utile di circa 200 m^3.

Il tratto tombinato tra la vasca e la confluenza con il rio Pessa, della lunghezza di circa 390 m, è costituito da uno scatolare in c.a. di larghezza variabile tra 2.5 m e 5.3 m (media 3.9 m) e altezza compresa tra 2.2 m e 3.0 m circa (media 2.5 m), con pendenza media pari al 3.0% circa.

Esso si sviluppa al di sotto di via Bertulla, strada a doppio senso di marcia della larghezza di circa 6.5 m, sino all'incrocio con via alla Basilica dei Fieschi e via San Martino.

Il tratto tombinato a valle della confluenza con il rio Pessa, della lunghezza di circa 250 m, è costituito da uno scatolare in c.a. di larghezza variabile tra 3.1 m e 4.8 m (media 4.1 m) e altezza compresa tra 1.8 m e 2.9 m circa (media 2.3 m), con pendenza media pari all' 1.1% circa.

Esso si sviluppa al di sotto di Via alla Basilica dei Fieschi nel tratto compreso tra l'incrocio con Via San Martino e la SP. 33, strada a doppio senso di marcia con parcheggi, della larghezza di circa 9.0 m, delimitata per gran parte del suo sviluppo da edifici di civile abitazione su entrambi i lati.

Il tratto terminale a cielo aperto di valle, della lunghezza di circa 180 m, ha sezione rettangolare delimitata da muri parte in pietra parte in cls, con larghezza variabile tra 2.6 m e 3.5 m (media 3.2 m) e altezza compresa tra 2.2 m e 4.0 m circa (media 3.0 m), con pendenza media pari all' 1.1% circa.

Il tratto è caratterizzato dalla presenza di una viabilità pedonale lungo la sponda destra e da aree private sulle sponda sinistra.

In corrispondenza dello sbocco nel fiume Entella il corso d'acqua è attraversato da un ponticello in c.a. di larghezza 4.3 m circa e luce libera 3.3 m, con fondo plateato.

Il rio Pessa presenta un primo tratto di monte a cielo aperto, della lunghezza di circa 300 m, caratterizzato da sezioni di forma trapezia delimitate da muri d'argine in pietra e in cls e da versante naturale, con larghezze al fondo variabili tra 2.6 m e 4.2 m (media 3.6 m) e altezza compresa tra 1.3 m e 2.8 m (media 2.0 m), con pendenza media pari al 3.0% circa; il fondo alveo è naturale, costituito da ciottoli e ghiaia.

Prima dell'imbocco del tratto terminale tombinato è presente una vasca di sedimentazione con una briglia a pettine, con un volume utile di circa 20 m^3.

Il tratto tombinato del rio Pessa si sviluppa al di sotto di via San Martino, strada carrabile a due sensi di marcia di larghezza variabile tra 5.0 m e 8.0 m circa.

Il tratto di monte della tombinatura, realizzato più recentemente, per una lunghezza di circa 150 m, ha una sezione scatolare di dimensioni medie 4.9x3.0 m, con pendenza pari al 2.8% circa.

Il seguente tratto di tombinatura, della lunghezza di 230 m circa, ha larghezza variabile da 2.9 m a 4.3 m (media3.5 m), altezza compresa tra 2.0 m e 2.8 m (media 2.2 m), con pendenza 1.8 %.

2.2 CRITICITÀ IDRAULICHE

Il tratto tombinato del fossato San Salvatore risulta insufficiente al deflusso di portate inferiori alla 50-ennale, indipendentemente dai livelli di piena nel fiume Entella.

Ciò provoca inondazioni e allagamenti lungo Via Bertulla e Via alla Basilica dei Fieschi e delle aree urbane adiacenti, dove è presente anche una scuola, oltre alla sede del Comune.

Anche il tratto terminale tombinato del rio Pessa risulta insufficiente al deflusso della portata 50-ennale, con conseguente rischio di allagamento lungo Via San Martino e nelle aree urbane adiacenti; l'insufficienza permane anche nel tratto a cielo aperto di monte con allagamento della strada comunale, dei terreni privati e delle abitazioni lungo il suo sviluppo.

La criticità è confermata dalla mappatura delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate del Piano di Bacino Ambito 16, che riporta in fascia A (zona rossa) tutte le aree a cavallo dei due corsi d'acqua.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa idraulica di riferimento è costituita dal Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico Ambito 16[1],e dal Regolamento Regionale n°3 del 14/07/2011[2] così come modificato dalla DGR n°181 del 11/03/2016 e dalla DGR n. 1205 del 27/12/2019 (indirizzi in materia di autorizzazioni idrauliche).

Il fossato San Salvatore e il rio Pessa sono inseriti tra i corsi d'acqua significativi nella cartografia del Piano e nel reticolo idrografico della Regione Liguria[3].

Nelle figure seguenti sono riportati gli estratti cartografici del PdB, della cartografia regionale.

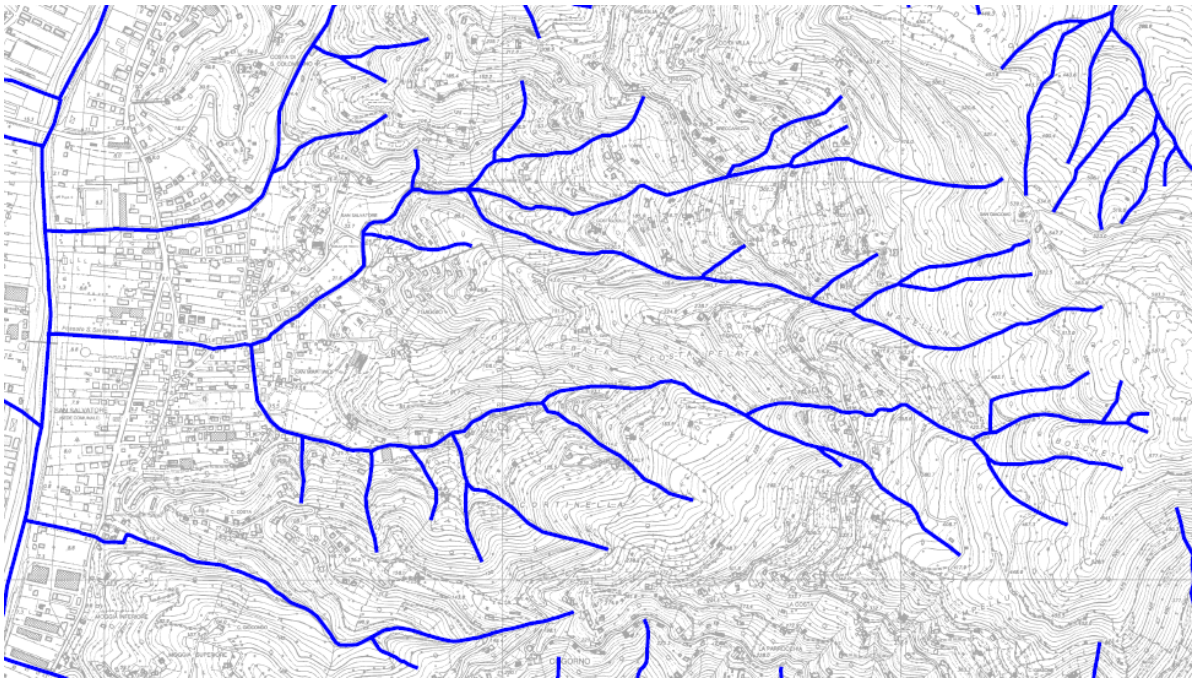


Figura 3.1 : Estratto Carta reticolo significativo del PdB

[1] approvato con DCP n. 3 del 29/01/2003, ultima variante approvata DDG n. 2093 del 12/04/2021 entrata in vigore 28/04/2021

[2] *Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua*

[3] DGR n.507 del 21/06/2019

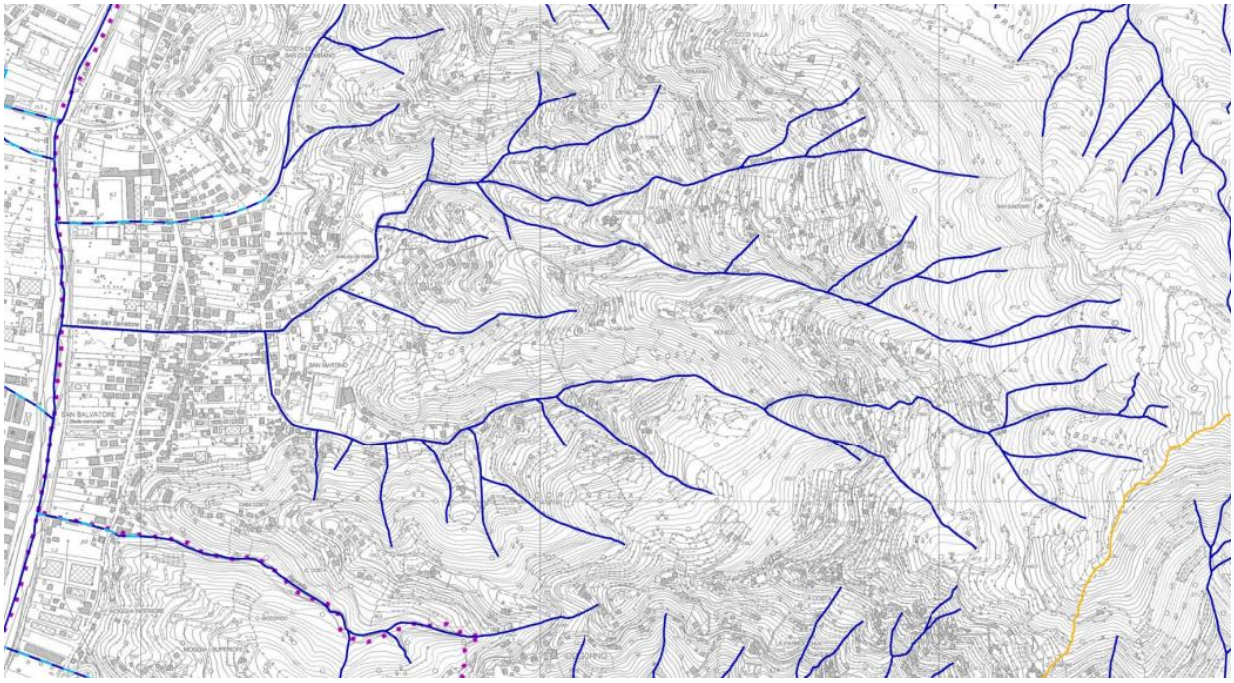


Figura 3.2 : Estratto Carta del reticolo regionale

Il rio risulta indagato nel PdB e dalla cartografia catastale risulta con sedime demaniale.

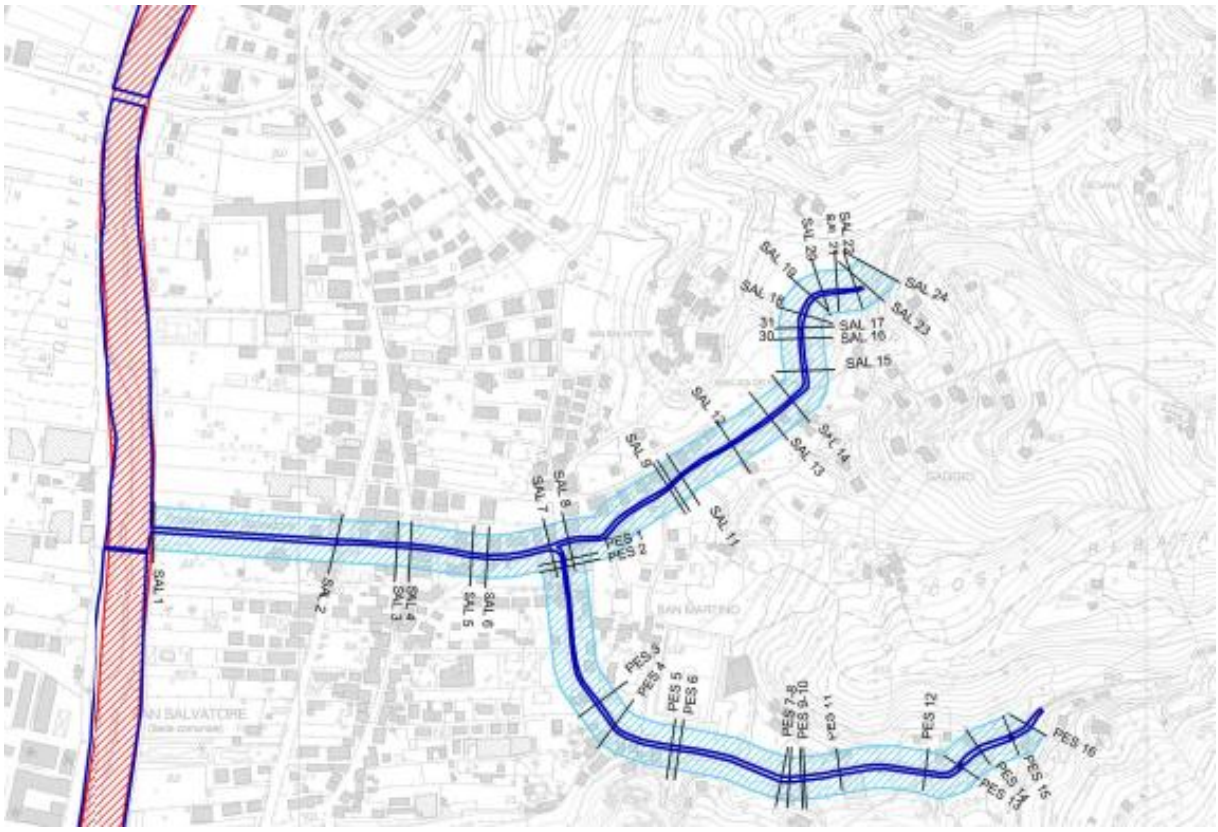


Figura 3.3: Estratto Carta delle tracce delle sezioni idrauliche e dei tratti indagati del PdB

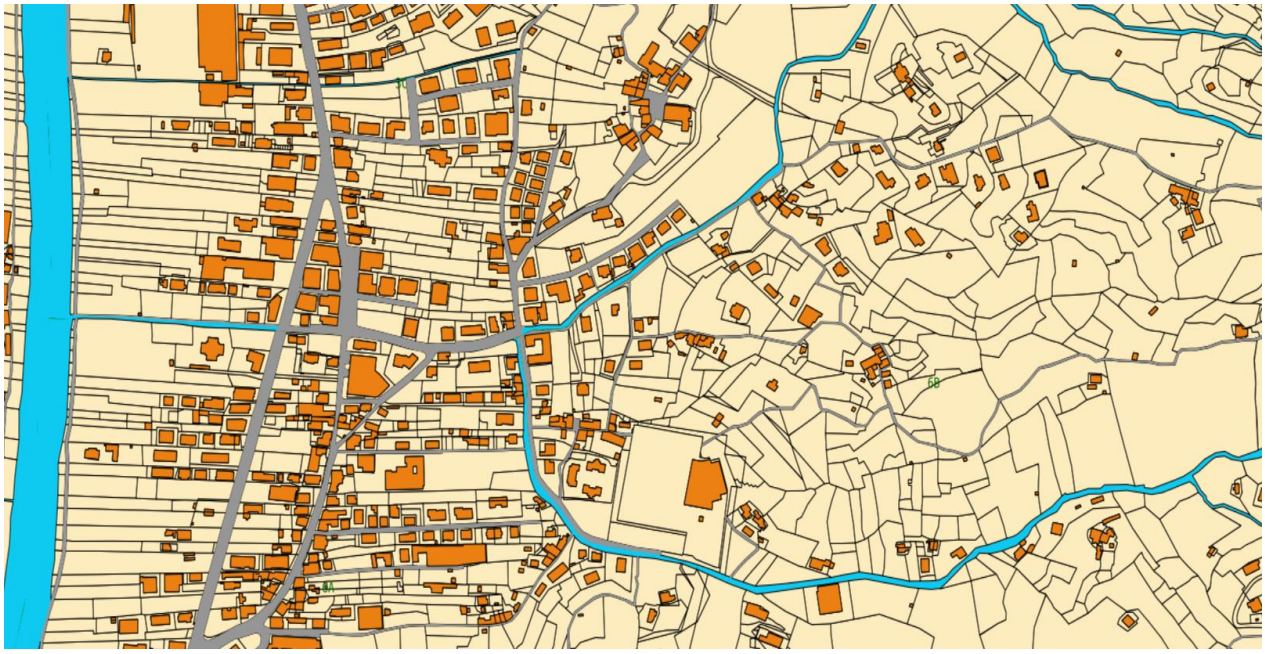


Figura 3.4: Estratto carta catastale comune di Cogorno fogli 3 e 6

Il Piano di Bacino inserisce tutta l'area terminale del fossato San Salvatore da monte della confluenza con il rio Pessa e tutto il rio Pessa da monte del campo sportivo fra quelle in Fascia A come mostra l'estratto della carta delle Fasce fluviali riportato nella figura seguente.

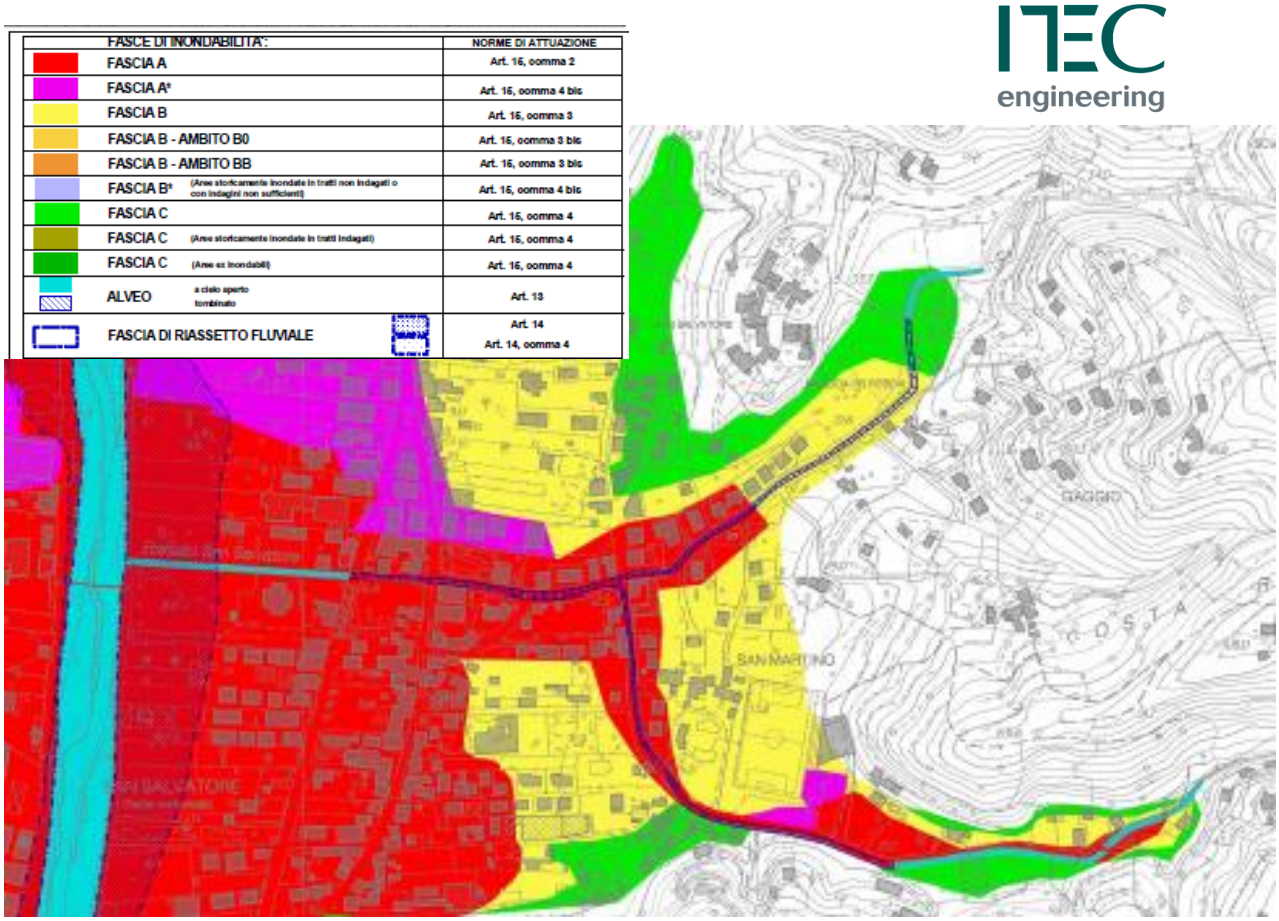


Figura 3.5: Estratto Carta delle fasce di indondabilità

In base al Regolamento sia il fossato san salvatore che il rio Pessa sono classificabili come corsi d'acqua di primo livello (bacino sotteso compreso superiore a 1.0 km^2).

Il Regolamento definisce i franchi minimi ammissibili tra il livello di piena e la sommità degli argini/intradosso dei ponti, e i parametri di scabrezza da assumere nelle verifiche idrauliche.

Per il reticolo idrografico di primo, secondo e terzo livello i franchi non devono essere inferiori al valore maggiore tra i valori della tabella seguente:

	Tipologia di opera	1° e 2° livello	3° livello
I	Argini e difese spondali	cm 50/100 H_c	cm 50 $0.5 \cdot H_c$
II	Ponti e strutture di attraversamento fino ad estensioni longitudinali di 12 m	cm 100/150 H_c	cm 75 $0.5 \cdot H_c$
III	Coperture e tombinature, ponti e strutture di attraversamento oltre 12 m	cm 150/200 H_c	cm 100 $0.5 \cdot H_c$

Tabella 3.I

Dove H_c è il carico cinetico della corrente definito come $U^2/2g$, con $U[m/s]$ velocità media della corrente e $g[m \cdot s^{-2}]$ accelerazione di gravità, e i due valori estremi corrispondono rispettivamente a bacini poco dissestati e molto dissestati.

Per le opere di cui al punto III della prima colonna (primo e secondo livello), nel caso di modesta rilevanza dell'opera e di bacini sistemati, il franco può essere derogato dall'amministrazione competente fino a 100 cm.

Il coefficiente di scabrezza da utilizzare nelle verifiche idrauliche, deve essere desunto dalla seguente tabella.

Descrizione	Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Tratti di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo	25-30
Corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo	30-35
Tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati (e/o platee) in buono stato	35-40
Corso d'acqua con fondo ed argini totalmente cementati in ottimo stato ed assenza di manufatti o discontinuità interferenti con le acque	40-45

Tabella 3.II

Il Piano di Bacino prevede per il fossato San Salvatore il seguente intervento SS:

Sebbene l'intera tombinatura non risulti adeguata allo smaltimento della portata duecentennale, è possibile prevedere, quale intervento di riduzione del rischio a breve termine, l'eliminazione della strozzatura costituita dal primo tratto della tombinatura del rio della Pessa; in tal caso, pur non raggiungendo il franco previsto rispetto al carico cinetico, si ottiene una notevole riduzione del rigurgito a monte dell'imbocco con complessivo beneficio del deflusso della piena. In ogni caso, appare comunque utile prevedere a lungo termine la progettazione di un intervento complessivo di sistemazione dell'intera area volto all'eliminazione del rischio idraulico. Infine appare indispensabile ricordare l'importanza di mantenere in perfetta funzionalità le vasche di sedimentazione esistenti all'imbocco delle due tombinature, mediante costante manutenzione periodica a cura del concessionario delle stesse.

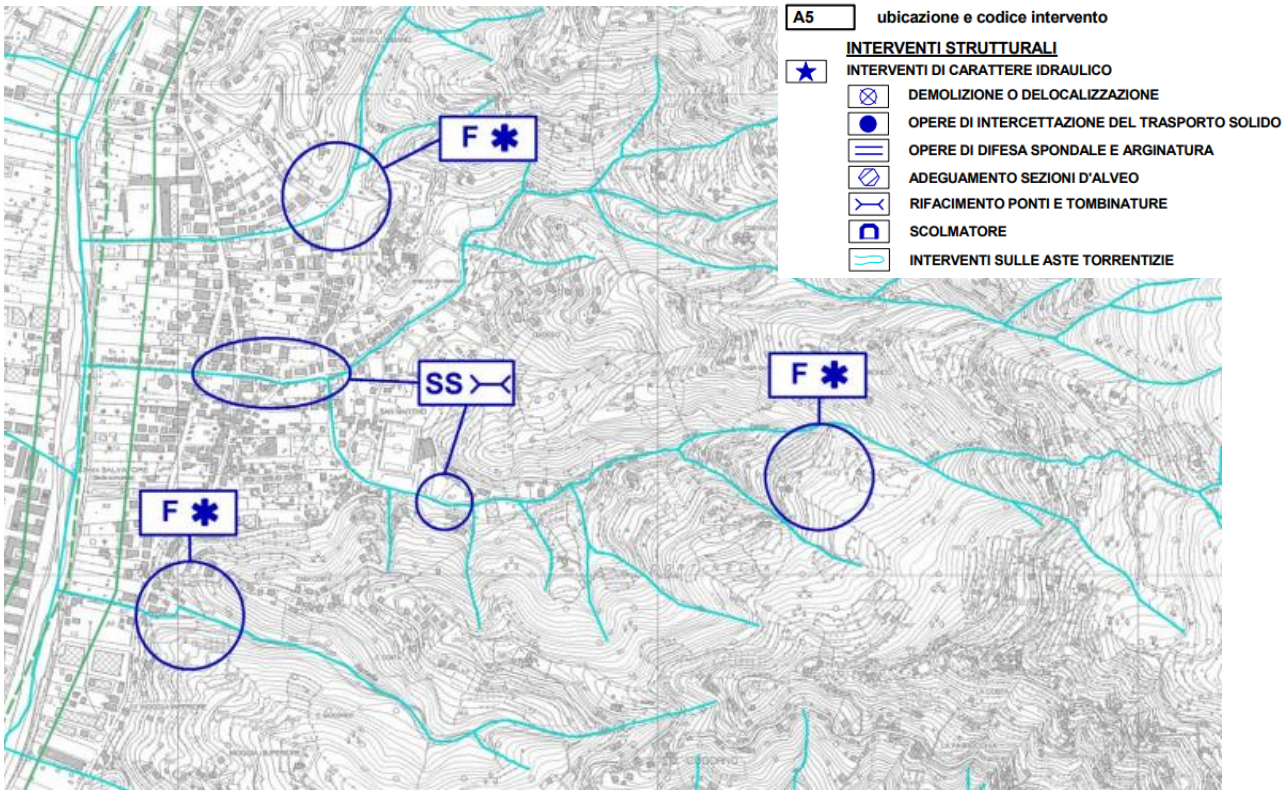


Figura 3.6: Estratto Carta degli interventi

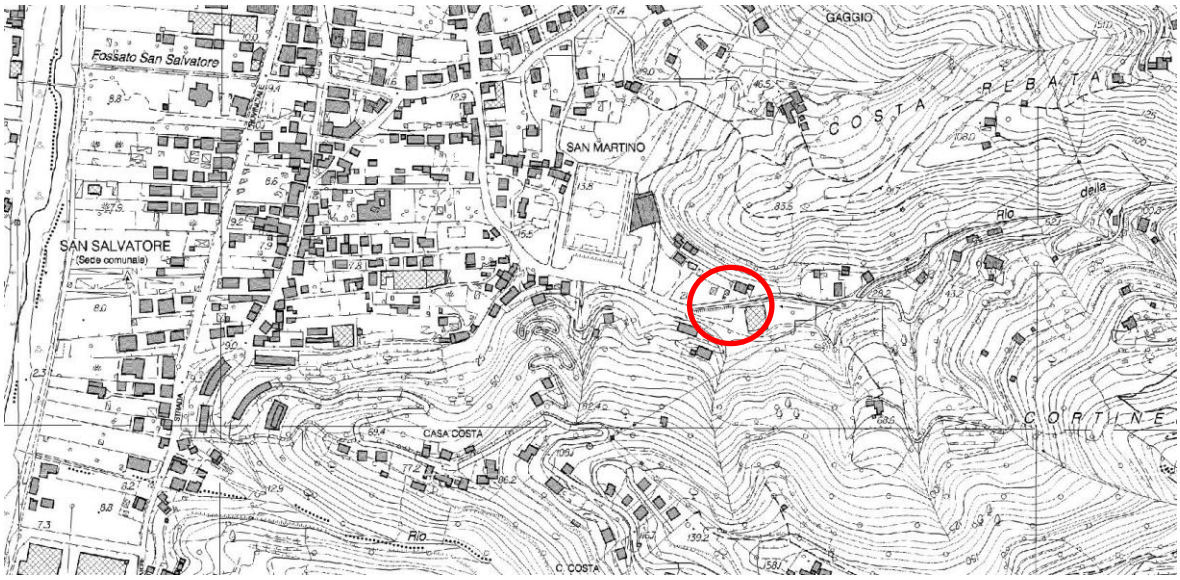
4 INTERVENTI IN PROGETTO

4.1 DESCRIZIONE

L'intervento del presente progetto riguarda lo Stralcio A del lotto 1 del progetto di sistemazione complessivo del fossato san Salvatore e del rio Pessa descritto nel relativo progetto di fattibilità tecnico-economica.

Il lotto 1 riguarda in particolare il tratto a cielo aperto del rio Pessa a monte della tombinatura, per una lunghezza di 200 m circa.

Lo Stralcio A, oggetto del presente progetto, riguarda il tratto compreso tra l'ampliamento della vasca di sedimentazione esistente sino alla briglia prevista alla sezione 111 per una lunghezza di circa 60 m.



Il tratto a cielo aperto del rio Pessa a monte della tombinatura è caratterizzato dalla presenza di Via San Martino lungo tutta la sponda destra, che occupa parte dell'area demaniale.

In tale tratto si è adottata una soluzione che consenta di mantenere il livello della portata di piena 200-ennale e il relativo carico totale inferiore alla quota del piano viabile mantenendo inalterata la viabilità in sponda destra, peraltro già stretta.

Si è quindi mantenuto il limite della strada esistente come argine di sponda destra, allargando l'alveo, dove possibile, sulla sponda sinistra.

Gli interventi consistono quindi in:

- Prolungamento della vasca di sedimentazione attuale con aumento della capacità per un totale di circa 70 m^3 (11 m^3 della vasca attuale + 60 m^3 della vasca di progetto);

- Allargamento delle sezioni di deflusso del tratto a cielo aperto con sezione rettangolare con larghezza variabile da 5 m a 3.8 m con sistemazione con due briglie dell'altezza di 1.0 m circa con pendenza tra il salto dell'1%;
- Realizzazione di raccordo con la sezione attuale dell'alveo all'estremità di monte dell'intervento mediante una briglia (sez. 111).

La vasca di sedimentazione sul rio Pessa è ubicata a monte del tratto tombinato, in tale tratto la larghezza delle sezioni è pari a 5 m.

La vasca attuale viene prolungata verso monte di circa 16 m con larghezza di 5 m con un dente di altezza 0.7 m a valle, sormontato da profilati metallici disposti a pettine di altezza 0.7 m a interasse 1.25 m per la trattenuta del materiale flottante. La vasca attuale trattiene un volume di 11 m³, la nuova vasca è in grado di trattenere un volume di circa 60 m³, per un totale di circa 70 m^3.

La quota di fondo del manufatto è pari a +18.50 m s.l.m. coincidente con la quota della vasca attuale.

La sezione di deflusso del rio Pessa sarà delimitata da muri d'argine in c.a. di altezza variabile tra 2.7 m e 4.0 m circa con le fondazioni collegate da puntoni disposti ad interasse 6.0 m al fine di garantire la stabilità dei muri e nel contempo mantenere per quanto più possibile il fondo naturale dell'alveo.

4.2 CRITERI PROGETTUALI

Come già richiamato in premessa il presente progetto costituisce lo stralcio A del lotto 1 del progetto complessivo di sistemazione riportato nel progetto di fattibilità tecnico-economica già approvato dalla Regione Liguria Settore Assetto del Territorio.

Nello studio idraulico di tale progetto, allegato alla presente relazione, sono esposti i criteri di dimensionamento che hanno ispirato le scelte progettuali, con il recepimento delle prescrizioni contenute nel parere di compatibilità del 2018 (ex art. 17 c. 2 della Normativa di Piano di Bacino) favorevole da parte della stessa Regione Liguria.

A tale documento si rimanda per maggiori dettagli e approfondimenti.

Di seguito si riportano i criteri adottati nel dimensionamento idraulico delle opere del 1° lotto, con particolare riferimento alla risoluzione delle prescrizioni della Regione nel parere di compatibilità del 2018 per il tratto in esame.

Il criterio principale di dimensionamento è ispirato alla normativa idraulica del Piano di Bacino. Trattandosi di un tratto a cielo aperto, senza manufatti di attraversamento interferenti, si è fatto riferimento ad un franco minimo di almeno 0.5 m rispetto alle sommità arginali, con la linea dei carichi contenuta.

Per quanto riguarda le prescrizioni della Regione di seguito si riporta il loro recepimento e risoluzione per il tratto in oggetto.

Esse riguardano in particolare:

- le nuove arginature devono essere realizzate al di fuori dell'area demaniale, eccetto laddove si tratti di modesti adeguamenti finalizzati ad un più razionale adeguamento delle sezioni ovvero sia tecnicamente motivato nell'ottica della messa in sicurezza complessiva e degli elementi a rischio presenti;
- le nuove arginature non devono provocare un incremento del livello di pericolosità idraulica nelle zone circostanti e pertanto la quota sommitale delle opere arginali previste sulle due sponde dovrà essere coincidente;
- l'efficacia dell'intervento di riprofilatura del fondo nel tratto terminale deve essere verificata alla luce dei risultati del calcolo del profilo di equilibrio del corso d'acqua, al fine di valutare la stabilità nel tempo della soluzione prescelta.

Area demaniale

La sistemazione del tratto a cielo aperto del rio Pessa, a monte della tombinatura, prevede un allargamento e approfondimento delle sezioni di deflusso, e la realizzazione di salti di fondo che mantengono il profilo di equilibrio.

Il tratto è delimitato in sponda destra dalla viabilità comunale (Via San Martino), che collega il centro con le frazioni collinari, che ricade per buona parte in area demaniale.

Il progetto prevede la realizzazione di una sezione di deflusso che consenta di mantenere il livello della portata di piena 200-ennale e il relativo carico totale inferiore alla quota del piano viabile mantenendo inalterata la viabilità in sponda destra, peraltro già stretta.

Si è quindi mantenuto il limite della strada esistente come argine di sponda destra eliminando la scarpata e allargando l'alveo, dove possibile, sulla sponda sinistra.

Tale soluzione rientra nell'ottica di una messa in sicurezza idraulica complessiva del corso d'acqua che salvaguardi per quanto possibile l'infrastruttura esistente, non altrimenti localizzabile.

Quota arginature

Nei tratti a cielo aperto si è cercato di mantenere il più possibile la stessa quota di sommità arginale su entrambe le sponde, salvo i casi in cui il livello del piano campagna non lo consenta, o dove tale livellamento comporti un aumento del rischio per una sponda; il criterio adottato nel tratto a cielo aperto del rio Pessa oggetto del presente progetto è stato dunque quello di:

- portare la sommità degli argini ad una quota compatibile con i franchi di norma (0.5 m rispetto al livello di piena 200-ennale con carico contenuto);
- evitare per quanto possibile parapetti e/o cordoli con quote superiori al piano campagna adiacente;
- non portare la quota della sommità degli argini ad un livello inferiore a quella attuale per non aumentare il grado di rischio delle aree adiacenti;

- dove possibile mantenere la stessa quota di sommità su entrambe le sponde.

Stabilità nel tempo della soluzione proposta

Nello studio idraulico della sistemazione complessiva allegato alla presente relazione è riportata l'analisi morfodinamica comprensiva del tratto del rio Pessa oggetto di intervento.

L'analisi ha dimostrato anche da un punto di vista quantitativo la stabilità nel tempo della soluzione proposta.

Il nuovo progetto di fattibilità è stato nuovamente presentato in data 18.12.2021 dal Comune di Cogorno alla Regione Liguria Settore Assetto del Territorio per il parere di competenza.

In risposta a tale istanza la Regione Liguria, Dipartimento Ambiente e Protezione Civile Settore Assetto del Territorio, ha trasmesso al comune di Cogorno una nota via PEC del dicembre 2021 in cui specifica che il nuovo progetto di fattibilità ha ottemperato alle prescrizioni a suo tempo richieste e che "…*si ritiene non necessaria l'espressione di un nuovo parere di compatibilità ex art. 17 c. 2 delle NTA del PAI.*."

Nella lettera si richiede soltanto, come unica condizione, di verificare la funzionalità del Lotto 1, controllando che la sua attuazione non porti a significativi peggioramenti a valle.

Per motivi economici il Lotto 1 è stato suddiviso a sua volta in stralci, il presente progetto fa riferimento allo Stralcio A che riguarda il tratto compreso tra l'ampliamento della vasca di sedimentazione esistente sino alla briglia prevista alla sezione 111 per una lunghezza di circa 60 m.

Le verifiche idrauliche riportate nei capitoli successivi hanno dimostrato che gli interventi previsti nel Lotto 1 – Stralcio A non comportino peggioramenti per il tratto a valle, ciò a causa dell'attuale capacità di deflusso della tombinatura del rio Pessa che rimane inalterata.

L'ampliamento della vasca di sedimentazione, prevista nel presente progetto, costituisce un elemento di miglioramento funzionale rispetto alla configurazione attuale, preservando la tombinatura di valle dalla possibile ingressione di sedimenti.

5 VERIFICHE IDRAULICHE

5.1 PORTATE DI RIFERIMENTO

Le portate di riferimento sono quelle riportate nel Piano di bacino Ambito 16 e precisamente:

	A [km²]	T= 50 anni [m³/s]	T=200 anni [m³/s]	T=500 anni [m³/s]
SS1 – San Salvatore	2.65	37.6	59.1	78.5
SS2 – San Salvatore	1.32	18.7	29.4	39.1
SS3 – rio Pessa	1.25	17.7	27.9	37.0

Tabella 5.I

5.2 METODOLOGIA DI CALCOLO

Le verifiche idrauliche sono state eseguite mediante l'ausilio di un *software*[4] per il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o canali artificiali che consente anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc.

La metodologia di calcolo è riportata in Appendice 1.

5.3 PARAMETRI DI CALCOLO E CONFIGURAZIONI DI VERIFICA

Il calcolo è stato effettuato con le portate 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale per tutto il tratto del rio Pessa compreso tra il ponte di via San Martino e la confluenza col fossato San Salvatore, per una lunghezza di circa 850 m

Ai fini del calcolo è stato utilizzato a favore di sicurezza per tutto il tatto un valore del coefficiente di scabrezza *n* di Manning pari a 0.03 (33 di Strickler) corrispondente a tratti di corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo

La verifica è stata eseguita integrando il profilo nelle due condizioni di corrente lenta da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle, imponendo come condizioni al contorno la profondità critica nella sezione di estremità a monte e quella risultante dal profilo di rigurgito della condizione attuale per la sezione di confluenza, estrapolata dallo studio idraulico del progetto di fattibilità.

Il calcolo è stato effettuato nell'ipotesi di sponde infinite qualora il livello di piena superasse le quote di sommità arginali.

[4] HEC-RAS, Hydrologic Engineering Center – US Army Corps of Engineers

Lungo l'intero tratto sono state individuate una serie di sezioni trasversali (sezioni idrauliche di calcolo) in funzione delle caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo (larghezza, pendenza, curve, presenza di manufatti ecc.), numerate da valle verso monte da da 101 a 200 per il rio Pessa.

La verifica idraulica è stata effettuata per le seguenti configurazioni:

Stato attuale

E' una configurazione relativa allo stato attuale dell'alveo e delle sponde così come risulta dal rilievo effettuato.

Stato di Progetto

E' relativa alla configurazione conseguente agli interventi di sistemazione individuati.
La verifica di progetto è stata effettuata nella configurazione peggiore di vasca di sedimentazione vuota.

5.4 RISULTATI

In Allegato A sono riportati i risultati delle verifiche idrauliche in moto permanente gradualmente variato del rio per i tre tempi di ritorno 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale.

5.4.1 Stato attuale

I risultati confermano le verifiche del Piano di Bacino.

Essi mostrano che lo stato attuale è insufficiente al deflusso di portate anche inferiori a quella 50-ennale, con possibili esondazioni lungo via San Martino.

Il tratto tombinato del rio Pessa più prossimo alla confluenza è insufficiente al deflusso della portata 50-ennale con funzionamento in pressione.

5.4.2 Stato di progetto

Portata 50-ennale

Lungo il tratto tombinato del rio Pessa il deflusso della portata 50-ennale avviene in pressione per i primi 200 m circa, con l'effetto di rigurgito che si esaurisce circa 300 m a monte della confluenza stessa, in corrispondenza del cambio di sezione dal tratto più vecchio a quello più recente; nel tratto di monte della tombinatura, sino alla vasca di sedimentazione, il deflusso avviene a pelo libero in corrente veloce (Fr>1) prossima allo stato critico, con altezze variabili da 0.8 a 1.1 m circa e velocità variabili da 3.3 a 4.6 m/s.

I franchi rispetto all'intradosso nel tratto a monte sono superiori a 1.5 m, la linea dei carichi risulta ovunque inferiore all'intradosso.

La vasca crea una disconnessione tra monte e valle con la perdita di quasi tutto il carico cinetico e deflusso in corrente lenta con velocità modeste; il franco minimo rispetto agli argini risulta superiore al metro, con carico contenuto.

Lungo il tratto compreso tra la vasca e la nuova briglia (sez. 111) il deflusso della portata 50-ennale avviene in corrente veloce con altezze variabili da 0.6 a 2.4 m circa e velocità variabili da 3.3 a 7.3 m/s.

Rimane critico il tratto a monte di quello in progetto a cavallo del ponte di via San Martino, che sarà oggetto di successiva progettazione.

Portata 200-ennale

Lungo il tratto tombinato del rio Pessa il deflusso della portata 200-ennale avviene in pressione per i primi 300 m circa, con l'effetto di rigurgito che si esaurisce circa 400 m a monte della confluenza stessa; nel tratto di monte della tombinatura, sino alla vasca di sedimentazione, il deflusso avviene a pelo libero in corrente veloce (Fr>1) prossima allo stato critico, con altezze variabili da 1.2 a 1.5 m circa e velocità variabili da 3.8 a 4.8 m/s.

I franchi rispetto all'intradosso nel tratto a monte sono superiori a 1.2 m, la linea dei carichi risulta inferiore all'intradosso.

La vasca crea anche in questo caso una disconnessione tra monte e valle con la perdita di quasi tutto il carico cinetico e deflusso in corrente lenta con velocità modeste; il franco minimo rispetto agli argini risulta superiore a 0.5 m, con carico contenuto.

Nel tratto a monte a cielo aperto (tra le sez. 109.5 e 111) la corrente defluisce sempre in corrente veloce, contenuta all'interno degli argini con franchi superiori a 0.5 m rispetto alla sommità degli stessi e carico quasi ovunque contenuto.

Gli interventi proposti consentono quindi il deflusso della portata di piena 200-ennale con franchi con un notevole miglioramento rispetto alla configurazione attuale.

Rimane anche in questo caso critico il tratto a monte di quello in progetto a cavallo del ponte di via San Martino, che sarà oggetto di successiva progettazione.

Portata 500-ennale

Il deflusso della portata 500-ennale è del tutto simile a quello della portata 200-ennale con altezze maggiori di 0.3 m circa rispetto a quest'ultima.

Nel tratto a cielo aperto in progetto la portata 500-ennale è comunque contenuta all'interno dell'alveo senza esondazioni.

5.4.3 Considerazioni sul rischio idraulico residuale

L'intervento in progetto costituisce uno Stralcio del primo lotto di una sistemazione più generale dei tratti terminali del fossato San Salvatore e del rio Pessa.

Esso riguarda in particolare il solo tratto a cielo aperto del rio Pessa compreso tra il ponte di via San Martino e la sezione di imbocco del tratto terminale tombinato.

I risultati delle verifiche mostrano come la realizzazione degli interventi previsti in tale stralcio costituiscano senz'altro un miglioramento per le aree adiacenti ed in particolare per via San Martino lungo la sponda destra, eliminando in tale tratto le esondazioni che rendono critico lo stato attuale.

Le eventuali portate esondate nel tratto a monte tendono a rientrare in alveo nel tratto in progetto, ed è il motivo per il quale si è evitata la realizzazione di cordoli e/o parapetti tra la strada e il corso d'acqua.

Il tratto tombinato di valle mantiene la stessa criticità della configurazione attuale, senza miglioramenti, ma anche senza alcun aggravio poiché rimane inalterato il valore della sua portata massima smaltibile, sia per effetto del rigurgito dovuto alla confluenza che per le sue dimensioni geometriche.

Quanto sopra è confermato dai confronti tra i profili di rigurgito nelle due configurazioni di stato attuale e di progetto riportati in Allegato A, dai quali risulta evidente come il profilo nella configurazione di progetto vari soltanto in corrispondenza del tratto oggetto di intervento (tra l'imbocco della tombinatura e la briglia circa 60 m a monte) mentre rimane invariato nei tratti di monte e di valle.

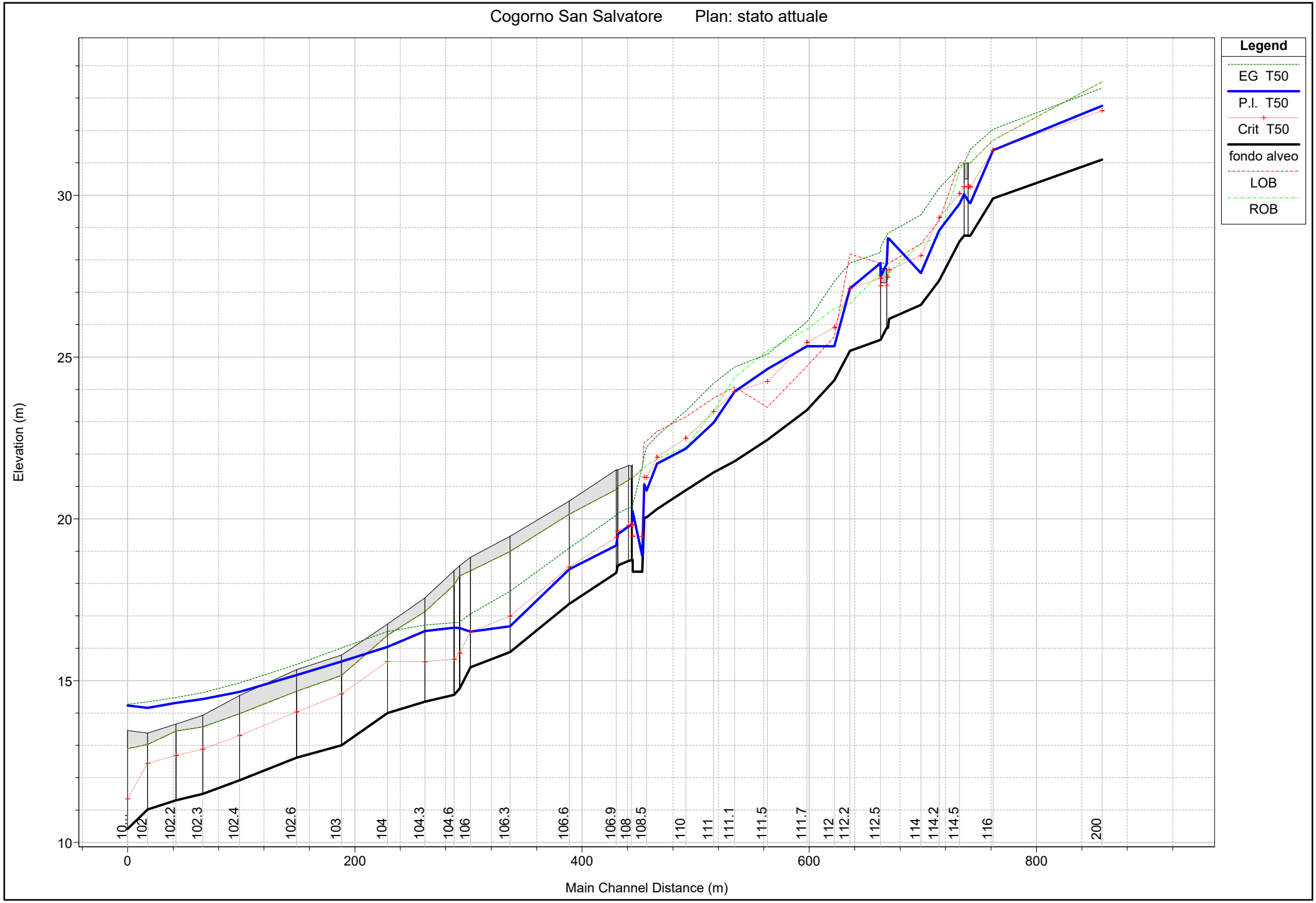
L'ampliamento della vasca di sedimentazione costituisce un'ulteriore elemento di miglioramento funzionale rispetto alla configurazione attuale, preservando la tombinatura di valle dalla possibile ingressione di sedimenti.

ALLEGATO A

VERIFICHE IDRAULICHE

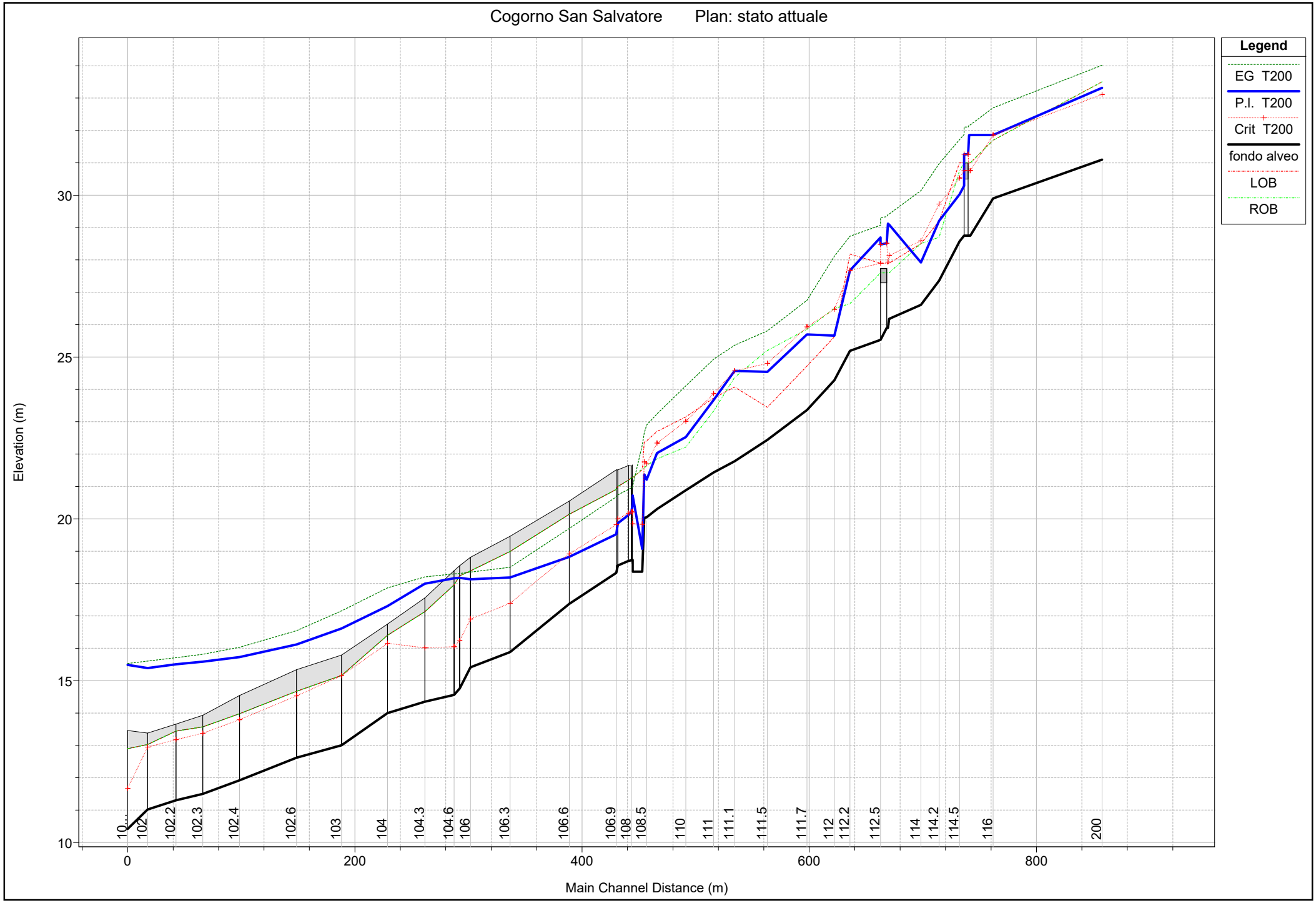


UBICAZIONE SEZIONI
CALCOLO IDRAULICO
1:2000


Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
Legend
EG T50
P.I. T50
Crit T50
fondo alveo
LOB
ROB
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
10
15
20
25
30
0
200
400
600
800
10...
102
102.2
102.3
102.4
102.6
103
104
104.3
104.6
106
106.3
106.6
106.9
108
108.5
110
111
111.1
111.5
111.7
112
112.2
112.5
114
114.2
114.5
116
200

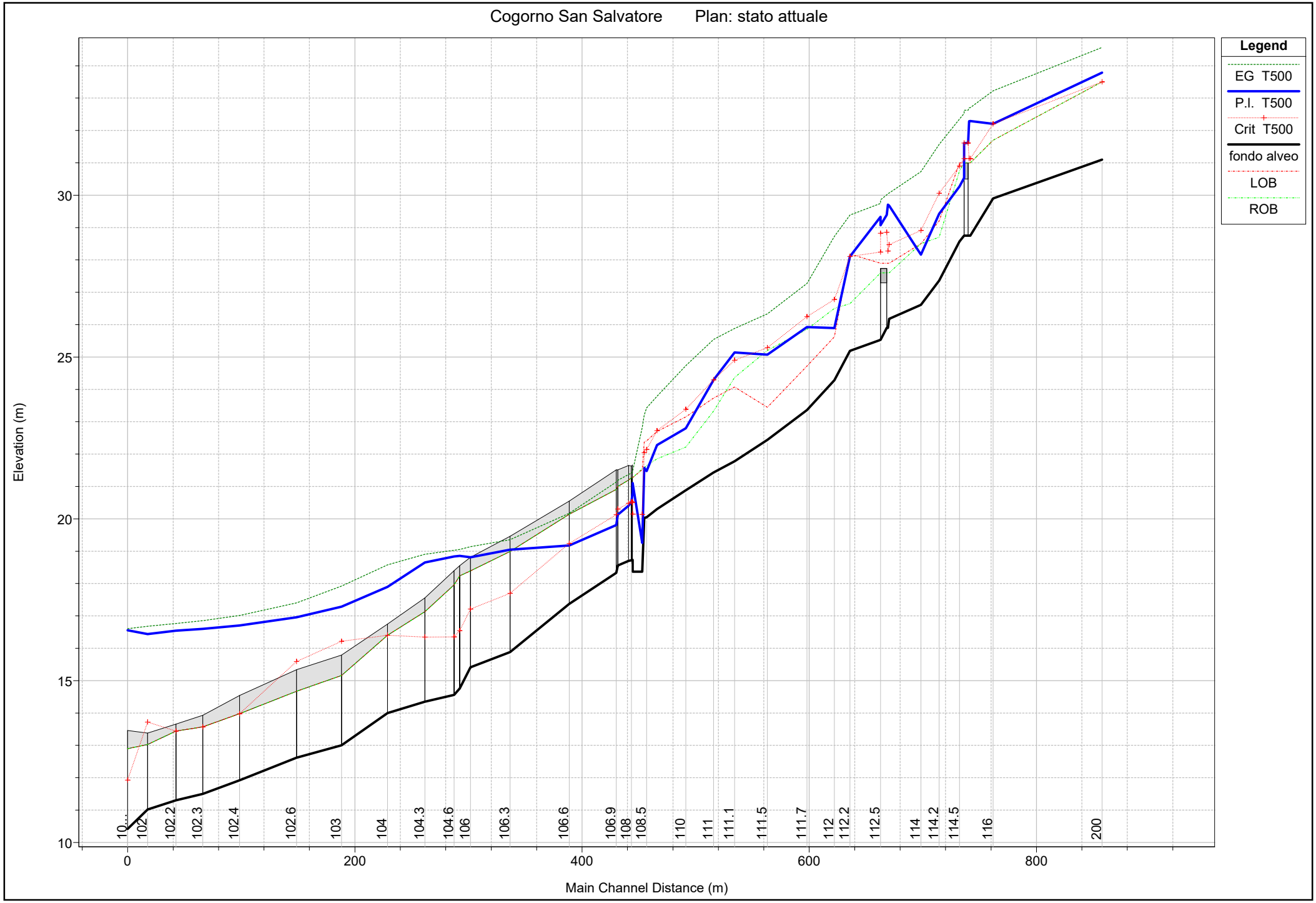
HEC-RAS Plan: att River: rio Pessa Reach: rio Pessa Profile: T50

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	Q Total	W.S. Elev	E.G. Elev	Hydr Depth	Max Chl Dpth	Vol Chan	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(1000 m3)	(m2)	(m)	
rio Pessa	101	T50	3.75	10.42	12.90	12.90	17.70	14.23	14.27	3.05	3.81	0.07	21.38	7.00	0.14
rio Pessa	102	T50	21.38	11.02	13.03	13.03	17.70	14.16	14.34	2.73	3.14	0.34	9.28	3.40	0.34
rio Pessa	102.2	T50	46.33	11.30	13.44	13.44	17.70	14.31	14.48	2.76	3.01	0.58	9.81	3.55	0.33
rio Pessa	102.3	T50	69.86	11.50	13.57	13.57	17.70	14.43	14.63	2.55	2.93	0.80	8.98	3.53	0.37
rio Pessa	102.4	T50	102.18	11.92	13.98	13.98	17.70	14.66	14.93	2.14	2.74	1.07	7.64	3.57	0.45
rio Pessa	102.6	T50	152.44	12.62	14.67	14.67	17.70	15.17	15.50		2.55	1.43	6.96		0.51
rio Pessa	103	T50	192.04	13.00	15.16	15.16	17.70	15.59	16.01		2.59	1.69	6.16		0.57
rio Pessa	104	T50	232.42	14.00	16.40	16.40	17.70	16.05	16.52	2.01	2.04	1.93	5.79	2.88	0.69
rio Pessa	104.3	T50	265.42	14.35	17.13	17.13	17.70	16.53	16.72	2.14	2.18	2.18	9.25	4.33	0.42
rio Pessa	104.6	T50	291.18	14.56	17.96	17.96	17.70	16.64	16.79	2.06	2.08	2.43	10.23	4.96	0.38
rio Pessa	105	T50	296.07	14.76	18.24	18.24	17.70	16.63	16.81	1.86	1.87	2.48	9.28	5.00	0.45
rio Pessa	106	T50	305.48	15.41	18.39	18.39	17.70	16.51	17.06	1.10	1.10	2.55	5.39	4.91	1.00
rio Pessa	106.3	T50	340.32	15.88	18.99	18.99	17.70	16.68	17.76	0.80	0.80	2.71	3.84	4.82	1.65
rio Pessa	106.6	T50	392.54	17.37	20.14	20.14	17.70	18.44	19.09	1.07	1.07	2.94	4.94	4.64	1.11
rio Pessa	106.9	T50	433.79	18.33	20.91	20.91	17.70	19.18	20.11	0.84	0.84	3.13	4.14	4.91	1.49
rio Pessa	107	T50	435.26	18.56	21.00	21.00	17.70	19.53	20.17	0.96	0.97	3.13	4.98	5.17	1.16
rio Pessa	107.5	T50	444.83	18.70	21.20	21.20	17.70	19.76	20.34	1.06	1.06	3.18	5.27	4.99	1.04
rio Pessa	108	T50	447.21	18.72	21.27	21.27	17.70	19.82	20.37	1.10	1.10	3.20	5.39	4.91	1.00
rio Pessa	108.1	T50	448.12	18.73	21.27	21.27	17.70	19.99	20.40	1.25	1.26	3.20	6.26	5.00	0.81
rio Pessa	108.11	T50	448.22	18.73	21.27	21.27	17.70	19.99	20.40	1.25	1.26	3.20	6.27	5.00	0.81
rio Pessa	108.12	T50	448.32	18.37	21.27	21.27	17.70	20.23	20.42	1.85	1.86	3.20	9.28	5.01	0.45
rio Pessa	108.2	T50	456.67	18.37	21.52	21.55	17.70	18.85	21.58	0.48	0.48	3.25	2.42	5.01	3.36
rio Pessa	108.3	T50	458.50	20.03	22.37	21.57	17.70	21.07	21.96	0.95	1.04	3.26	4.23	4.45	1.37
rio Pessa	108.5	T50	460.58	20.05	22.41	21.65	17.70	20.88	22.23	0.81	0.83	3.27	3.44	4.23	1.82
rio Pessa	109	T50	469.82	20.30	22.70	21.85	17.70	21.71	22.56	1.03	1.41	3.30	4.31	4.18	1.29
rio Pessa	110	T50	495.08	20.88	23.15	22.22	17.70	22.17	23.34	1.03	1.29	3.40	3.69	3.60	1.51
rio Pessa	111	T50	519.62	21.43	23.73	23.33	17.70	22.97	24.19	1.38	1.54	3.49	3.62	2.62	1.33
rio Pessa	111.1	T50	538.08	21.78	24.07	24.37	17.70	23.93	24.69	1.50	2.15	3.57	4.58	3.06	1.01
rio Pessa	111.5	T50	566.92	22.44	23.45	25.20	17.70	24.63	25.09	1.75	2.19	3.72	5.89	3.36	0.73
rio Pessa	111.7	T50	601.70	23.36	24.72	25.86	17.70	25.33	26.09	1.18	1.97	3.90	4.60	3.90	1.13
rio Pessa	112	T50	625.79	24.28	25.62	26.50	17.70	25.33	27.33	0.82	1.05	3.99	2.82	3.46	2.22
rio Pessa	112.2	T50	639.52	25.19	28.18	26.65	17.70	27.12	27.90	1.56	1.93	4.04	4.52	2.89	1.00
rio Pessa	112.5	T50	666.52	25.53	27.90	27.60	17.70	27.90	28.23	1.65	2.37	4.20	6.95	4.20	0.63
rio Pessa	113		Bridge												
rio Pessa	113.5	T50	673.02	25.90	27.90	27.60	17.70	28.67	28.83	2.39	2.77	4.23	10.04	4.20	0.36
rio Pessa	113.7	T50	674.02	26.18	27.90	27.60	17.70	28.65	28.84	2.16	2.47	4.24	9.09	4.20	0.42
rio Pessa	114	T50	702.02	26.61	28.50	28.50	17.70	27.59	29.39	0.81	0.98	4.40	2.98	3.68	2.11
rio Pessa	114.2	T50	718.02	27.36	29.20	28.70	17.70	28.91	30.21	0.88	1.55	4.46	3.50	3.99	1.73
rio Pessa	114.5	T50	736.02	28.57	31.00	30.75	17.70	29.73	30.87	1.02	1.16	4.52	3.74	3.67	1.50
rio Pessa	114.8	T50	740.02	28.75	31.00	31.00	17.70	30.03	31.00	1.14	1.28	4.54	4.05	3.54	1.30
rio Pessa	115		Bridge												
rio Pessa	115.5	T50	741.01	28.75	31.00	31.00	17.70	29.79	31.33	0.95	1.04	4.54	3.21	3.40	1.81
rio Pessa	115.51	T50	742.01	28.75	31.00	31.00	17.70	29.75	31.42	0.92	1.00	4.54	3.09	3.38	1.91
rio Pessa	116	T50	762.01	29.90	31.70	31.70	17.70	31.39	32.04	1.28	1.49	4.62	4.97	3.87	1.00
rio Pessa	200	T50	858.01	31.10	33.50	33.50	17.70	32.76	33.31	1.46	1.66	5.12	5.40	3.70	0.87


Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
Legend
EG T200
P.I. T200
Crit T200
fondo alveo
LOB
ROB
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
10
15
20
25
30
0
200
400
600
800
10...
102
102.2
102.3
102.4
102.6
103
104
104.3
104.6
106
106.3
106.6
106.9
108
108.5
110
111
111.1
111.5
111.7
112
112.2
112.5
114
114.2
114.5
116
200

HEC-RAS Plan: att River: rio Pessa Reach: rio Pessa Profile: T200

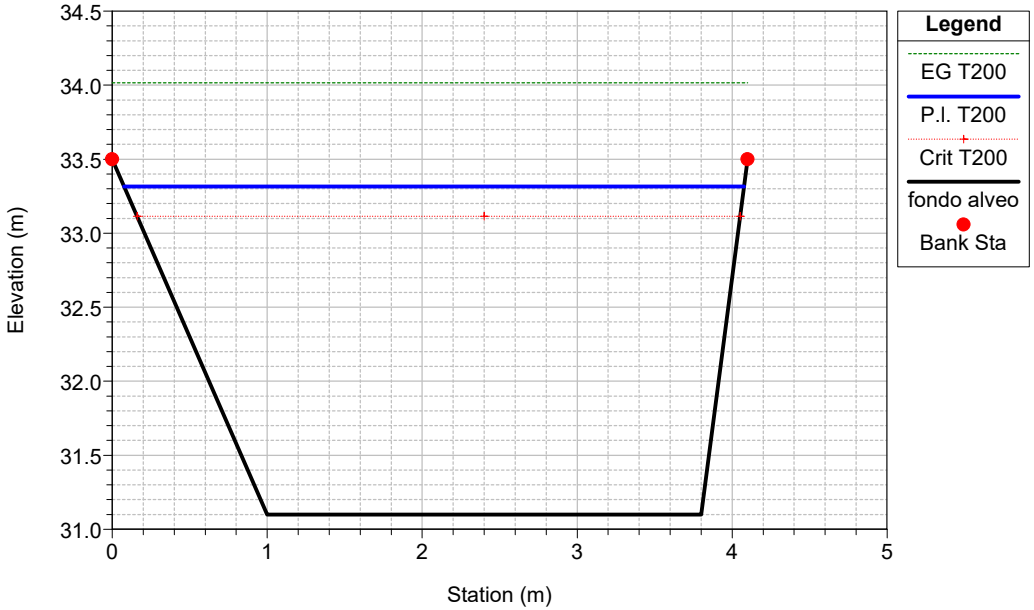
Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	Q Total	W.S. Elev	E.G. Elev	Hydr Depth	Max Chl Dpth	Vol Chan	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(1000 m3)	(m2)	(m)	
rio Pessa	101	T200	3.75	10.42	12.90	12.90	27.90	15.49	15.53	4.31	5.07	0.09	30.15	7.00	0.13
rio Pessa	102	T200	21.38	11.02	13.03	13.03	27.90	15.39	15.61	3.96	4.37	0.48	13.45	3.40	0.32
rio Pessa	102.2	T200	46.33	11.30	13.44	13.44	27.90	15.51	15.71	3.96	4.21	0.82	14.04	3.55	0.31
rio Pessa	102.3	T200	69.86	11.50	13.57	13.57	27.90	15.58	15.82	3.70	4.08	1.14	13.06	3.53	0.34
rio Pessa	102.4	T200	102.18	11.92	13.98	13.98	27.90	15.73	16.03	3.21	3.81	1.54	11.46	3.57	0.40
rio Pessa	102.6	T200	152.44	12.62	14.67	14.67	27.90	16.12	16.55	2.80	3.50	2.07	9.64	3.44	0.49
rio Pessa	103	T200	192.04	13.00	15.16	15.16	27.90	16.61	17.16	2.95	3.61	2.43	8.54	2.90	0.55
rio Pessa	104	T200	232.42	14.00	16.40	16.40	27.90	17.31	17.87	2.92	3.31	2.77	8.42	2.89	0.58
rio Pessa	104.3	T200	265.42	14.35	17.13	17.13	27.90	17.99	18.20	3.16	3.64	3.14	13.73	4.35	0.34
rio Pessa	104.6	T200	291.18	14.56	17.96	17.96	27.90	18.16	18.30		3.60	3.53	16.83		0.28
rio Pessa	105	T200	296.07	14.76	18.24	18.24	27.90	18.17	18.31	3.38	3.42	3.61	17.07	5.05	0.28
rio Pessa	106	T200	305.48	15.41	18.39	18.39	27.90	18.13	18.36	2.70	2.72	3.75	13.39	4.96	0.41
rio Pessa	106.3	T200	340.32	15.88	18.99	18.99	27.90	18.19	18.51	2.29	2.31	4.18	11.15	4.87	0.53
rio Pessa	106.6	T200	392.54	17.37	20.14	20.14	27.90	18.83	19.70	1.45	1.46	4.65	6.74	4.65	1.10
rio Pessa	106.9	T200	433.79	18.33	20.91	20.91	27.90	19.52	20.68	1.19	1.19	4.91	5.86	4.93	1.39
rio Pessa	107	T200	435.26	18.56	21.00	21.00	27.90	19.86	20.74	1.29	1.30	4.92	6.71	5.18	1.17
rio Pessa	107.5	T200	444.83	18.70	21.20	21.20	27.90	20.12	20.91	1.41	1.42	4.98	7.08	5.01	1.06
rio Pessa	108	T200	447.21	18.72	21.27	21.27	27.90	20.21	20.95	1.48	1.49	5.00	7.32	4.93	1.00
rio Pessa	108.1	T200	448.12	18.73	21.27	21.27	27.90	20.43	20.98	1.69	1.70	5.01	8.49	5.02	0.81
rio Pessa	108.11	T200	448.22	18.73	21.27	21.27	27.90	20.44	20.98	1.69	1.71	5.01	8.50	5.02	0.81
rio Pessa	108.12	T200	448.32	18.37	21.27	21.27	27.90	20.72	21.01	2.33	2.35	5.01	11.75	5.03	0.50
rio Pessa	108.2	T200	456.67	18.37	21.52	21.55	27.90	19.07	22.27	0.70	0.70	5.07	3.52	5.01	3.02
rio Pessa	108.3	T200	458.50	20.03	22.37	21.57	27.90	21.37	22.65	1.25	1.34	5.08	5.56	4.46	1.43
rio Pessa	108.5	T200	460.58	20.05	22.41	21.65	27.90	21.21	22.89	1.15	1.16	5.09	4.86	4.24	1.71
rio Pessa	109	T200	469.82	20.30	22.70	21.85	27.90	22.03	23.24	1.31	1.73	5.14	5.72	4.38	1.36
rio Pessa	110	T200	495.08	20.88	23.15	22.22	27.90	22.53	24.11	1.36	1.65	5.28	5.01	3.69	1.53
rio Pessa	111	T200	519.62	21.43	23.73	23.33	27.90	23.67	24.93	1.87	2.24	5.41	5.60	3.00	1.16
rio Pessa	111.1	T200	538.08	21.78	24.07	24.37	27.90	24.57	25.36	1.52	2.79	5.52	7.20	4.75	0.98
rio Pessa	111.5	T200	566.92	22.44	23.45	25.20	27.90	24.54	25.81	1.69	2.10	5.70	5.61	3.31	1.22
rio Pessa	111.7	T200	601.70	23.36	24.72	25.86	27.90	25.70	26.75	1.36	2.34	5.91	6.14	4.50	1.24
rio Pessa	112	T200	625.79	24.28	25.62	26.50	27.90	25.66	28.11	1.02	1.38	6.03	4.02	3.94	2.19
rio Pessa	112.2	T200	639.52	25.19	28.18	26.65	27.90	27.68	28.73	2.11	2.49	6.10	6.13	2.91	1.00
rio Pessa	112.5	T200	666.52	25.53	27.90	27.60	27.90	28.70	29.07	2.45	3.17	6.32	10.28	4.20	0.55
rio Pessa	113		Bridge												
rio Pessa	113.5	T200	673.02	25.90	27.90	27.60	27.90	29.12	29.40	2.84	3.22	6.37	11.93	4.20	0.44
rio Pessa	113.7	T200	674.02	26.18	27.90	27.60	27.90	29.09	29.42	2.60	2.91	6.38	10.94	4.20	0.50
rio Pessa	114	T200	702.02	26.61	28.50	28.50	27.90	27.92	30.14	1.06	1.31	6.59	4.23	3.98	2.04
rio Pessa	114.2	T200	718.02	27.36	29.20	28.70	27.90	29.21	30.97	1.08	1.85	6.66	4.74	4.40	1.81
rio Pessa	114.5	T200	736.02	28.57	31.00	30.75	27.90	30.02	31.72	1.27	1.45	6.75	4.84	3.80	1.63
rio Pessa	114.8	T200	740.02	28.75	31.00	31.00	27.90	30.29	31.88	1.35	1.54	6.77	4.99	3.69	1.53
rio Pessa	115		Bridge												
rio Pessa	115.5	T200	744.52	28.75	31.00	31.00	27.90	31.86	32.17	2.75	3.11	6.80	11.27	4.10	0.48
rio Pessa	115.51	T200	745.52	28.75	31.00	31.00	27.90	31.86	32.17	2.75	3.11	6.81	11.29	4.10	0.48
rio Pessa	116	T200	765.52	29.90	31.70	31.70	27.90	31.86	32.70	1.68	1.96	7.00	6.87	4.10	1.00
rio Pessa	200	T200	861.52	31.10	33.50	33.50	27.90	33.32	34.02	1.88	2.22	7.69	7.54	4.00	0.86


Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
Legend
EG T500
P.I. T500
Crit T500
fondo alveo
LOB
ROB
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
10
15
20
25
30
0
200
400
600
800
10...
102
102.2
102.3
102.4
102.6
103
104
104.3
104.6
106
106.3
106.6
106.9
108
108.5
110
111
111.1
111.5
111.7
112
112.2
112.5
114
114.2
114.5
116
200

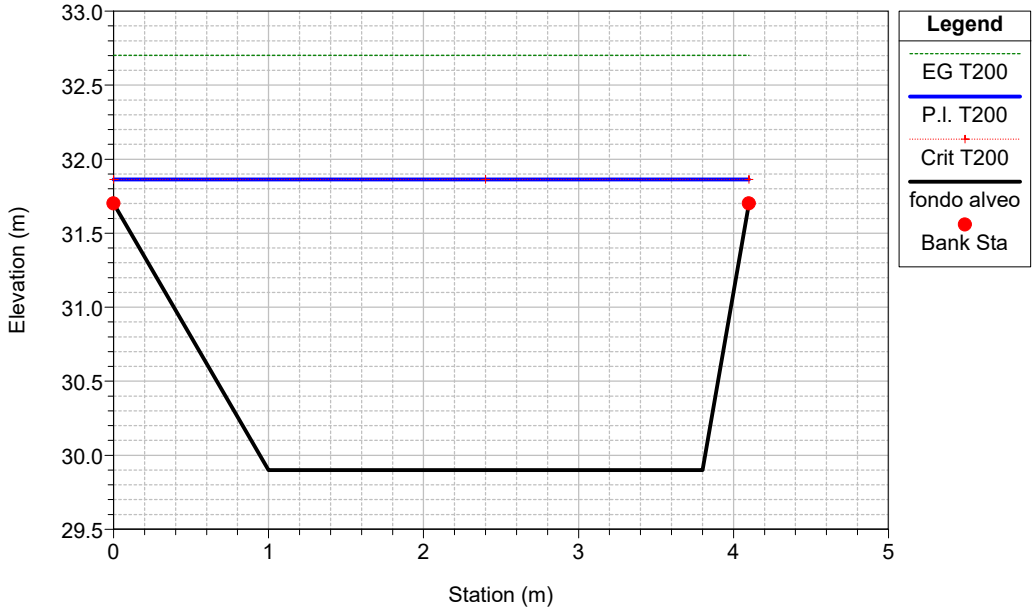
HEC-RAS Plan: att River: rio Pessa Reach: rio Pessa Profile: T500

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	Q Total	W.S. Elev	E.G. Elev	Hydr Depth	Max Chl Dpth	Vol Chan	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(1000 m3)	(m2)	(m)	
rio Pessa	101	T500	3.75	10.42	12.90	12.90	37.00	16.56	16.61	5.38	6.14	0.12	37.63	7.00	0.13
rio Pessa	102	T500	21.38	11.02	13.03	13.03	37.00	16.44	16.68	5.01	5.42	0.60	17.04	3.40	0.30
rio Pessa	102.2	T500	46.33	11.30	13.44	13.44	37.00	16.54	16.76	4.99	5.24	1.03	17.72	3.55	0.29
rio Pessa	102.3	T500	69.86	11.50	13.57	13.57	37.00	16.60	16.85	4.72	5.10	1.44	16.65	3.53	0.31
rio Pessa	102.4	T500	102.18	11.92	13.98	13.98	37.00	16.70	17.01	4.19	4.78	1.95	14.95	3.57	0.36
rio Pessa	102.6	T500	152.44	12.62	14.67	14.67	37.00	16.96	17.41	3.64	4.34	2.64	12.54	3.44	0.45
rio Pessa	103	T500	192.04	13.00	15.16	15.16	37.00	17.29	17.92	3.62	4.29	3.09	10.50	2.90	0.54
rio Pessa	104	T500	232.42	14.00	16.40	16.40	37.00	17.90	18.58	3.51	3.90	3.51	10.14	2.89	0.59
rio Pessa	104.3	T500	265.42	14.35	17.13	17.13	37.00	18.65	18.91	3.82	4.30	3.95	16.60	4.35	0.34
rio Pessa	104.6	T500	291.18	14.56	17.96	17.96	37.00	18.84	19.03	3.80	4.28	4.41	19.01	5.00	0.30
rio Pessa	105	T500	296.07	14.76	18.24	18.24	37.00	18.86	19.05	3.74	4.10	4.50	18.89	5.05	0.31
rio Pessa	106	T500	305.48	15.41	18.39	18.39	37.00	18.81	19.14		3.40	4.66	14.66	0.20	0.44
rio Pessa	106.3	T500	340.32	15.88	18.99	18.99	37.00	19.05	19.35		3.17	5.18	15.07		0.44
rio Pessa	106.6	T500	392.54	17.37	20.14	20.14	37.00	19.17	20.17	1.79	1.80	5.79	8.36	4.67	1.06
rio Pessa	106.9	T500	433.79	18.33	20.91	20.91	37.00	19.81	21.13	1.47	1.48	6.11	7.25	4.94	1.34
rio Pessa	107	T500	435.26	18.56	21.00	21.00	37.00	20.13	21.19	1.56	1.57	6.12	8.10	5.19	1.17
rio Pessa	107.5	T500	444.83	18.70	21.20	21.20	37.00	20.41	21.37	1.70	1.71	6.20	8.51	5.02	1.07
rio Pessa	108	T500	447.21	18.72	21.27	21.27	37.00	20.52	21.42	1.79	1.80	6.22	8.84	4.94	1.00
rio Pessa	108.1	T500	448.12	18.73	21.27	21.27	37.00	20.78	21.45	2.03	2.05	6.23	10.23	5.03	0.81
rio Pessa	108.11	T500	448.22	18.73	21.27	21.27	37.00	20.78	21.45	2.04	2.05	6.23	10.24	5.03	0.81
rio Pessa	108.12	T500	448.32	18.37	21.27	21.27	37.00	21.10	21.48	2.71	2.73	6.23	13.66	5.04	0.53
rio Pessa	108.2	T500	456.67	18.37	21.52	21.55	37.00	19.25	22.82	0.88	0.88	6.31	4.42	5.02	2.84
rio Pessa	108.3	T500	458.50	20.03	22.37	21.57	37.00	21.57	23.20	1.19	1.54	6.32	6.54	5.48	1.65
rio Pessa	108.5	T500	460.58	20.05	22.41	21.65	37.00	21.48	23.43	1.41	1.43	6.33	5.98	4.24	1.66
rio Pessa	109	T500	469.82	20.30	22.70	21.85	37.00	22.28	23.79	1.55	1.98	6.39	6.80	4.39	1.40
rio Pessa	110	T500	495.08	20.88	23.15	22.22	37.00	22.80	24.73	1.62	1.92	6.55	6.01	3.72	1.55
rio Pessa	111	T500	519.62	21.43	23.73	23.33	37.00	24.30	25.54	2.49	2.87	6.72	7.48	3.00	1.00
rio Pessa	111.1	T500	538.08	21.78	24.07	24.37	37.00	25.14	25.88	2.08	3.36	6.87	9.92	4.76	0.82
rio Pessa	111.5	T500	566.92	22.44	23.45	25.20	37.00	25.08	26.33	1.98	2.64	7.11	7.45	3.77	1.13
rio Pessa	111.7	T500	601.70	23.36	24.72	25.86	37.00	25.93	27.27	1.51	2.57	7.37	7.21	4.76	1.33
rio Pessa	112	T500	625.79	24.28	25.62	26.50	37.00	25.90	28.73	1.23	1.62	7.52	4.96	4.03	2.14
rio Pessa	112.2	T500	639.52	25.19	28.18	26.65	37.00	28.11	29.39	2.53	2.92	7.60	7.39	2.92	1.01
rio Pessa	112.5	T500	666.52	25.53	27.90	27.60	37.00	29.33	29.75	3.08	3.80	7.88	12.95	4.20	0.52
rio Pessa	113		Bridge												
rio Pessa	113.5	T500	673.02	25.90	27.90	27.60	37.00	29.71	30.05	3.43	3.81	7.94	14.40	4.20	0.44
rio Pessa	113.7	T500	674.02	26.18	27.90	27.60	37.00	29.68	30.07	3.19	3.50	7.96	13.41	4.20	0.49
rio Pessa	114	T500	702.02	26.61	28.50	28.50	37.00	28.16	30.73	1.24	1.55	8.22	5.21	4.19	2.03
rio Pessa	114.2	T500	718.02	27.36	29.20	28.70	37.00	29.43	31.57	1.30	2.07	8.31	5.71	4.40	1.82
rio Pessa	114.5	T500	736.02	28.57	31.00	30.75	37.00	30.27	32.36	1.48	1.70	8.41	5.78	3.91	1.68
rio Pessa	114.8	T500	740.02	28.75	31.00	31.00	37.00	30.53	32.53	1.54	1.78	8.43	5.92	3.83	1.61
rio Pessa	115		Bridge												
rio Pessa	115.5	T500	744.52	28.75	31.00	31.00	37.00	32.29	32.70	3.18	3.54	8.47	13.04	4.10	0.51
rio Pessa	115.51	T500	745.52	28.75	31.00	31.00	37.00	32.29	32.70	3.19	3.54	8.48	13.07	4.10	0.51
rio Pessa	116	T500	765.52	29.90	31.70	31.70	37.00	32.20	33.22	2.02	2.30	8.70	8.27	4.10	1.01
rio Pessa	200	T500	861.52	31.10	33.50	33.50	37.00	33.79	34.57	2.31	2.69	9.55	9.46	4.10	0.82

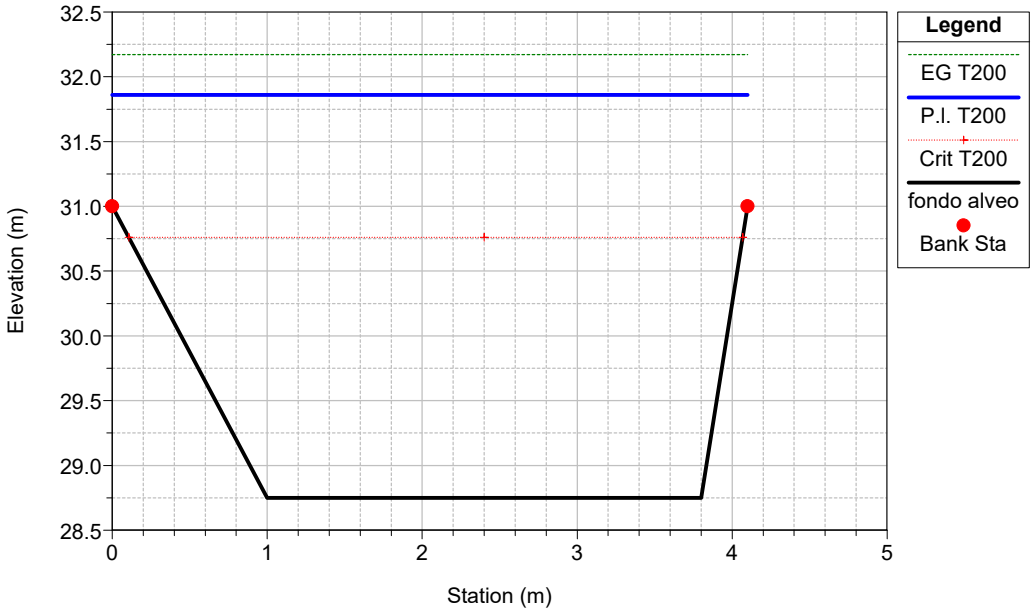
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 200 fittizia



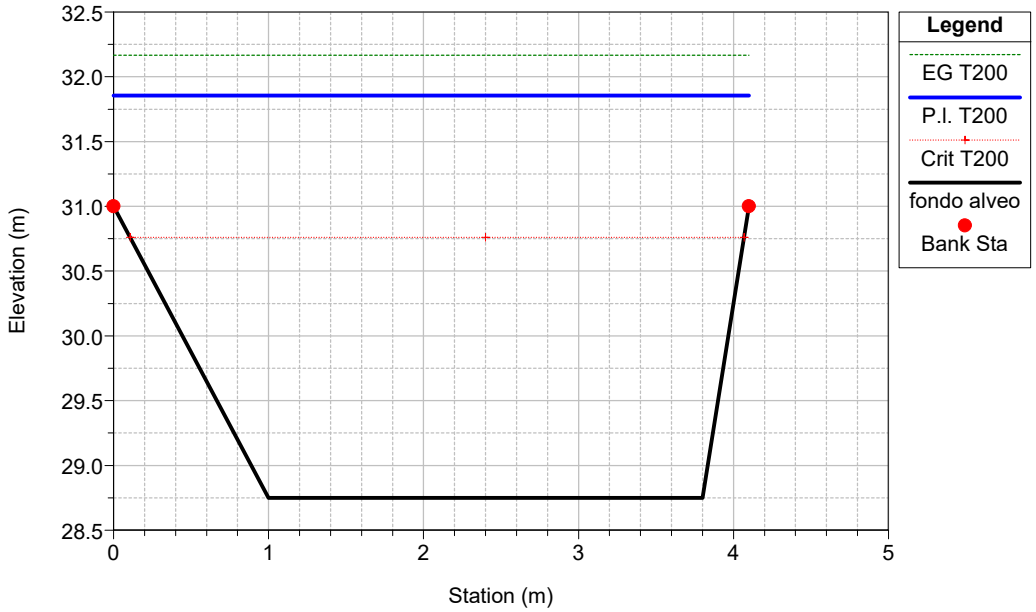
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 116



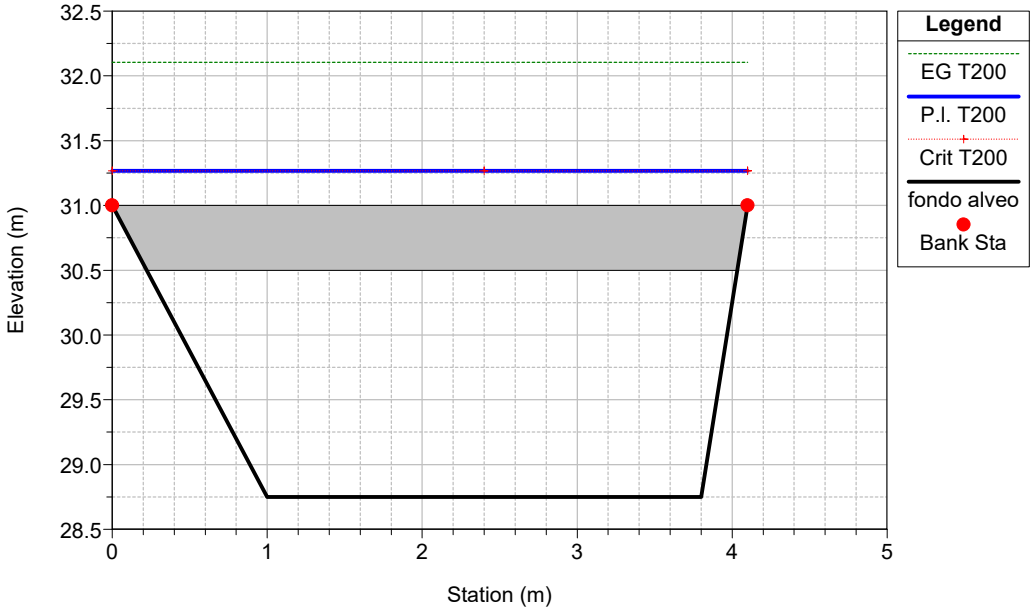
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 115.51



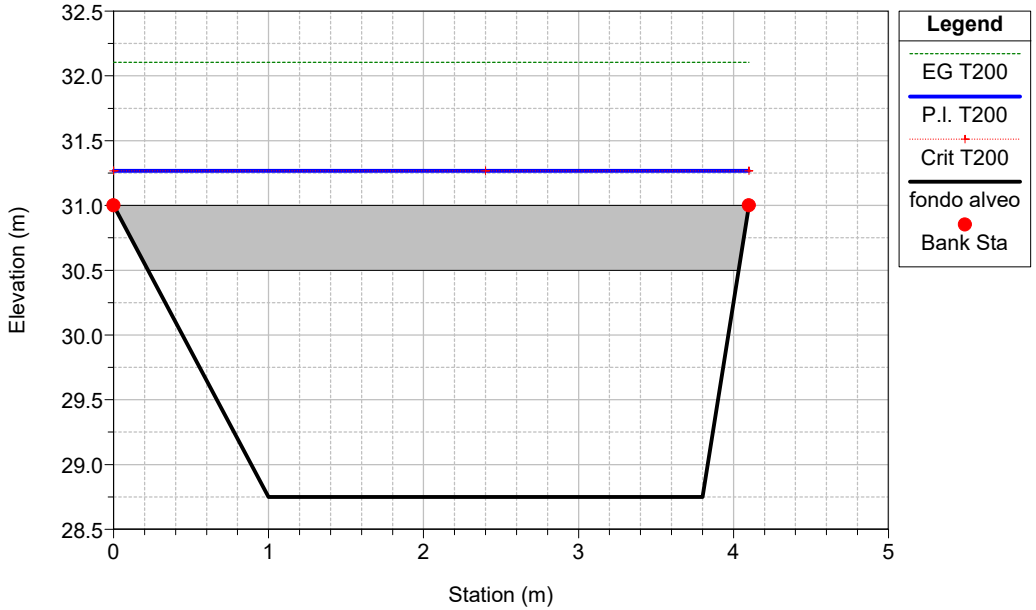
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 115.5



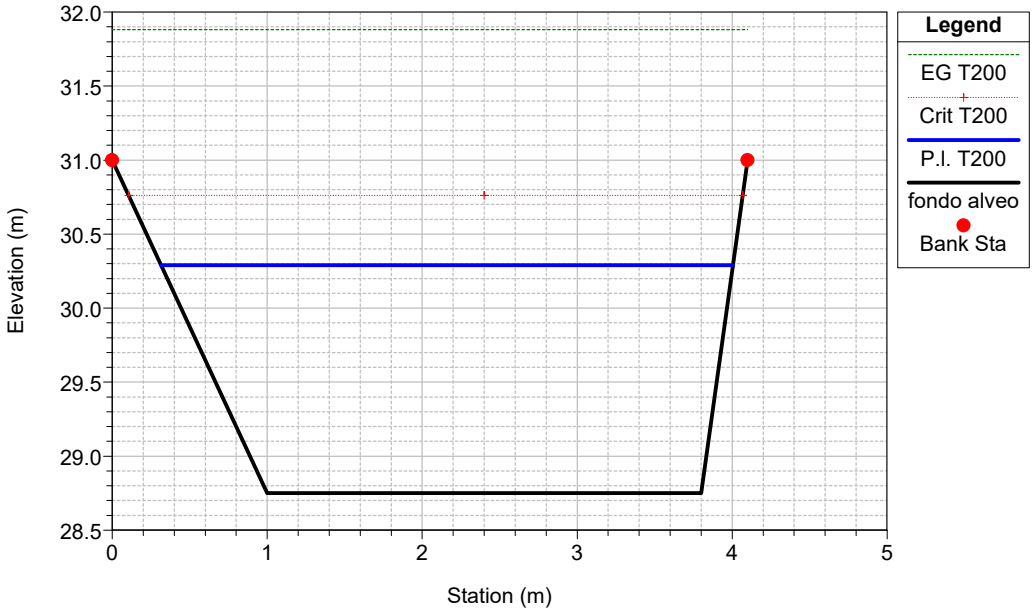
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 115 BR



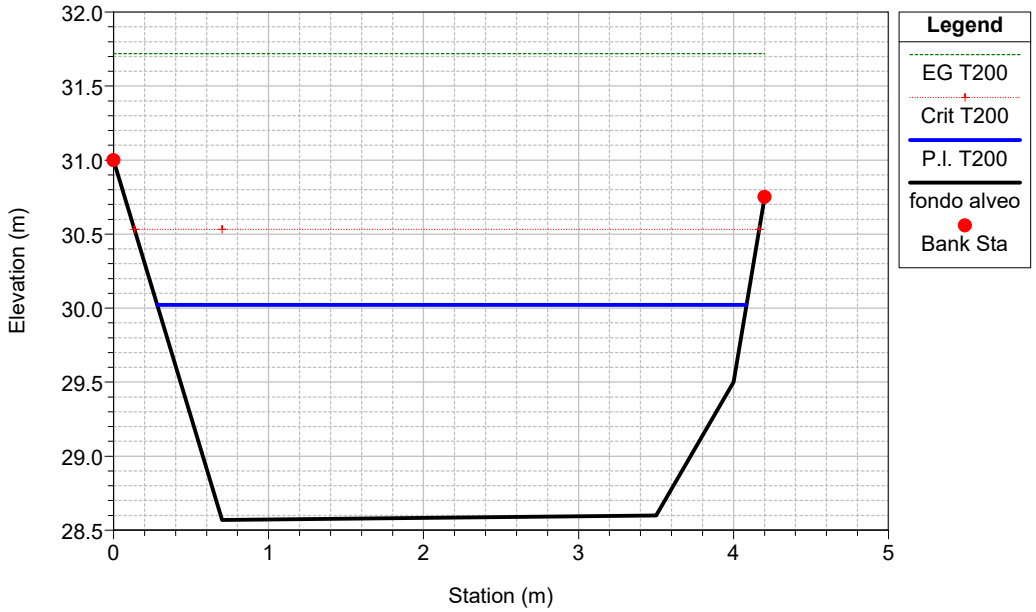
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 115 BR



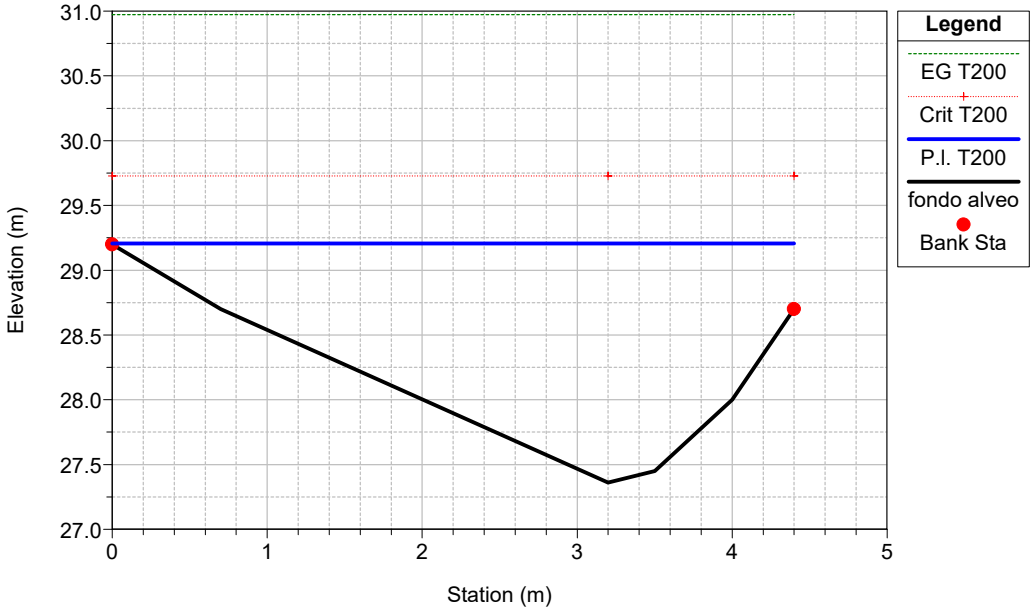
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 114.8



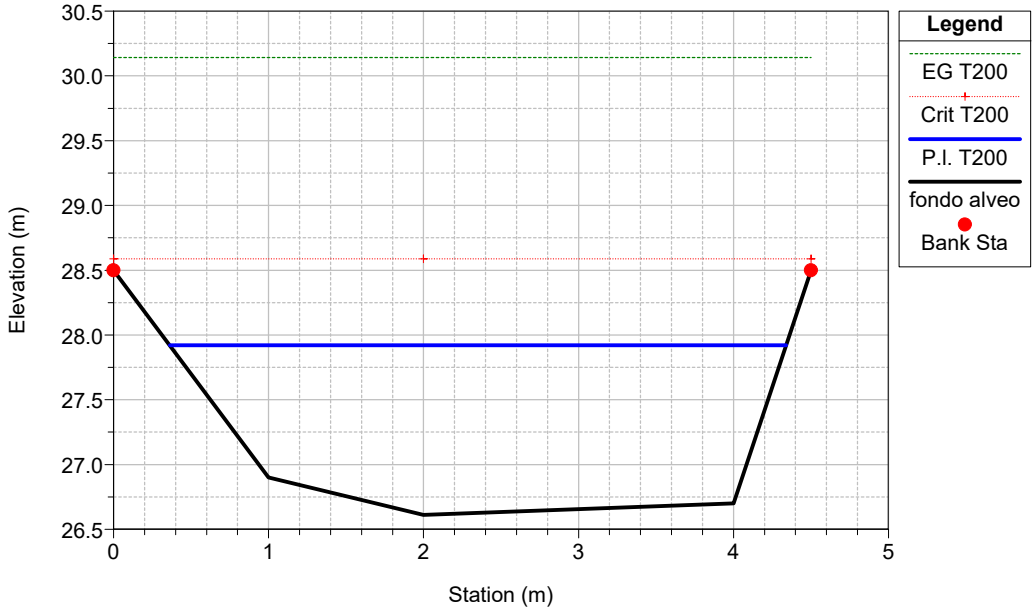
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 114.5



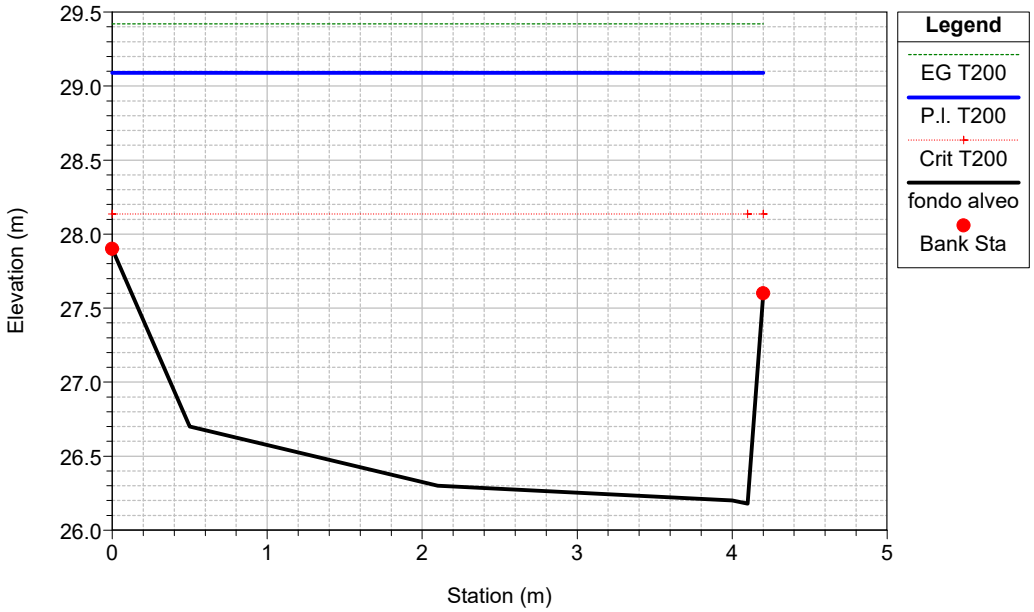
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 114.2



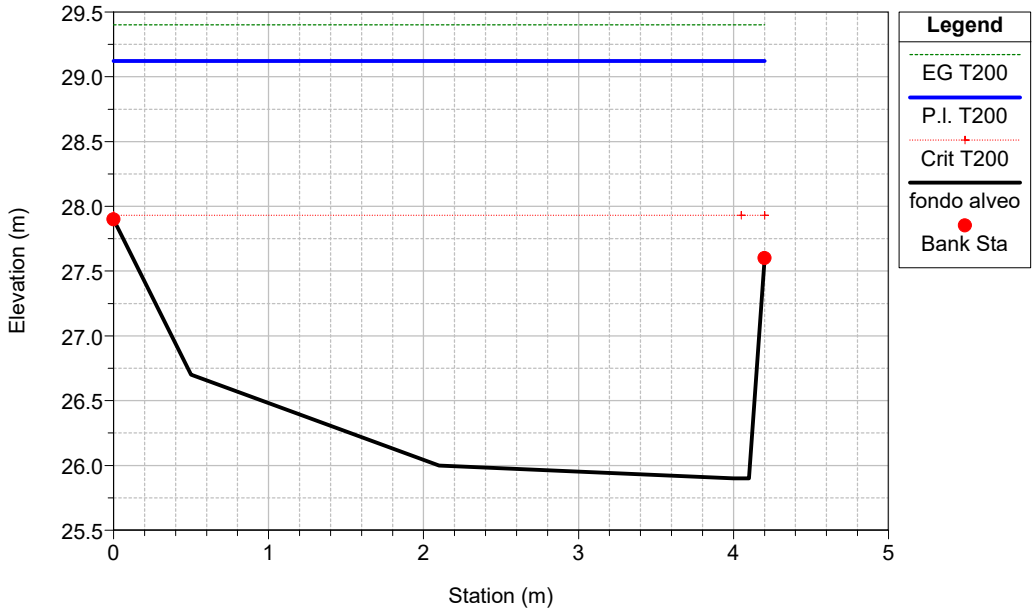
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 114



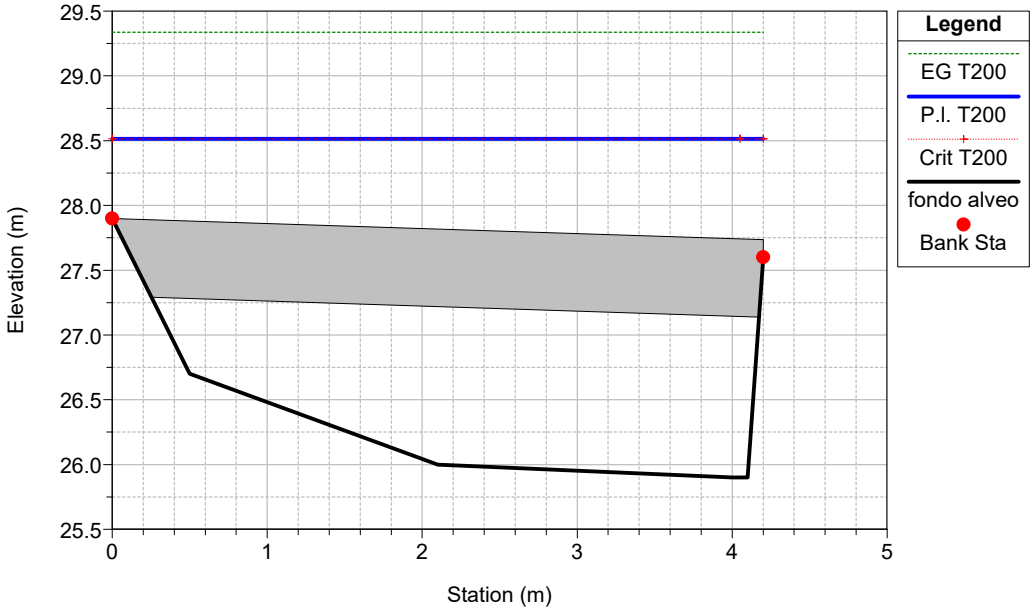
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 113.7



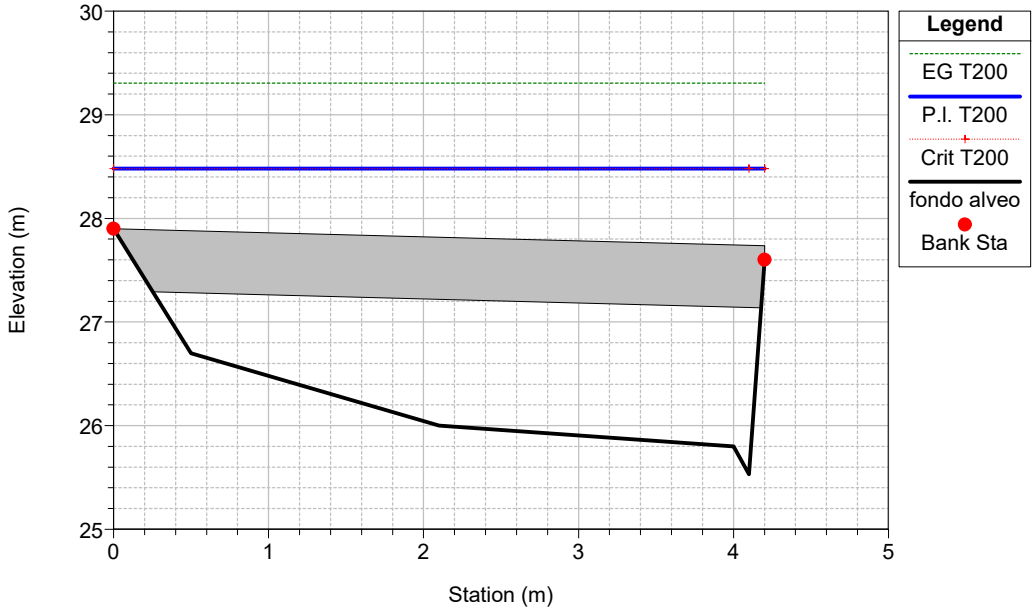
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 113.5



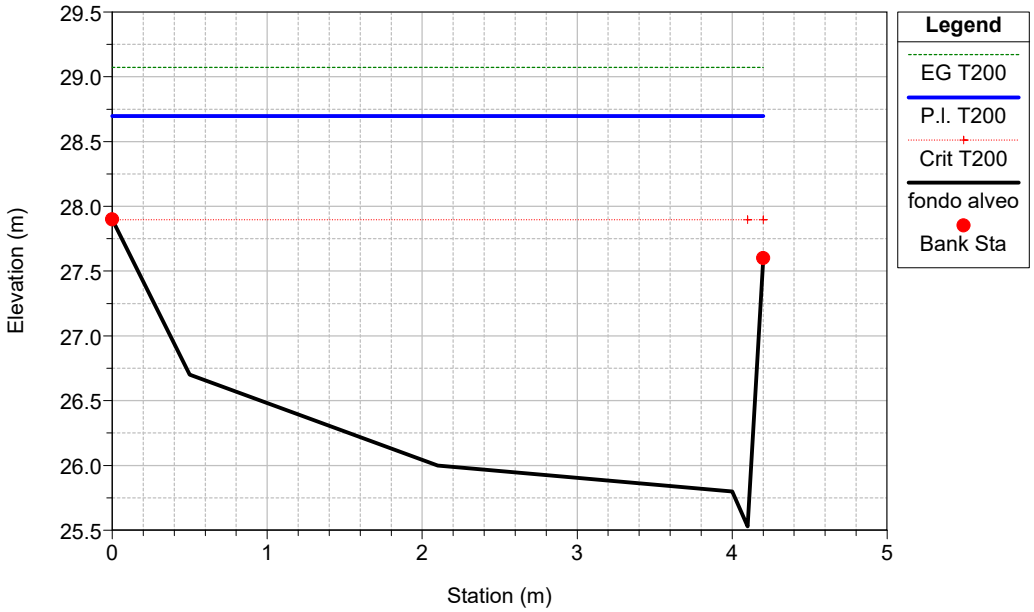
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 113 BR



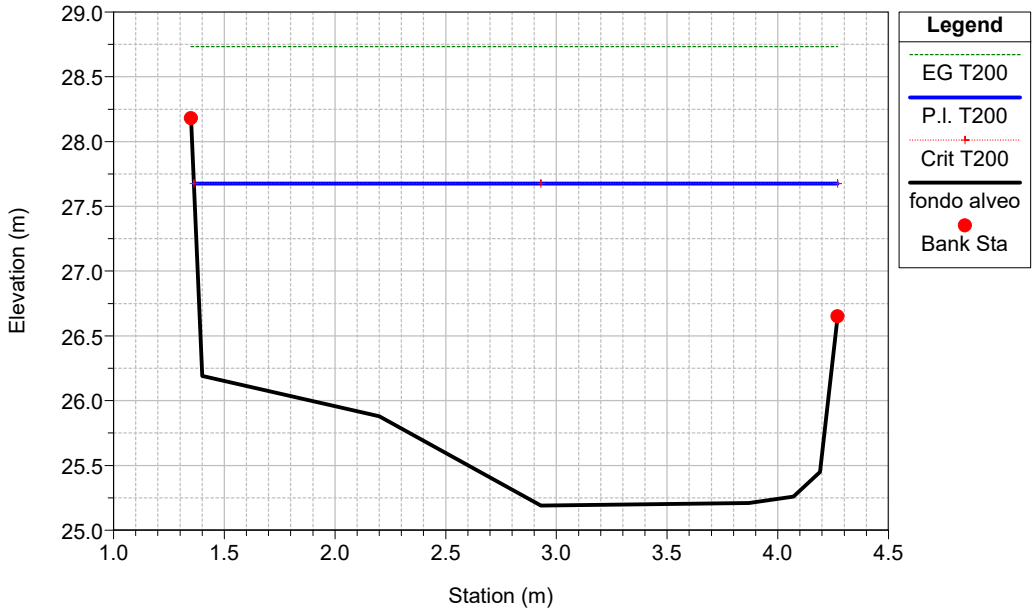
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 113 BR



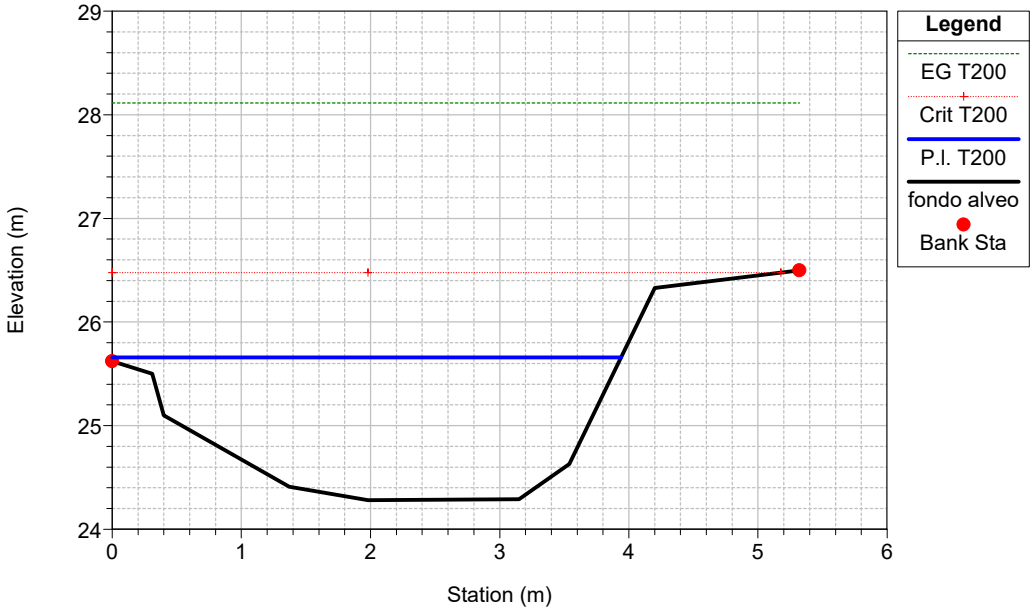
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 112.5



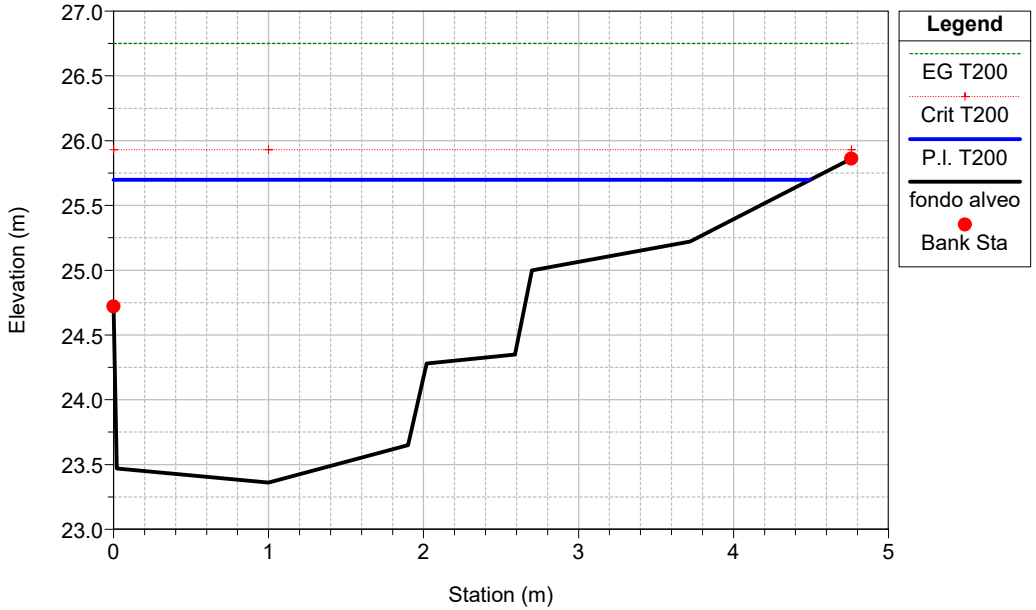
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 112.2



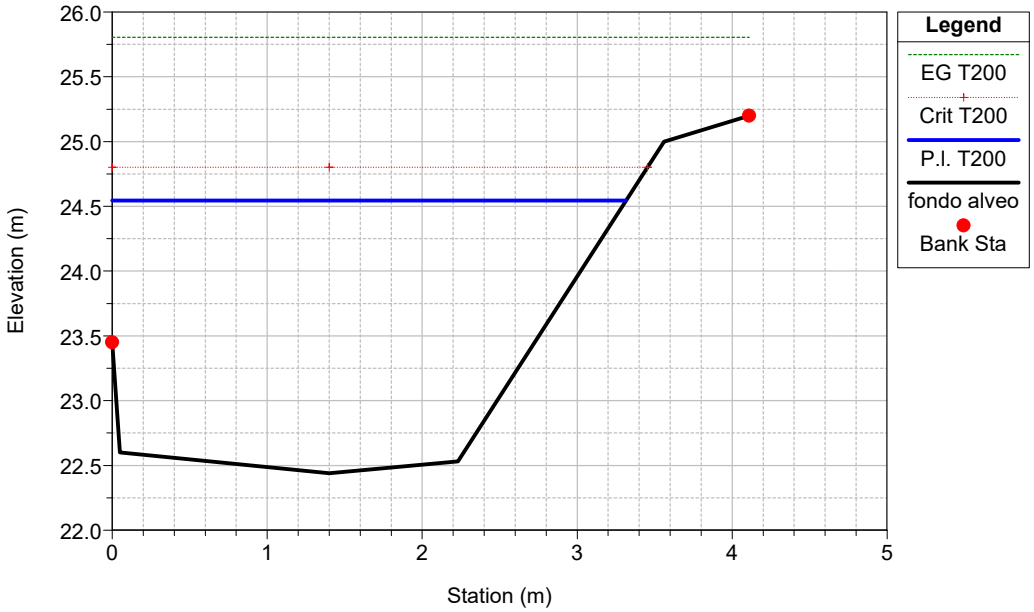
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 112



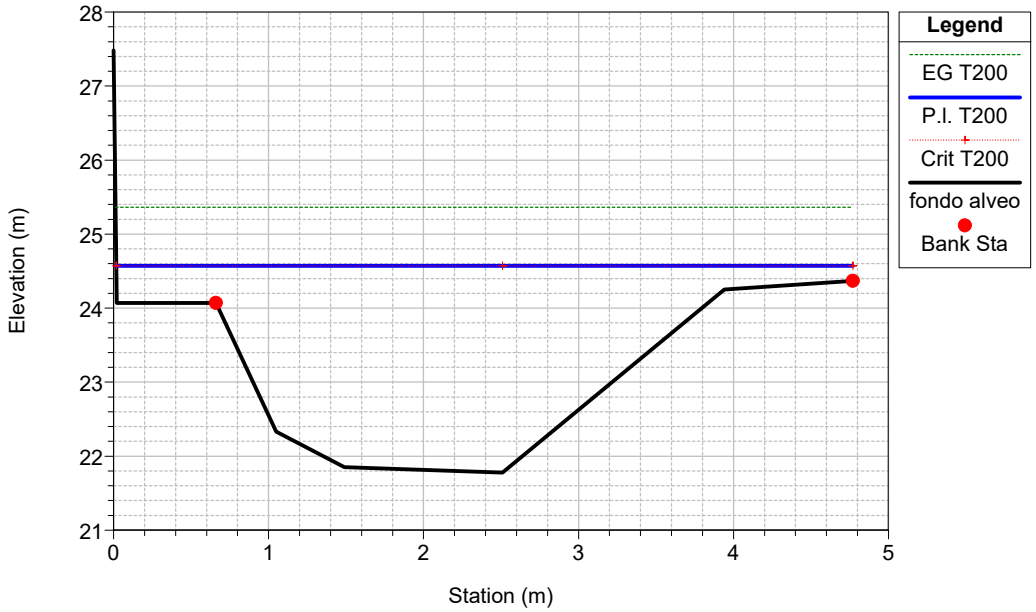
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 111.7



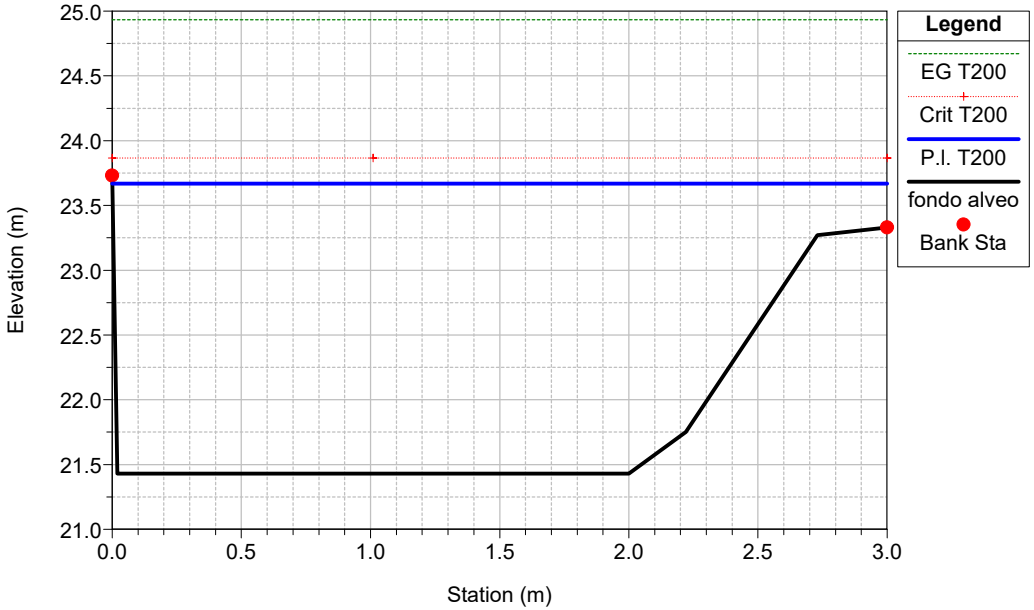
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 111.5



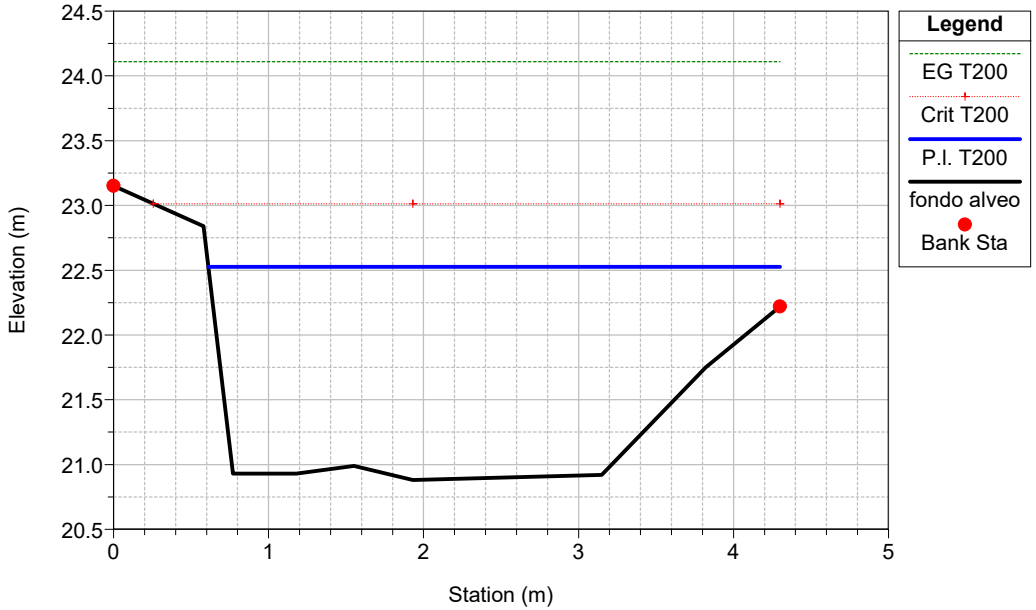
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 111.1



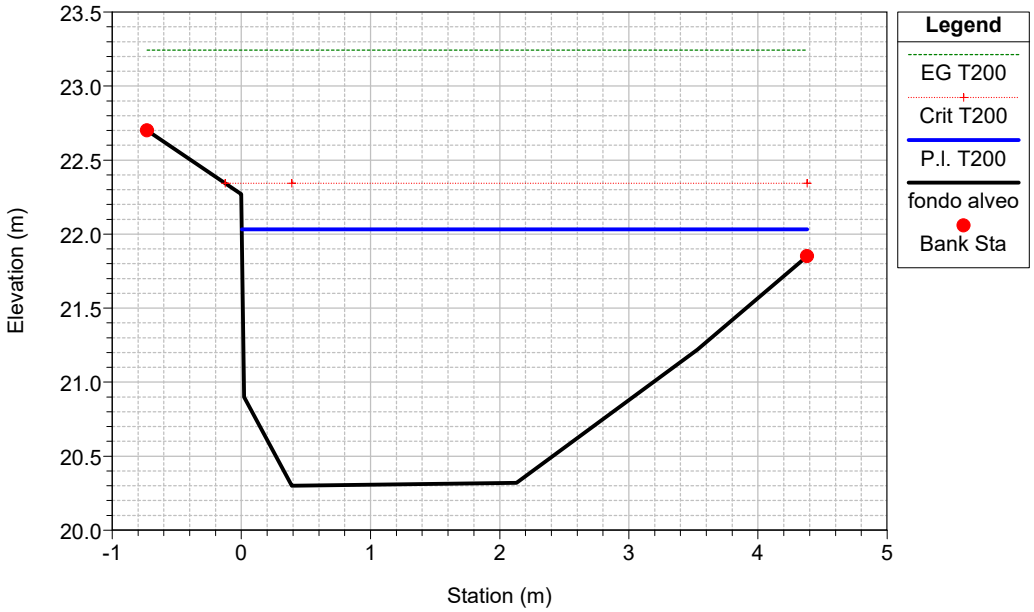
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 111



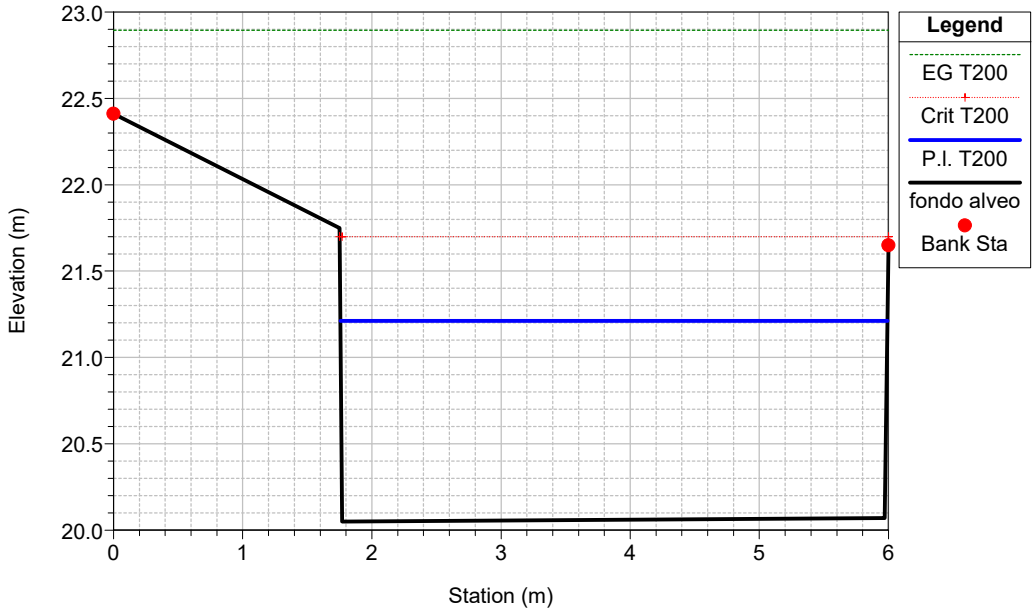
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 110



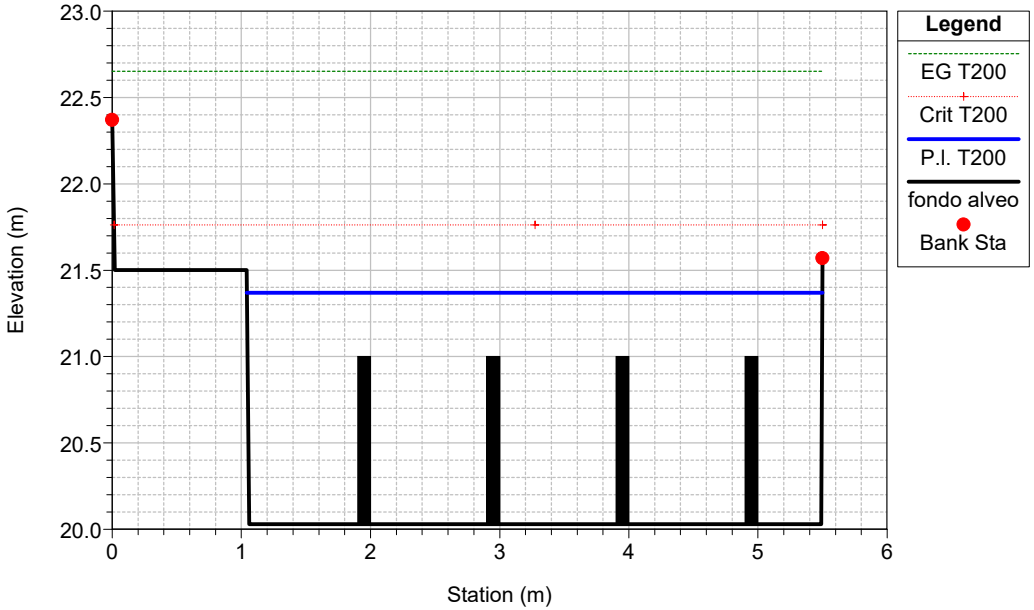
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 109



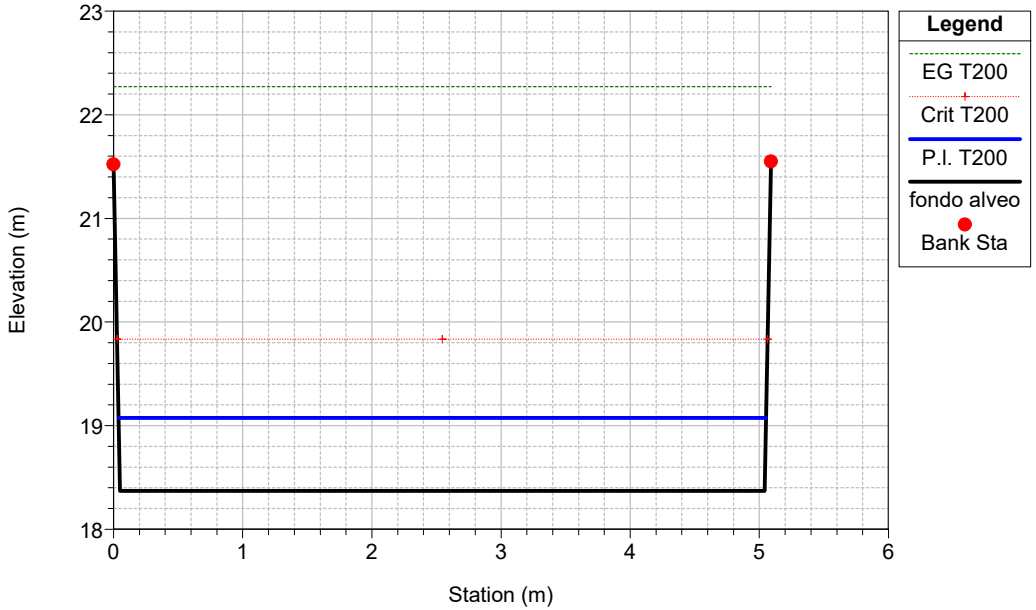
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 108.5



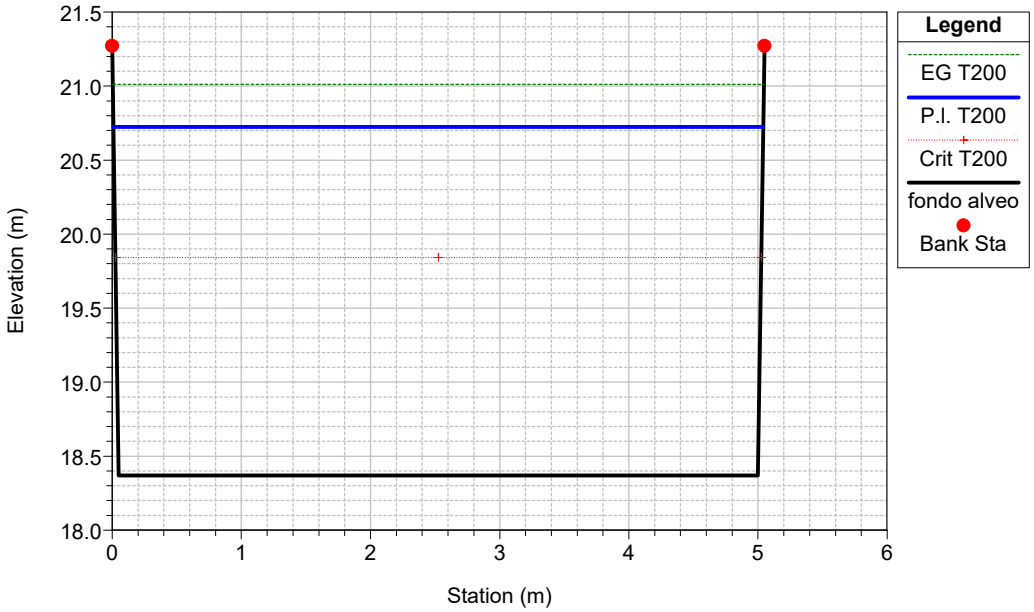
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 108.3



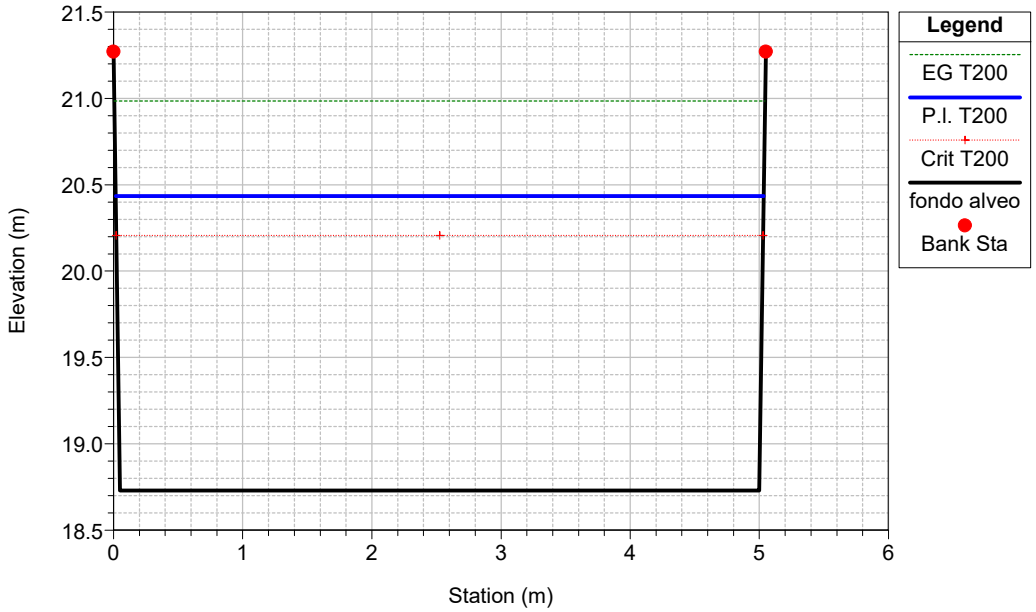
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 108.2



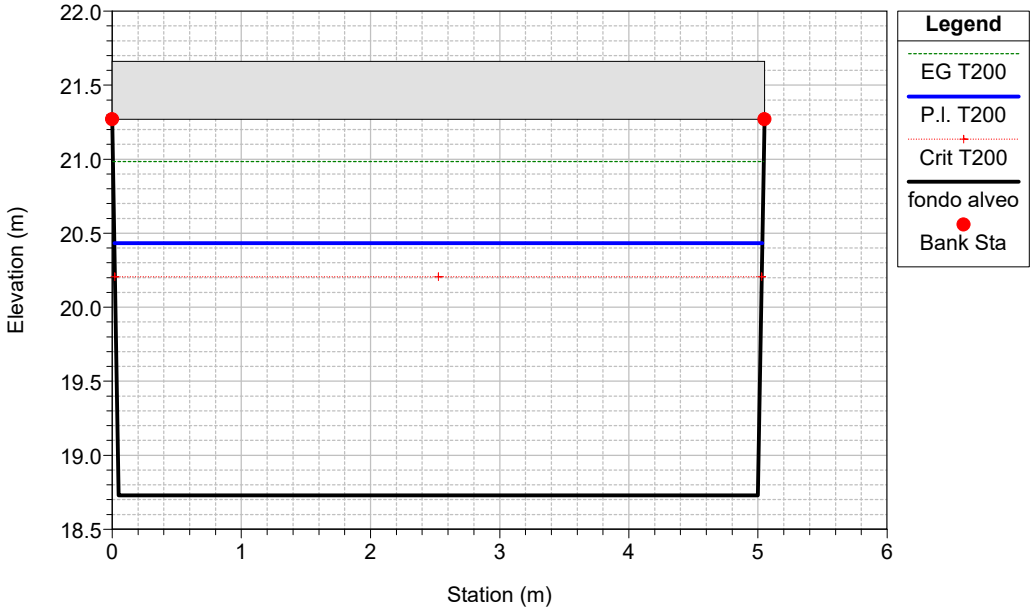
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 108.12



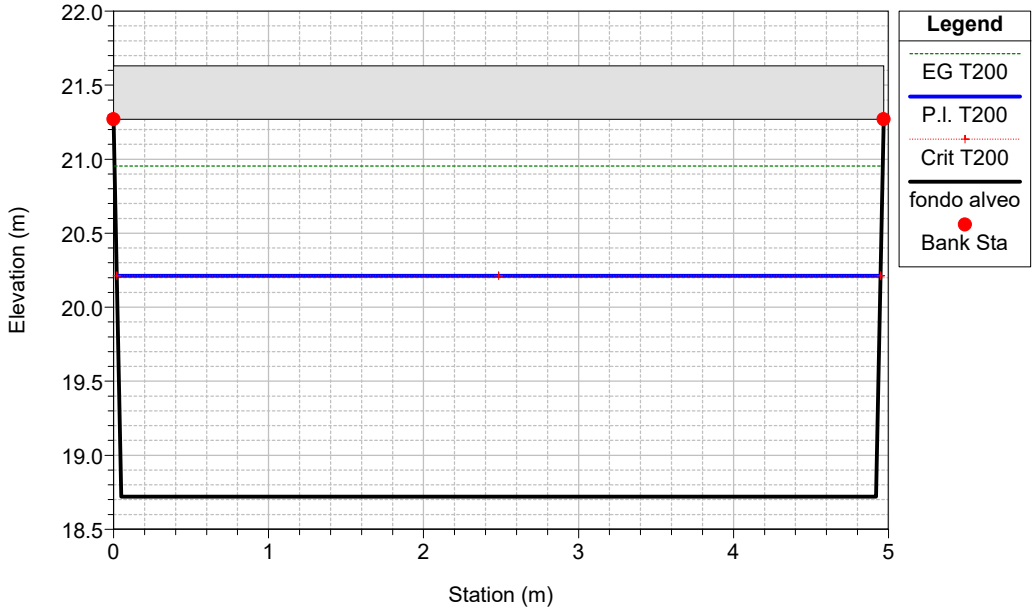
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 108.11



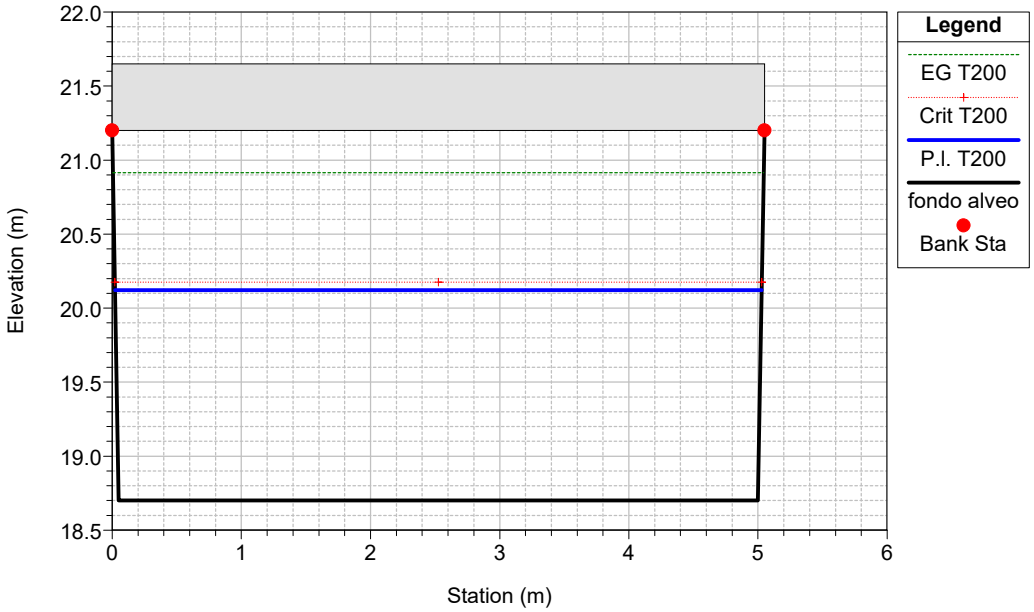
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 108.1



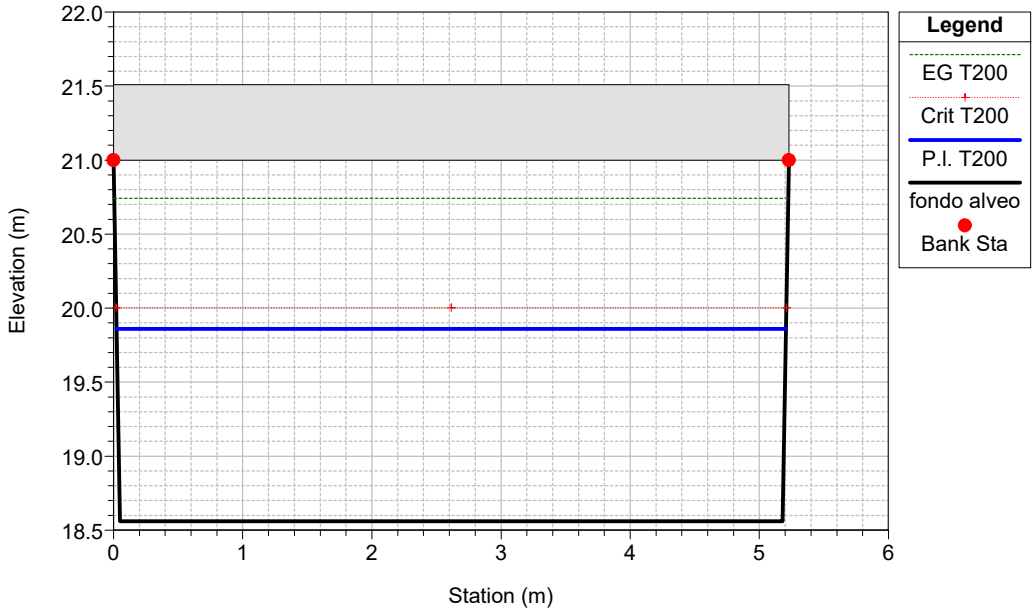
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 108



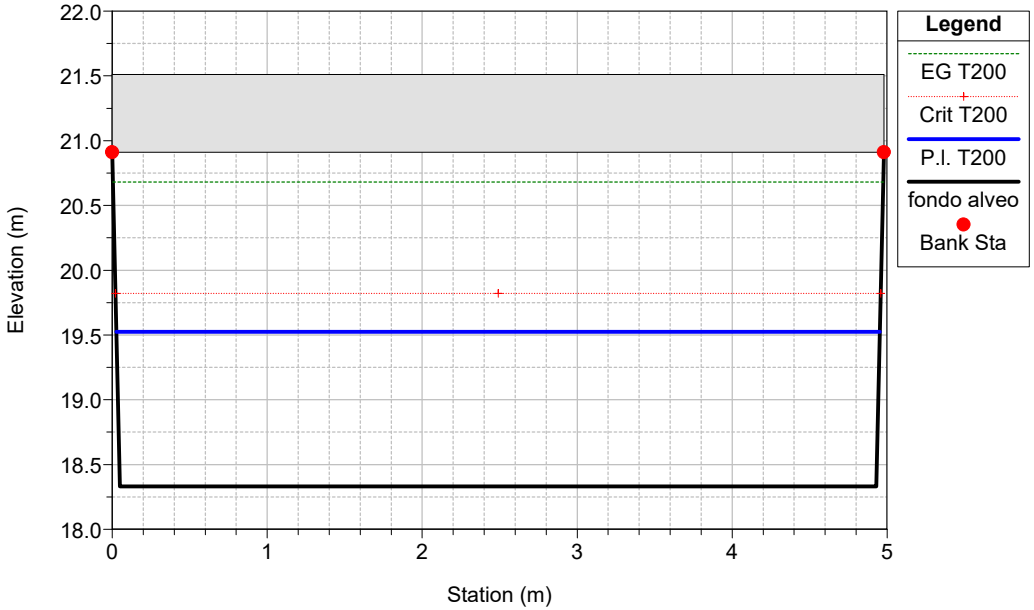
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 107.5



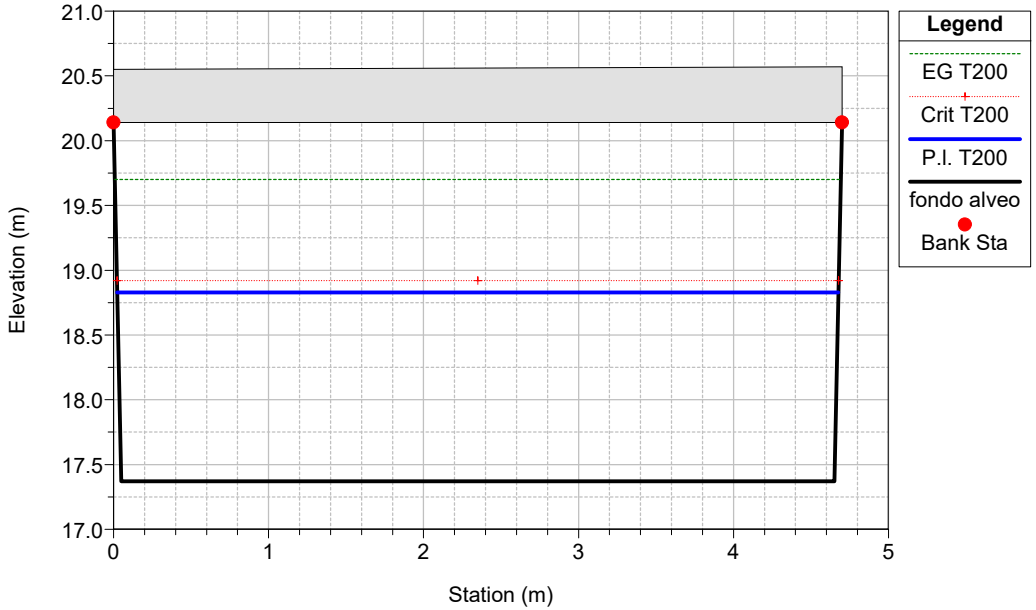
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 107



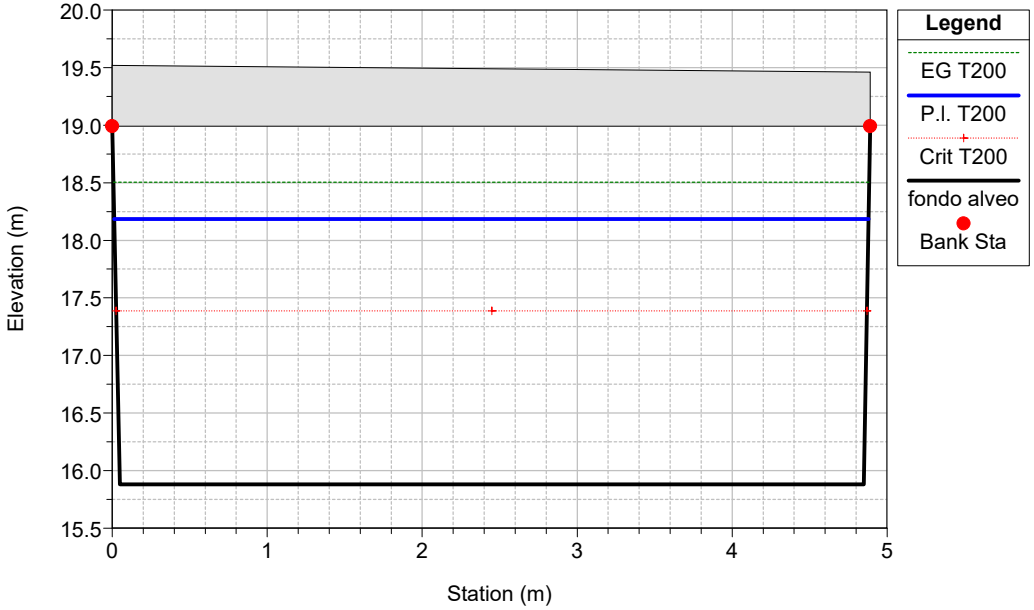
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 106.9



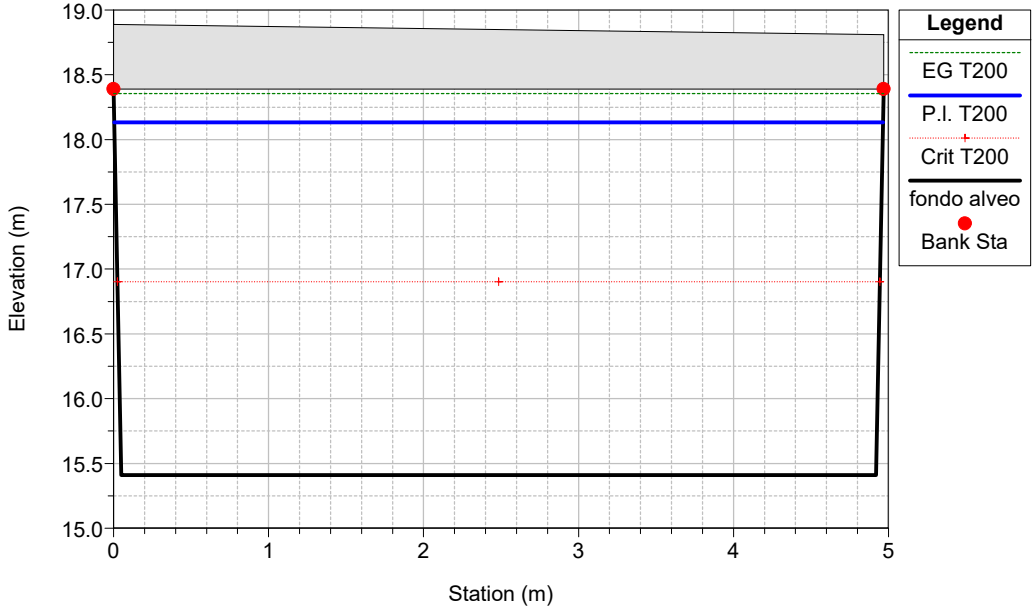
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 106.6



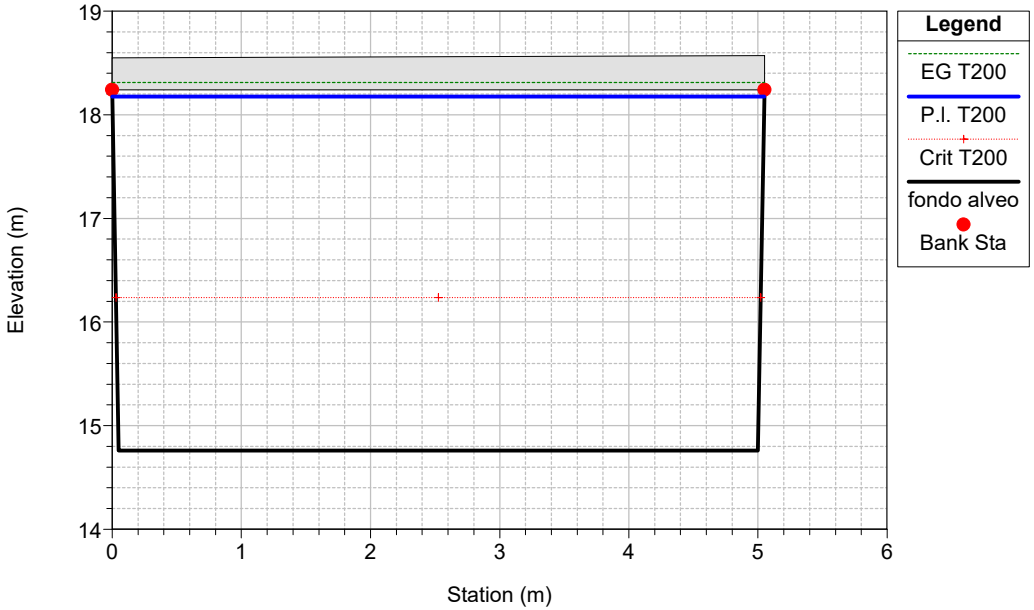
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 106.3



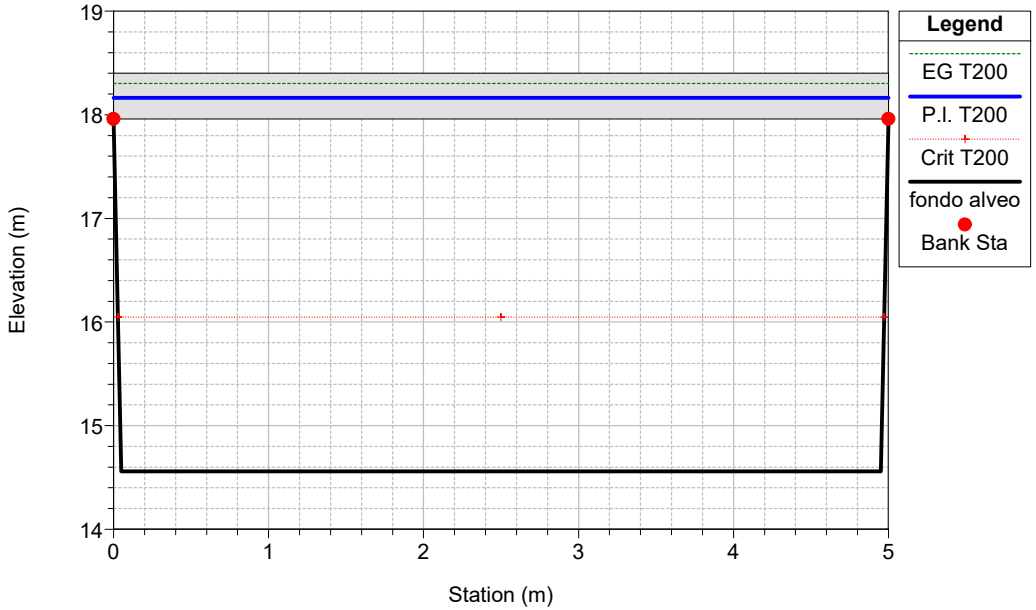
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 106



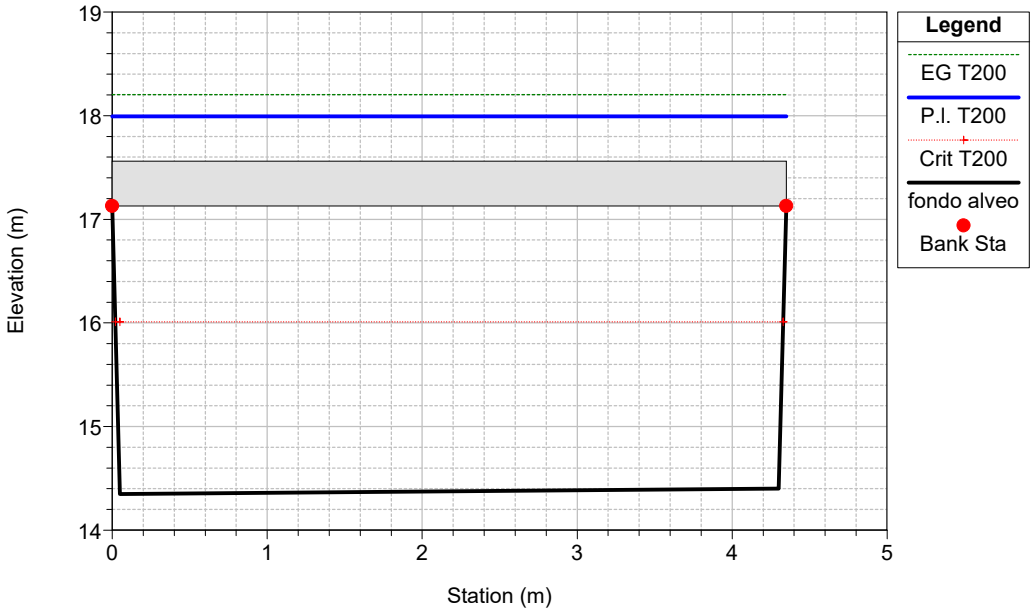
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 105



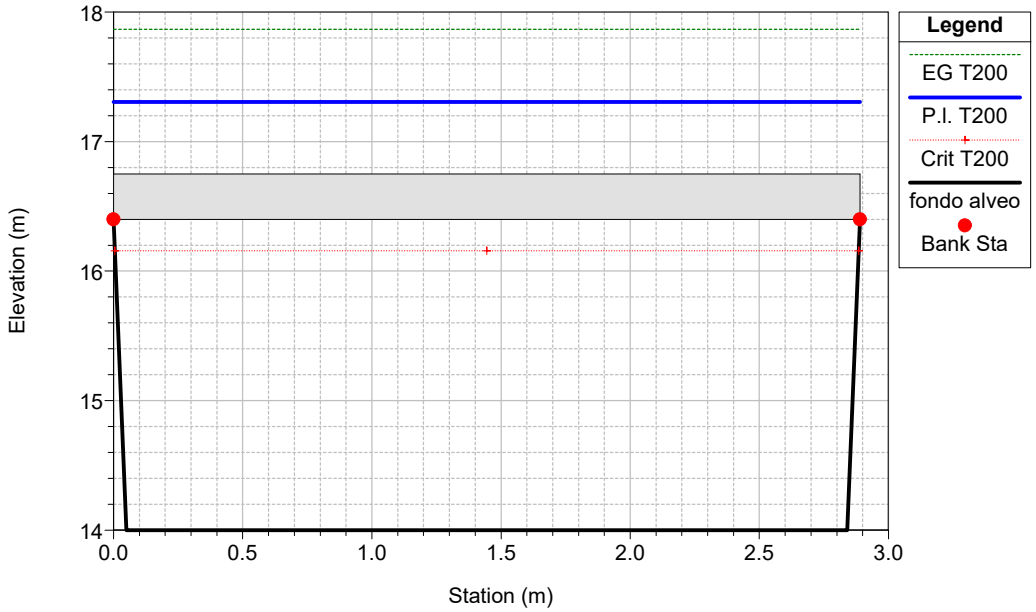
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 104.6



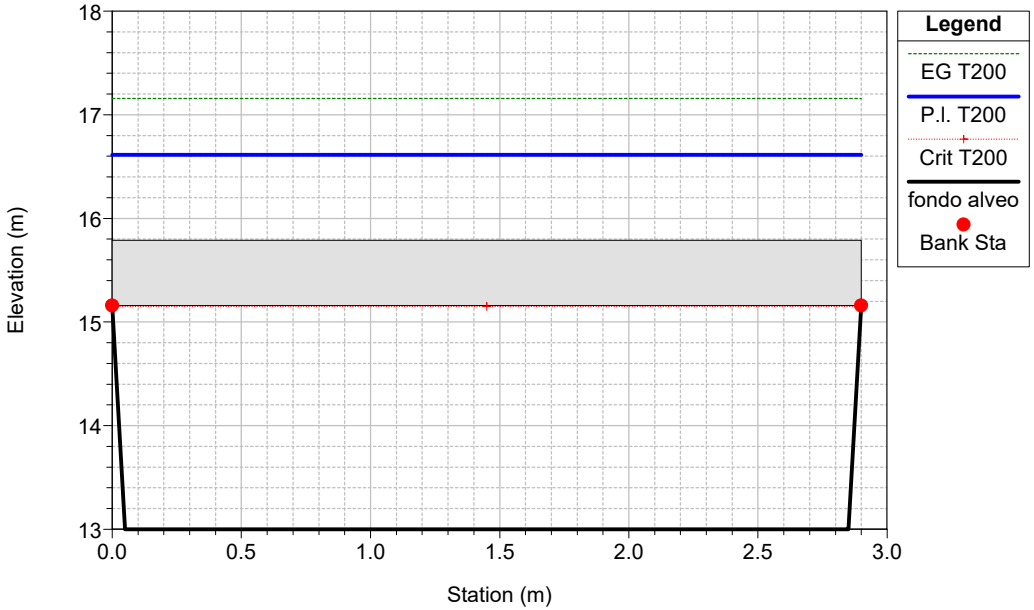
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 104.3



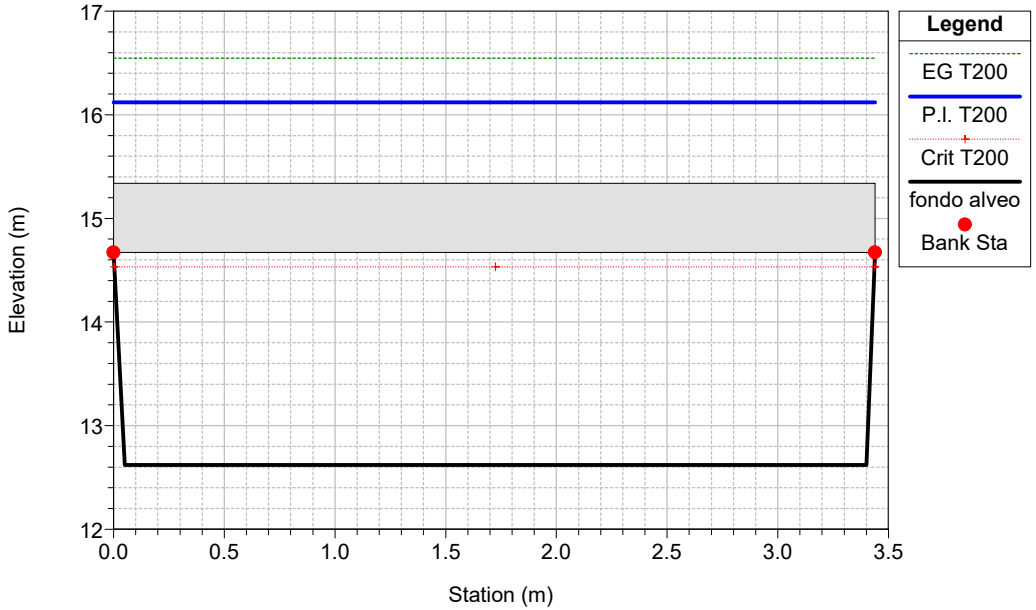
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 104



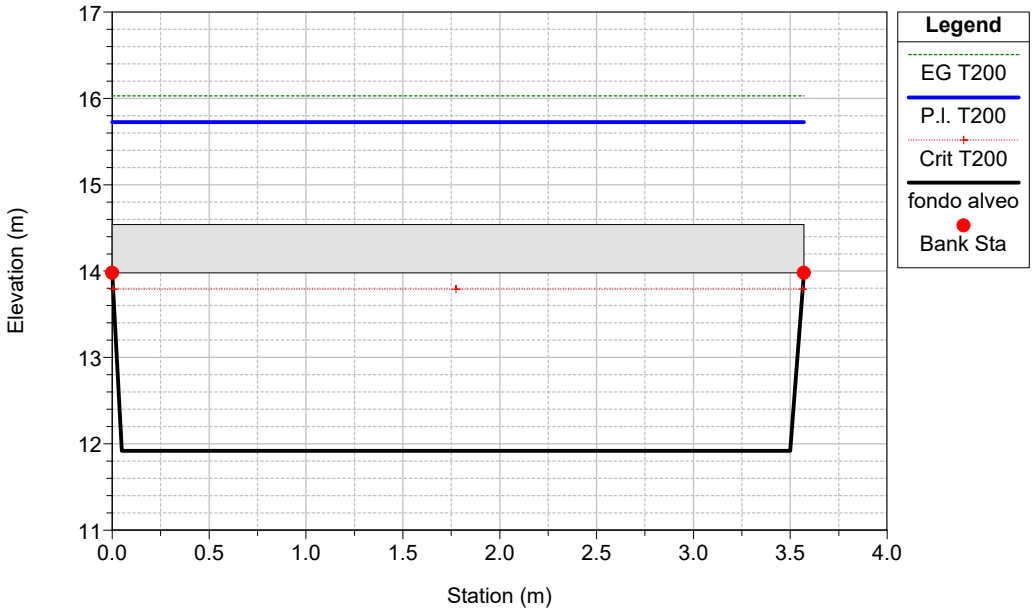
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 103



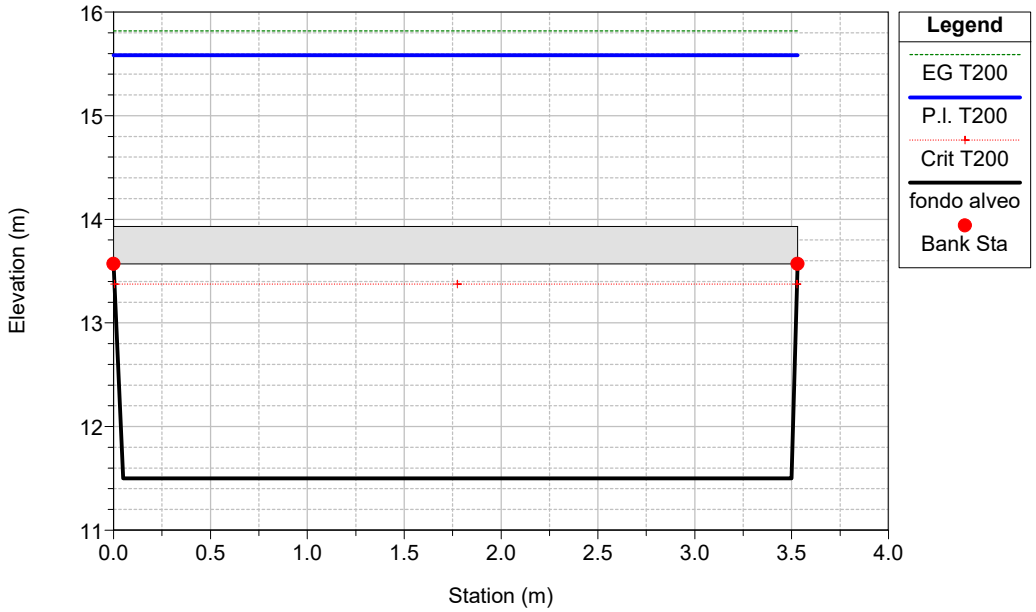
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 102.6



Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 102.4

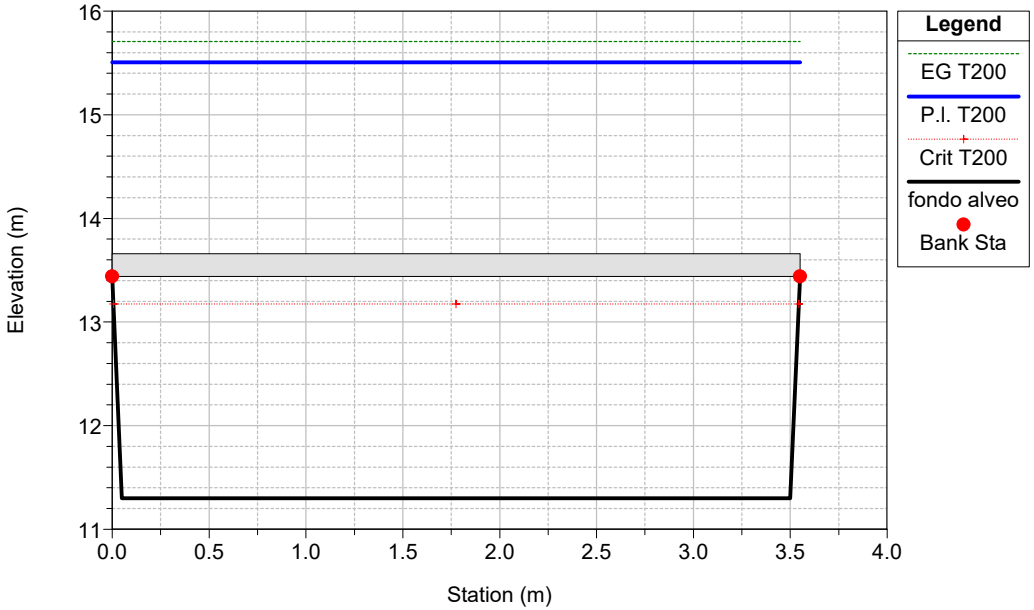


Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale
RS = 102.3



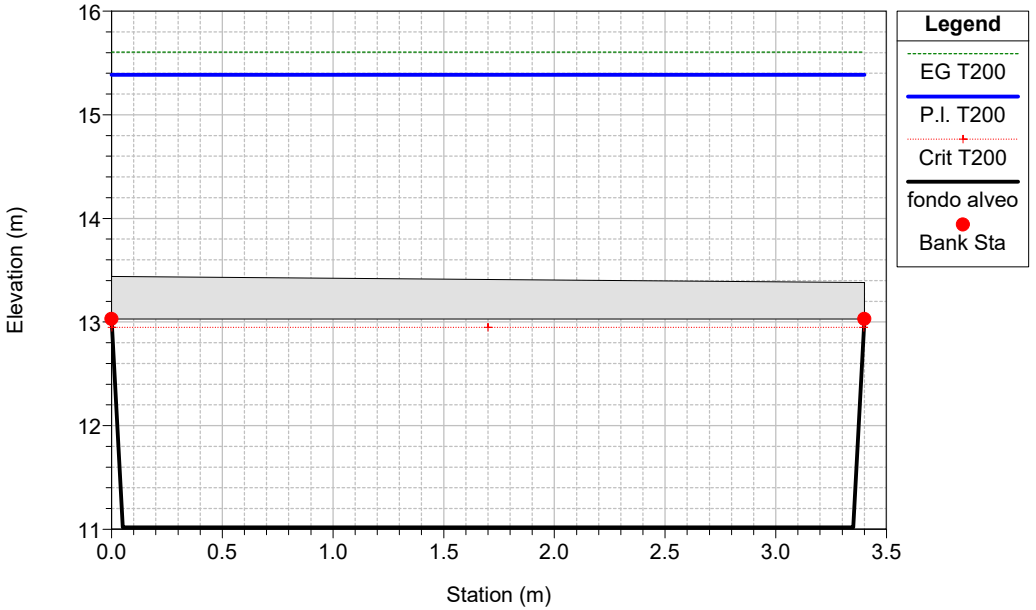
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale

RS = 102.2



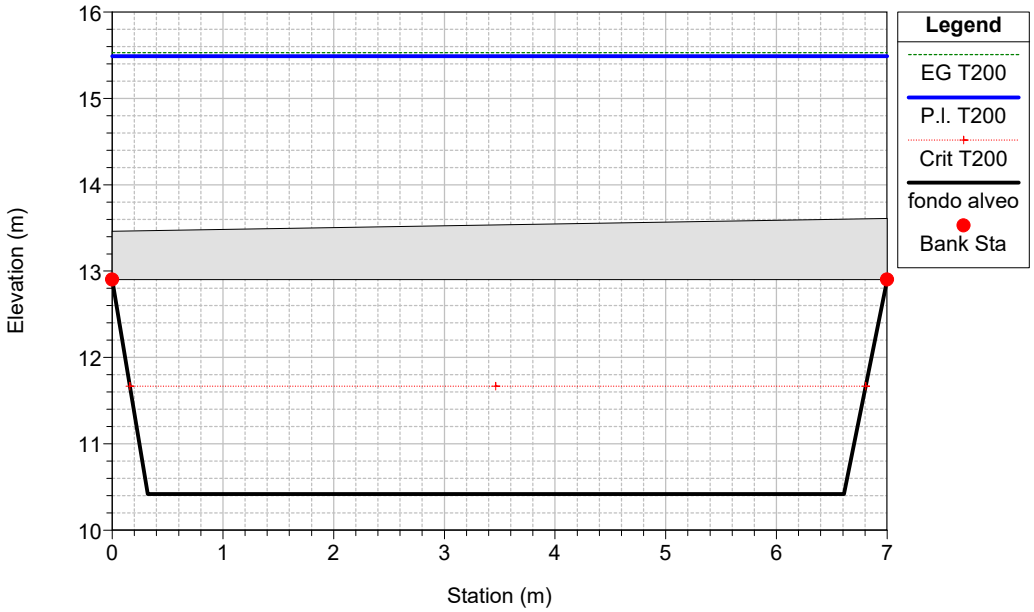
Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale

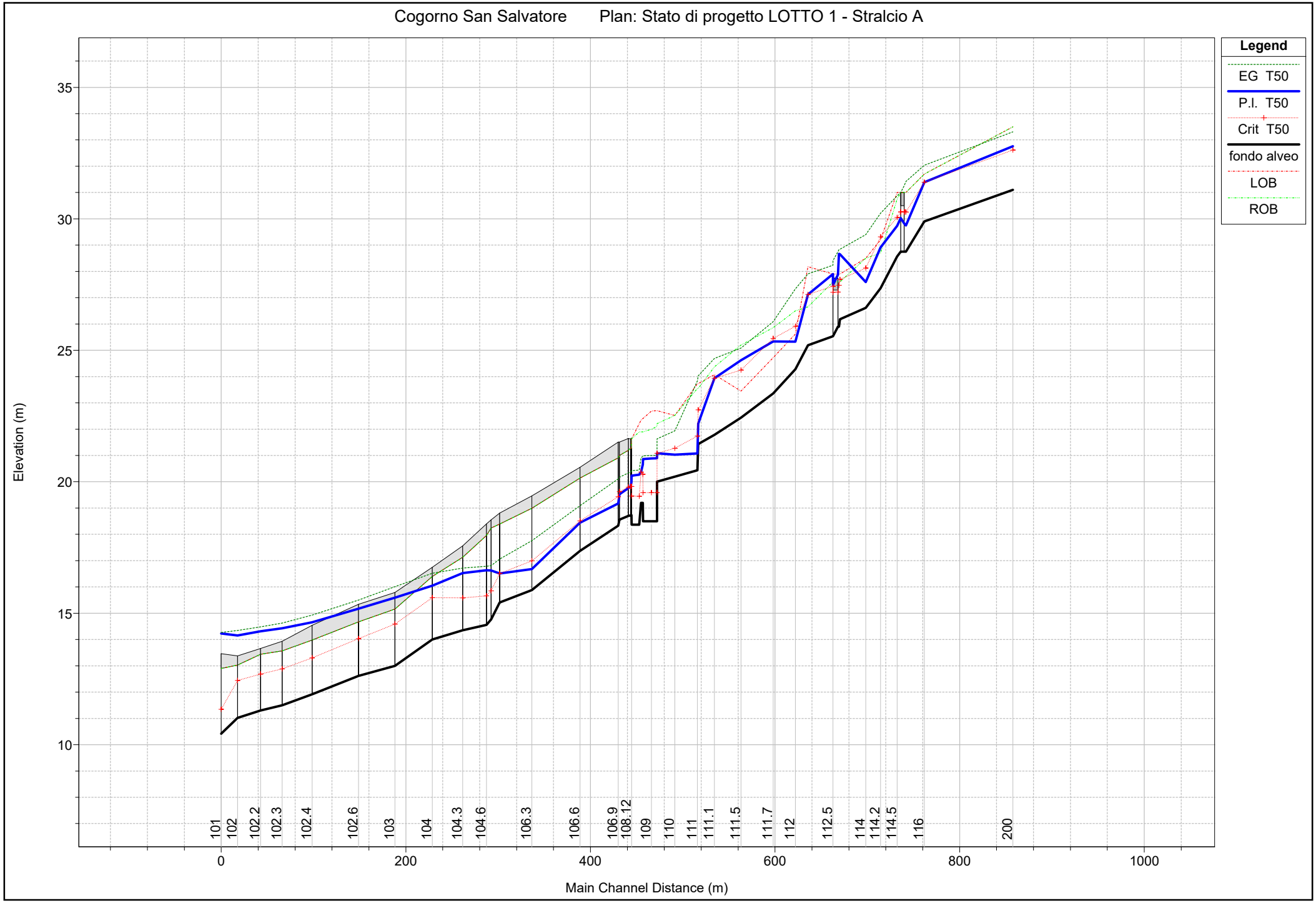
RS = 102



Cogorno San Salvatore Plan: stato attuale

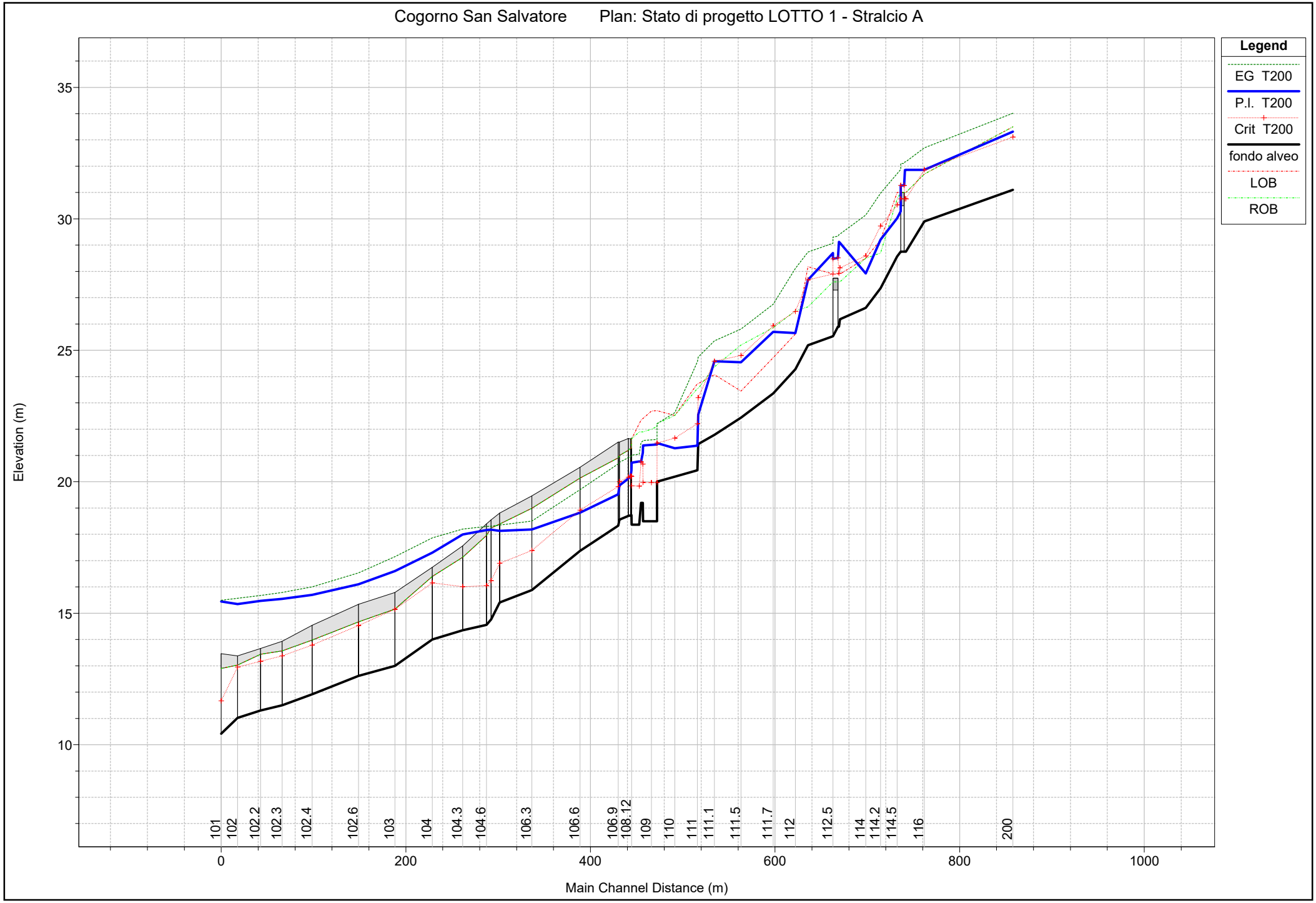
RS = 101




Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
Legend
EG T50
P.I. T50
Crit T50
fondo alveo
LOB
ROB
Elevation (m)
35
30
25
20
15
10
0
200
400
600
800
1000
Main Channel Distance (m)
101
102
102.2
102.3
102.4
102.6
103
104
104.3
104.6
106.3
106.6
106.9
108.12
109
110
111
111.1
111.5
111.7
112
112.5
114
114.2
114.5
116
200

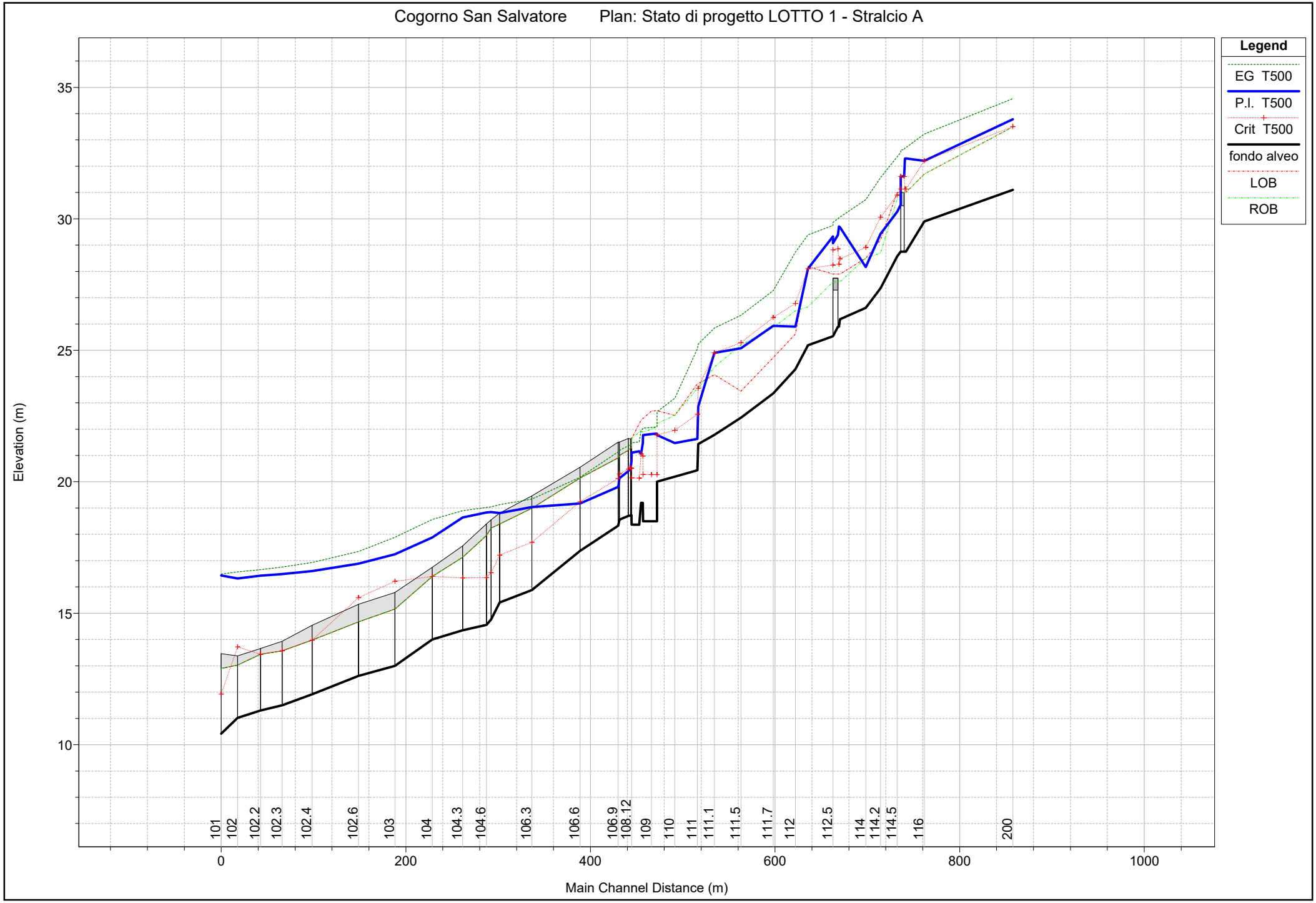
HEC-RAS Plan: Stato di progetto LOTTO 1-Stralcio A River: rio Pessa Reach: rio Pessa Profile: T50

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	Q Total	W.S. Elev	E.G. Elev	Hydr Depth	Max Chl Dpth	Vol Chan	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(1000 m3)	(m2)	(m)	
rio Pessa	101	T50	3.75	10.42	12.90	12.90	17.70	14.23	14.27	3.05	3.81	0.07	21.36	7.00	0.14
rio Pessa	102	T50	21.38	11.02	13.03	13.03	17.70	14.15	14.34	2.73	3.13	0.34	9.27	3.40	0.34
rio Pessa	102.2	T50	46.33	11.30	13.44	13.44	17.70	14.31	14.48	2.76	3.01	0.58	9.80	3.55	0.33
rio Pessa	102.3	T50	69.86	11.50	13.57	13.57	17.70	14.43	14.62	2.54	2.93	0.80	8.98	3.53	0.37
rio Pessa	102.4	T50	102.18	11.92	13.98	13.98	17.70	14.65	14.93	2.14	2.73	1.06	7.64	3.57	0.45
rio Pessa	102.6	T50	152.44	12.62	14.67	14.67	17.70	15.17	15.50		2.55	1.43	6.96		0.51
rio Pessa	103	T50	192.04	13.00	15.16	15.16	17.70	15.59	16.01		2.59	1.69	6.16		0.57
rio Pessa	104	T50	232.42	14.00	16.40	16.40	17.70	16.04	16.52	2.01	2.04	1.93	5.79	2.88	0.69
rio Pessa	104.3	T50	265.42	14.35	17.13	17.13	17.70	16.53	16.72	2.14	2.18	2.18	9.25	4.33	0.42
rio Pessa	104.6	T50	291.18	14.56	17.96	17.96	17.70	16.64	16.79	2.06	2.08	2.43	10.23	4.96	0.38
rio Pessa	105	T50	296.07	14.76	18.24	18.24	17.70	16.63	16.81	1.86	1.87	2.48	9.28	5.00	0.45
rio Pessa	106	T50	305.48	15.41	18.39	18.39	17.70	16.51	17.06	1.10	1.10	2.55	5.39	4.91	1.00
rio Pessa	106.3	T50	340.32	15.88	18.99	18.99	17.70	16.68	17.76	0.80	0.80	2.71	3.84	4.82	1.65
rio Pessa	106.6	T50	392.54	17.37	20.14	20.14	17.70	18.44	19.09	1.07	1.07	2.94	4.94	4.64	1.11
rio Pessa	106.9	T50	433.79	18.33	20.91	20.91	17.70	19.18	20.11	0.84	0.84	3.13	4.14	4.91	1.49
rio Pessa	107	T50	435.26	18.56	21.00	21.00	17.70	19.53	20.17	0.96	0.97	3.13	4.98	5.17	1.16
rio Pessa	107.5	T50	444.83	18.70	21.20	21.20	17.70	19.76	20.34	1.06	1.06	3.18	5.27	4.99	1.04
rio Pessa	108	T50	447.21	18.72	21.27	21.27	17.70	19.82	20.37	1.10	1.10	3.19	5.39	4.91	1.00
rio Pessa	108.1	T50	448.12	18.73	21.27	21.27	17.70	19.99	20.40	1.25	1.26	3.20	6.26	5.00	0.81
rio Pessa	108.11	T50	448.22	18.73	21.63	21.63	17.70	19.99	20.40	1.25	1.26	3.20	6.26	4.99	0.81
rio Pessa	108.12	T50	448.32	18.37	21.63	21.63	17.70	20.23	20.42	1.85	1.86	3.20	9.28	5.01	0.45
rio Pessa	108.2	T50	456.67	18.37	22.21	21.90	17.70	20.27	20.44	1.89	1.90	3.28	9.52	5.04	0.43
rio Pessa	108.3	T50	458.50	19.20	22.34	21.90	17.70	20.37	20.92	1.08	1.17	3.29	5.40	4.99	1.01
rio Pessa	108.5	T50	460.58	19.20	22.41	21.90	17.70	20.66	20.96	1.46	1.46	3.31	7.27	4.99	0.64
rio Pessa	108.51	T50	460.68	18.50	22.41	21.90	17.70	20.87	20.98	2.36	2.37	3.31	11.79	4.99	0.31
rio Pessa	109	T50	469.82	18.50	22.69	22.00	17.70	20.88	21.00	2.38	2.38	3.42	11.88	4.99	0.31
rio Pessa	109.5	T50	475.82	18.50	22.70	22.10	17.70	20.89	21.01	2.39	2.39	3.49	11.93	4.99	0.31
rio Pessa	109.51	T50	475.92	20.00	22.70	22.21	17.70	21.08	21.63	1.08	1.08	3.49	5.40	4.99	1.00
rio Pessa	110	T50	495.08	20.19	22.52	22.52	17.70	21.03	21.94	0.84	0.84	3.58	4.19	5.00	1.47
rio Pessa	111	T50	519.62	20.44	23.73	23.55	17.70	21.07	23.84	0.63	0.63	3.66	2.40	3.79	2.95
rio Pessa	111.05	T50	520.62	21.43	23.73	23.55	17.70	22.21	24.03	0.78	0.78	3.66	2.97	3.79	2.15
rio Pessa	111.1	T50	538.08	21.78	24.07	24.37	17.70	23.94	24.69	1.50	2.16	3.73	4.61	3.07	1.00
rio Pessa	111.5	T50	566.92	22.44	23.45	25.20	17.70	24.62	25.09	1.75	2.18	3.88	5.87	3.36	0.73
rio Pessa	111.7	T50	601.70	23.36	24.72	25.86	17.70	25.33	26.09	1.18	1.97	4.06	4.60	3.90	1.13
rio Pessa	112	T50	625.79	24.28	25.62	26.50	17.70	25.33	27.33	0.82	1.05	4.15	2.82	3.46	2.22
rio Pessa	112.2	T50	639.52	25.19	28.18	26.65	17.70	27.12	27.90	1.56	1.93	4.20	4.52	2.89	1.00
rio Pessa	112.5	T50	666.52	25.53	27.90	27.60	17.70	27.90	28.23	1.65	2.37	4.36	6.95	4.20	0.63
rio Pessa	113		Bridge												
rio Pessa	113.5	T50	673.02	25.90	27.90	27.60	17.70	28.67	28.83	2.39	2.77	4.39	10.04	4.20	0.36
rio Pessa	113.7	T50	674.02	26.18	27.90	27.60	17.70	28.65	28.84	2.16	2.47	4.40	9.09	4.20	0.42
rio Pessa	114	T50	702.02	26.61	28.50	28.50	17.70	27.59	29.39	0.81	0.98	4.57	2.98	3.68	2.11
rio Pessa	114.2	T50	718.02	27.36	29.20	28.70	17.70	28.91	30.21	0.88	1.55	4.62	3.50	3.99	1.73
rio Pessa	114.5	T50	736.02	28.57	31.00	30.75	17.70	29.73	30.87	1.02	1.16	4.68	3.74	3.67	1.50
rio Pessa	114.8	T50	740.02	28.75	31.00	31.00	17.70	30.03	31.00	1.14	1.28	4.70	4.05	3.54	1.30
rio Pessa	115		Bridge												
rio Pessa	115.5	T50	741.01	28.75	31.00	31.00	17.70	29.79	31.33	0.95	1.04	4.70	3.21	3.40	1.81
rio Pessa	115.51	T50	742.01	28.75	31.00	31.00	17.70	29.75	31.42	0.92	1.00	4.71	3.09	3.38	1.91
rio Pessa	116	T50	762.01	29.90	31.70	31.70	17.70	31.39	32.04	1.28	1.49	4.79	4.97	3.87	1.00
rio Pessa	200	T50	858.01	31.10	33.50	33.50	17.70	32.76	33.31	1.46	1.66	5.28	5.40	3.70	0.87


Cogorno San Salvatore
Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
Legend
EG T200
P.I. T200
Crit T200
fondo alveo
LOB
ROB
Elevation (m)
35
30
25
20
15
10
0
200
400
600
800
1000
Main Channel Distance (m)
101
102
102.2
102.3
102.4
102.6
103
104
104.3
104.6
106.3
106.6
106.9
108.12
109
110
111
111.1
111.5
111.7
112
112.5
114
114.2
114.5
116
200

HEC-RAS Plan: Stato di progetto LOTTO 1-Stralcio A River: rio Pessa Reach: rio Pessa Profile: T200

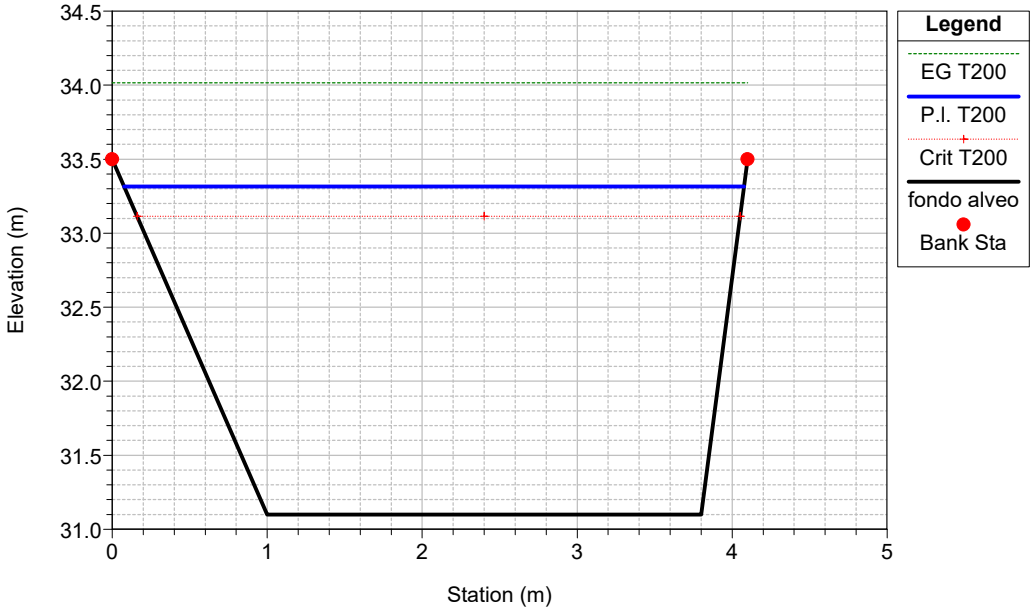
Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	Q Total	W.S. Elev	E.G. Elev	Hydr Depth	Max Chl Dpth	Vol Chan	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(1000 m3)	(m2)	(m)	
rio Pessa	101	T200	3.75	10.42	12.90	12.90	27.90	15.45	15.49	4.27	5.03	0.09	29.86	7.00	0.13
rio Pessa	102	T200	21.38	11.02	13.03	13.03	27.90	15.34	15.57	3.91	4.32	0.47	13.31	3.40	0.32
rio Pessa	102.2	T200	46.33	11.30	13.44	13.44	27.90	15.47	15.67	3.92	4.17	0.81	13.91	3.55	0.31
rio Pessa	102.3	T200	69.86	11.50	13.57	13.57	27.90	15.55	15.79	3.67	4.05	1.13	12.94	3.53	0.34
rio Pessa	102.4	T200	102.18	11.92	13.98	13.98	27.90	15.70	16.00	3.18	3.78	1.52	11.36	3.57	0.40
rio Pessa	102.6	T200	152.44	12.62	14.67	14.67	27.90	16.10	16.53	2.79	3.48	2.05	9.58	3.44	0.50
rio Pessa	103	T200	192.04	13.00	15.16	15.16	27.90	16.61	17.15	2.94	3.61	2.41	8.52	2.90	0.55
rio Pessa	104	T200	232.42	14.00	16.40	16.40	27.90	17.30	17.86	2.91	3.30	2.75	8.42	2.89	0.58
rio Pessa	104.3	T200	265.42	14.35	17.13	17.13	27.90	17.99	18.20	3.16	3.64	3.11	13.73	4.35	0.34
rio Pessa	104.6	T200	291.18	14.56	17.96	17.96	27.90	18.16	18.30		3.60	3.51	16.83		0.28
rio Pessa	105	T200	296.07	14.76	18.24	18.24	27.90	18.17	18.31	3.38	3.41	3.59	17.07	5.05	0.28
rio Pessa	106	T200	305.48	15.41	18.39	18.39	27.90	18.13	18.35	2.70	2.72	3.73	13.39	4.96	0.41
rio Pessa	106.3	T200	340.32	15.88	18.99	18.99	27.90	18.19	18.51	2.29	2.31	4.16	11.14	4.87	0.53
rio Pessa	106.6	T200	392.54	17.37	20.14	20.14	27.90	18.83	19.70	1.45	1.46	4.63	6.74	4.65	1.10
rio Pessa	106.9	T200	433.79	18.33	20.91	20.91	27.90	19.52	20.68	1.19	1.19	4.89	5.86	4.93	1.39
rio Pessa	107	T200	435.26	18.56	21.00	21.00	27.90	19.86	20.74	1.29	1.30	4.90	6.71	5.18	1.17
rio Pessa	107.5	T200	444.83	18.70	21.20	21.20	27.90	20.12	20.91	1.41	1.42	4.96	7.08	5.01	1.06
rio Pessa	108	T200	447.21	18.72	21.27	21.27	27.90	20.21	20.95	1.48	1.49	4.98	7.32	4.93	1.00
rio Pessa	108.1	T200	448.12	18.73	21.27	21.27	27.90	20.43	20.98	1.69	1.70	4.99	8.49	5.02	0.81
rio Pessa	108.11	T200	448.22	18.73	21.63	21.63	27.90	20.43	20.99	1.69	1.70	4.99	8.49	5.01	0.81
rio Pessa	108.12	T200	448.32	18.37	21.63	21.63	27.90	20.72	21.01	2.34	2.35	4.99	11.74	5.02	0.50
rio Pessa	108.2	T200	456.67	18.37	22.21	21.90	27.90	20.77	21.05	2.39	2.40	5.09	12.07	5.06	0.48
rio Pessa	108.3	T200	458.50	19.20	22.34	21.90	27.90	20.76	21.49	1.47	1.56	5.11	7.34	4.99	1.00
rio Pessa	108.5	T200	460.58	19.20	22.41	21.90	27.90	21.11	21.55	1.91	1.91	5.12	9.51	4.99	0.68
rio Pessa	108.51	T200	460.68	18.50	22.41	21.90	27.90	21.38	21.57	2.87	2.88	5.12	14.36	5.00	0.37
rio Pessa	109	T200	469.82	18.50	22.69	22.00	27.90	21.41	21.59	2.90	2.91	5.26	14.49	4.99	0.36
rio Pessa	109.5	T200	475.82	18.50	22.70	22.10	27.90	21.42	21.61	2.92	2.92	5.34	14.57	4.99	0.36
rio Pessa	109.51	T200	475.92	20.00	22.70	22.21	27.90	21.47	22.21	1.47	1.47	5.35	7.32	4.99	1.00
rio Pessa	110	T200	495.08	20.19	22.52	22.52	27.90	21.27	22.63	1.08	1.08	5.47	5.40	5.00	1.59
rio Pessa	111	T200	519.62	20.44	23.73	23.55	27.90	21.37	24.56	0.93	0.93	5.58	3.52	3.79	2.62
rio Pessa	111.05	T200	520.62	21.43	23.73	23.55	27.90	22.55	24.74	1.12	1.12	5.58	4.25	3.79	1.98
rio Pessa	111.1	T200	538.08	21.78	24.07	24.37	27.90	24.58	25.36	1.52	2.80	5.68	7.27	4.77	0.97
rio Pessa	111.5	T200	566.92	22.44	23.45	25.20	27.90	24.54	25.81	1.69	2.10	5.86	5.61	3.31	1.22
rio Pessa	111.7	T200	601.70	23.36	24.72	25.86	27.90	25.70	26.75	1.36	2.34	6.06	6.14	4.50	1.24
rio Pessa	112	T200	625.79	24.28	25.62	26.50	27.90	25.66	28.11	1.02	1.38	6.19	4.02	3.94	2.19
rio Pessa	112.2	T200	639.52	25.19	28.18	26.65	27.90	27.68	28.73	2.11	2.49	6.26	6.13	2.91	1.00
rio Pessa	112.5	T200	666.52	25.53	27.90	27.60	27.90	28.70	29.07	2.45	3.17	6.48	10.28	4.20	0.55
rio Pessa	113		Bridge												
rio Pessa	113.5	T200	673.02	25.90	27.90	27.60	27.90	29.12	29.40	2.84	3.22	6.52	11.93	4.20	0.44
rio Pessa	113.7	T200	674.02	26.18	27.90	27.60	27.90	29.09	29.42	2.60	2.91	6.54	10.94	4.20	0.50
rio Pessa	114	T200	702.02	26.61	28.50	28.50	27.90	27.92	30.14	1.06	1.31	6.75	4.23	3.98	2.04
rio Pessa	114.2	T200	718.02	27.36	29.20	28.70	27.90	29.21	30.97	1.08	1.85	6.82	4.74	4.40	1.81
rio Pessa	114.5	T200	736.02	28.57	31.00	30.75	27.90	30.02	31.72	1.27	1.45	6.91	4.84	3.80	1.63
rio Pessa	114.8	T200	740.02	28.75	31.00	31.00	27.90	30.29	31.88	1.35	1.54	6.93	4.99	3.69	1.53
rio Pessa	115		Bridge												
rio Pessa	115.5	T200	744.52	28.75	31.00	31.00	27.90	31.86	32.17	2.75	3.11	6.96	11.27	4.10	0.48
rio Pessa	115.51	T200	745.52	28.75	31.00	31.00	27.90	31.86	32.17	2.75	3.11	6.97	11.29	4.10	0.48
rio Pessa	116	T200	765.52	29.90	31.70	31.70	27.90	31.86	32.70	1.68	1.96	7.15	6.87	4.10	1.00
rio Pessa	200	T200	861.52	31.10	33.50	33.50	27.90	33.32	34.02	1.88	2.22	7.84	7.54	4.00	0.86


Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
Legend
EG T500
P.I. T500
Crit T500
fondo alveo
LOB
ROB
Elevation (m)
35
30
25
20
15
10
0
200
400
600
800
1000
Main Channel Distance (m)
101
102
102.2
102.3
102.4
102.6
103
104
104.3
104.6
106.3
106.6
106.9
108.12
109
110
111
111.1
111.5
111.7
112
112.5
114
114.2
114.5
116
200

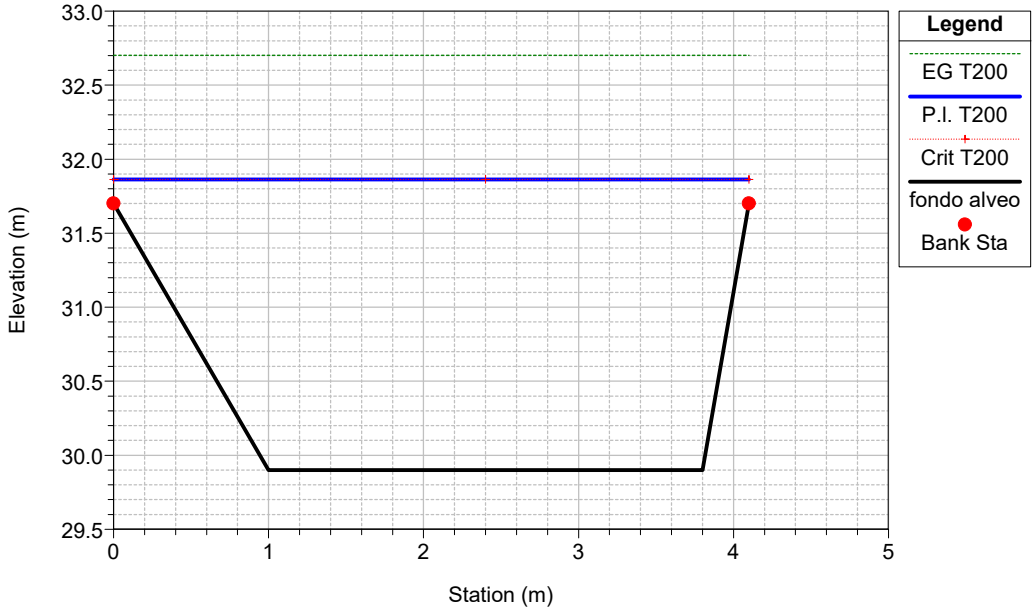
HEC-RAS Plan: Stato di progetto LOTTO 1-Stralcio A River: rio Pessa Reach: rio Pessa Profile: T500

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	Q Total	W.S. Elev	E.G. Elev	Hydr Depth	Max Chl Dpth	Vol Chan	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(1000 m3)	(m2)	(m)	
rio Pessa	101	T500	3.75	10.42	12.90	12.90	37.00	16.44	16.49	5.26	6.02	0.11	36.81	7.00	0.13
rio Pessa	102	T500	21.38	11.02	13.03	13.03	37.00	16.32	16.57	4.89	5.30	0.58	16.62	3.40	0.31
rio Pessa	102.2	T500	46.33	11.30	13.44	13.44	37.00	16.43	16.66	4.88	5.13	1.01	17.31	3.55	0.30
rio Pessa	102.3	T500	69.86	11.50	13.57	13.57	37.00	16.49	16.75	4.61	4.99	1.40	16.26	3.53	0.33
rio Pessa	102.4	T500	102.18	11.92	13.98	13.98	37.00	16.60	16.93	4.09	4.68	1.90	14.59	3.57	0.37
rio Pessa	102.6	T500	152.44	12.62	14.67	14.67	37.00	16.89	17.35	3.57	4.27	2.58	12.28	3.44	0.47
rio Pessa	103	T500	192.04	13.00	15.16	15.16	37.00	17.24	17.89	3.58	4.24	3.03	10.37	2.90	0.55
rio Pessa	104	T500	232.42	14.00	16.40	16.40	37.00	17.88	18.57	3.49	3.88	3.44	10.08	2.89	0.59
rio Pessa	104.3	T500	265.42	14.35	17.13	17.13	37.00	18.64	18.90	3.81	4.29	3.88	16.56	4.35	0.34
rio Pessa	104.6	T500	291.18	14.56	17.96	17.96	37.00	18.83	19.02	3.80	4.27	4.34	18.98	5.00	0.30
rio Pessa	105	T500	296.07	14.76	18.24	18.24	37.00	18.85	19.04	3.73	4.09	4.43	18.85	5.05	0.31
rio Pessa	106	T500	305.48	15.41	18.39	18.39	37.00	18.81	19.13		3.40	4.59	14.66		0.44
rio Pessa	106.3	T500	340.32	15.88	18.99	18.99	37.00	19.04	19.34		3.16	5.10	15.07		0.44
rio Pessa	106.6	T500	392.54	17.37	20.14	20.14	37.00	19.17	20.17	1.79	1.80	5.72	8.36	4.67	1.06
rio Pessa	106.9	T500	433.79	18.33	20.91	20.91	37.00	19.81	21.13	1.47	1.48	6.04	7.25	4.94	1.34
rio Pessa	107	T500	435.26	18.56	21.00	21.00	37.00	20.13	21.19	1.56	1.57	6.05	8.10	5.19	1.17
rio Pessa	107.5	T500	444.83	18.70	21.20	21.20	37.00	20.41	21.37	1.70	1.71	6.13	8.51	5.02	1.07
rio Pessa	108	T500	447.21	18.72	21.27	21.27	37.00	20.52	21.42	1.79	1.80	6.15	8.84	4.94	1.00
rio Pessa	108.1	T500	448.12	18.73	21.27	21.27	37.00	20.78	21.45	2.03	2.05	6.16	10.23	5.03	0.81
rio Pessa	108.11	T500	448.22	18.73	21.63	21.63	37.00	20.78	21.45	2.04	2.05	6.16	10.22	5.02	0.81
rio Pessa	108.12	T500	448.32	18.37	21.63	21.63	37.00	21.10	21.48	2.71	2.73	6.16	13.64	5.03	0.53
rio Pessa	108.2	T500	456.67	18.37	22.21	21.90	37.00	21.16	21.52	2.77	2.79	6.27	14.04	5.07	0.51
rio Pessa	108.3	T500	458.50	19.20	22.34	21.90	37.00	21.06	21.95	1.78	1.86	6.30	8.87	4.99	1.00
rio Pessa	108.5	T500	460.58	19.20	22.41	21.90	37.00	21.46	22.01	2.26	2.26	6.32	11.27	5.00	0.70
rio Pessa	108.51	T500	460.68	18.50	22.41	21.90	37.00	21.78	22.04	3.27	3.28	6.32	16.35	5.00	0.40
rio Pessa	109	T500	469.82	18.50	22.69	22.00	37.00	21.81	22.07	3.31	3.31	6.47	16.52	5.00	0.39
rio Pessa	109.5	T500	475.82	18.50	22.70	22.10	37.00	21.83	22.08	3.33	3.33	6.57	16.61	5.00	0.39
rio Pessa	109.51	T500	475.92	20.00	22.70	22.21	37.00	21.77	22.67	1.77	1.77	6.57	8.84	4.99	1.00
rio Pessa	110	T500	495.08	20.19	22.52	22.52	37.00	21.47	23.17	1.28	1.28	6.72	6.40	5.00	1.63
rio Pessa	111	T500	519.62	20.44	23.73	23.55	37.00	21.63	25.06	1.19	1.19	6.85	4.51	3.79	2.40
rio Pessa	111.05	T500	520.62	21.43	23.73	23.55	37.00	22.86	25.24	1.43	1.43	6.85	5.42	3.80	1.83
rio Pessa	111.1	T500	538.08	21.78	24.07	24.37	37.00	24.91	25.84	1.85	3.12	6.97	8.80	4.77	0.98
rio Pessa	111.5	T500	566.92	22.44	23.45	25.20	37.00	25.08	26.33	1.98	2.64	7.20	7.45	3.77	1.13
rio Pessa	111.7	T500	601.70	23.36	24.72	25.86	37.00	25.93	27.27	1.51	2.57	7.45	7.21	4.76	1.33
rio Pessa	112	T500	625.79	24.28	25.62	26.50	37.00	25.90	28.73	1.23	1.62	7.60	4.96	4.03	2.14
rio Pessa	112.2	T500	639.52	25.19	28.18	26.65	37.00	28.11	29.39	2.53	2.92	7.69	7.39	2.92	1.01
rio Pessa	112.5	T500	666.52	25.53	27.90	27.60	37.00	29.33	29.75	3.08	3.80	7.96	12.95	4.20	0.52
rio Pessa	113		Bridge												
rio Pessa	113.5	T500	673.02	25.90	27.90	27.60	37.00	29.71	30.05	3.43	3.81	8.03	14.40	4.20	0.44
rio Pessa	113.7	T500	674.02	26.18	27.90	27.60	37.00	29.68	30.07	3.19	3.50	8.04	13.41	4.20	0.49
rio Pessa	114	T500	702.02	26.61	28.50	28.50	37.00	28.16	30.73	1.24	1.55	8.30	5.21	4.19	2.03
rio Pessa	114.2	T500	718.02	27.36	29.20	28.70	37.00	29.43	31.57	1.30	2.07	8.39	5.71	4.40	1.82
rio Pessa	114.5	T500	736.02	28.57	31.00	30.75	37.00	30.27	32.36	1.48	1.70	8.49	5.78	3.91	1.68
rio Pessa	114.8	T500	740.02	28.75	31.00	31.00	37.00	30.53	32.53	1.54	1.78	8.52	5.92	3.83	1.61
rio Pessa	115		Bridge												
rio Pessa	115.5	T500	744.52	28.75	31.00	31.00	37.00	32.29	32.70	3.18	3.54	8.56	13.04	4.10	0.51
rio Pessa	115.51	T500	745.52	28.75	31.00	31.00	37.00	32.29	32.70	3.19	3.54	8.57	13.07	4.10	0.51
rio Pessa	116	T500	765.52	29.90	31.70	31.70	37.00	32.20	33.22	2.02	2.30	8.78	8.27	4.10	1.01
rio Pessa	200	T500	861.52	31.10	33.50	33.50	37.00	33.79	34.57	2.31	2.69	9.63	9.46	4.10	0.82

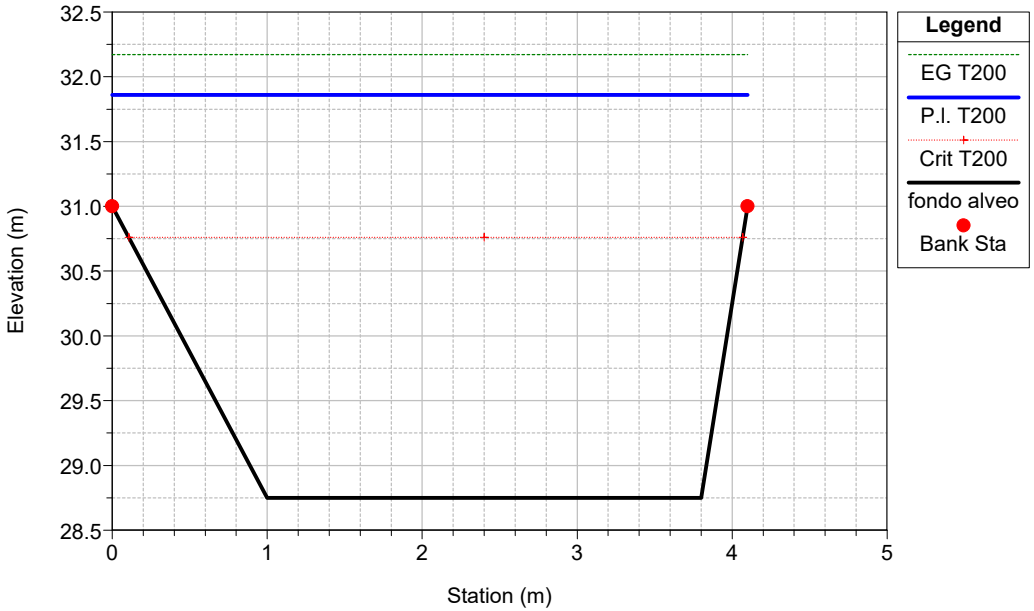
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 200 fittizia



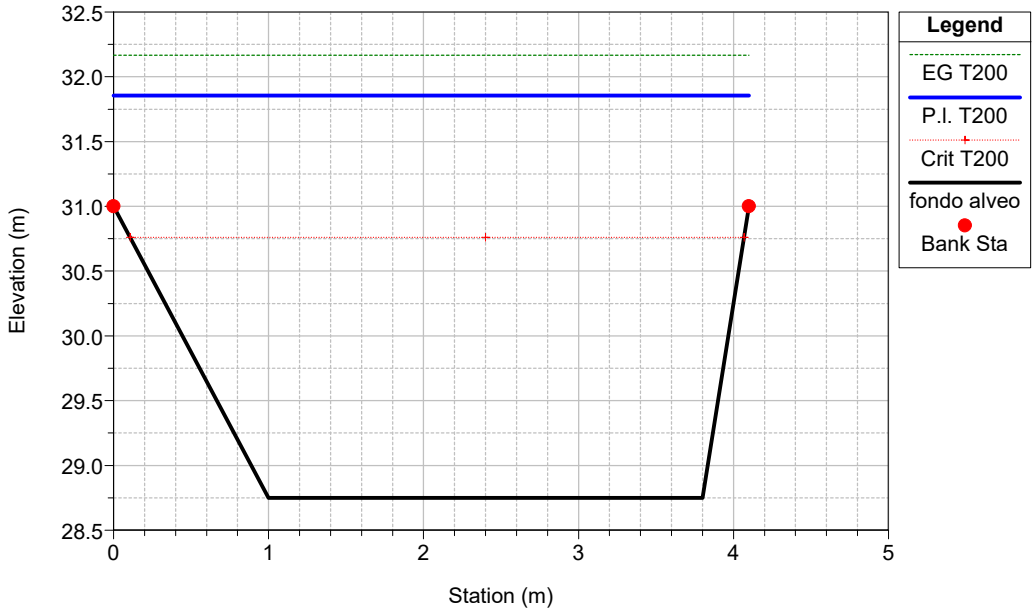
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 116



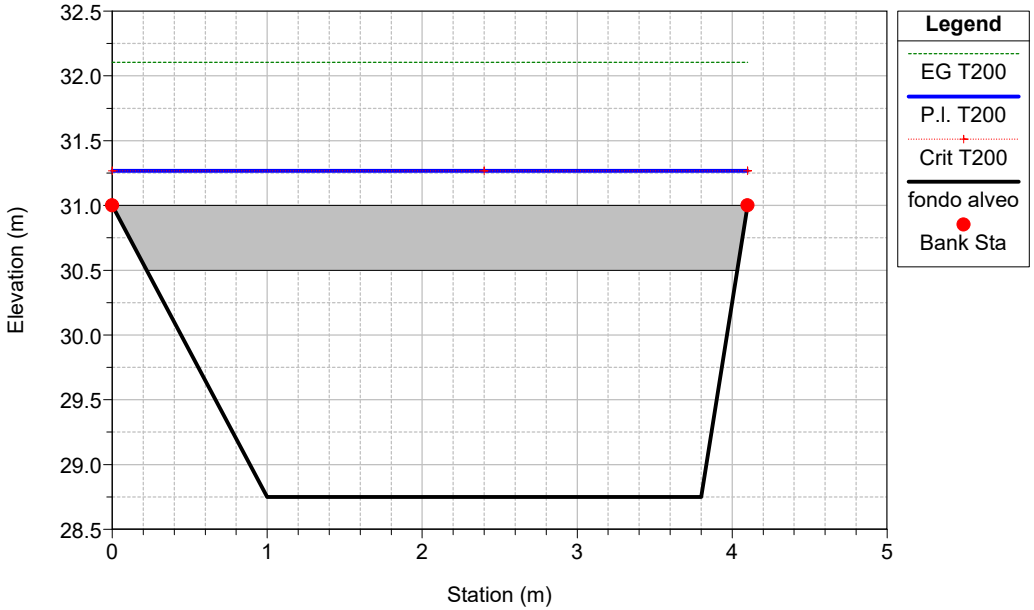
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 115.51



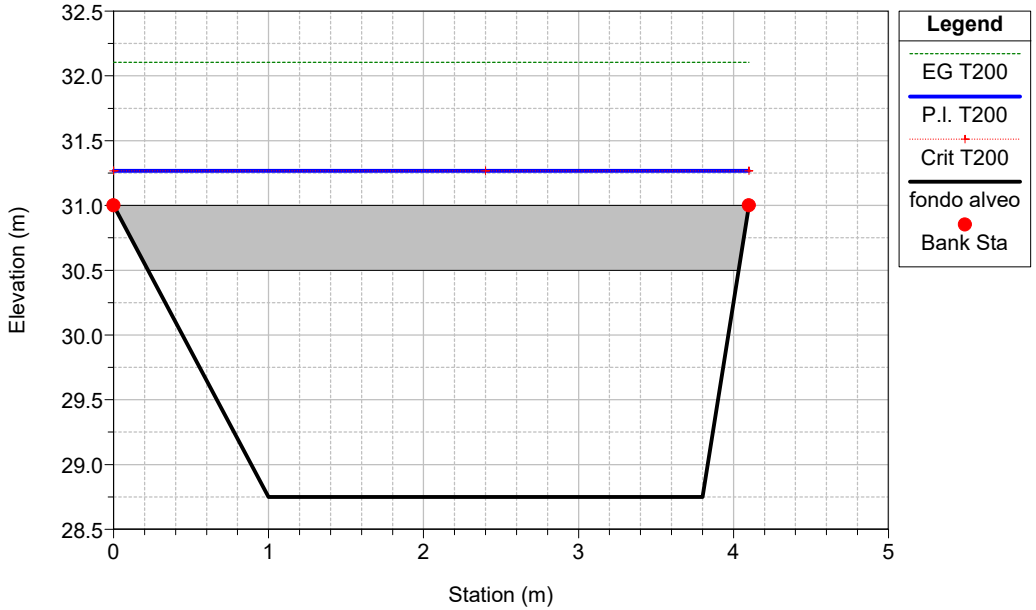
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 115.5



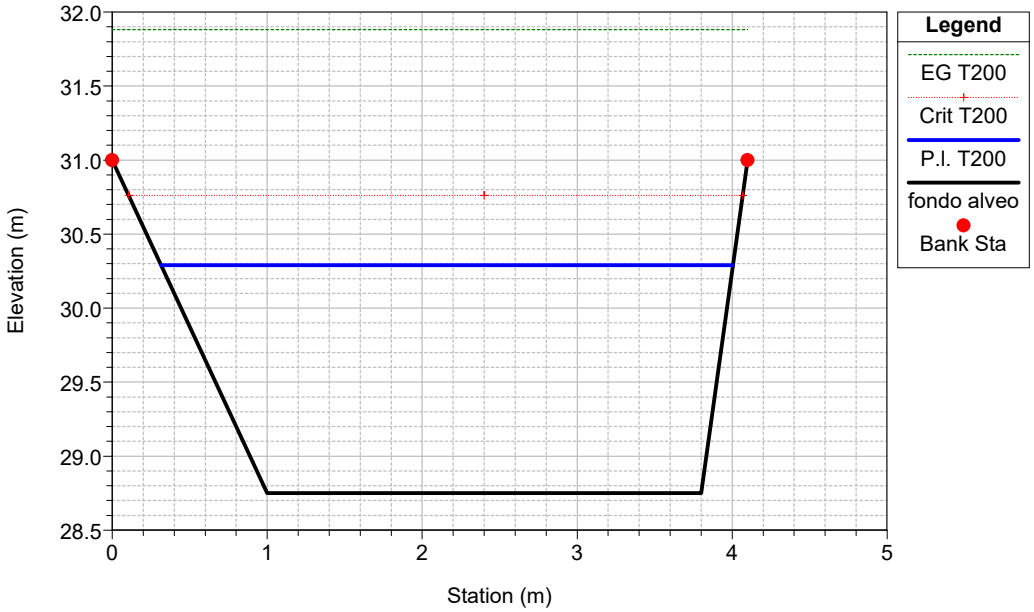
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 115 BR



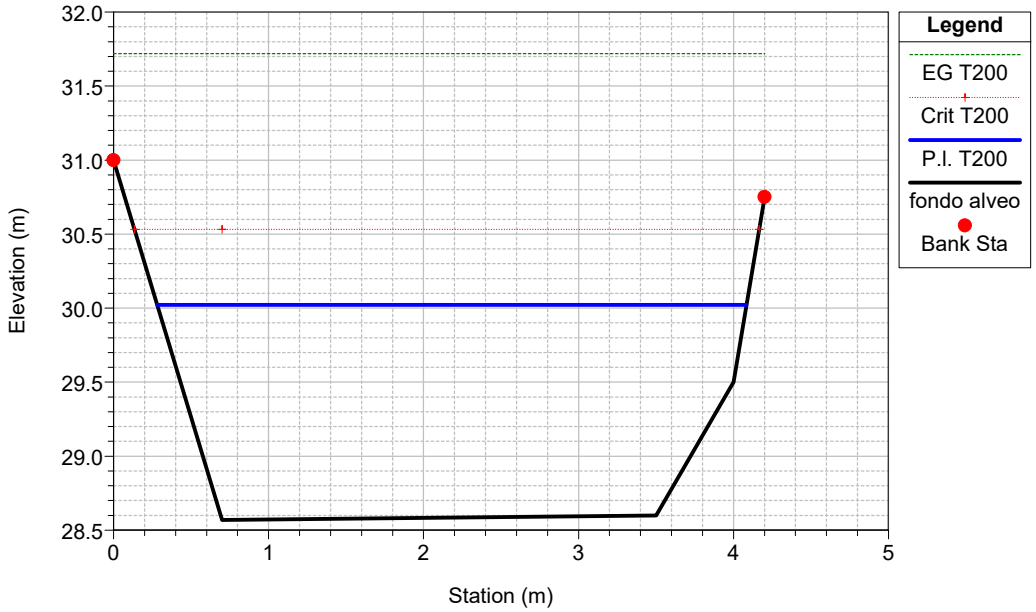
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 115 BR



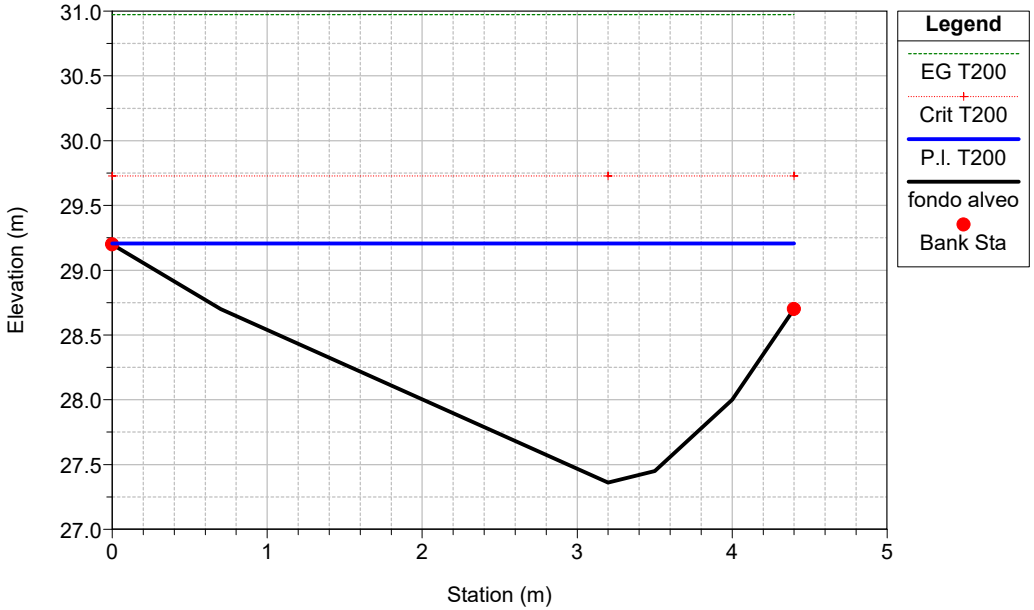
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 114.8



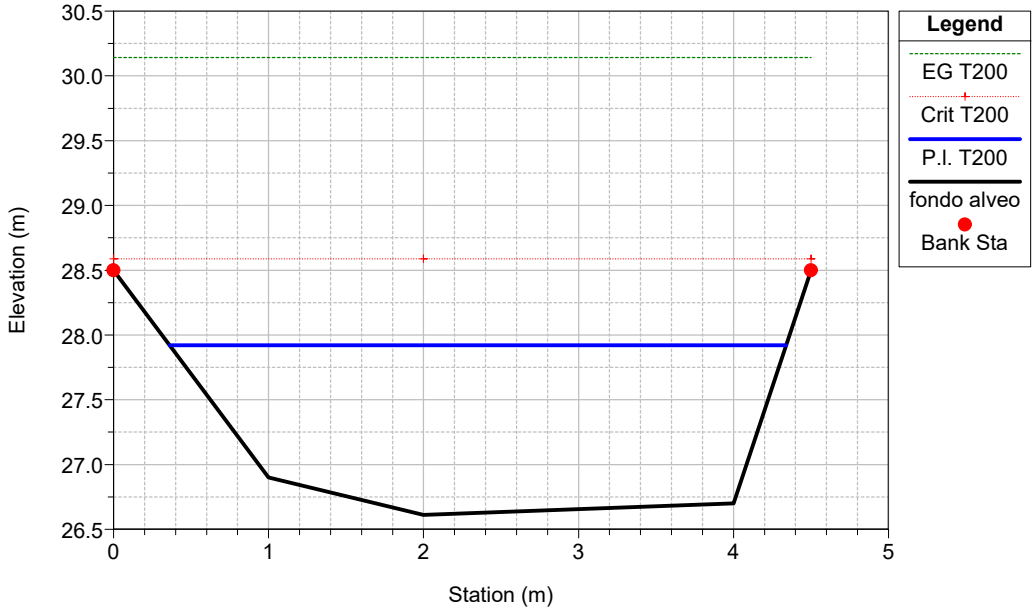
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 114.5



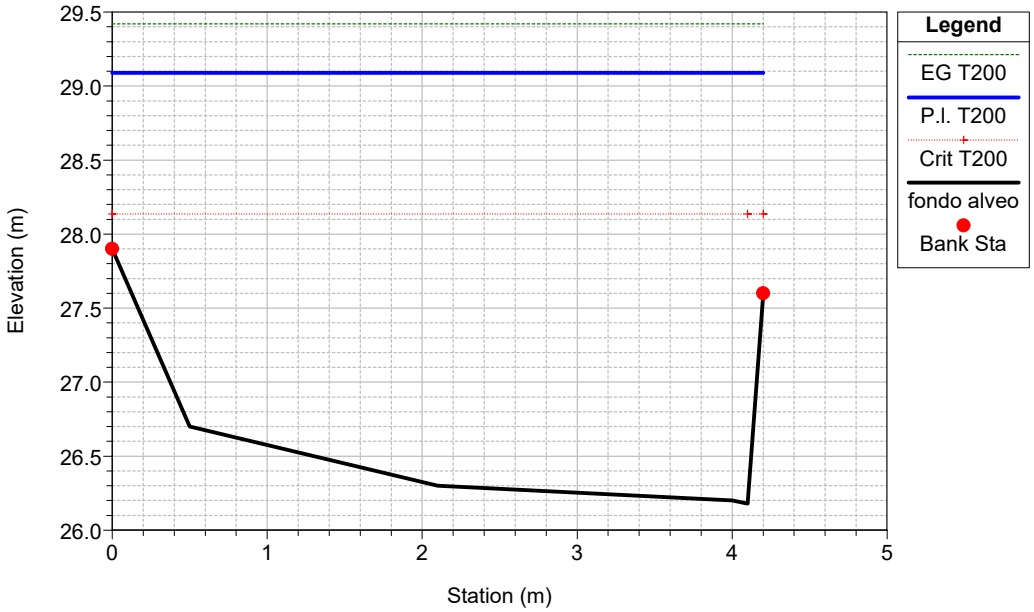
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 114.2



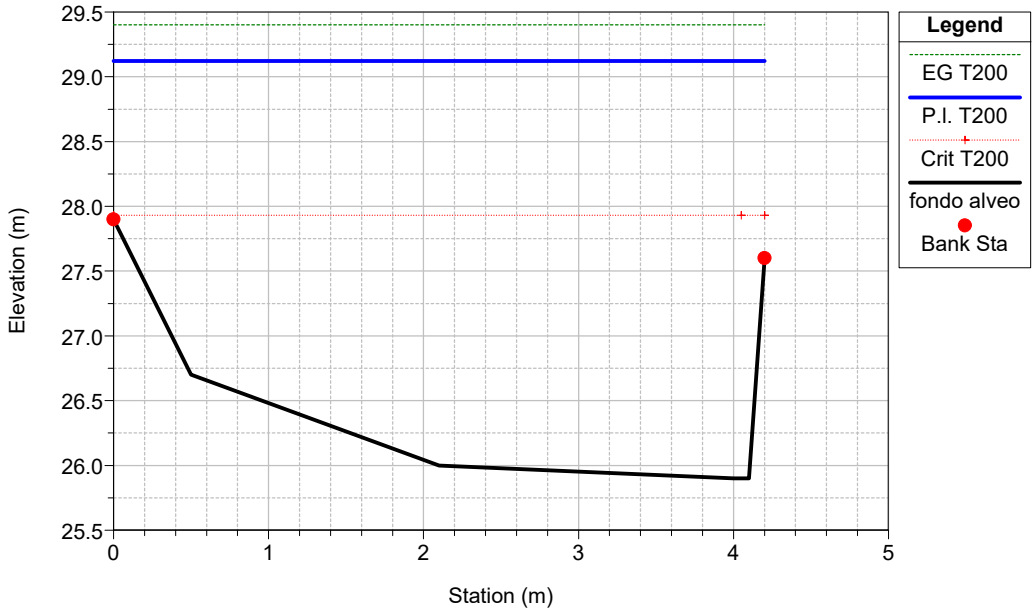
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 114



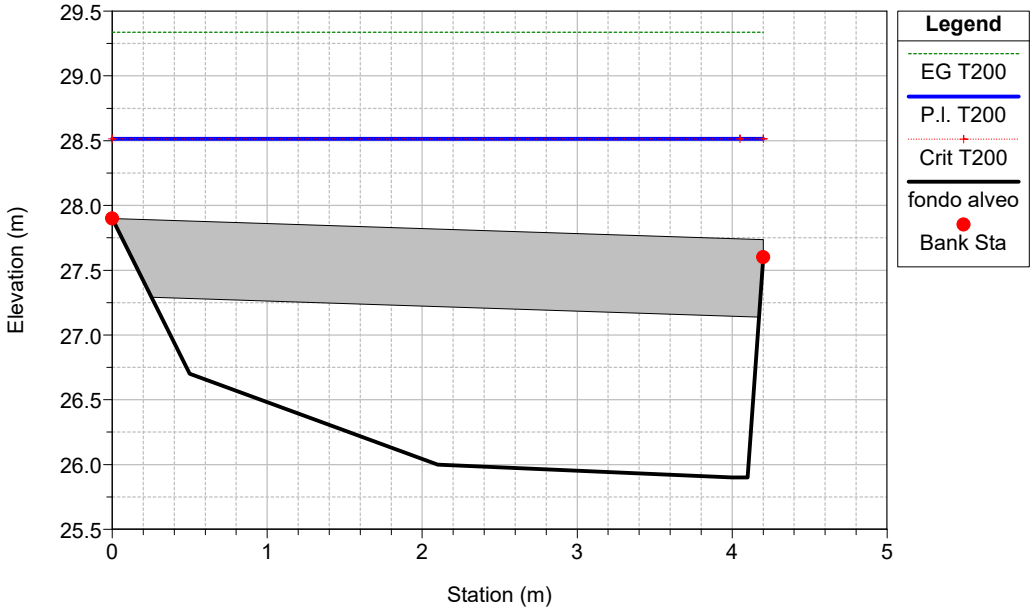
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 113.7



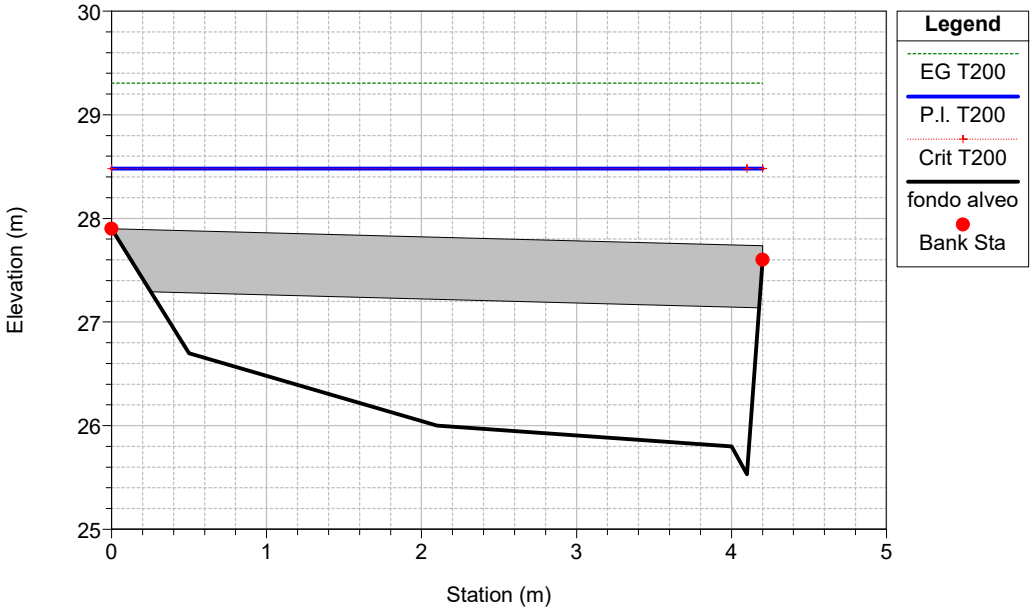
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 113.5



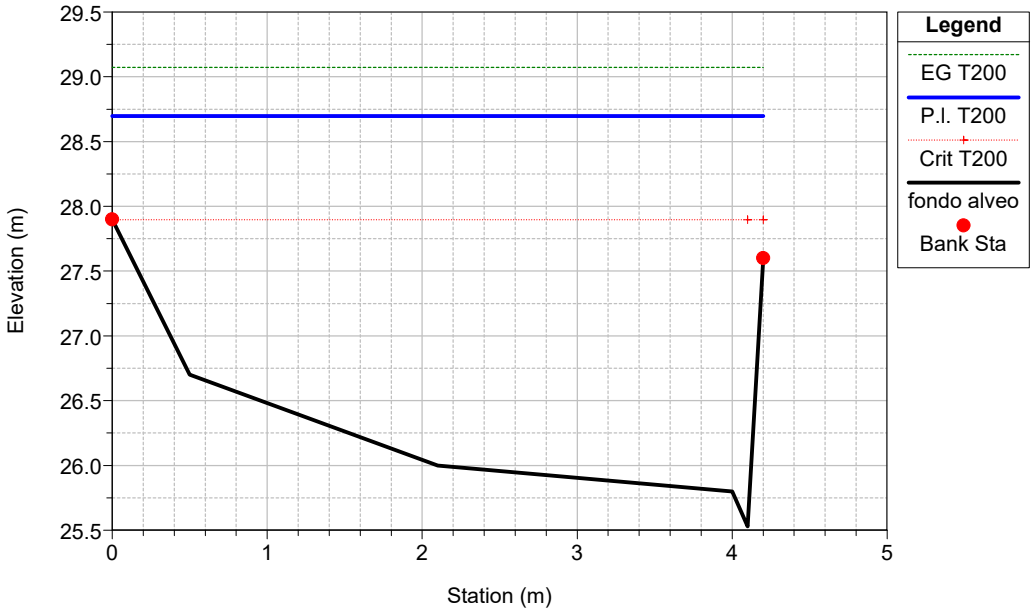
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 113 BR



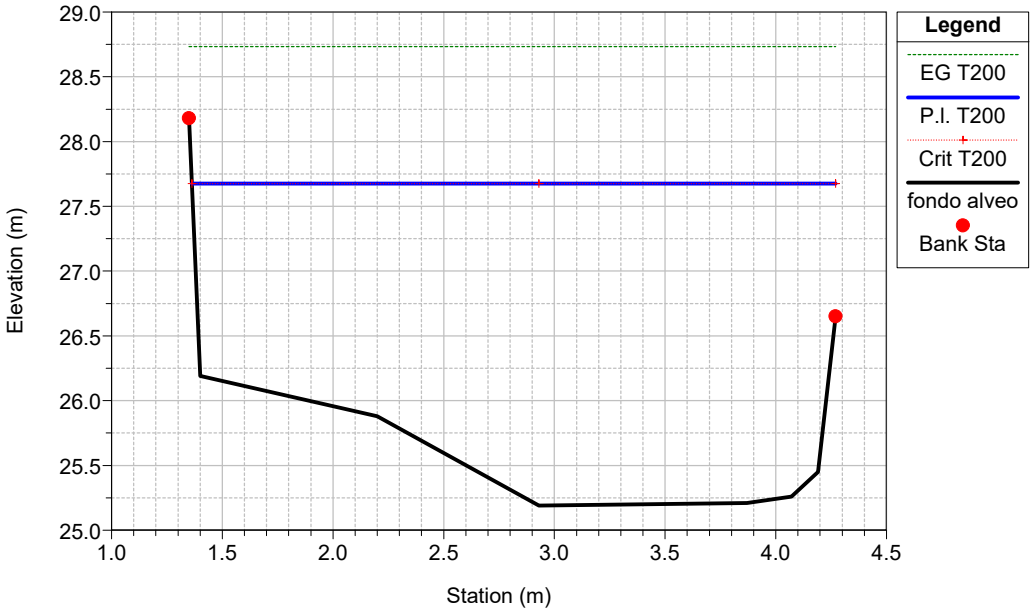
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 113 BR



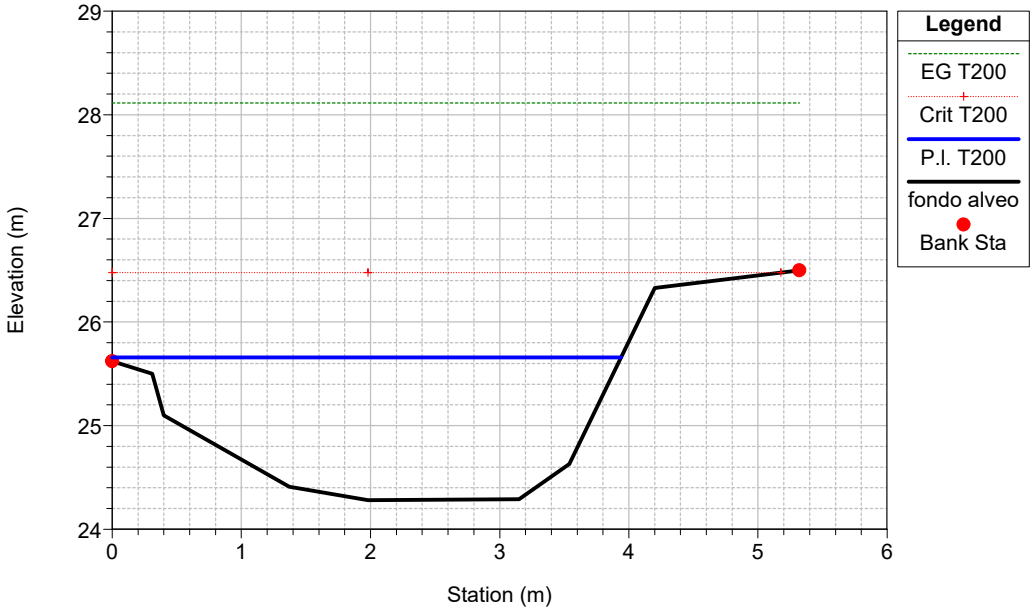
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 112.5



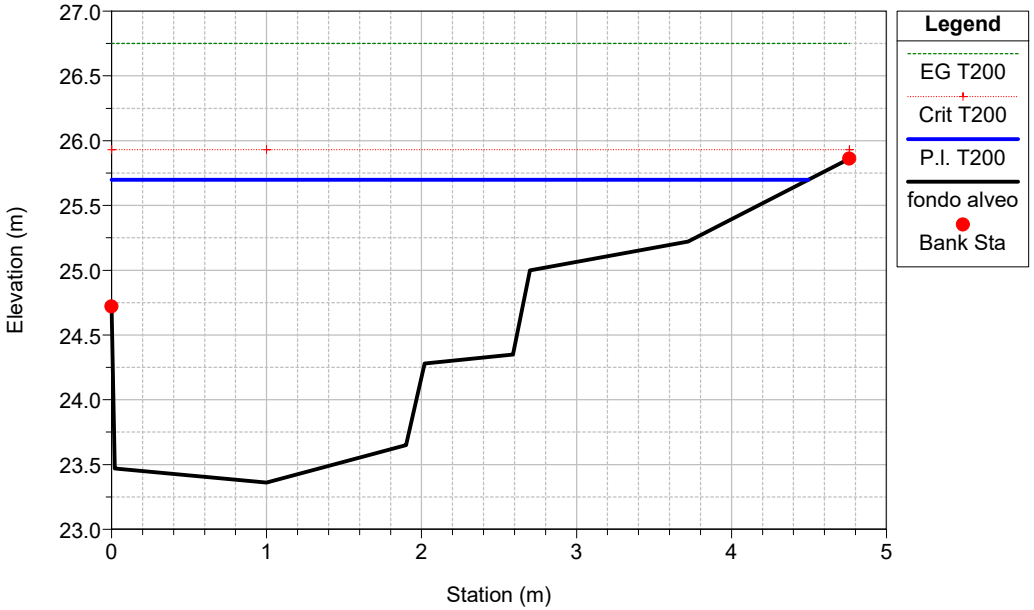
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 112.2



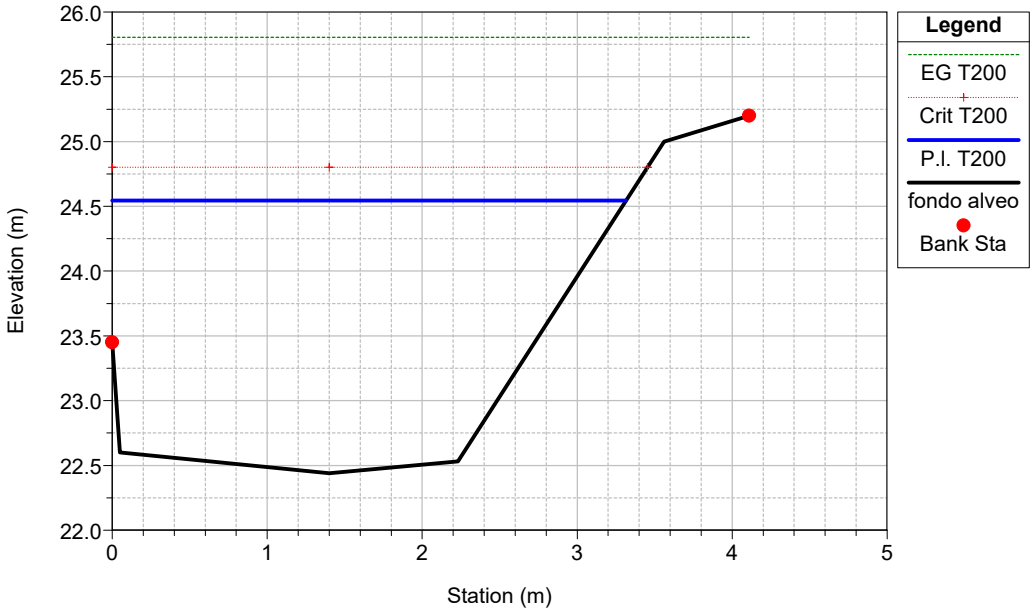
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 112



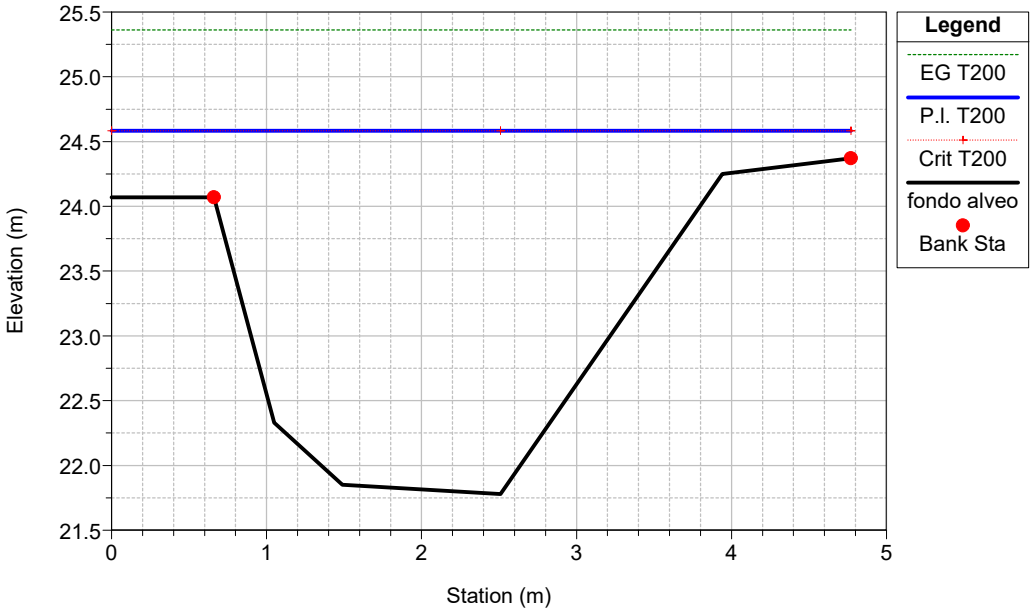
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 111.7



Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 111.5

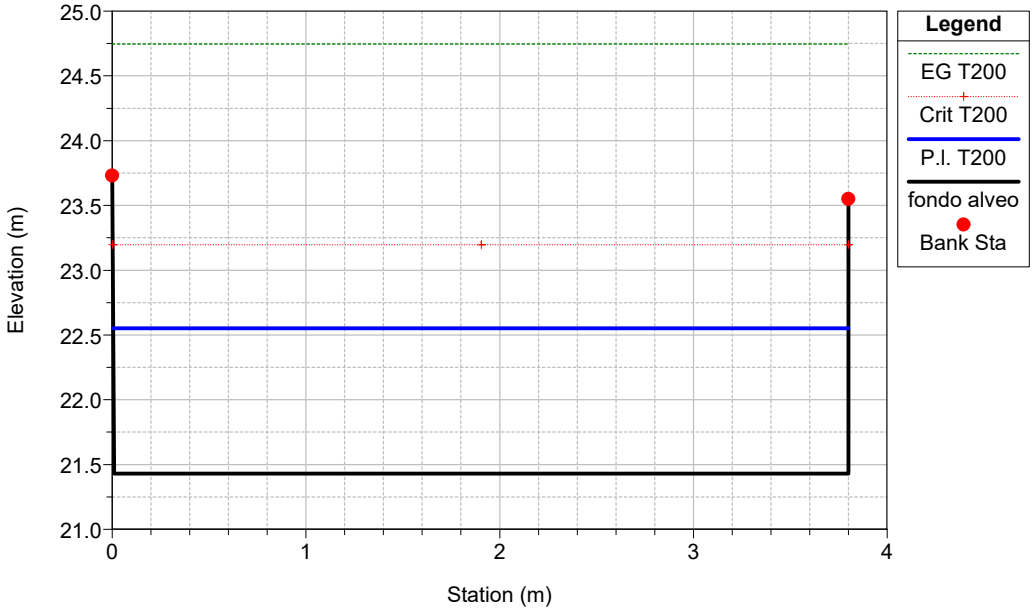


Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 111.1



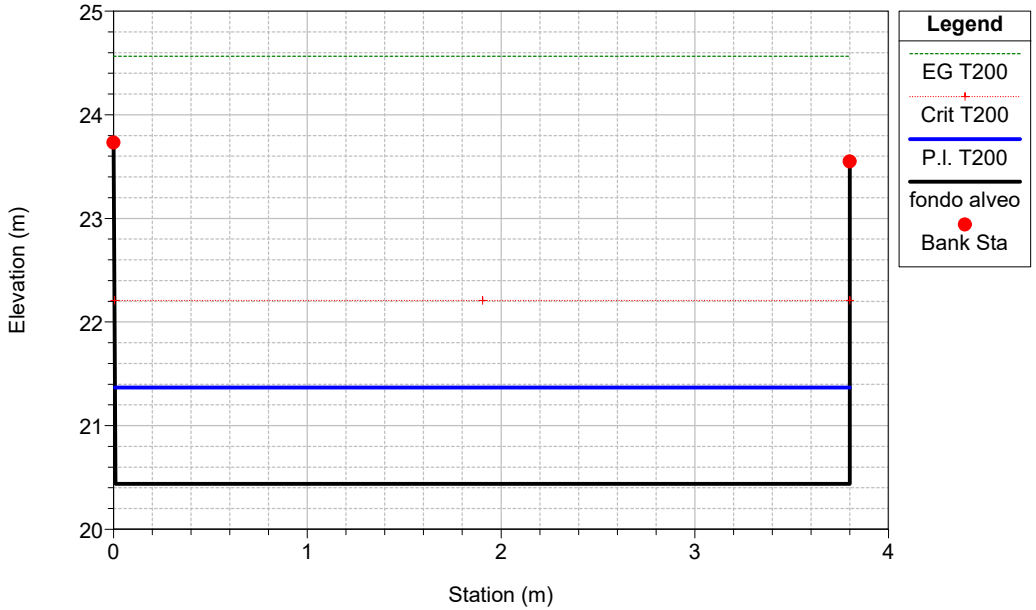
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 111.05



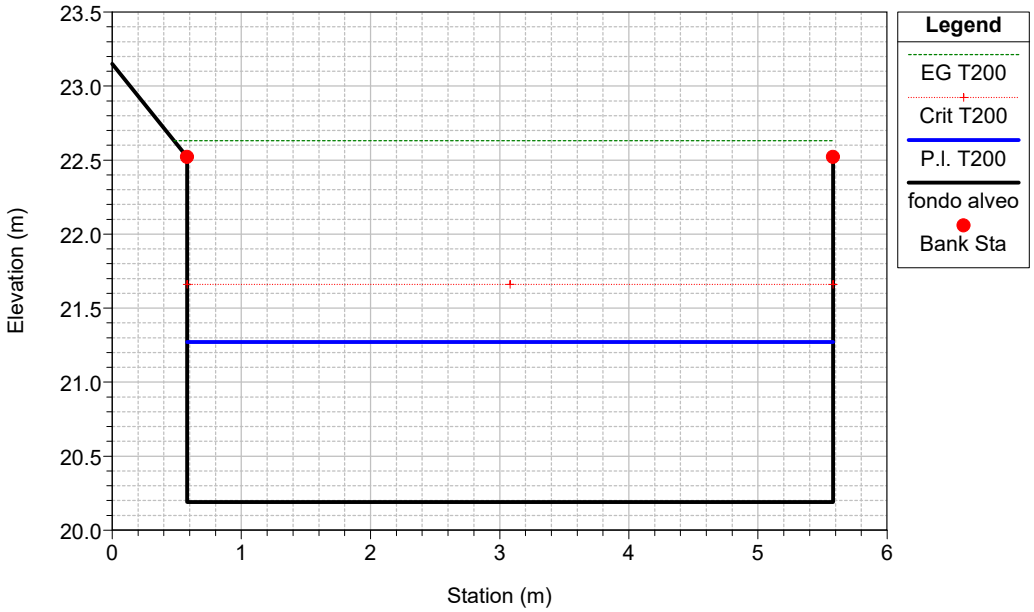
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 111



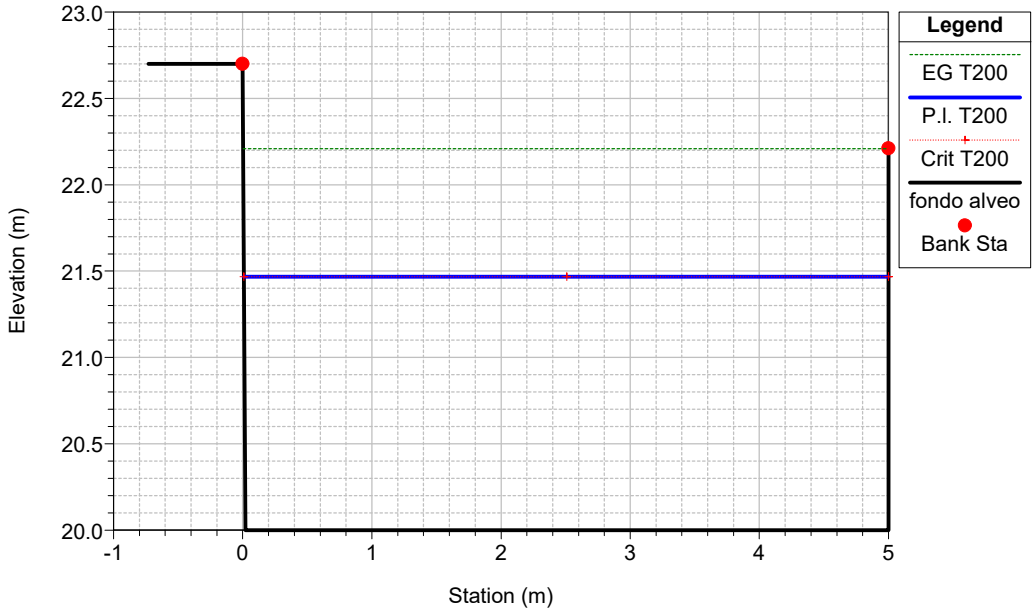
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 110



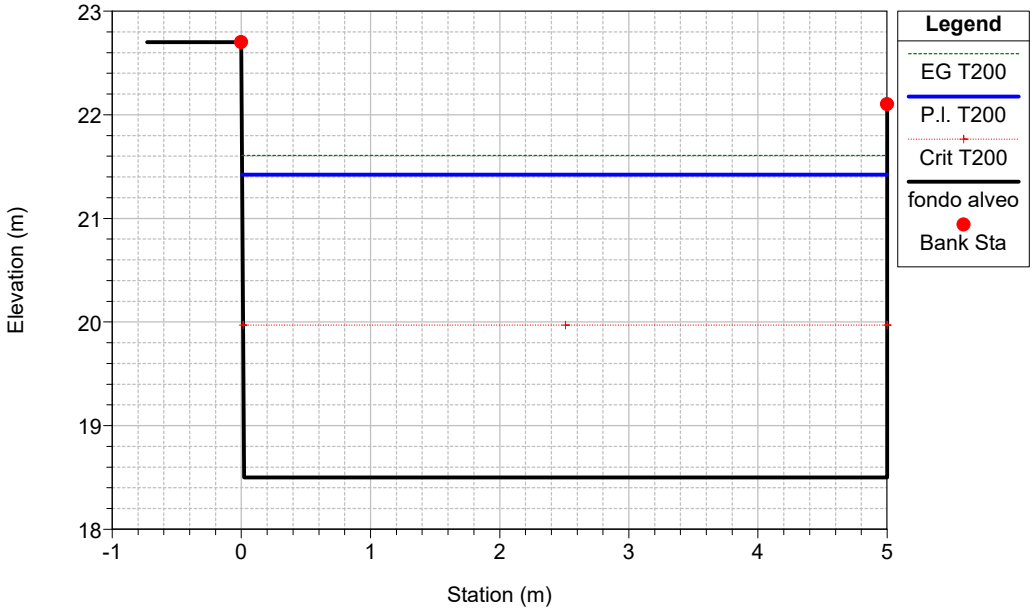
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 109.51



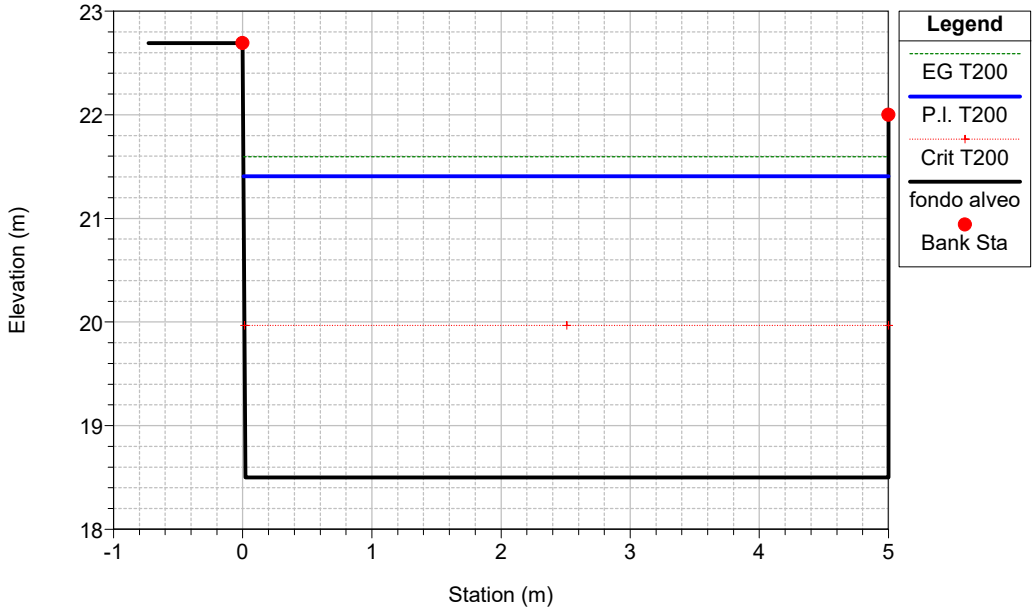
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 109.5



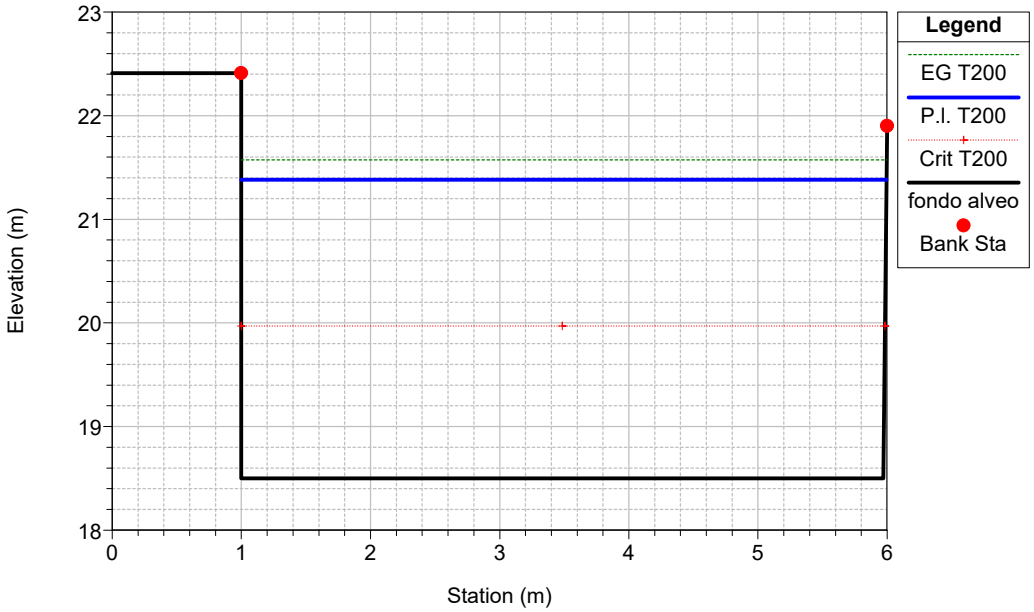
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 109



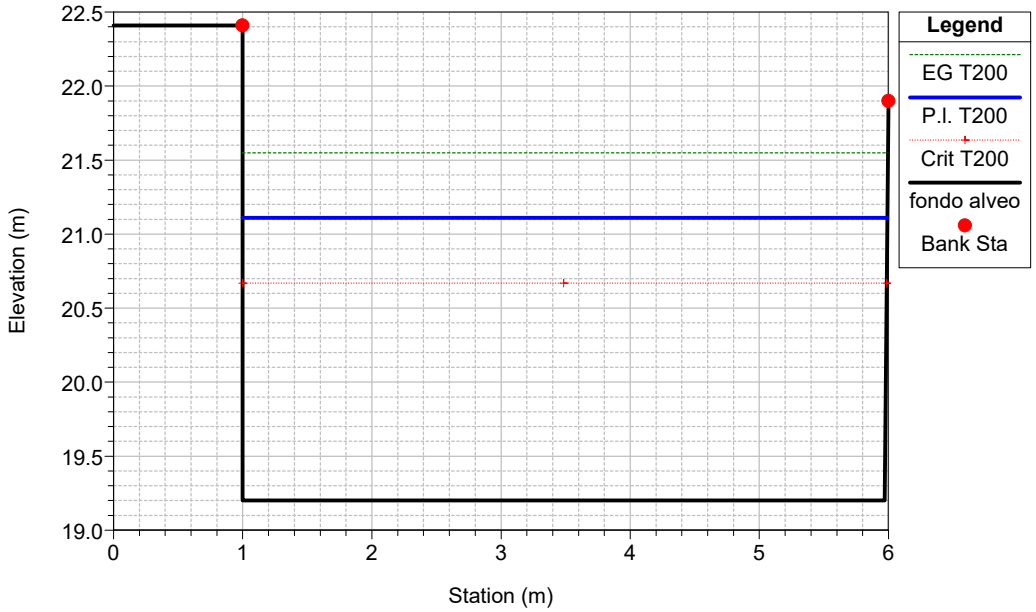
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 108.51



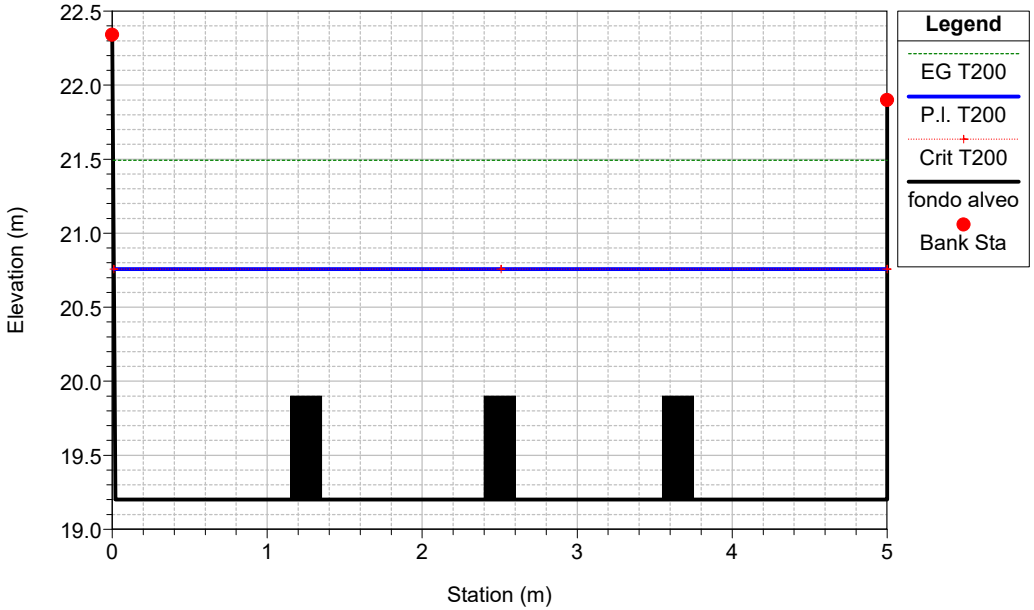
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 108.5



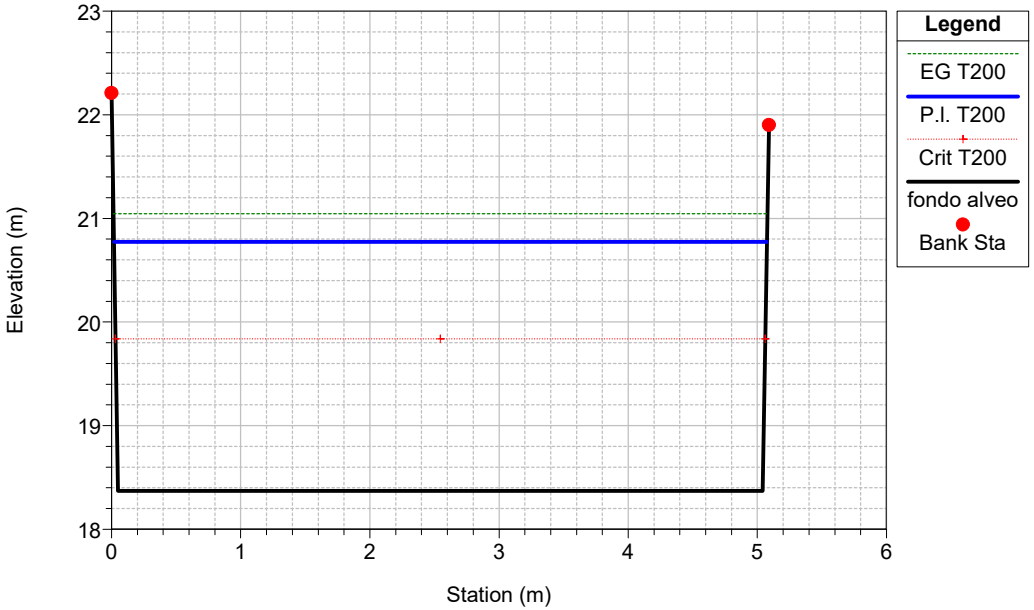
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 108.3



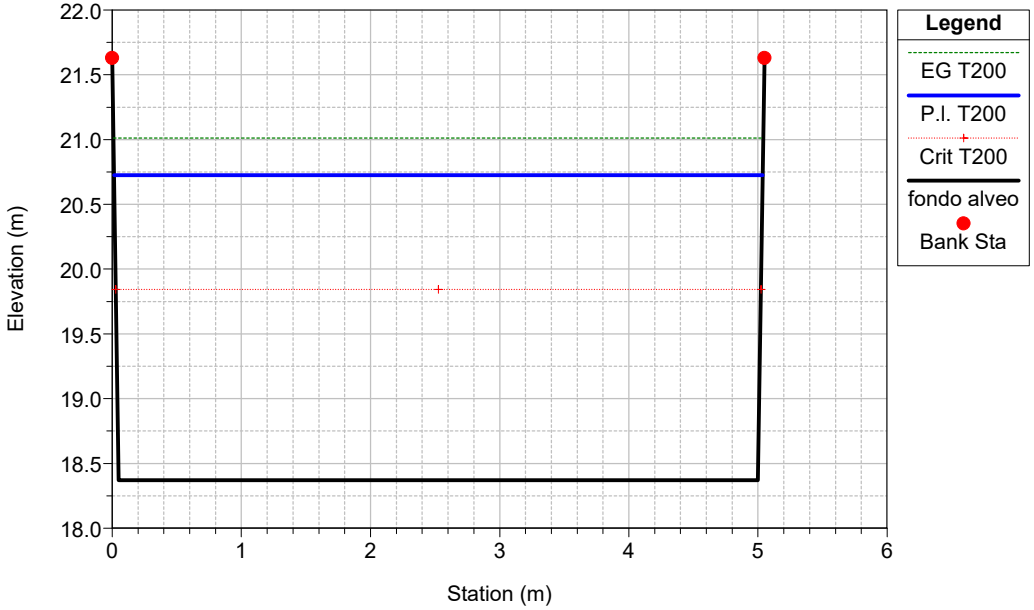
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 108.2



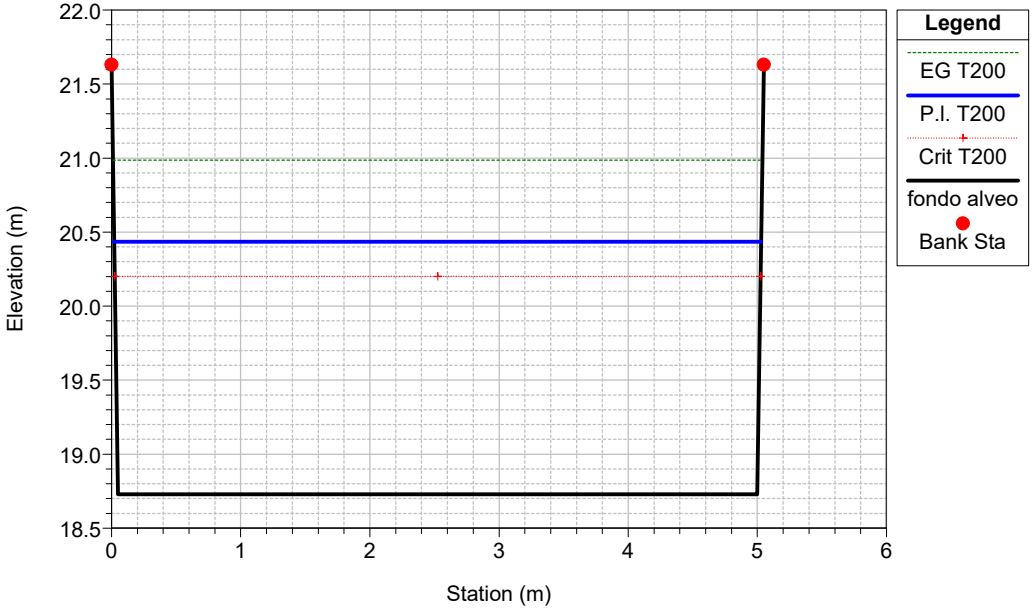
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 108.12



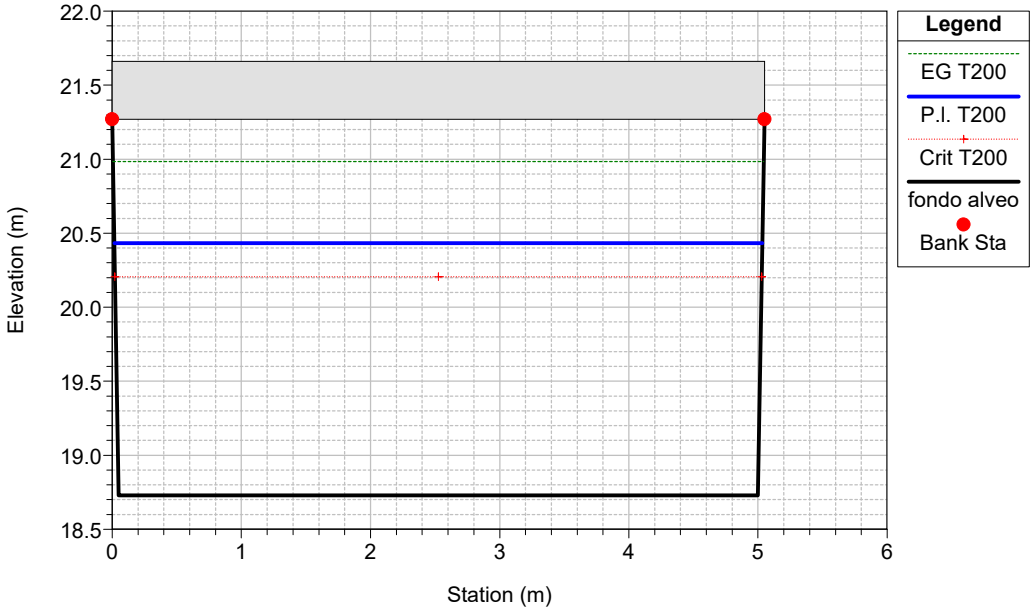
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 108.11



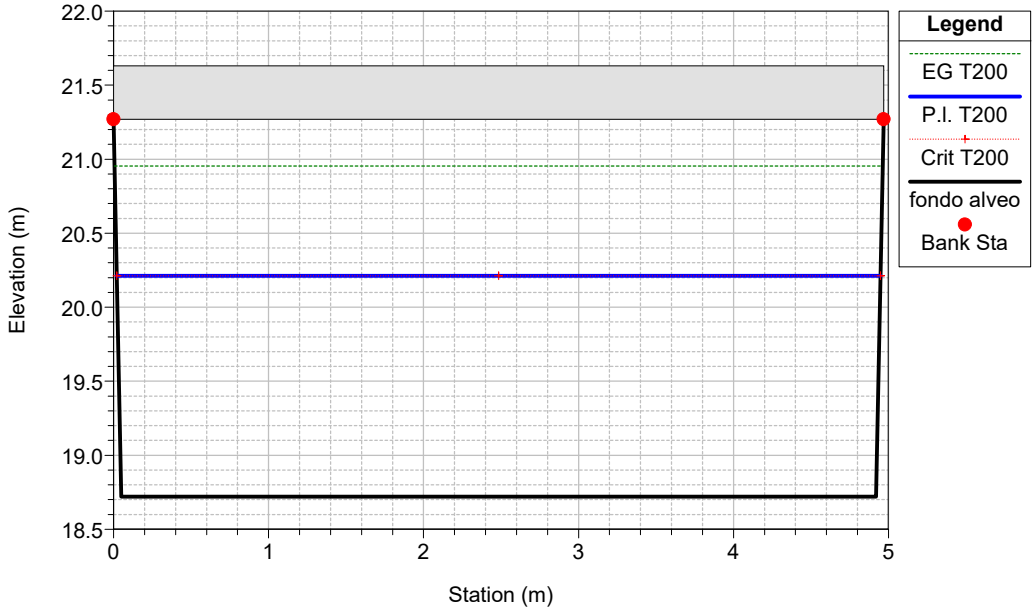
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 108.1



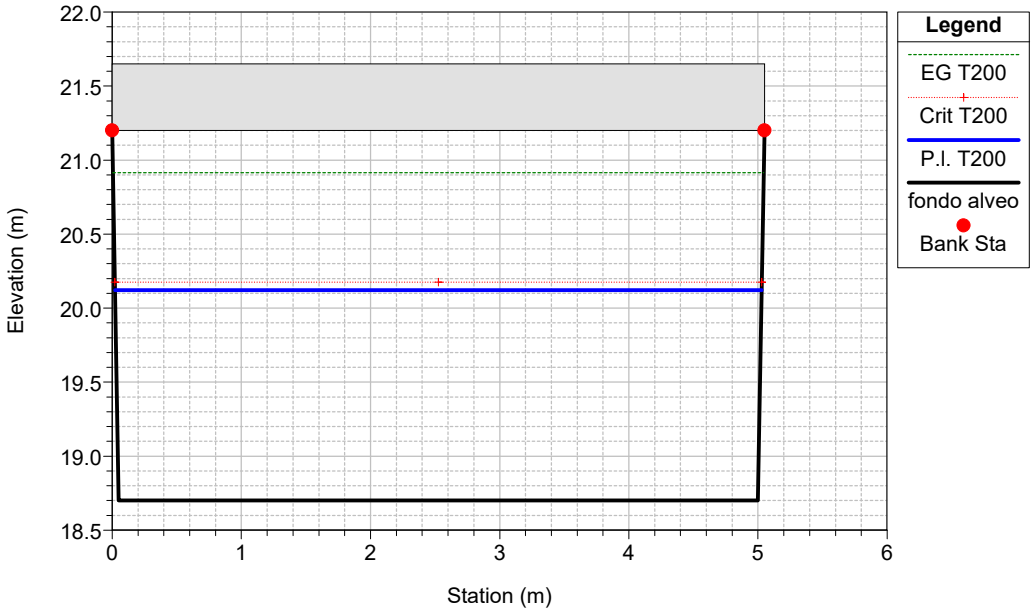
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 108



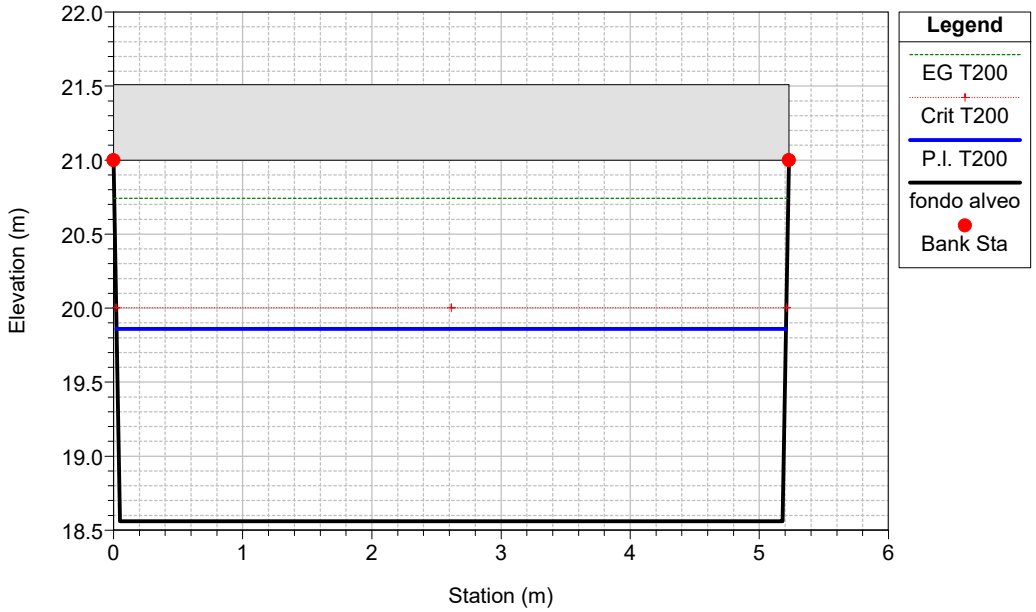
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 107.5



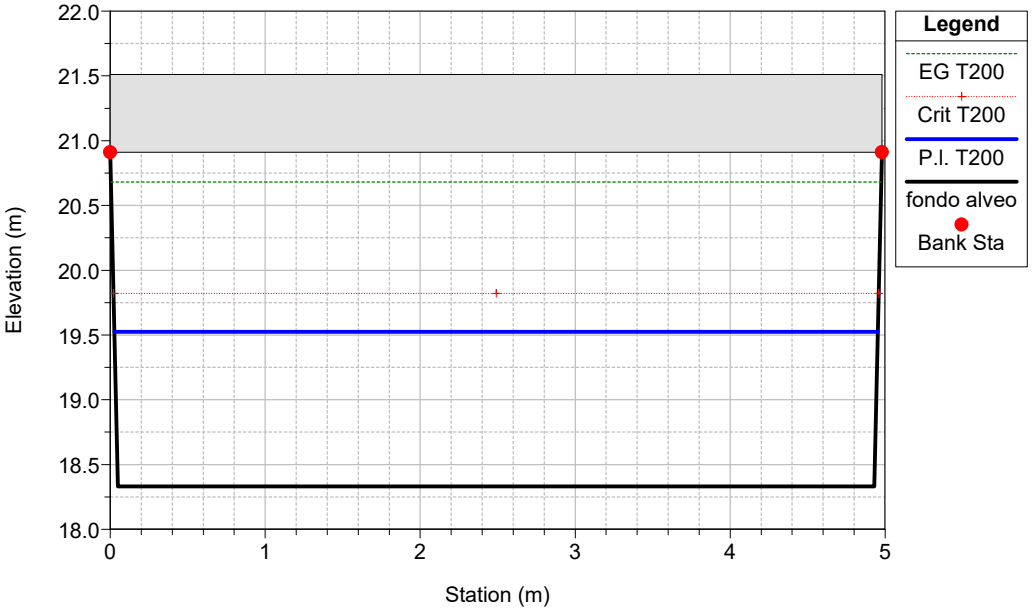
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 107



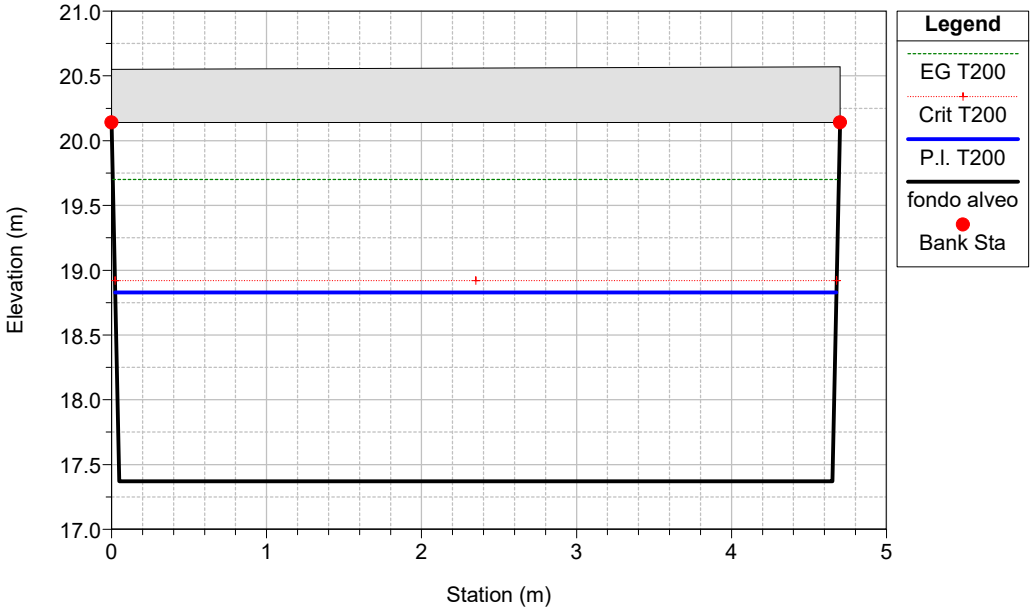
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 106.9



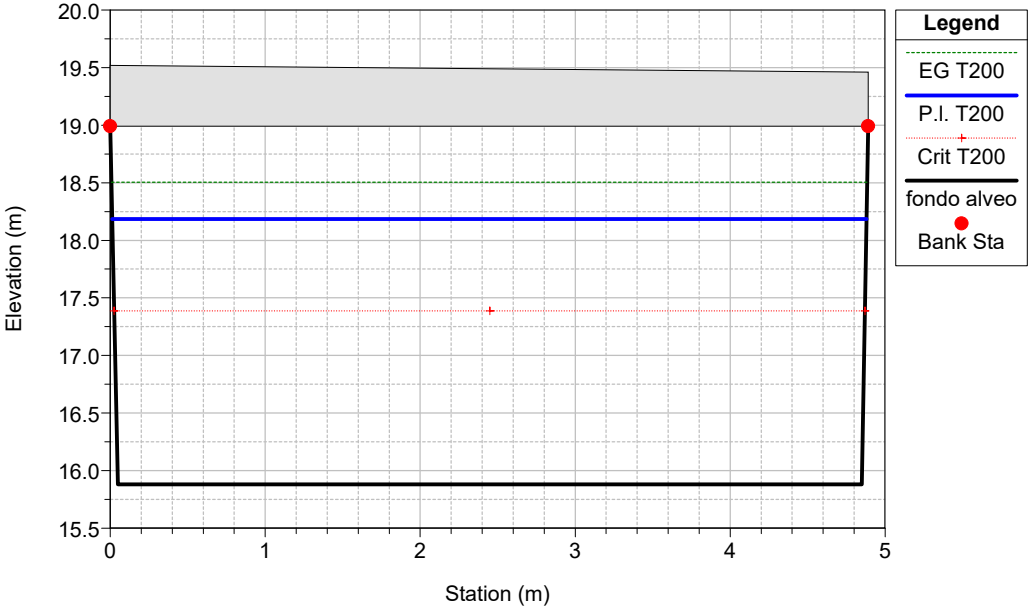
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 106.6



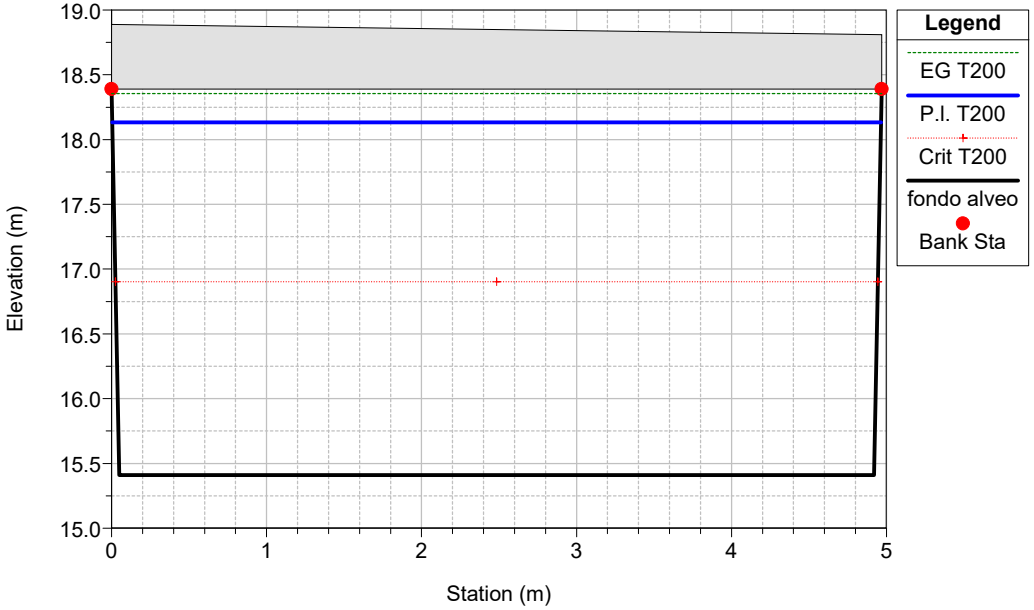
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 106.3

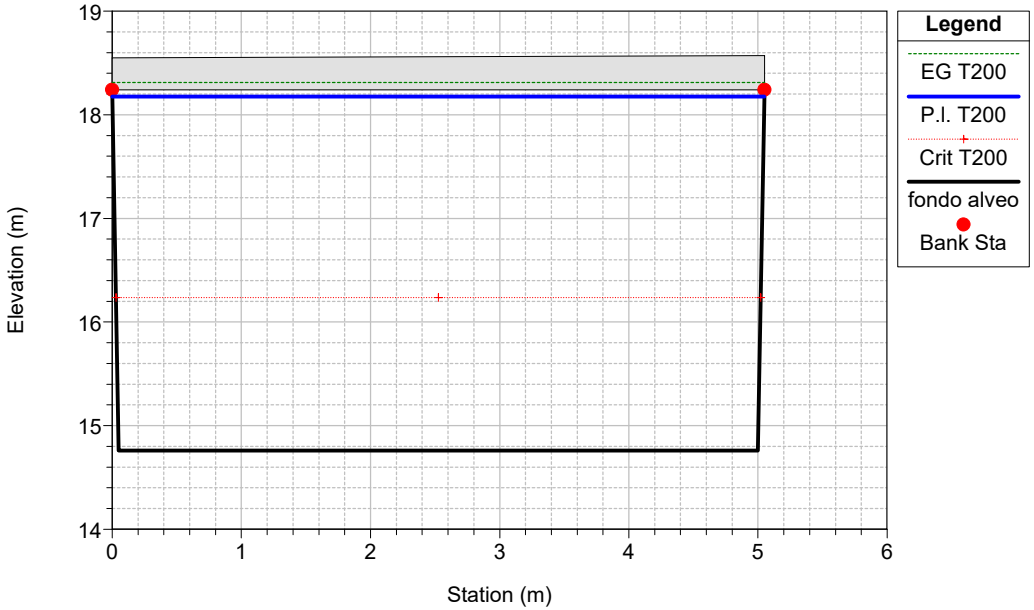


Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

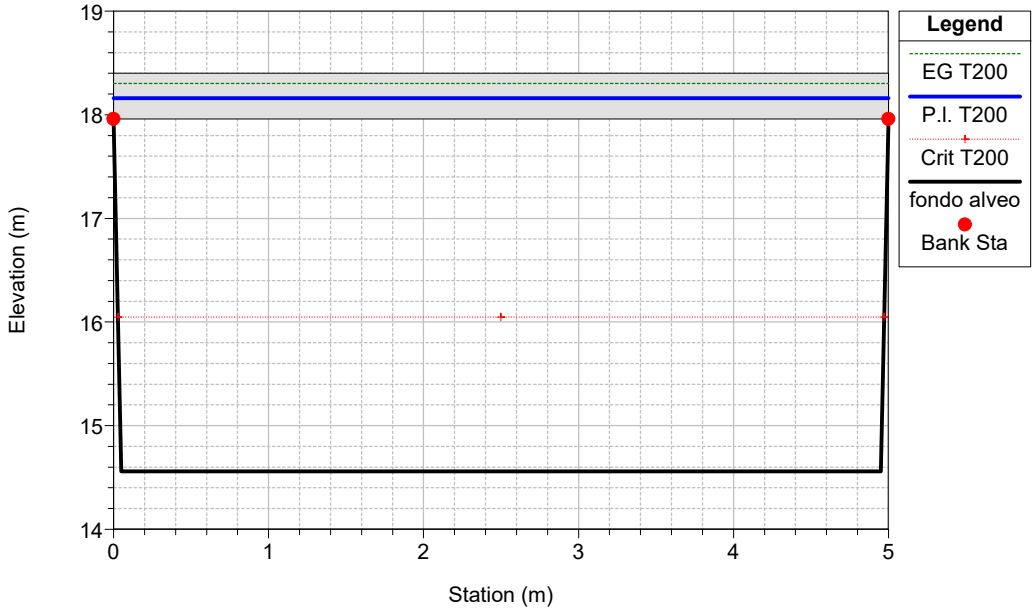
RS = 106



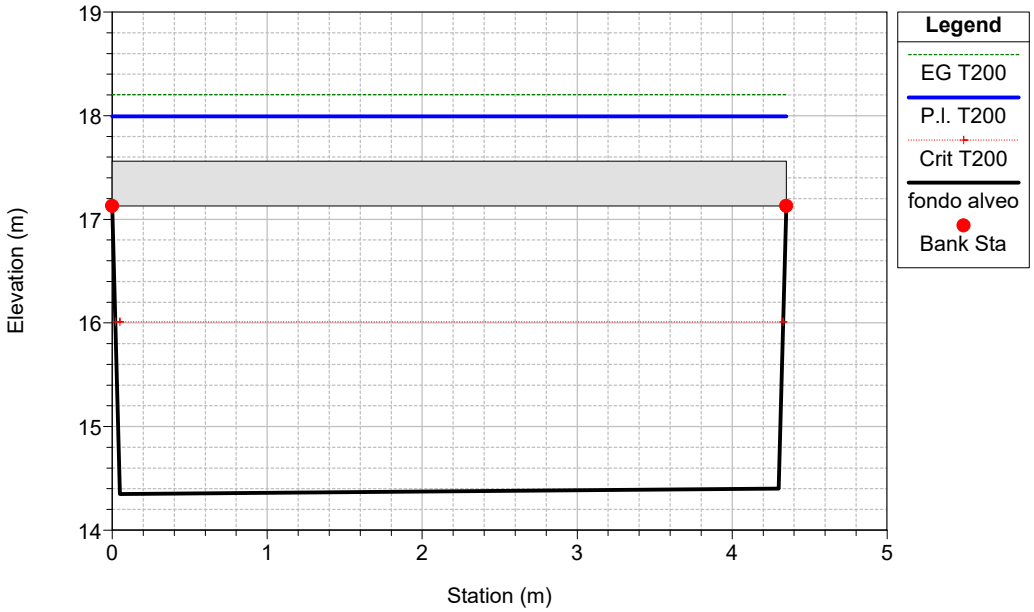
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 105



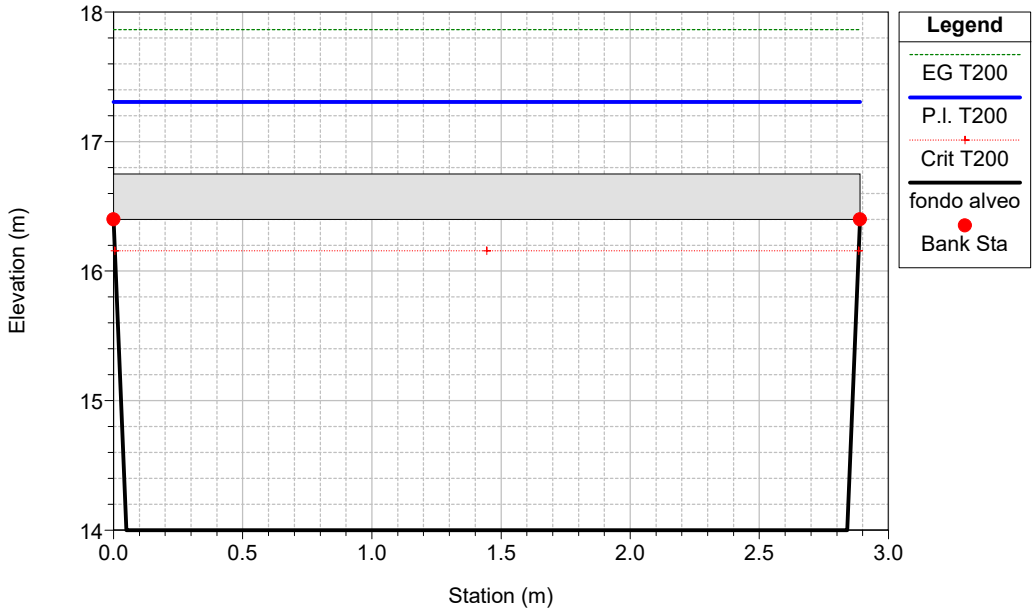
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 104.6



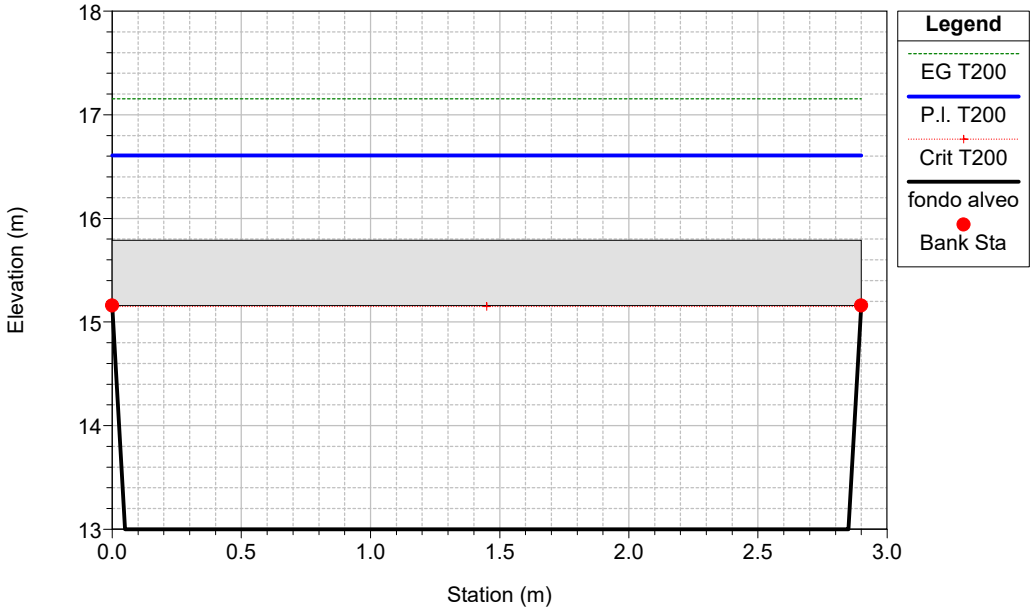
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 104.3



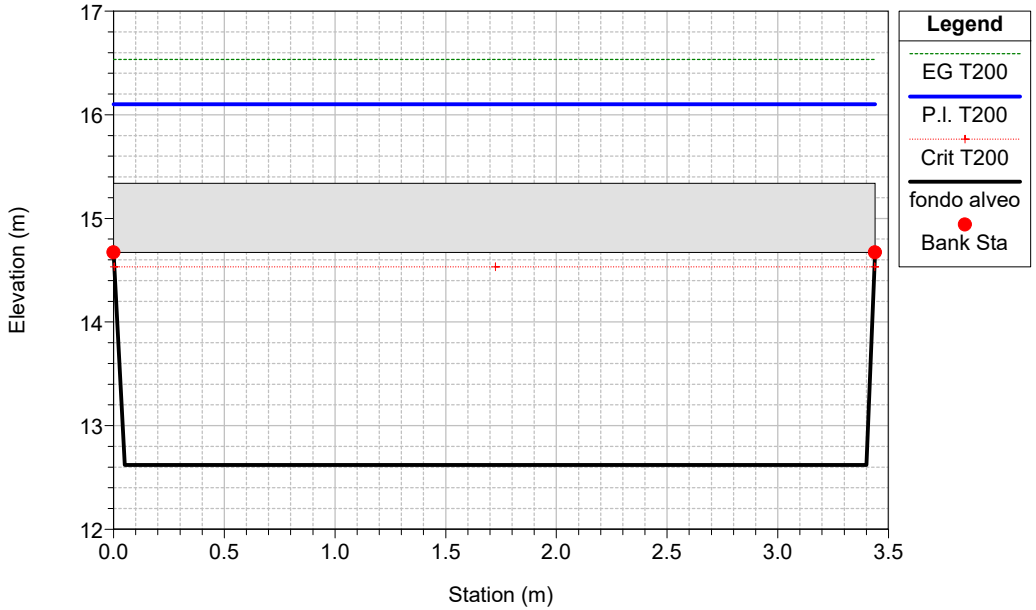
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 104



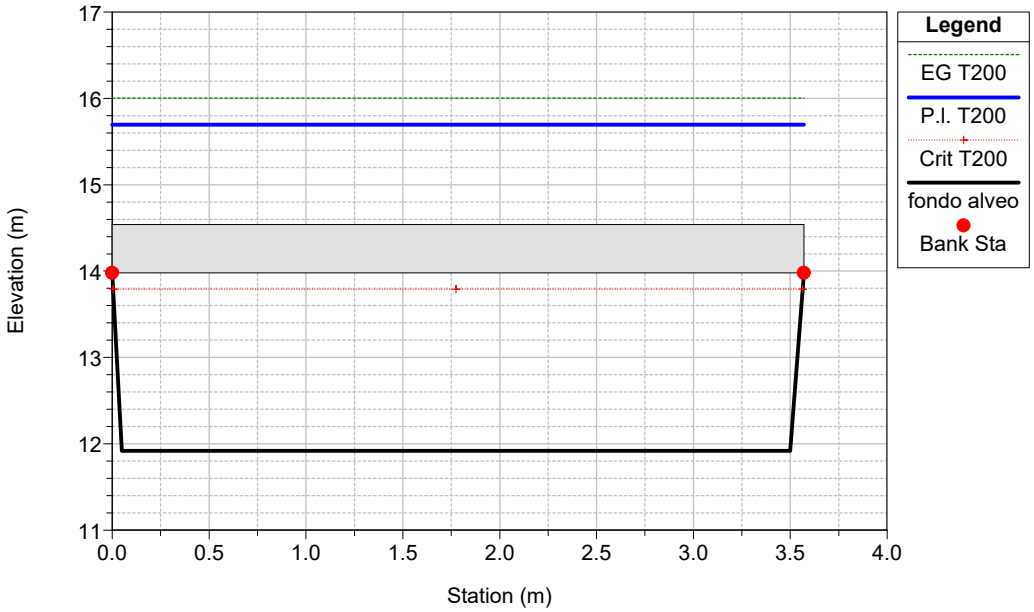
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 103



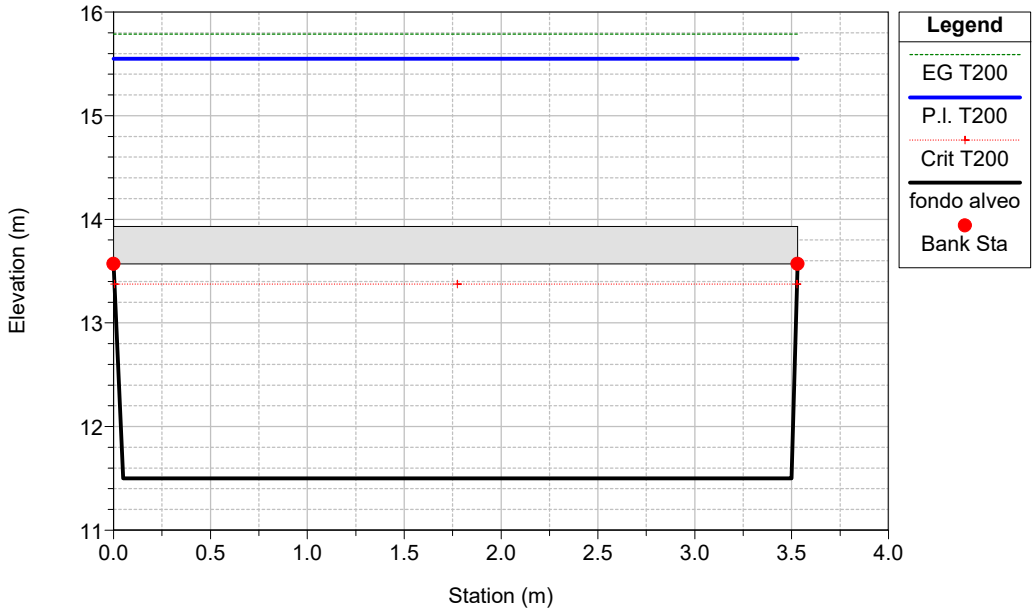
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 102.6



Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 102.4

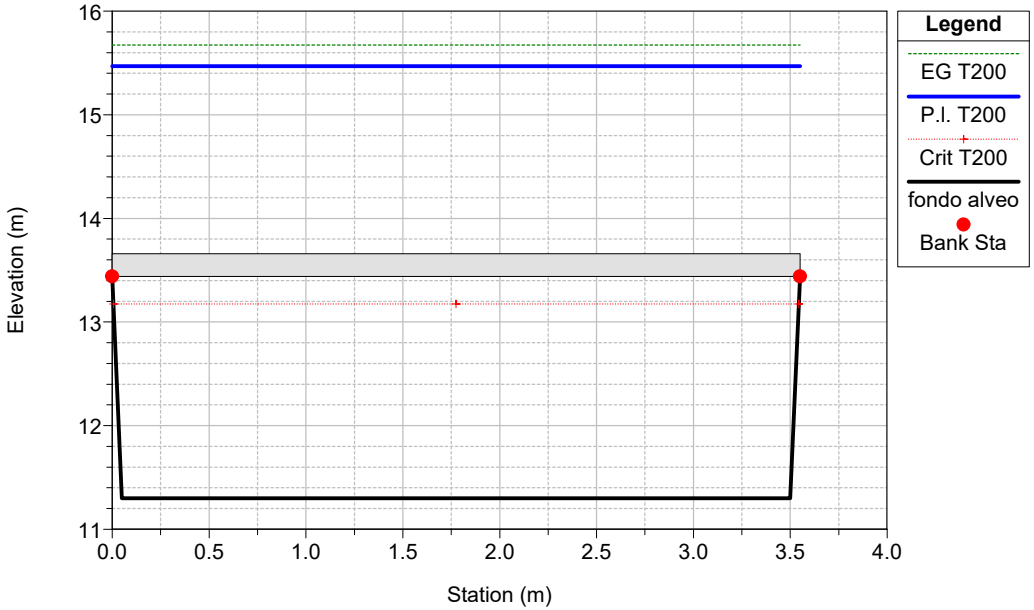


Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A
RS = 102.3



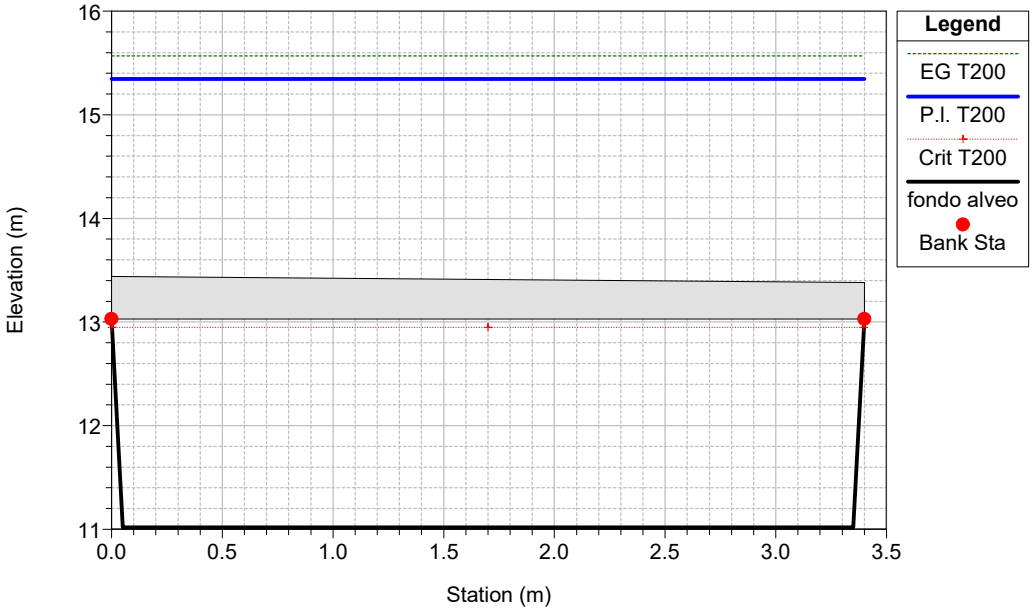
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 102.2



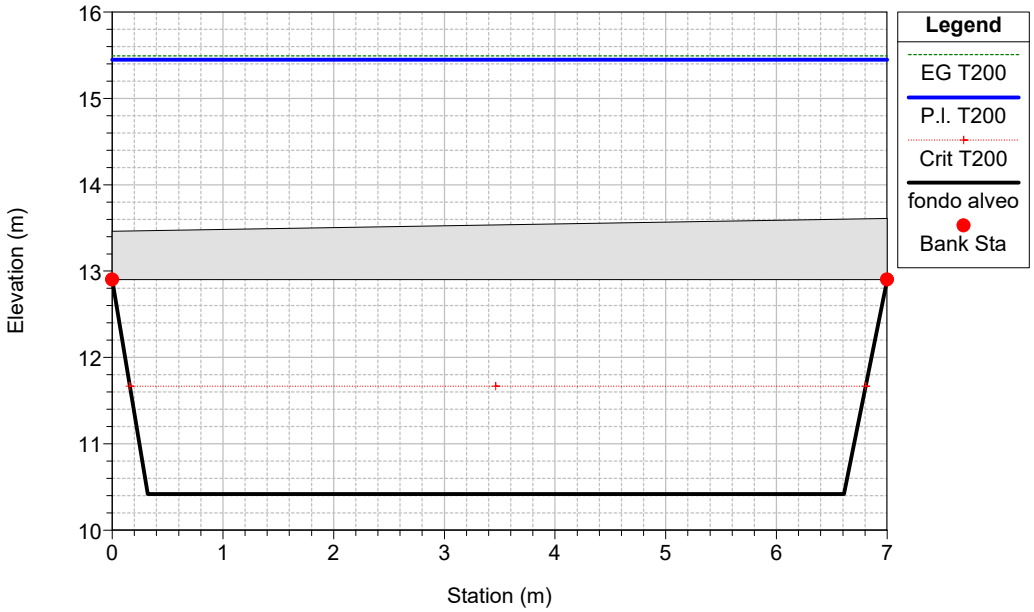
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

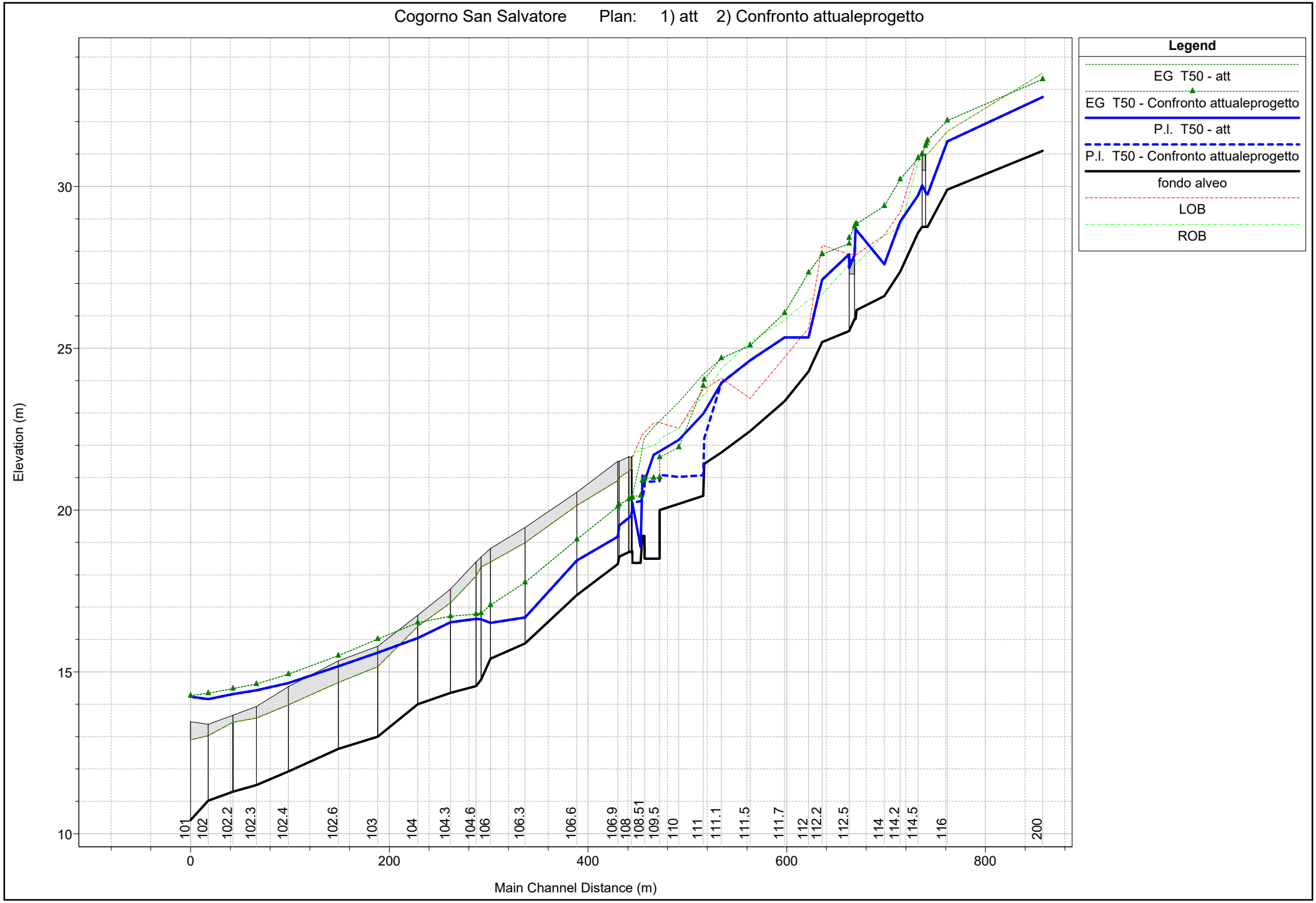
RS = 102

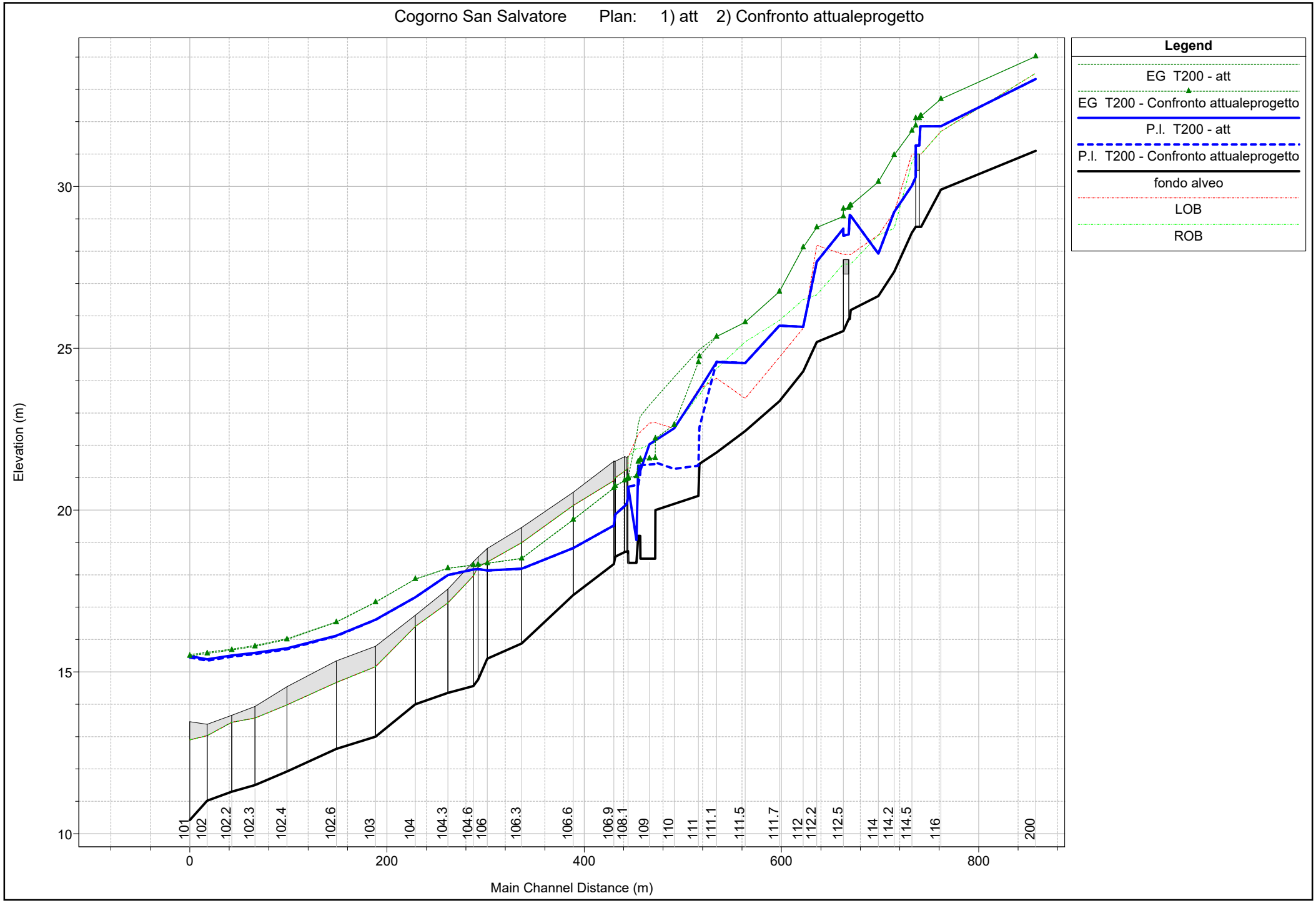


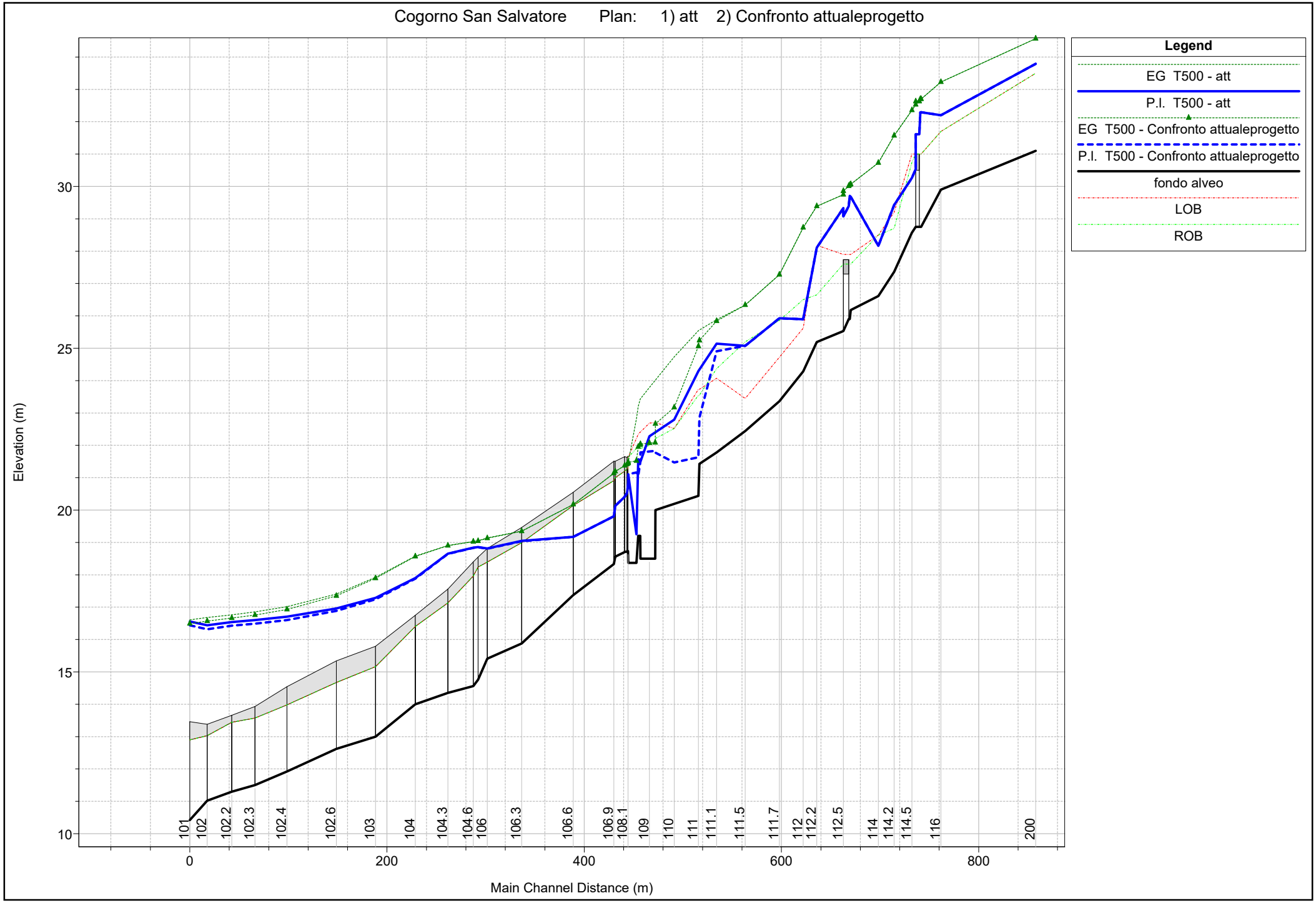
Cogorno San Salvatore Plan: Stato di progetto LOTTO 1 - Stralcio A

RS = 101




Cogorno San Salvatore Plan: 1) att 2) Confronto attualeprogetto
Legend
EG T50 - att
EG T50 - Confronto attualeprogetto
P.I. T50 - att
P.I. T50 - Confronto attualeprogetto
fondo alveo
LOB
ROB
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
10
15
20
25
30
0
200
400
600
800
101
102
102.2
102.3
102.4
102.6
103
104
104.3
104.6
106
106.3
106.6
106.9
108
108.51
109.5
110
111
111.1
111.5
111.7
112
112.2
112.5
114
114.2
114.5
116
200


Cogorno San Salvatore Plan: 1) att 2) Confronto attualeprogetto
Legend
EG T200 - att
EG T200 - Confronto attualeprogetto
P.I. T200 - att
P.I. T200 - Confronto attualeprogetto
fondo alveo
LOB
ROB
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
10
15
20
25
30
0
200
400
600
800
101
102
102.2
102.3
102.4
102.6
103
104
104.3
104.6
106
106.3
106.6
106.9
108.1
109
110
111
111.1
111.5
111.7
112
112.2
112.5
114
114.2
114.5
116
200


Cogorno San Salvatore Plan: 1) att 2) Confronto attualeprogetto
Legend
EG T500 - att
P.I. T500 - att
EG T500 - Confronto attualeprogetto
P.I. T500 - Confronto attualeprogetto
fondo alveo
LOB
ROB
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
10
15
20
25
30
0
200
400
600
800
101
102
102.2
102.3
102.4
102.6
103
104
104.3
104.6
106
106.3
106.6
106.9
108.1
109
110
111
111.1
111.5
111.7
112
112.2
112.5
114
114.2
114.5
116
200

APPENDICE 1

SOFTWARE DI CALCOLO HEC-RAS 6.1

Il software di calcolo *Hec-Ras* della US Army Corps of Engineers consente il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o canali artificiali e la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc.,

La determinazione del profilo teorico è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto *Standard step method* che si basa sulla semplice equazione mono-dimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

dove $H_1[m]$ ed $H_2[m]$ sono i carichi totali della corrente nelle sezioni di monte e di valle del tronco d'alveo considerato, $h_f[m]$ sono le perdite di carico dovute all'attrito del fondo e delle sponde, mentre $h_e[m]$ è un termine che tiene conto degli effetti dovuti alla non cilindricità della corrente.

In particolare h_f dipende principalmente dalla scabrezza del tratto d'alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = j_f \cdot L$$

con j_f pendenza motrice nel tratto di lunghezza $L[m]$.

Il calcolo di j_f è effettuabile con diverse formulazioni, in funzione della pendenza motrice J in corrispondenza delle sezioni d'inizio e fine di ciascun tratto.

Il calcolo del termine J nella singola sezione è effettuato mediante la:

$$J = \left[\frac{Q}{K}\right]^2$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata di calcolo e K (denominato *conveyance*) è ricavabile attraverso la seguente espressione:

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

dove $A[m^2]$ l'area della sezione liquida, $R[m]$ il raggio idraulico e $n[m^{-1/3}\ s]$ è il parametro rappresentativo della scabrezza del fondo e delle sponde di Manning.

Il valore del coefficiente n è determinato secondo la procedura sviluppata da Cowan selezionando le caratteristiche più rilevanti ai fini della quantificazione dell'indice di resistenza.

Il termine h_e dipende invece dalla variazione del carico cinetico della corrente tra le sezioni 1 e 2 dovuta al cambio di geometria delle sezioni stesse ed è a sua volta esprimibile come:

$$h_e = \beta \cdot \left| \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2 \cdot g} - \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2 \cdot g} \right|$$

dove β è un coefficiente di contrazione o espansione dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato, V_1 e V_2 $[m/s]$ sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e α_1 e α_2 sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

Il modello consente di suddividere la sezione in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro *n* di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata *main channel*) e due zone laterali golenali (denominate *right and left overbanks*).

Il programma consente la simulazione del deflusso attraverso ponti e tombinature (*bridge* and *culvert*) mediante la loro schematizzazione geometrica (impalcato, pile, setti, ecc.).

La procedura di calcolo utilizzata consente di simulare il deflusso a pelo libero al di sotto dell'impalcato, il deflusso in pressione al di sotto dell'impalcato e la combinazione del deflusso in pressione e del deflusso con scavalcamento dell'impalcato stesso (funzionamento a stramazzo).

Per il deflusso a pelo libero il modello consente la scelta fra diversi metodi di calcolo quali il metodo del bilancio energetico (*Standard step method*), il metodo dei momenti (*Momentum Balance*), la formula di Yarnell per correnti lente.

Il funzionamento in pressione è simulato mediante la formulazione propria dell'efflusso da luce:

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata defluita attraverso la luce di area $A[m^2]$, $H[m]$ è il dislivello tra il carico totale di monte ed il pelo libero a valle e C è il cosiddetto coefficiente di efflusso.

Il programma prevede la messa in pressione della struttura quando, secondo la scelta dell'utente, il carico totale o la quota del pelo libero risultano superiori alla quota dell'intradosso dell'impalcato.

Il funzionamento a stramazzo è simulato attraverso la formulazione standard:

$$Q = C \cdot L \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata defluita sulla soglia di larghezza $L[m]$ e $H[m]$ è il dislivello tra il carico totale di monte e la quota della soglia e C è il coefficiente di efflusso, variabile in funzione del tipo di stramazzo e del carico sopra la soglia.

Nel caso di funzionamento combinato di moto in pressione con scavalcamento del ponte (stramazzo) l'entità delle portate stramazzanti e defluenti al di sotto dell'impalcato viene determinata attraverso una procedura iterativa combinando le equazioni che regolano i due fenomeni.

Il modello consente inoltre il calcolo del funzionamento in pressione di coperture, scatolari, tombinature e della portata esondata lungo le sponde nei tratti a cielo aperto quando il livello superi le quote di sommità arginale (*lateral structure*).

Nel rispetto dell'equazione di continuità il programma fornisce in quest'ultimo caso per ciascuna configurazione di portata imposta da monte l'entità delle portate esondate per ciascuno stramazzo laterale e la portata residua di valle, con i rispettivi livelli.