Indice

1 PREMESSA....2

2 PIANO DI BACINO DEL TORRENTE SEGNO....3

2.1 Descrizione del bacino e reticolo idrografico....3

2.2 Descrizione della rete idrografica....4

2.2.1 Asta principale....4

2.2.2 Affluenti principali e secondari....4

2.3 Descrizione del tratto interessato....5

2.4 Fasce di esondabilità e rischio idraulico....6

2.5 Piano degli interventi....7

3 FASCIA DI RISPETTO FLUVIALE....12

4 STUDIO IDRAULICO....13

4.1 Generalità....13

4.2 Portata di progetto....13

4.3 Descrizione del modello numerico....13

4.4 Condizioni al contorno....14

4.5 Simulazioni....14

4.5.1 Stato attuale....15

4.5.2 Stato di progetto....22

5 CONCLUSIONI....30

1 PREMESSA

La presente relazione viene redatta nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica (PFTE) per la "*REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA VIABILITÀ IN SPONDA DESTRA DEL TORRENTE SEGNO DALL'ATTUALE PONTE DI VIA BERTOLA FINO ALLA CONNESSIONE CON LA NUOVA VIA TRIESTE*".

Il tratto di viabilità in progetto è evidenziata in colore giallo nella ortofoto seguente, dove sono anche indicate in colore rosso le principali vie di comunicazione in corso di ristrutturazione (strada a scorrimento Savona - Vado Ligure), di nuova realizzazione (progetto P708 nuova via Trieste) ed in corso di approvazione (nuovo svincolo Autostrada A10 di Vado Ligure).

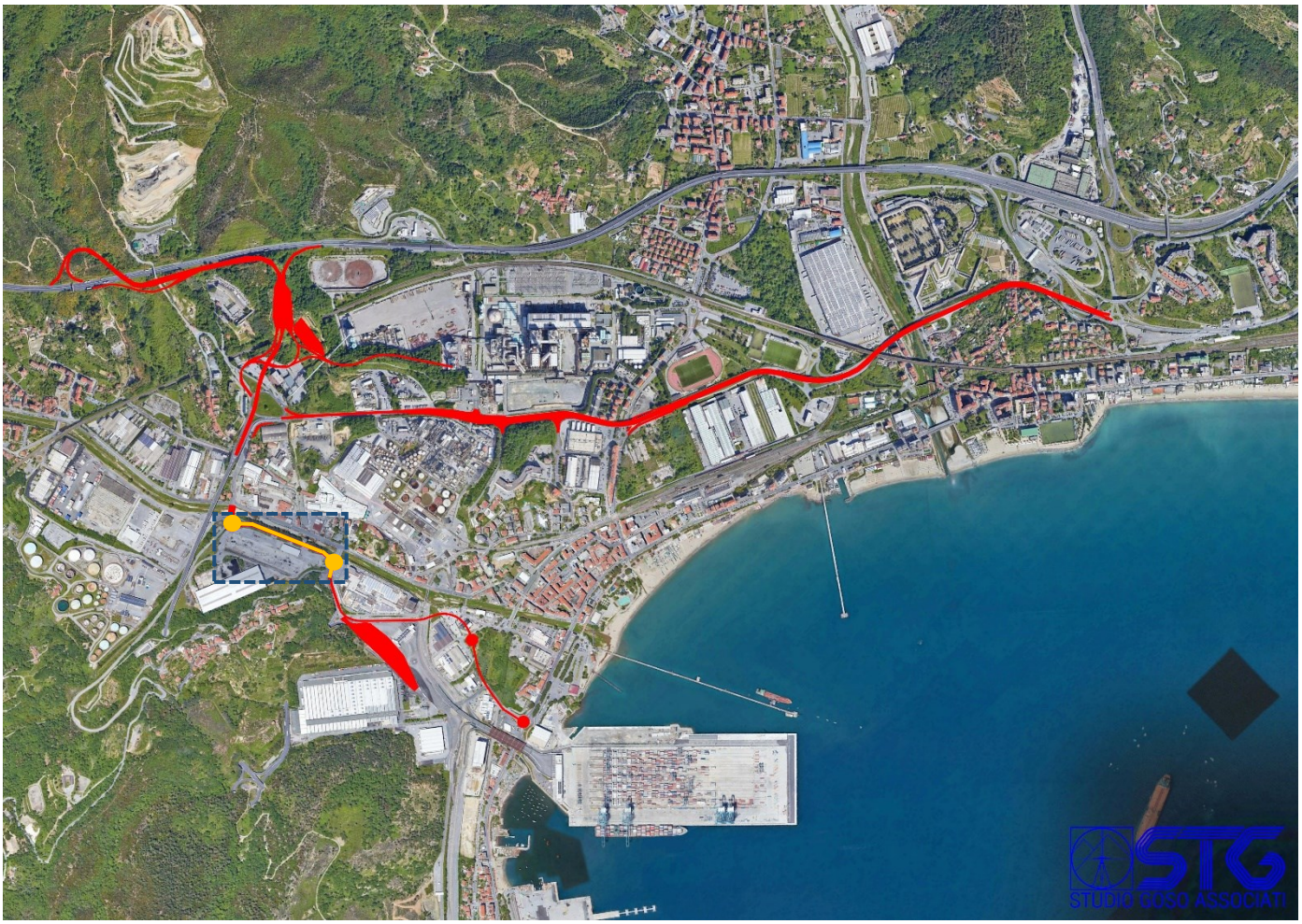


Figura 1 - Planimetria generale pianificazione della viabilità nel comune di vado Ligure

Negli intenti dell'Amministrazione Comunale questa nuova viabilità dovrà avere la funzione di creare un collegamento all'autostrada, alternativo alla galleria Carrara e soprattutto alla direttrice urbana Via Trieste - (Via Montegrappa) - Via Piave - Via Verdi, che consenta di congiungere l'Aurelia/Via Trieste alla rotatoria posta nei pressi della Motorizzazione su cui si innestano l'Aurelia bis, la Strada di Scorrimento e (nel futuro) il nuovo Casello autostradale di Vado Ligure.

Nel presente documento ci si sofferma in particolare sugli aspetti idraulici dell'opera, in riferimento al sito di realizzazione lungo la sponda destra del T. Segno.

2 PIANO DI BACINO DEL TORRENTE SEGNO

L'Amministrazione Provinciale di Savona ha approvato in via definitiva con D.C.P. n.47 del 25.11.2003 il "Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del T. Segno" ai sensi della L. 267/98 e s.m.i.,.

Il Piano di Bacino Stralcio contiene l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico ed è uno strumento tecnico-normativo che fornisce indirizzi per la politica di pianificazione territoriale salvaguardando la visione sistemica del territorio. Il documento è stato più volte aggiornato e l'ultima variante approvata è quella sancita con D.S.G. n. 90 del 25/10/2021 in vigore dal 24/11/2021.

A far data dal 01/01/2024 i Piani di Bacino Stralcio sono stati superati dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) per quanto riguarda la disciplina dell'assetto idraulico.

Tuttavia, ai sensi dell'art. 75 della L.R. 20/2023, fino alla emanazione del regolamento regionale ex art. 91 c. 1 ter 2 della L.R. 18/1999, trova applicazione la disciplina per l'assetto idraulico dei previgenti Piani Stralcio.

2.1 Descrizione del bacino e reticolo idrografico

Il bacino idrografico del Torrente Segno fa parte dell'ambito di bacino Regionale n. 11-12 (Ambito di Levante della Provincia di Savona) ed è situato interamente nel territorio amministrativo del Comune di Vado Ligure.

Nel quadro degli studi effettuati per il Piano di Bacino stralcio sul rischio idrogeologico nel bacino del T. Segno vengono ricompresi i bacini dei seguenti rii:

- in sinistra orografica il Rio Fontanazza, il Rio Lusso, il Rio Terusso e il Rio Bellandi;

- in destra orografica il Rio Val Gelata, il Rio Cappella e il Rio S. Nicolò.

I rii in sinistra orografica ricadono amministrativamente sia in Comune di Vado Ligure, sia in Comune di Quiliano.

La superficie del bacino del T. Segno è pari a circa 21 Kmq, i piccoli bacini in sinistra orografica hanno un'area di poco inferiore a 1,9 Kmq, mentre per quelli in destra la superficie è pari a circa 2 kmq. La lunghezza del corso d'acqua principale è di circa 9 km. Si tratta perciò di un bacino di ridotte dimensioni, particolarmente acclive (classi di acclività prevalenti dal 35% al 75%), caratterizzato da una forma vagamente rettangolare, orientato grosso modo WSW-ENE.

Lo spartiacque che, lungo il suo margine settentrionale, separa il bacino del T. Segno (ivi compreso quello del rio Fontanazza) dal contiguo bacino del T. Quiliano, parte dalla linea di costa, risale con debolissima pendenza un crinale appena accennato nell'ambito dell'alta piana alluvionale, poi segue il crinale che dalla località Valleggia risale fino a Monte Pian Mora (383 m), Cima delle Rocche Bianche (555 m), Rocca dei Corvi Est (630 m) e Rocca dei Corvi (793 m). Di qui piega a Sud, passa per Rocca dei Corvi Sud (785 m), Bric del Forno (542 m) e Bric Berba (560 m); successivamente si orienta ancora ad Est; per Bric Colombino (433 m), Monte Mao (440 m), Monte S. Elena (347 m), Monte Rocchetto (320 m), segue l'asse della dorsale che da quest'ultimo scende verso mare fino a Capo Vado, per chiudersi a ridosso dell'area portuale.

Il bacino del T. Segno e dei suddetti rii minori confina con quello del T. Quiliano a Nord, con il bacino del T. Sciusa a Ovest, con quelli del T. Crovetto e del Rio della Mianda a Sud.

Il torrente nasce all'estremità nord-occidentale del bacino, dal versante orientale della Rocca dei Corvi, ad una quota di circa 570 m. Nel tratto più in quota, quello della testata del bacino, l'asta si sviluppa con pendenza accentuata e orientamento grosso modo NW-SE; il suo corso è poco articolato, con modeste anse, fino alla confluenza nello stesso del Rio Machei. Da qui il torrente cambia direzione, da quella iniziale a WSW-ENE, mantenendola costante fino alla foce. L'articolazione del suo corso si fa più pronunciata, con un andamento nettamente meandriforme che interessa tutto il tratto centrale, fino alla località Valle di Vado, dove si apre la piana alluvionale terminale e nella quale il torrente, in funzione delle arginature e delle rettificazioni d'alveo, riassume un andamento pressoché rettilineo fino alla foce.

I principali affluenti sono costituiti dal Rio delle Fasce, dal Rio Giuè e dal Rio Termini in sponda sinistra, e dal Rio Calcinara, dal Rio Mulini, dal Rio Tecci e dal Rio Erxio in destra.

Per quanto concerne i bacini minori, in destra si hanno quelli del Rio S. Nicolò, del Rio Cappella e del Rio Calcinara; i primi due sono caratterizzati da una elevata acclività reticoli poco maturi che sfociano nella stretta piana costiera a ridosso delle strutture portuali, mentre il Rio Calcinara è interessato da un lungo tratto terminale completamente tombinato, caratterizzato da basse pendenze, in seguito agli importanti interventi antropici realizzati lungo il tratto terminale della sua asta.

In sinistra orografica, il bacino del Rio Fontanazza si sviluppa con pronunciata acclività nella porzione superiore e in quella centrale, mentre in quella terminale, è stato tombinato per un lungo tratto e, insieme al Rio Lusso, è stato oggetto di un intervento consistente in una nuova inalveazione con confluenza diretta nel T. Quiliano.

2.2 Descrizione della rete idrografica

2.2.1 Asta principale

Nel bacino del torrente Segno, procedendo da valle verso monte, si incontrano:

- Il tratto terminale del Torrente Segno, interessante l'abitato di Vado Ligure, che percorre per circa 1 Km, drenando una superficie di 18-20 Kmq;

- Il Rio Terusso, affluente in sinistra idrografica, che pur drenando un bacino esiguo di circa 0.90 Kmq, presenta una sezione notevolmente ristretta all'imbocco del tratto coperto sul quale scorre la viabilità secondaria di località Valle di Vado; le aree che sono state storicamente interessate da allagamenti risultano depresse rispetto alle quote arginali.

- Il Rio delle Guie (Rio Bellandi), affluente in sinistra idrografica, che esonda all'imbocco della copertura all'altezza dell'abitato di Sant'Ermete, frazione di Vado Ligure, allagando la strada posta in sinistra del Torrente Segno fino al ponte di valle che conduce all'abitato di Segno; il bacino idrico di riferimento chiuso alla confluenza con il Torrente Segno ha una superficie di circa 2,5 Kmq;

- Il Torrente Segno in località Ponte Isola, sita ove la strada per Segno diverge decisamente dall'andamento parallelo al corso d'acqua e dove la superficie drenata è di circa 6,5 Kmq.

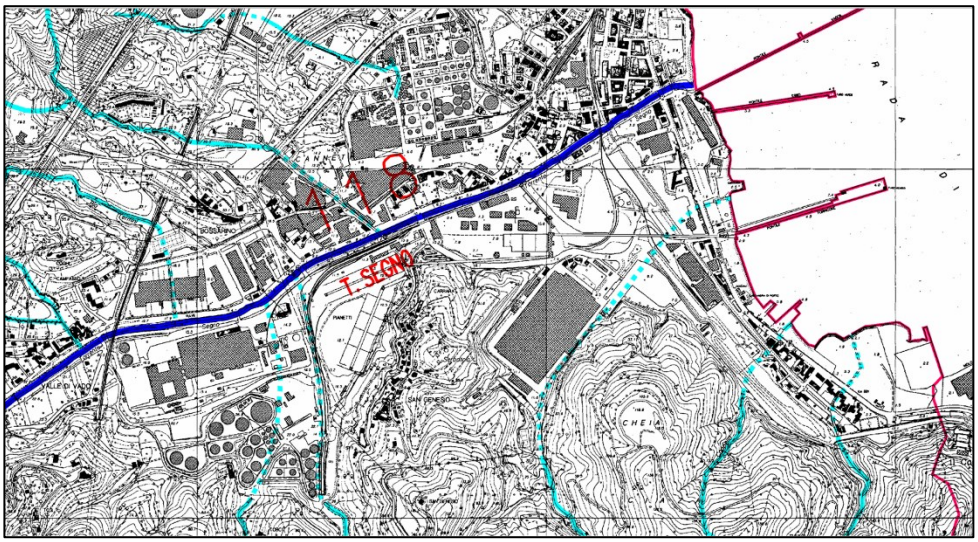


Figura 2 - Piano di Bacino T. Segno – stralcio carta del Reticolo Idrografico

2.2.2 Affluenti principali e secondari

Come si osserva dalle ramificazioni del reticolo idrografico predisposto per la gerarchizzazione, ma anche delle semplici basi topografiche, il bacino del torrente Segno è caratterizzato dalla presenza di numerosi affluenti secondari, spesso di dimensioni talmente ridotte da renderne difficile l'individuazione sul terreno.

Non si segnalano quindi bacini secondari di particolare rilevanza.

2.3 Descrizione del tratto interessato

La viabilità in progetto ricalcherà un vecchio sedime in parte ancora occupato da binari ormai abbandonati, esistente tra l'argine in sponda orografica destra del T. Segno ed il muro di recinzione delle aree ex T.R.I. S.r.l., aree di cui verrà occupata una striscia marginale.

Il progetto prevede la realizzazione di un tratto di strada con sviluppo lungo la sponda destra all'alveo del T. Segno, tra il ponte di Via Bertola/Via Piave ed il Centro Commerciale "Molo 8.44".

La bretella rappresenterà la naturale prosecuzione della viabilità realizzata nelle aree ex OCV Italia S.r.l. per l'analogo fine di connessione alla direttrice autostradale, risultando oltremodo a servizio delle attività già insediate e di quelle che si insedieranno in futuro.

Lungo il tratto interessato dall'intervento, l'alveo del T. Segno è caratterizzato dalla presenza in sponda orografica sinistra di un argine costituito da un muro in c.a. e da un'opera di allargamento di via Piave realizzato su piloni. In sponda destra invece è presente solo in parte un argine artificiale.

A partire dal ponte di via Bertola è presente un muro in c.a. che ha uno sviluppo di circa 42 metri e che stringe gradualmente l'alveo, che passa dai 30 metri nella sezione immediatamente a monte del ponte a 24 metri alla fine del muro.

Da qui fino a circa 25 metri a monte del ponte di via Montegrappa, l'alveo ha un argine a scarpata naturale, alla base del quale la sezione risulta essere larga non più di 15 metri, con tratti anche più stretti.



Figura 3 – Vista aerea del tratto di torrente Segno lungo il sito di realizzazione della nuova bretella

2.4 Fasce di esondabilità e rischio idraulico

Relativamente alla zona di intervento, il Piano di Bacino prevede una Fascia di esondabilità di tipo "B".

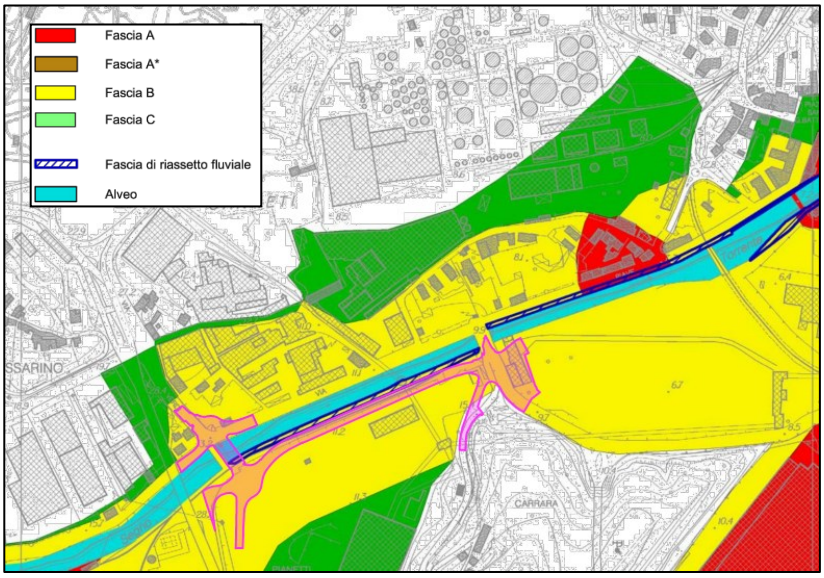


Figura 4 - Piano di Bacino T. Segno – stralcio carta delle Fasce di inondabilità

A far data dall'1/01/2024 i Piani di Bacino Stralcio sono superati dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni per quanto riguarda la disciplina dell'assetto idraulico.

Tuttavia, ai sensi dell'art. 75 della L.R. 20/2023, fino alla emanazione del regolamento regionale ex art. 91 c. 1 ter 2 della L.R. 18/1999 trova applicazione la disciplina per l'assetto idraulico dei previgenti Piani Stralcio.

La mappa della pericolosità di riferimento è quindi la mappa del PGRA, dove le fasce corrispondono comunque a quelle del piano di Bacino.

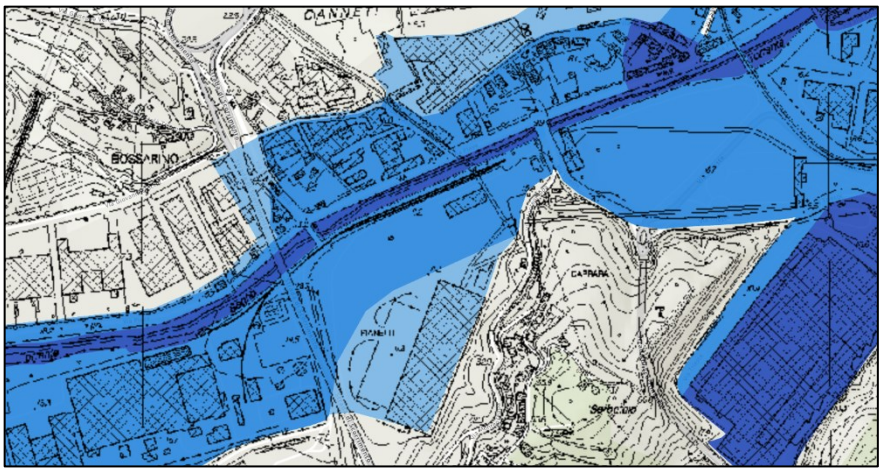


Figura 5 - PGRA – stralcio Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera

Dalla mappatura del P. di B. e del PGRA si ricava che l'area in esame è soggetta a problematiche legate all'inondabilità ricadendo interamente nella "*Fascia B*" del piano di bacino e nella "Fascia di pericolosità P2" del PRGA, ovvero fascia di *pericolosità idraulica media.*

In tali aree la Normativa di Piano (Art. 15, comma 3 punto c) non consente "gli interventi di realizzazione di nuove infrastrutture connesse alla mobilità non inquadrabili tra le opere di attraversamento, salvi quelli progettati sulla base di uno specifico studio di

compatibilità idraulica [...] che non aumentino le condizioni di rischio ed in relazione ai quali risultino assunte le azioni e le misure di protezione civile di cui al presente Piano e ai piani comunali di protezione civile".

Analoga risultanza sulla pericolosità idraulica consegue l'analisi della mappatura delle zone a diverso livello di rischio di inondazione, determinato dalla sovrapposizione tra le tre suddette fasce del tempo di ritorno della portata di massima piena con gli elementi a rischio legati all'uso del suolo.

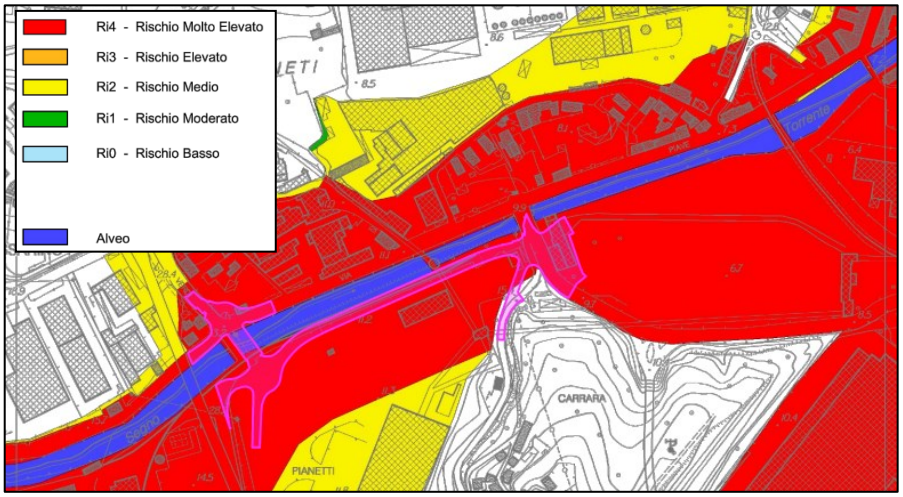


Figura 6 - Piano di Bacino T. Segno – stralcio carta del Rischio idraulico

La "Relazione Tecnica di Piano" individua diverse classi di rischio idraulico, tra cui quella in cui ricadono le opere in oggetto ovvero:

- *Ri4: rischio molto elevato*.

2.5 Piano degli interventi

Nell'ambito del Piano di Bacino l'analisi delle criticità e delle situazioni di rischio è propedeutica all'individuazione degli obiettivi e delle linee di intervento per la riduzione del rischio stesso a livelli prefissati.

Per quanto riguarda in particolare i piani stralcio sul rischio idrogeologico, l'Atto di indirizzo e coordinamento prevede, a seguito della *fase di perimetrazione e valutazione dei livelli di rischio idrogeologico* (inteso come rischio di inondazione e geomorfologico), la *fase di programmazione della mitigazione del rischio*.

Il piano degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico, elaborato nel piano stralcio del T. Segno, è l'insieme di linee di intervento generali associate ad alcune proposte di intervento maggiormente dettagliate, solo per le situazioni in cui questo tipo di analisi è stata possibile, entrambe associate alle diverse criticità individuate attraverso le analisi precedenti.

Tali proposte sono quindi ordinate secondo criteri di priorità conseguenti all'urgenza e al grado di rischio connesso per persone e beni. La definizione del quadro di interventi scaturisce dall'analisi dei risultati delle fasi conoscitive del bacino, che hanno permesso l'individuazione delle maggiori problematiche e criticità. Si fonda in particolare sulla carta di pericolosità, consistenti nelle carte di suscettività al dissesto e sulle fasce di inondabilità, e sulla carta del rischio idrogeologico elaborata sulla base dell'uso del territorio.

Gli interventi individuati sono riferiti alle criticità evidenziate nella pericolosità, mentre la loro priorità, in termini di attuazione e finanziamento, è determinata dal grado di rischio a cui l'area risulta soggetta.

Le diverse strategie di soluzione proponibili sono così schematizzabili:

I) mitigazione del rischio con interventi strutturali, finalizzati a ridurre la pericolosità; in particolare, per gli interventi sui corsi d'acqua e sui versanti, vengono considerati:

interventi strutturali puntuali: opere di sistemazione che agiscono localmente sul fenomeno e che hanno lo scopo di una soluzione definitiva della criticità o perlomeno di una riduzione significativa del rischio, senza determinare però influssi negativi sul resto del bacino;

interventi strutturali areali: opere di sistemazione articolate e di tipo estensivo che interessano porzioni rilevanti di territorio;

II) mitigazione del rischio con interventi non strutturali, atti a minimizzare l'impatto di eventi calamitosi e ridurre così il danno atteso; in particolare, per gli interventi sui corsi d'acqua e sui versanti, vengono considerati:

misure non strutturali di prevenzione e mitigazione, quali misure di protezione civile e misure normative, alle quali è dedicato una specifica sezione del Piano stralcio;

monitoraggi, dei principali corpi franosi e più in generale delle criticità individuate;

III) manutenzione ordinaria degli alvei e dei versanti;

IV) demolizione/rilocalizzazione degli elementi a rischio. Questa soluzione viene proposta in primo luogo nei casi particolari in cui gli elementi stessi siano causa del dissesto idrogeologico o aggravino il grado di rischio (cfr. D.L. 180/98, art. 1, comma 5); ma è un intervento adottabile anche qualora le opere strutturali realizzabili non permettano la riduzione del rischio a livelli compatibili.

Nel tratto interessato dall'intervento di realizzazione della bretella stradale, il Piano degli interventi prevede l'intervento strutturale n°3.

Si tratta di un intervento strutturale costituito dall'allargamento di 5 metri in sponda destra di tutto il tratto di argine compreso fra il ponte di Via Montegrappa fin oltre il ponte in acciaio di Via Bertola.

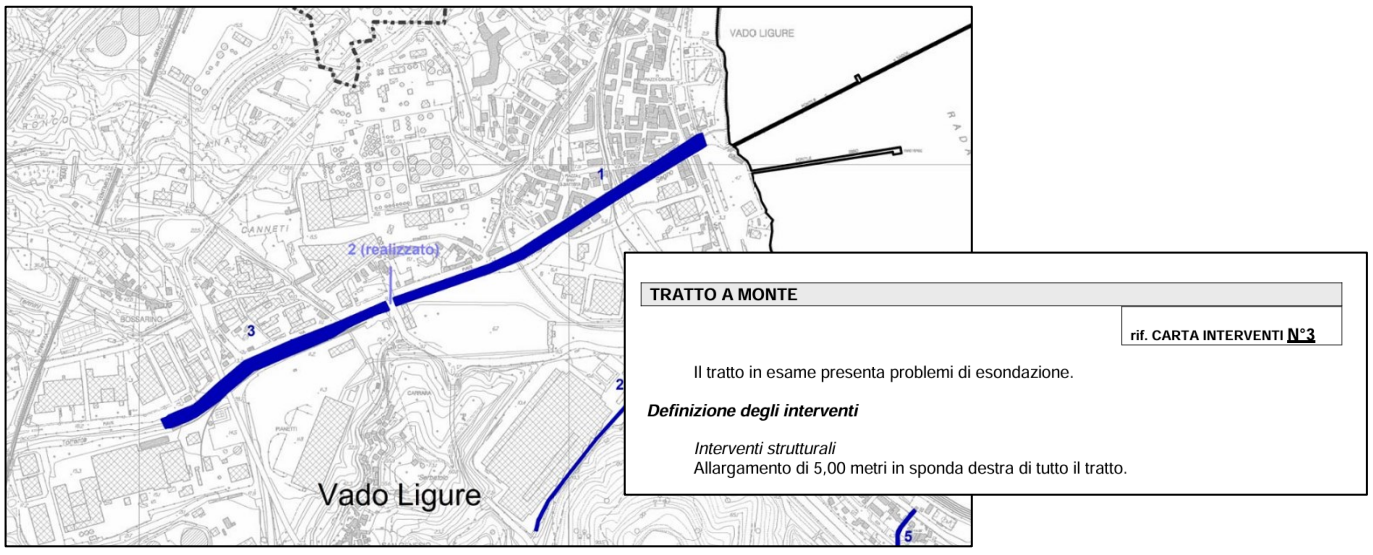


Figura 7 - Piano di Bacino T. Segno – stralcio carta degli interventi

L'allargamento previsto è indicativamente riportato nell'immagine seguente (linea rossa).



Figura 8 - Indicazione dell'allargamento dell'alveo del Torrente Segno nel tratto di intervento

Come è possibile osservare nella figura seguente, dalla sovrapposizione della fascia di riassetto con il progetto, quest'ultimo ha tenuto conto di questa indicazione ed ha previsto la possibilità di allargamento dell'alveo come sopra descritto.

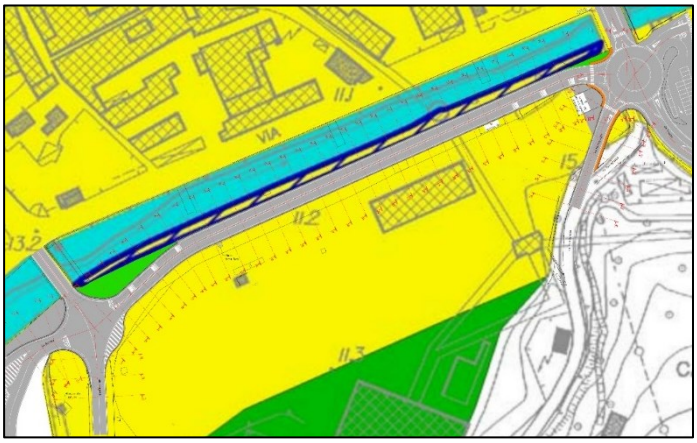


Figura 9 – Sovrapposizione del progetto alla carta delle fasce di inondabilità

Infatti la sezione tipo della nuova strada è stata pensata in modo da non precludere la possibilità di dare seguito all'intervento di allargamento previsto dalla pianificazione di settore.

Si riporta di seguito la sezione tipologica dell'intervento di allargamento che potrà essere realizzato anche una volta che la bretella stradale sarà operativa.

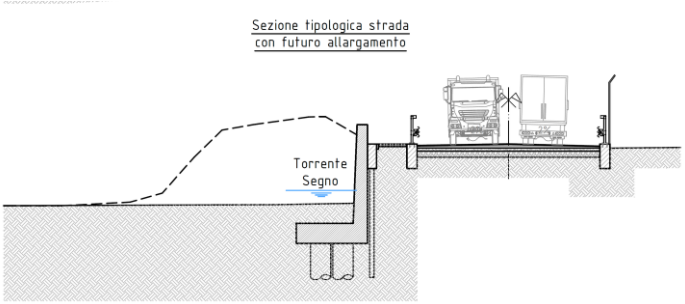


Figura 10 - Sezione tipologica della nuova strada nella configurazione con T. Segno allargato

In particolare, a valle del ponte di via Bertola l'alveo potrà essere rettificato, con la realizzazione di un muro d'argine su pali, che permetterà di eliminare la scarpata naturale che attualmente crea il restringimento dell'alveo visto in precedenza, portando la sezione idraulica ad una larghezza analoga a quella in prossimità del ponte di via Montegrappa, dove la sezione risulta già allargata e l'argine costituito da un muro in c.a..



Figura 11 – Veduta dal ponte di via Montegrappa del tratto di T. Segno che potrà essere rettificato per portare la larghezza analoga alla sezione prossima al ponte

Una ulteriore verifica della fattibilità dell'intervento di allargamento a bretella realizzata può essere fatta analizzando le sezioni dello studio idraulico allegato al Piano di Bacino.

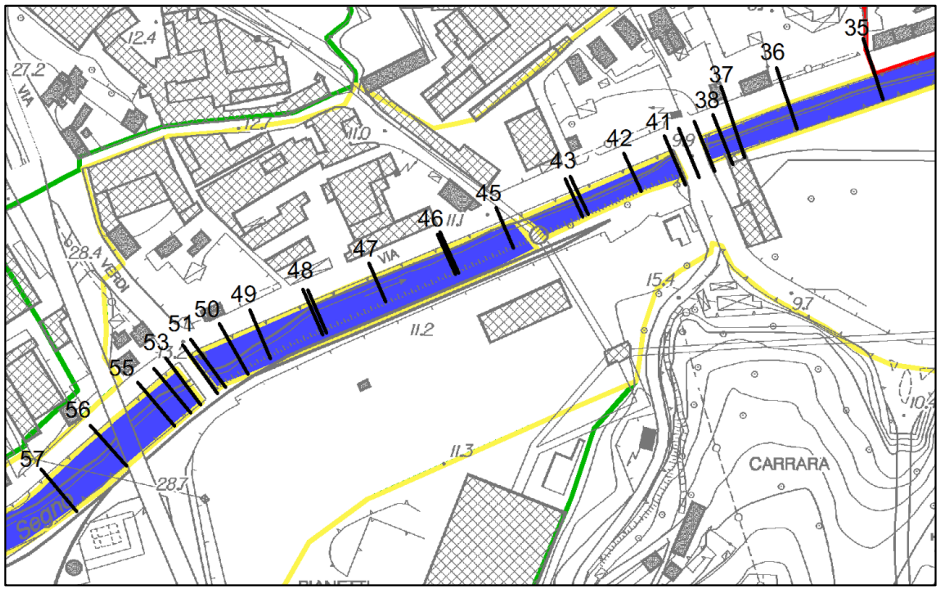


Figura 12 – Piano di Bacino T. Segno – stralcio carta Aree inondabili (con tracce sezioni Studio Idraulico).

Osservando le sezioni dello Studio idraulico, ed in particolare la 41 e la 42 (corrispondenti al tratto di cui alla fotografia di figura 11), si può osservare come l'alveo passi da una larghezza di circa 19,4 m lungo il tratto con sponda naturale (sez. 42) ad una larghezza di circa 27 m nella sezione in corrispondenza del ponte di via Montegrappa (sez. 41).

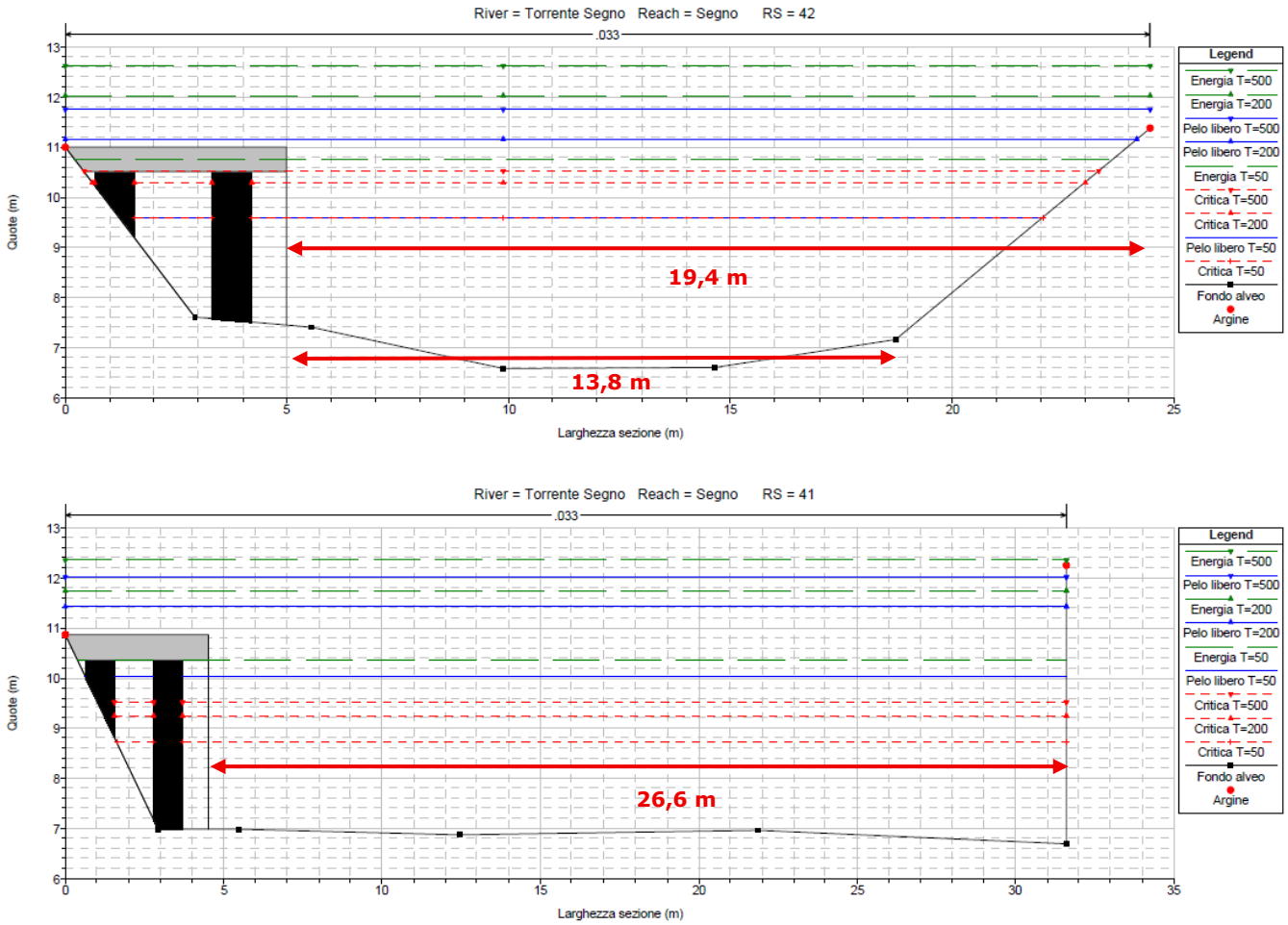


Figura 13 – Piano di Bacino T. Segno – sezioni del modello idraulico 40 e 41.

Le misure riprese dalle sezioni idrauliche corrispondono alle misure riportate nella planimetria progettuale, confermando quindi ulteriormente la fattibilità dell'intervento di riassetto.

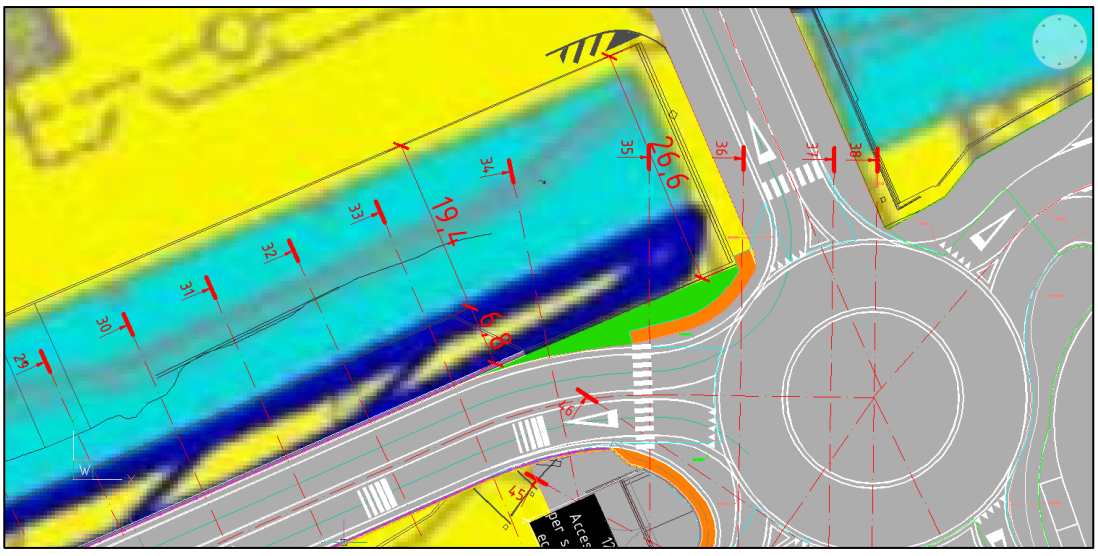


Figura 14 – Piano di Bacino T. Segno – particolare sovrapposizione progetto e carta delle fasce con misure delle sezioni prossime al ponte di v. Montegrappa.

3 FASCIA DI RISPETTO FLUVIALE

L'intervento di realizzazione della nuova viabilità interessa solo marginalmente la fascia di inedificabilità assoluta dei 10 metri di rispetto stabilita dal R.R. 14/07/2011 n°3 (vedi tavola 09).

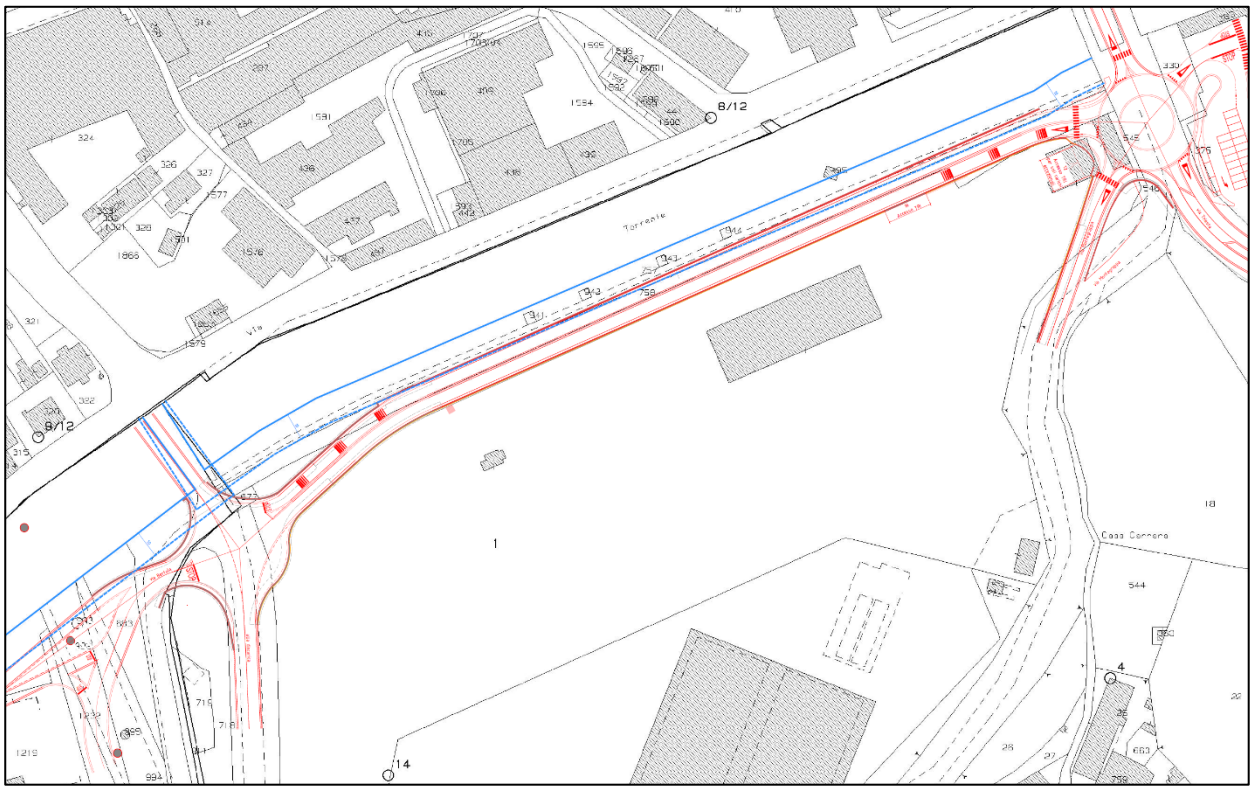


Figura 15 – Limite fascia inedificabilità 10 metri

In tale fascia, previa Autorizzazione degli uffici competenti, "*è ammessa la realizzazione di strade di interesse pubblico, purché non interferenti con la sicurezza delle opere di protezione presenti e con la possibilità di attività di manutenzione degli alvei e delle opere stesse, né pregiudichino l'eventuale sistemazione definitiva del corso d'acqua*".

4 STUDIO IDRAULICO

4.1 Generalità

Ad ulteriore conferma di quanto esposto nelle pagine precedenti, su richiesta dei competenti Uffici della Regione Liguria, è stato predisposto uno studio idraulico di dettaglio svolto a livello locale per un tratto idraulicamente significativo anche in considerazione della variabilità delle sezioni idrauliche del Torrente Segno nel tratto di interesse, facendo ricorso al codice di calcolo HECRAS, elaborato dall'U.S. Army Corps of Engineers, che trova ampie e soddisfacenti applicazioni in campo internazionale.

Partendo dal rilievo topografico dei luoghi, è stato sviluppato il modello idraulico del tratto interessato dall'intervento a progetto. Utilizzando i valori di portata determinati sulla base delle indicazioni contenute nel Piano di Bacino, sono state eseguite alcune simulazioni del deflusso in regime permanente al fine di verificare che l'intervento a progetto non determina un aggravio delle condizioni di rischio.

4.2 Portata di progetto

I dati relativi alla portata corrispondente ai tempi di ritorno T=50/200/500 anni sono stati ricavati direttamente dal Piano di Bacino del Torrente Segno [1]:

Q_{50} = 220 mc/s Q_{200} = 320 mc/s Q_{500} = 380 mc/s.

4.3 Descrizione del modello numerico

Per la determinazione del profilo idraulico è stato fatto ricorso al codice di calcolo HEC-RAS, elaborato dall'U.S. Army Corps of Engineers.

Il codice utilizzato è in grado di gestire sia le sezioni aperte sia quelle attraversate da ponti o altrimenti soggette a bruschi restringimenti, ed integra per differenze finite l'equazione:

$$\Delta E/\Delta S = i - j$$

dove: ΔE = variazione di energia della corrente tra due sezioni successive;

ΔS = distanza tra due sezioni successive;

i = pendenza del fondo dell'alveo;

j = cadente della linea dell'energia.

In particolare l'equazione precedente, discretizzata risulta nella forma:

$$Z_2 + \alpha_2 \cdot V_2/2g = Z_1 + \alpha_1 \cdot V_1/2g + \Delta H$$

dove: $Z_{1,2}$ = quota assoluta del pelo libero nelle sezioni 1 e 2 [m];

$\alpha_{1,2}$ = coefficiente di velocità nelle sezioni 1 e 2;

$V_{1,2}$ = velocità media della corrente nelle sezioni 1 e 2 [m/s];

g = accelerazione di gravità [m/s^2];

ΔH = perdita di carico tra le sezioni 1 e 2 [m].

Le quantità riferite alla sezione 1 sono tutte note, mentre quelle riferite alla sezione 2 sono le incognite.

La perdita di carico ΔH che si genera tra le sezioni 1 e 2 è calcolata come somma del termine relativo alle perdite distribuite e del termine relativo alle perdite concentrate per variazioni della sezione trasversale:

$$\Delta H = L \cdot j + K \cdot (\alpha_2 \cdot V_2/2g - \alpha_1 \cdot V_1/2g)$$

dove: L = distanza tra le sezioni 1 e 2 [m];

K = coefficiente di espansione o di contrazione (come da seguente tabella)

	CONTRAZIONE	ESPANSIONE
Variazione graduale	*0.1*	*0.3*
Ponti	*0.5*	*0.5*

La cadente "j" è calcolata utilizzando l'espressione di Chézy: $j = V_2/(C_2 \cdot R)$

che, utilizzando per l'indice di resistenza "C " la forma proposta da Manning, può anche scriversi:

$$j = n_2 \cdot V_2/R_4/3$$

dove: n = coefficiente di scabrezza di Manning [m-1/3s];

R = raggio idraulico della sezione [m].

4.4 Condizioni al contorno

Per la determinazione dell'integrale particolare dell'equazione differenziale che regola il moto permanente occorre definire le condizioni al contorno, necessarie per stabilire il livello del pelo libero dell'acqua all'estremità del sistema (a monte e/o a valle).

In un regime di corrente lenta (n° Fr <1), la condizione al contorno necessaria è quella di valle in quanto questa corrente non è in grado di essere influenzata da ciò che accade a monte.

In un regime di corrente veloce (n° Fr >1) viceversa, la condizione al contorno necessaria è quella di monte.

Nel caso in esame il calcolo del profilo di rigurgito è stato effettuato con un regime di moto di tipo misto, sia subcritico che supercritico. In analogia a quanto eseguito per la modellazione riportata nel Piano di Bacino, come condizioni al contorno nella sezione di monte, è stata imposta come condizione al contorno quella della profondità normale, tramite il parametro della pendenza d'attrito o pendenza media del letto, mentre nella sezione di valle è stato imposto il livello pari a 1 m s.l.m. per tenere in conto dell'innalzamento del livello del medio mare per fenomeni di marea in concomitanza di eventi estremi (storm surge).

4.5 Simulazioni

Si riporta di seguito la planimetria del modello impiegato per le due simulazioni di *stato di fatto* e *stato di progetto*.

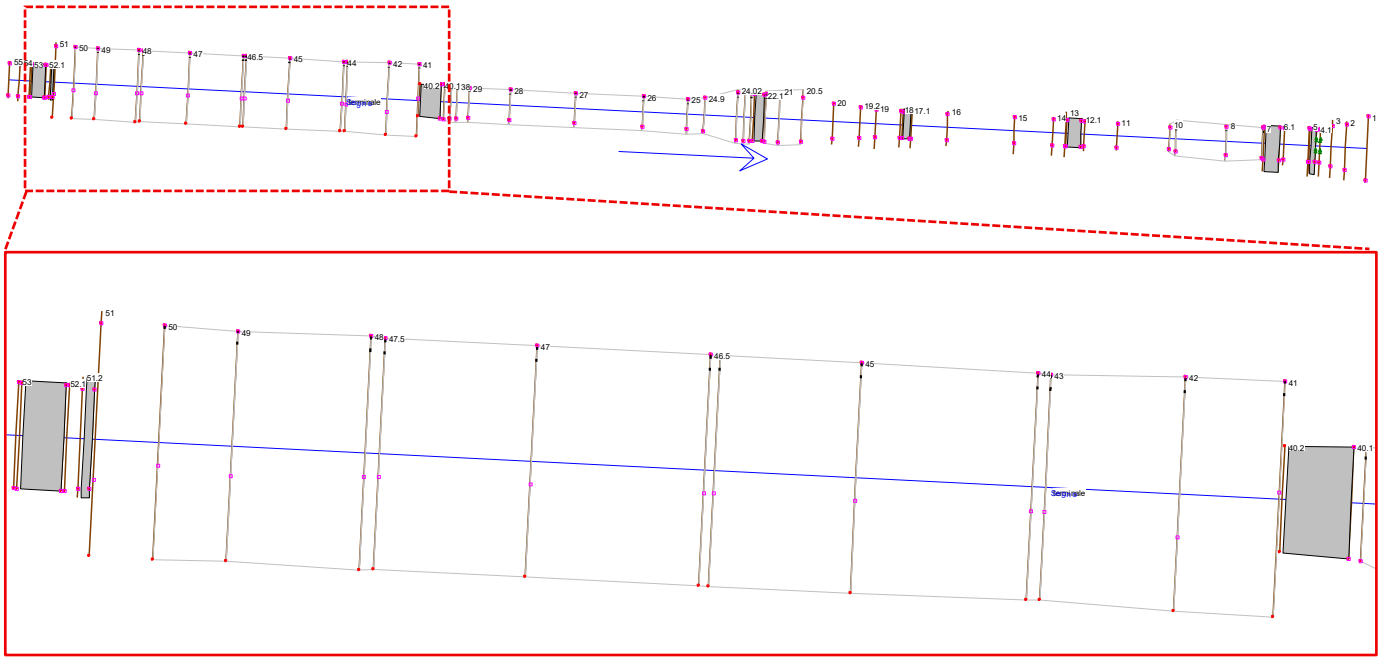


Figura 16 – Schema planimetrico modello idraulico impiagato per le simulazioni (con particolare tra i ponti di via Bertola e via Montegrappa)

4.5.1 Stato attuale

Corrispondente all'attuale configurazione geometrica dell'alveo e degli attraversamenti, ovvero con ponte di via Palestro e ponte dell'Aurelia adeguati alla configurazione di progetto e con passerella pedonale e ponte di via alla Costa nella configurazione non ancora adeguata. La geometria delle sezioni d'alveo è stata estrapolata da diversi rilievi strumentali e aerei effettuati in campo.

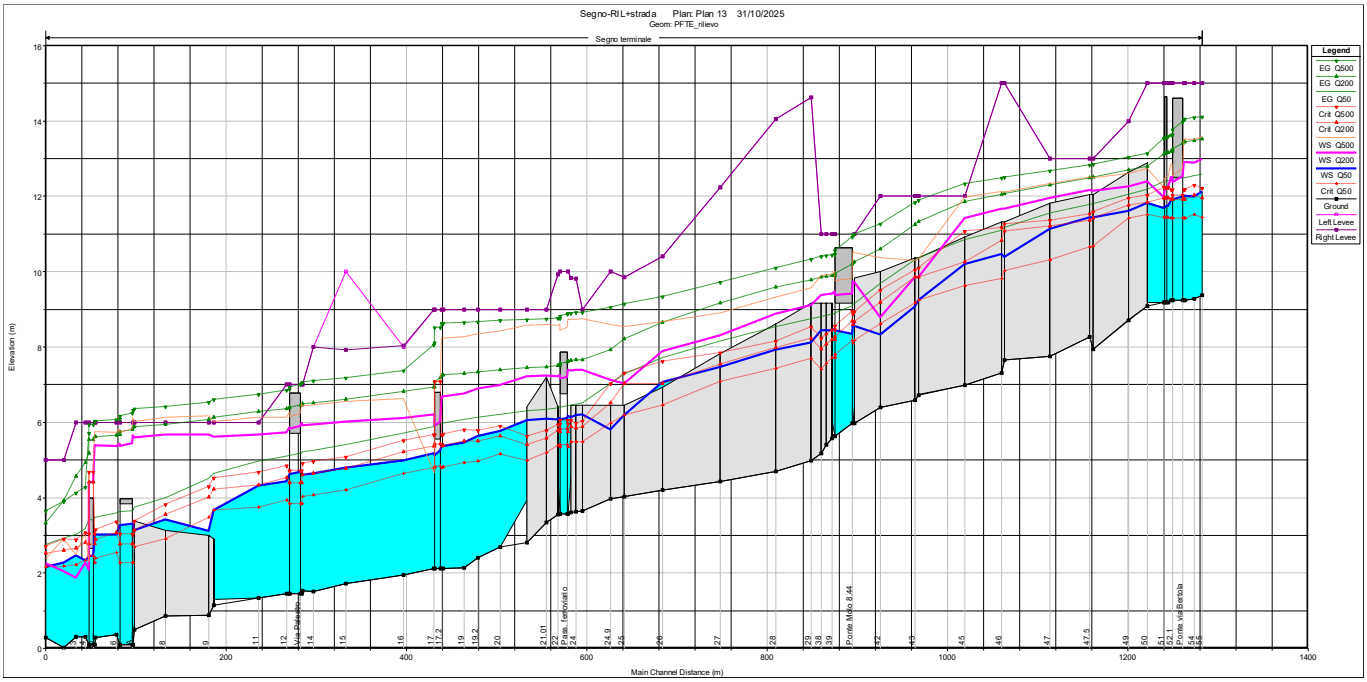
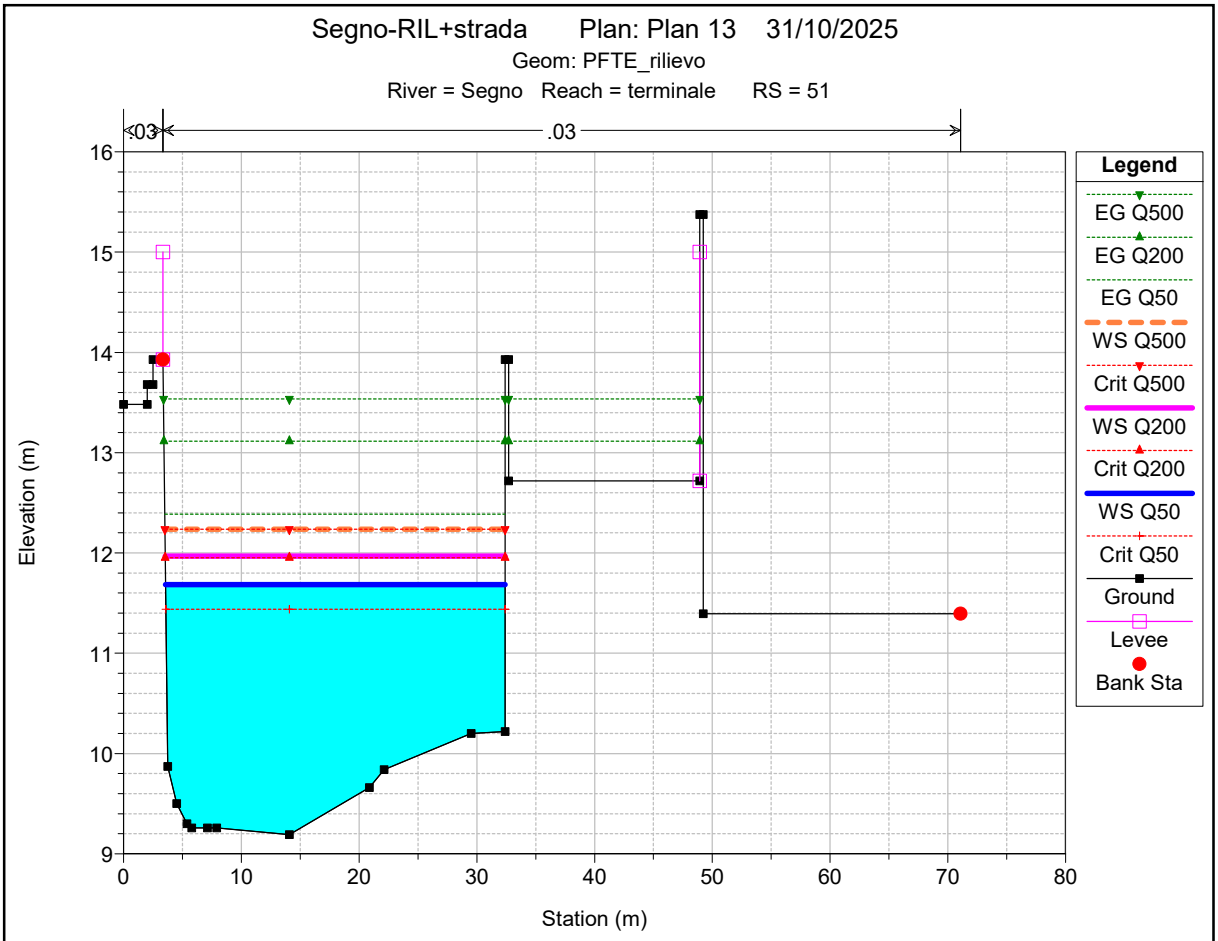
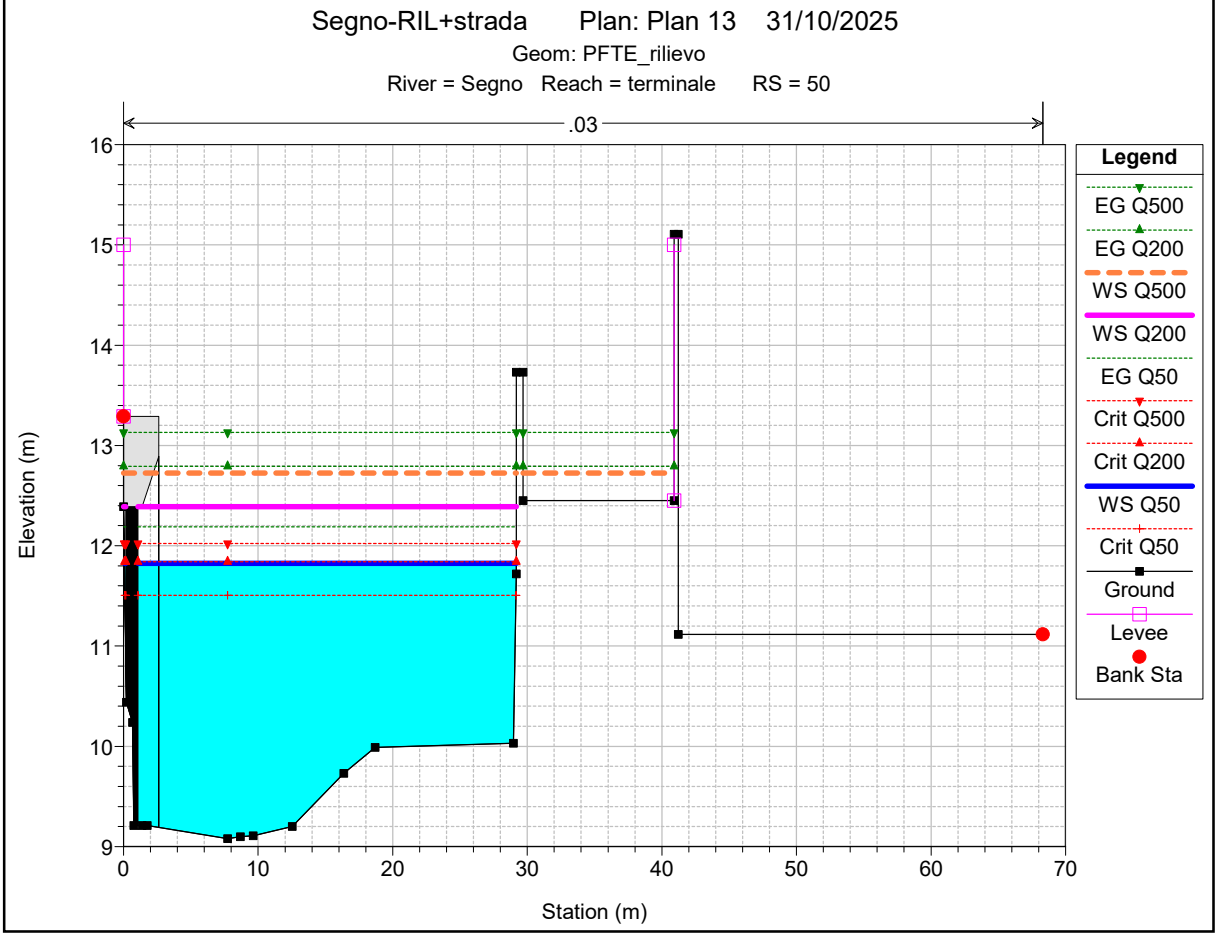
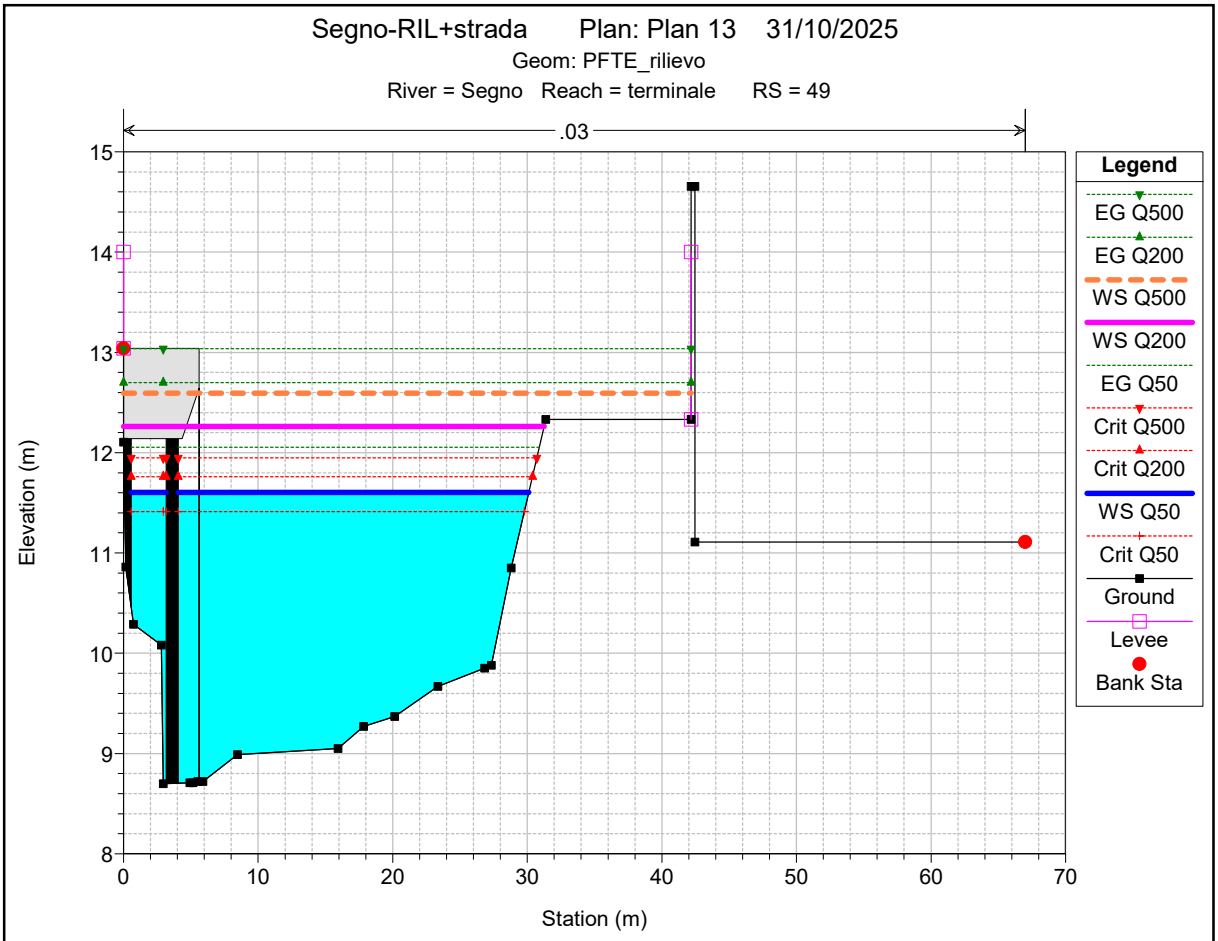


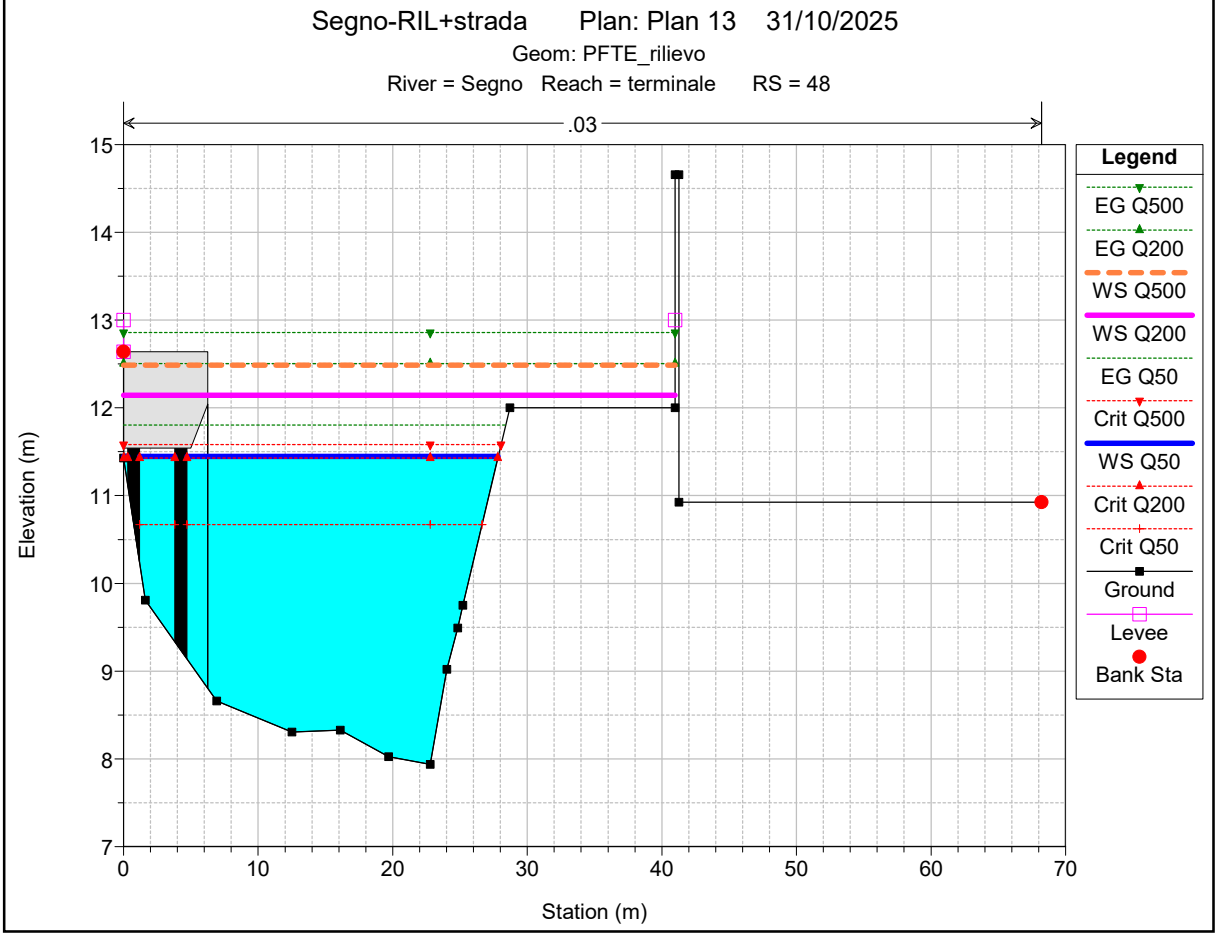
Figura 17 – Profilo idraulico nella configurazione di stato attuale

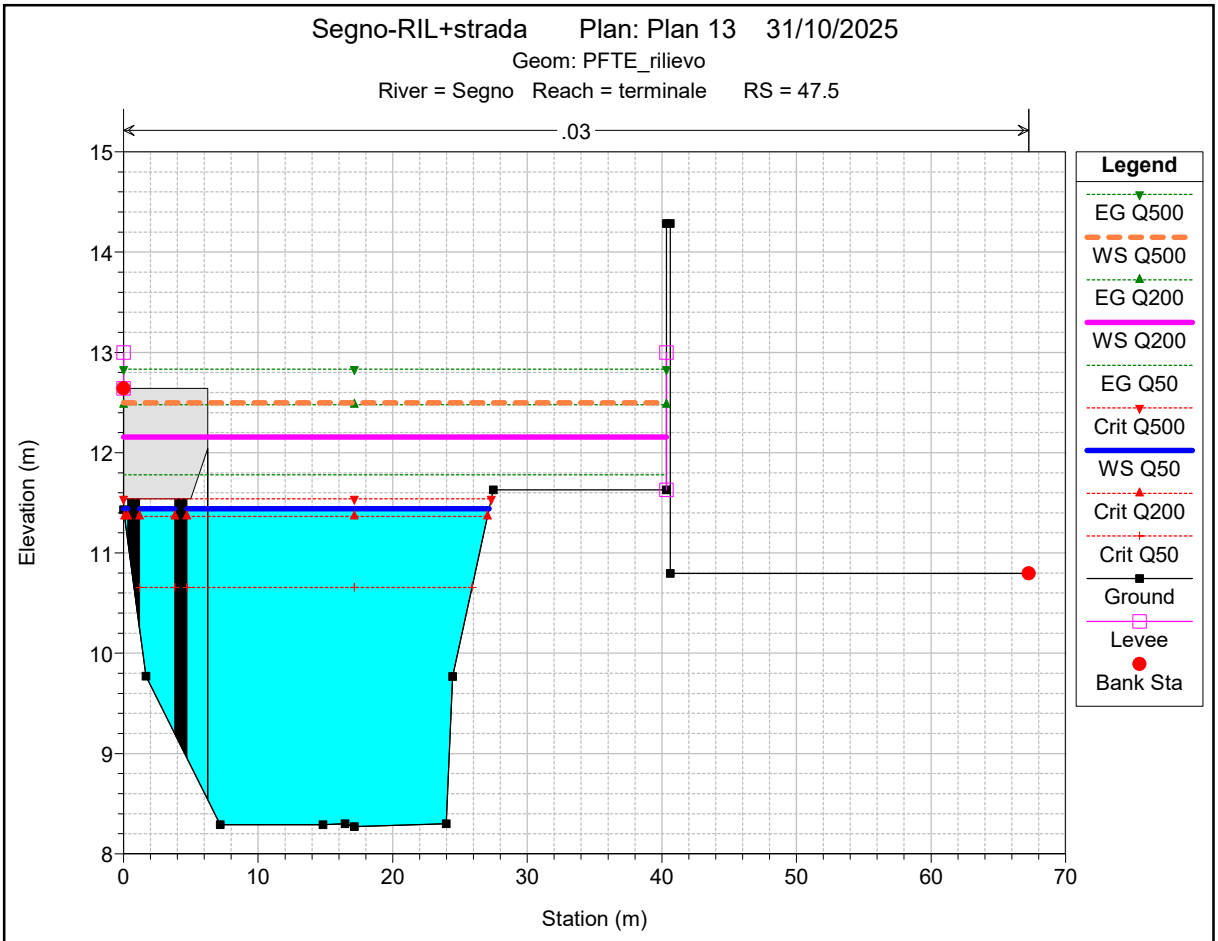
Al fine del presente studio si riportano esclusivamente le sezioni di interesse.

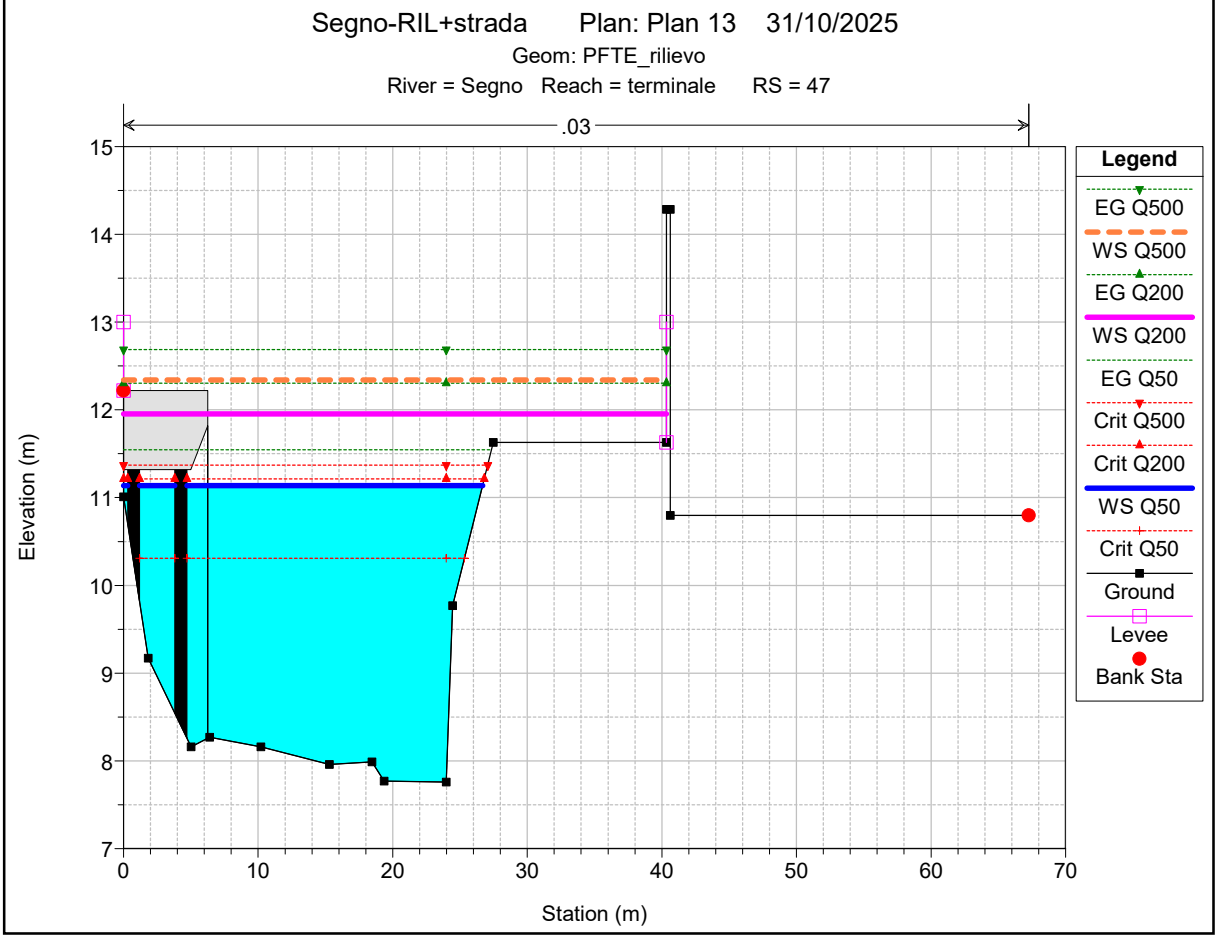

Segno-RIL+strada Plan: Plan 13 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo
River = Segno Reach = terminale RS = 51
.03
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
Crit Q500
WS Q200
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta

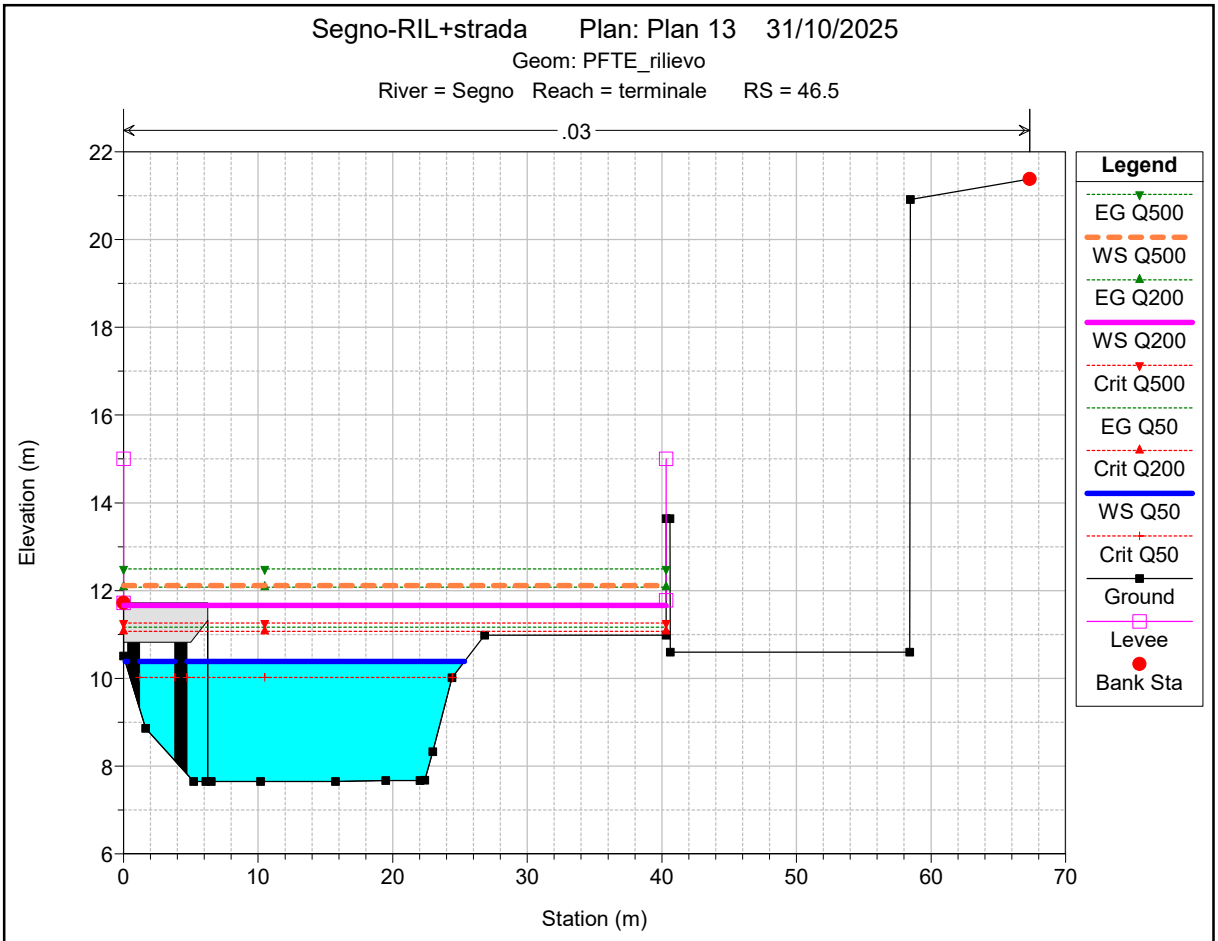

Segno-RIL+strada Plan: Plan 13 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo
River = Segno Reach = terminale RS = 50
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
WS Q200
EG Q50
Crit Q500
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta

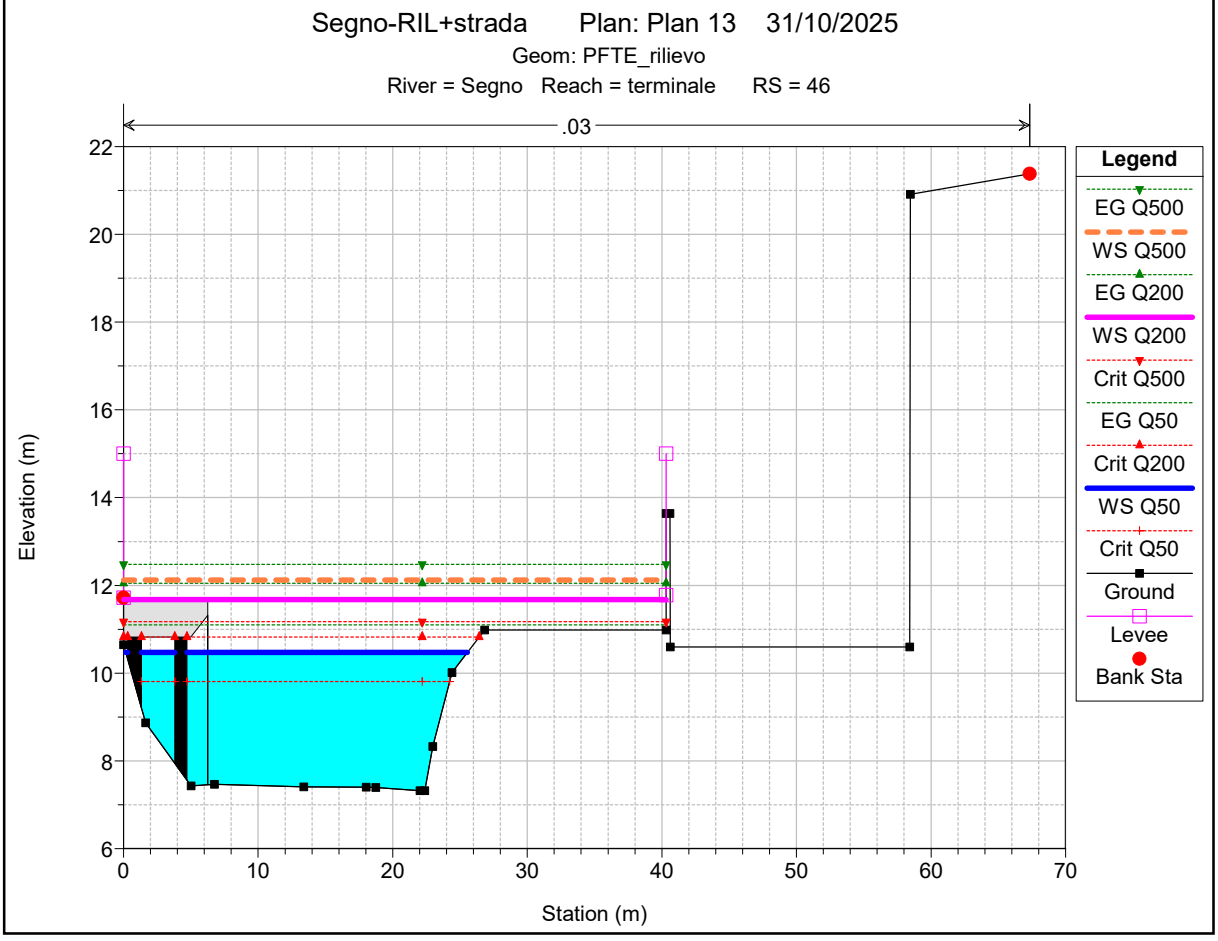

Segno-RIL+strada Plan: Plan 13 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo
River = Segno Reach = terminale RS = 49
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
WS Q200
EG Q50
Crit Q500
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta


Segno-RIL+strada Plan: Plan 13 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo
River = Segno Reach = terminale RS = 48
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
WS Q200
EG Q50
Crit Q500
WS Q50
Crit Q200
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta


Segno-RIL+strada Plan: Plan 13 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo
River = Segno Reach = terminale RS = 47.5
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
Crit Q500
WS Q50
Crit Q200
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta


Segno-RIL+strada Plan: Plan 13 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo
River = Segno Reach = terminale RS = 47
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
Crit Q500
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta

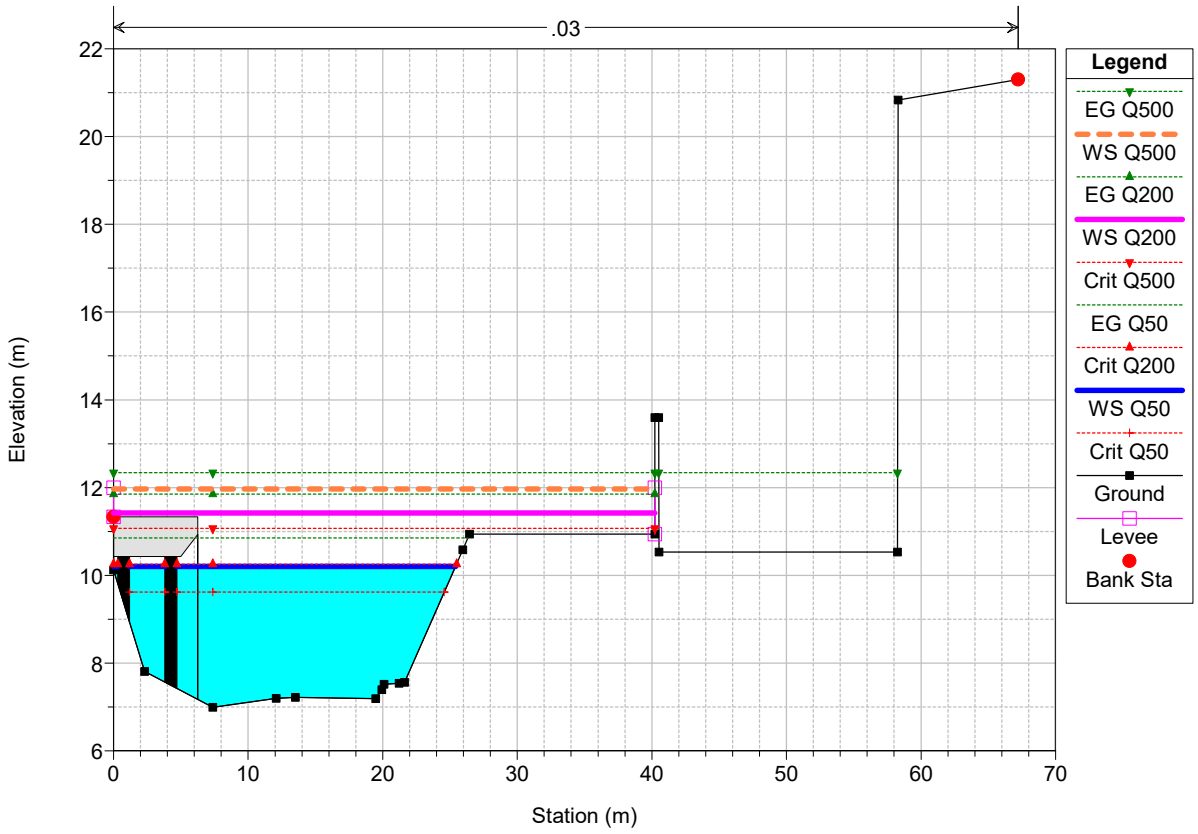

Segno-RIL+strada Plan: Plan 13 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo
River = Segno Reach = terminale RS = 46.5
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
Crit Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta


Segno-RIL+strada Plan: Plan 13 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo
River = Segno Reach = terminale RS = 46
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
Crit Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta

Segno-RIL+strada Plan: Plan 13 31/10/2025

Geom: PFTE_rilievo

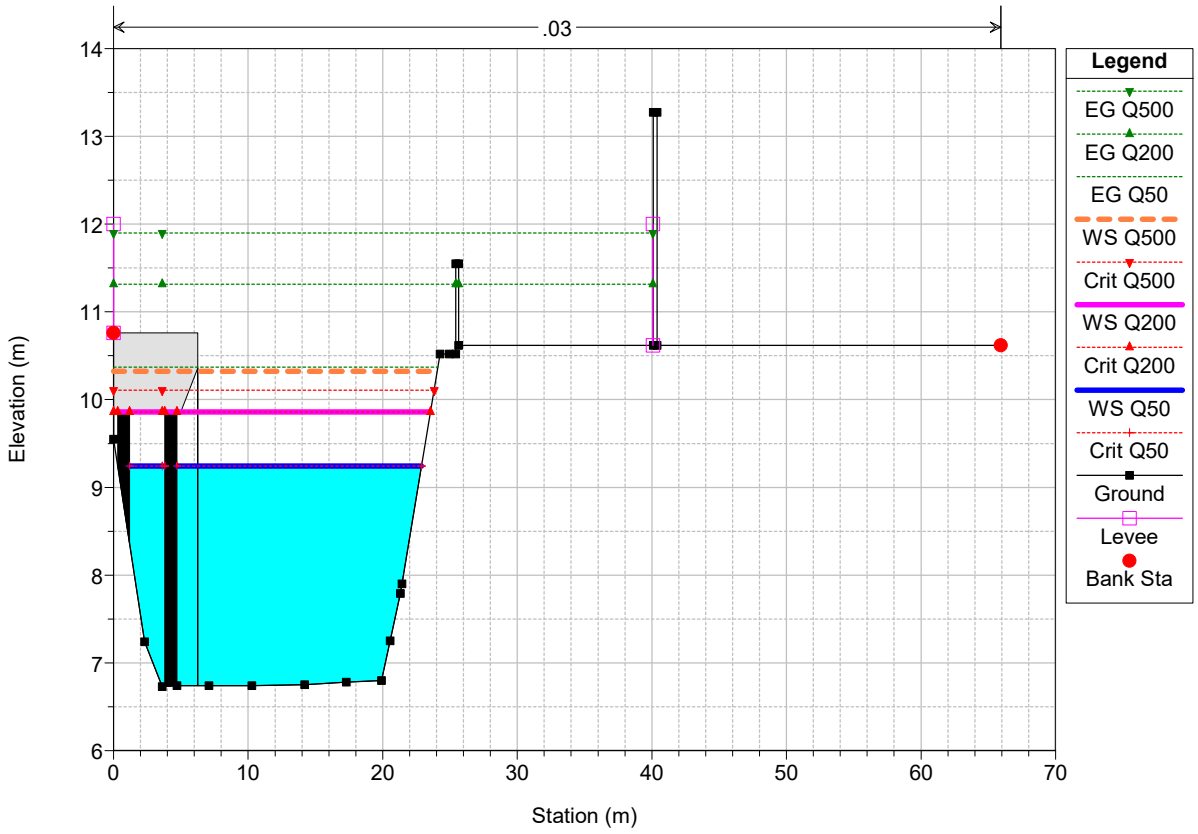
River = Segno Reach = terminale RS = 45



Segno-RIL+strada Plan: Plan 13 31/10/2025

Geom: PFTE_rilievo

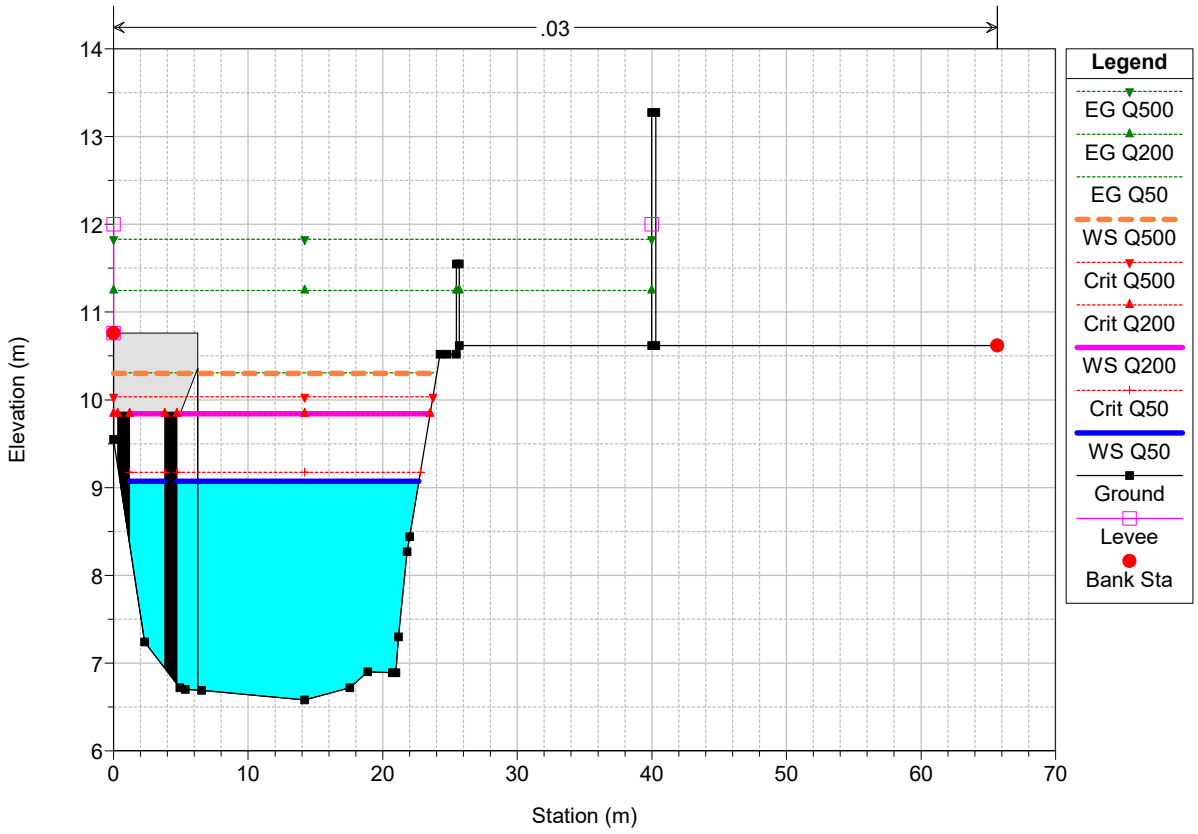
River = Segno Reach = terminale RS = 44



Segno-RIL+strada Plan: Plan 13 31/10/2025

Geom: PFTE_rilievo

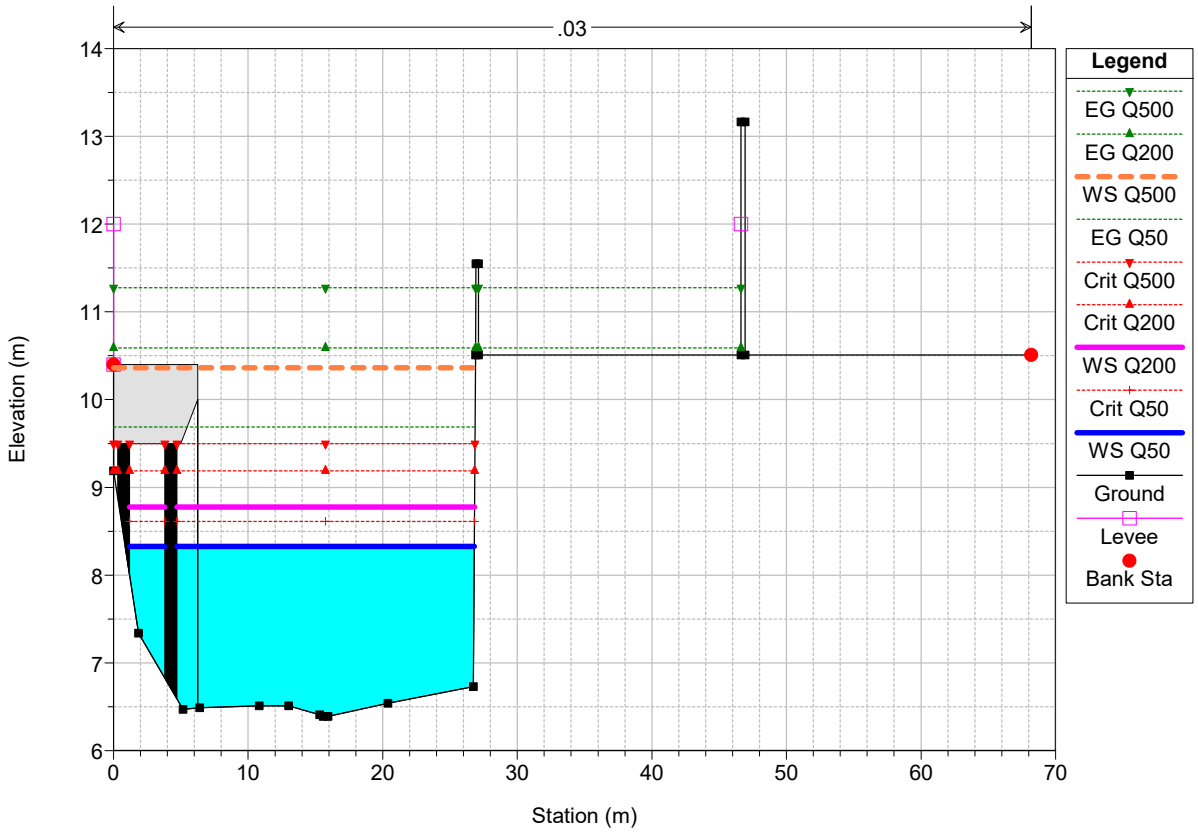
River = Segno Reach = terminale RS = 43



Segno-RIL+strada Plan: Plan 13 31/10/2025

Geom: PFTE_rilievo

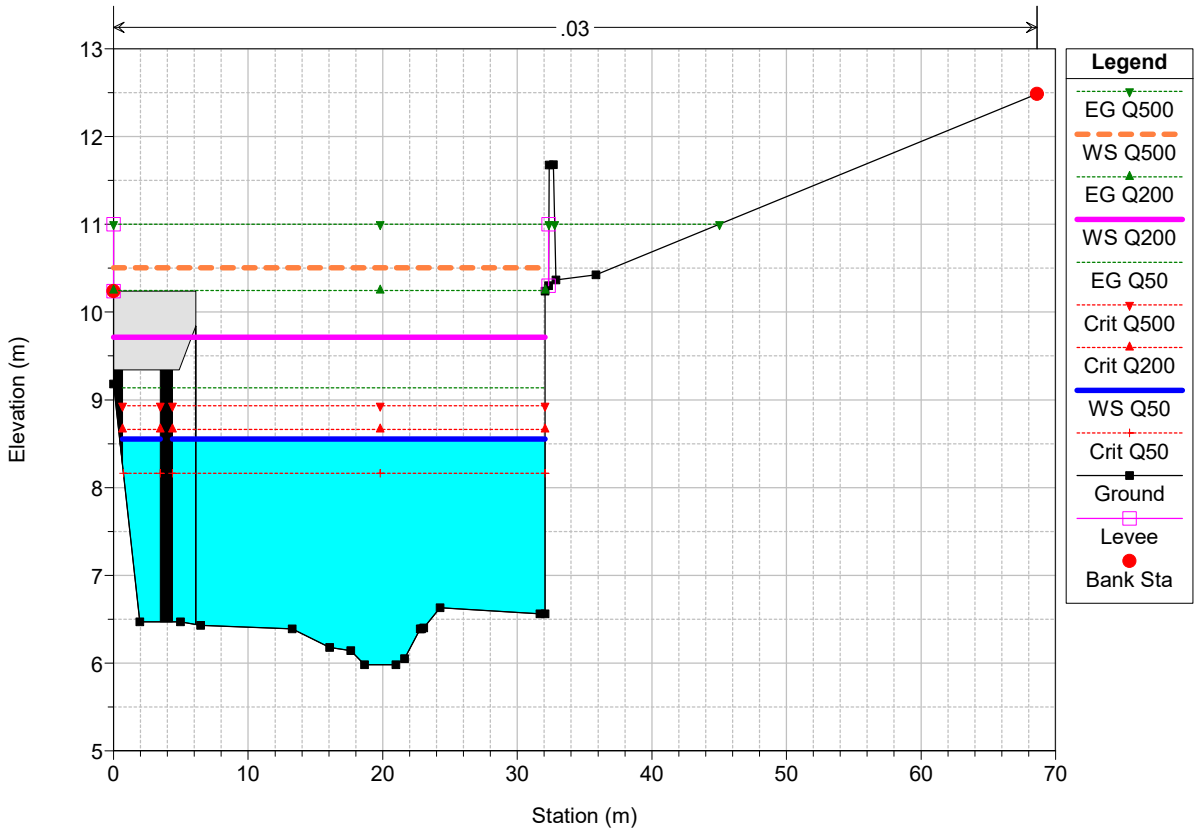
River = Segno Reach = terminale RS = 42



Segno-RIL+strada Plan: Plan 13 31/10/2025

Geom: PFTE_rilievo

River = Segno Reach = terminale RS = 41



4.5.2 Stato di progetto

Corrispondente all'attuale configurazione geometrica dell'alveo e degli attraversamenti, ma con inserita la nuova viabilità in sponda destra, con i nuovi muri di sostegno in corrispondenza del ponte di via Bertola.

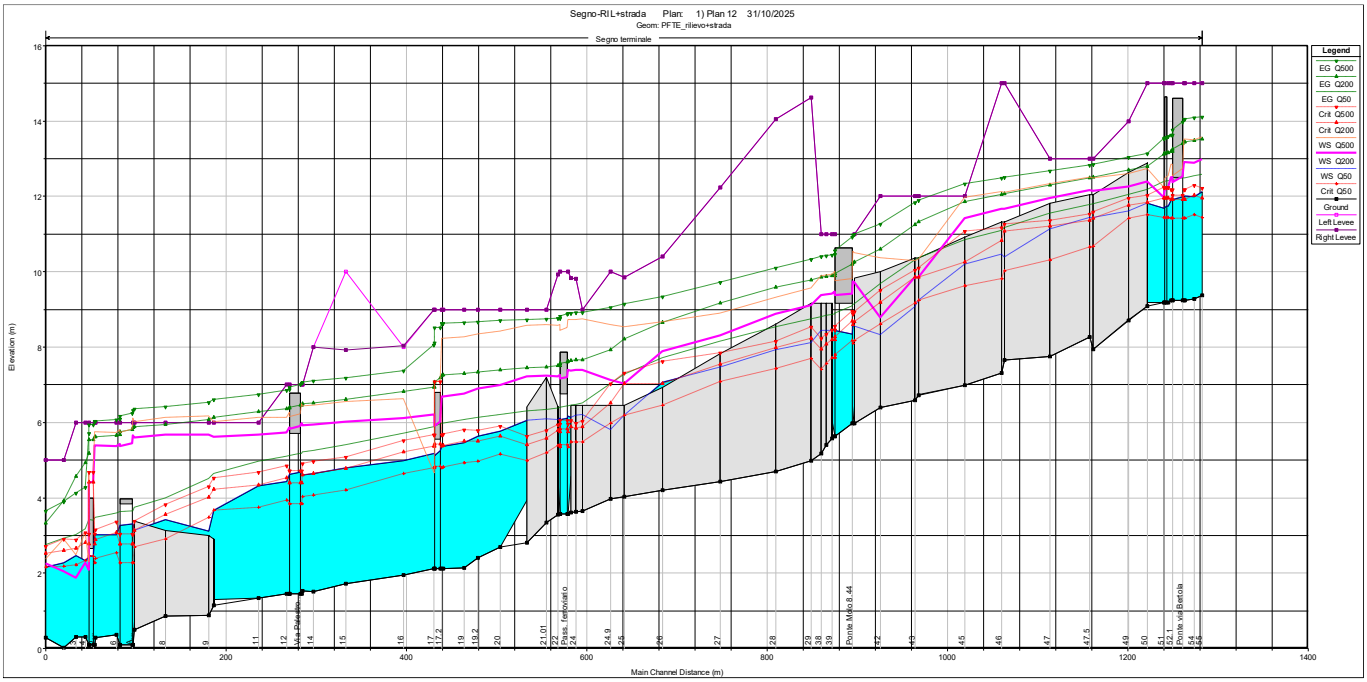
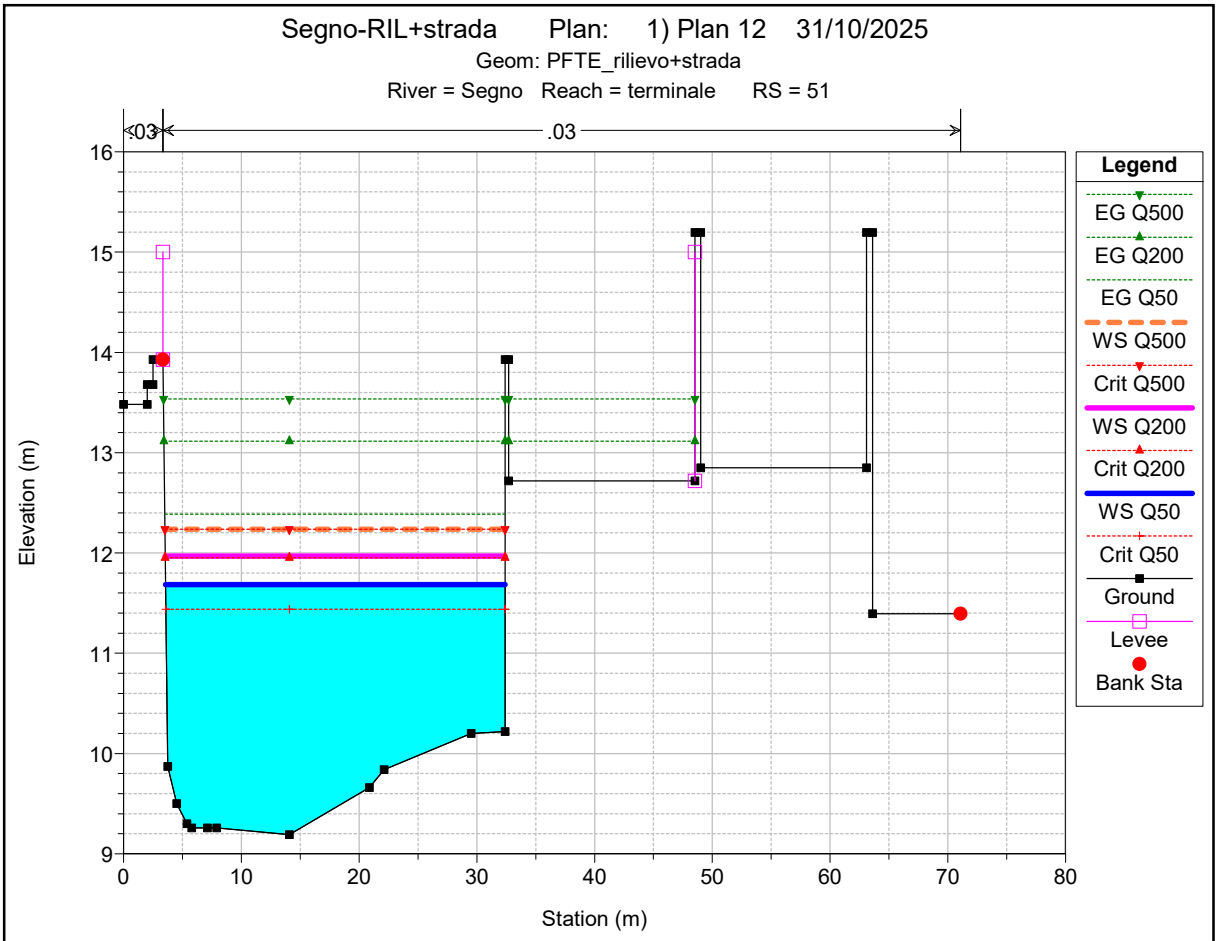
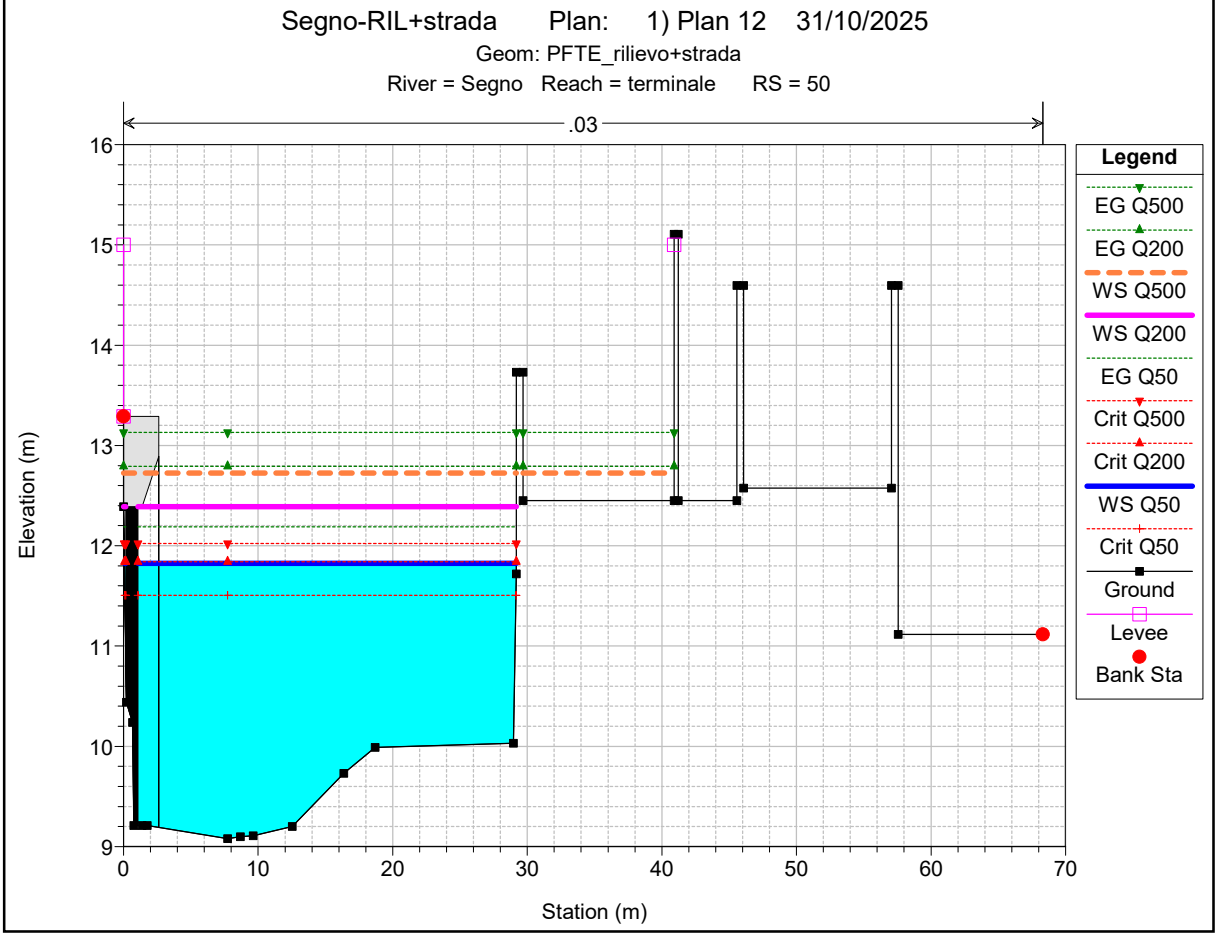


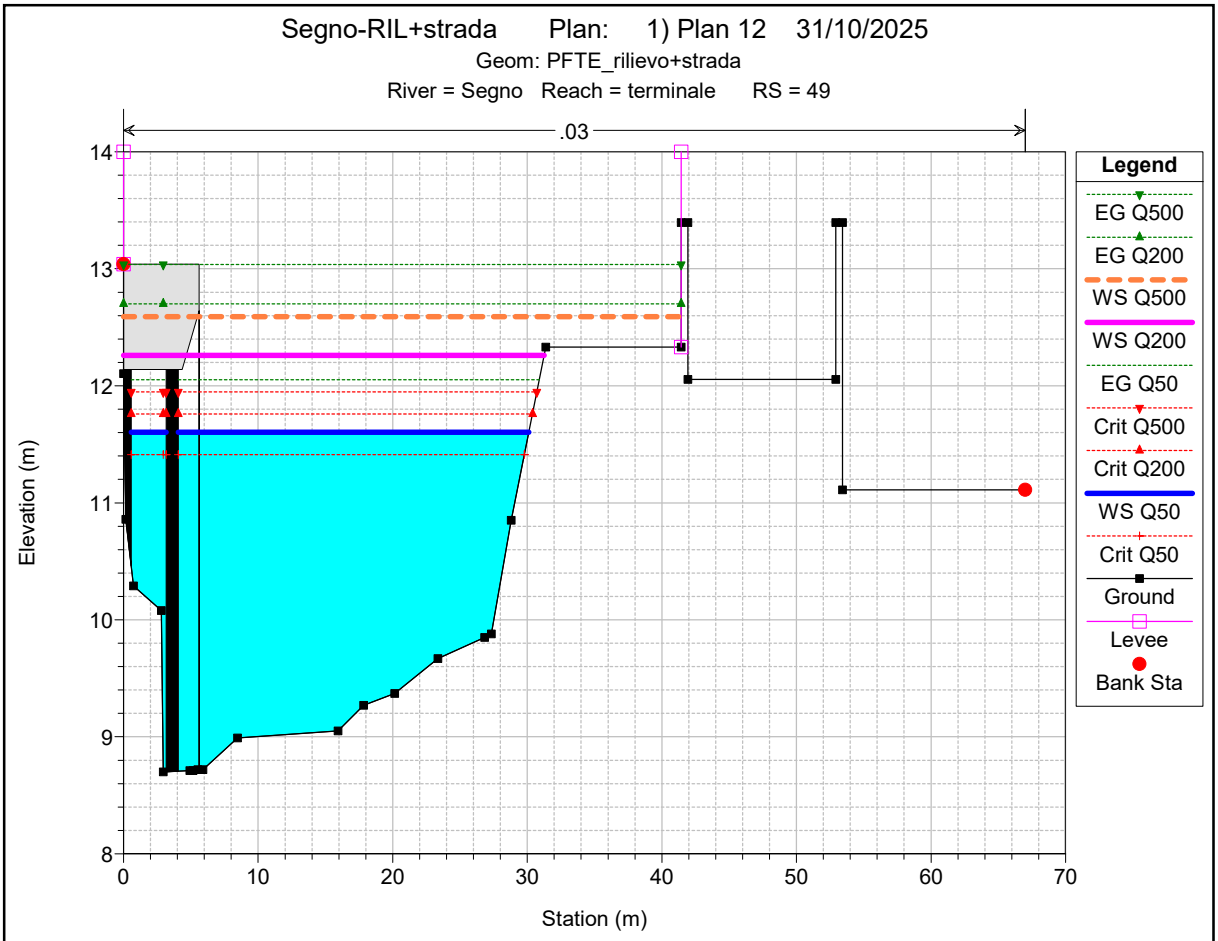
Figura 18 – Profilo idraulico nella configurazione di stato di progetto

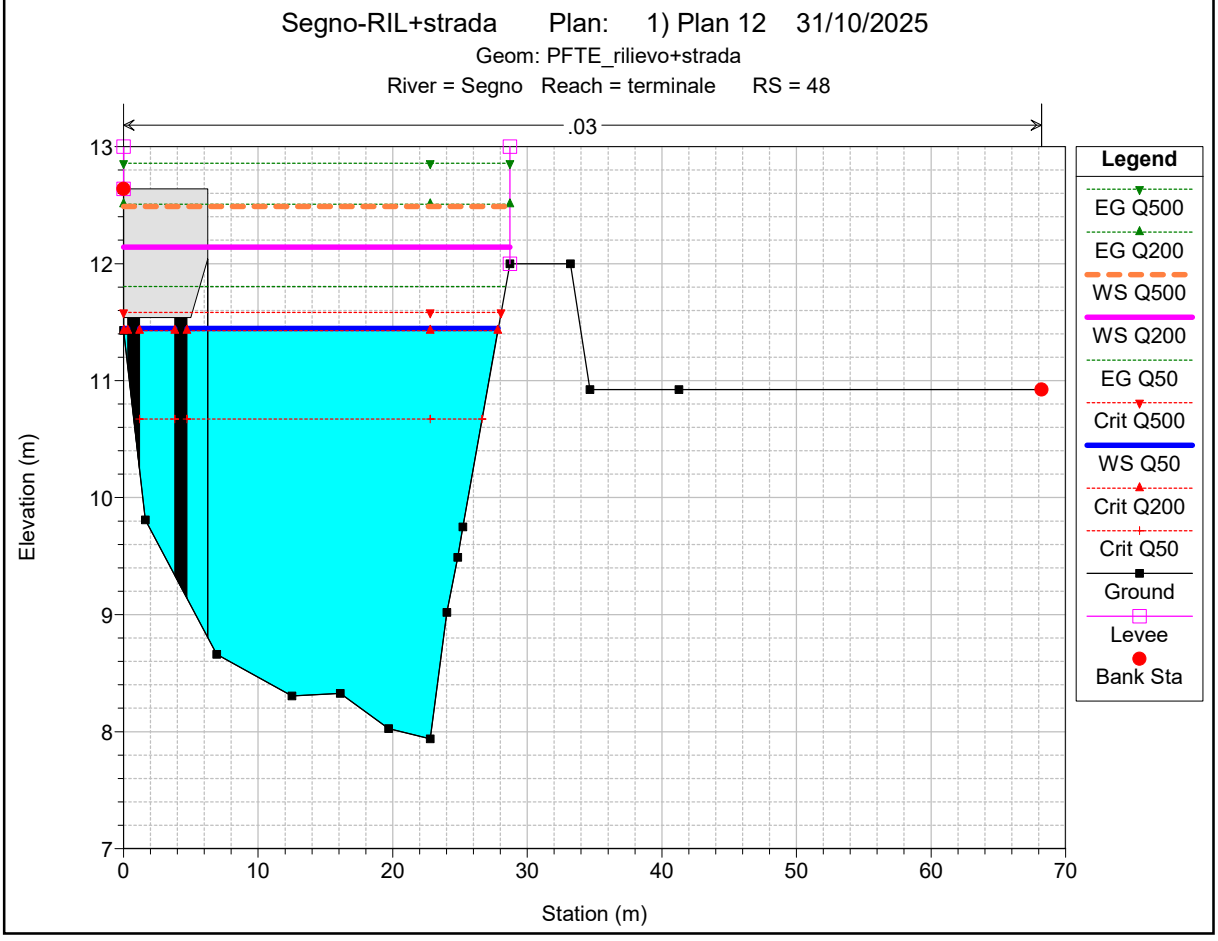
Al fine del presente studio si riportano esclusivamente le sezioni di interesse.

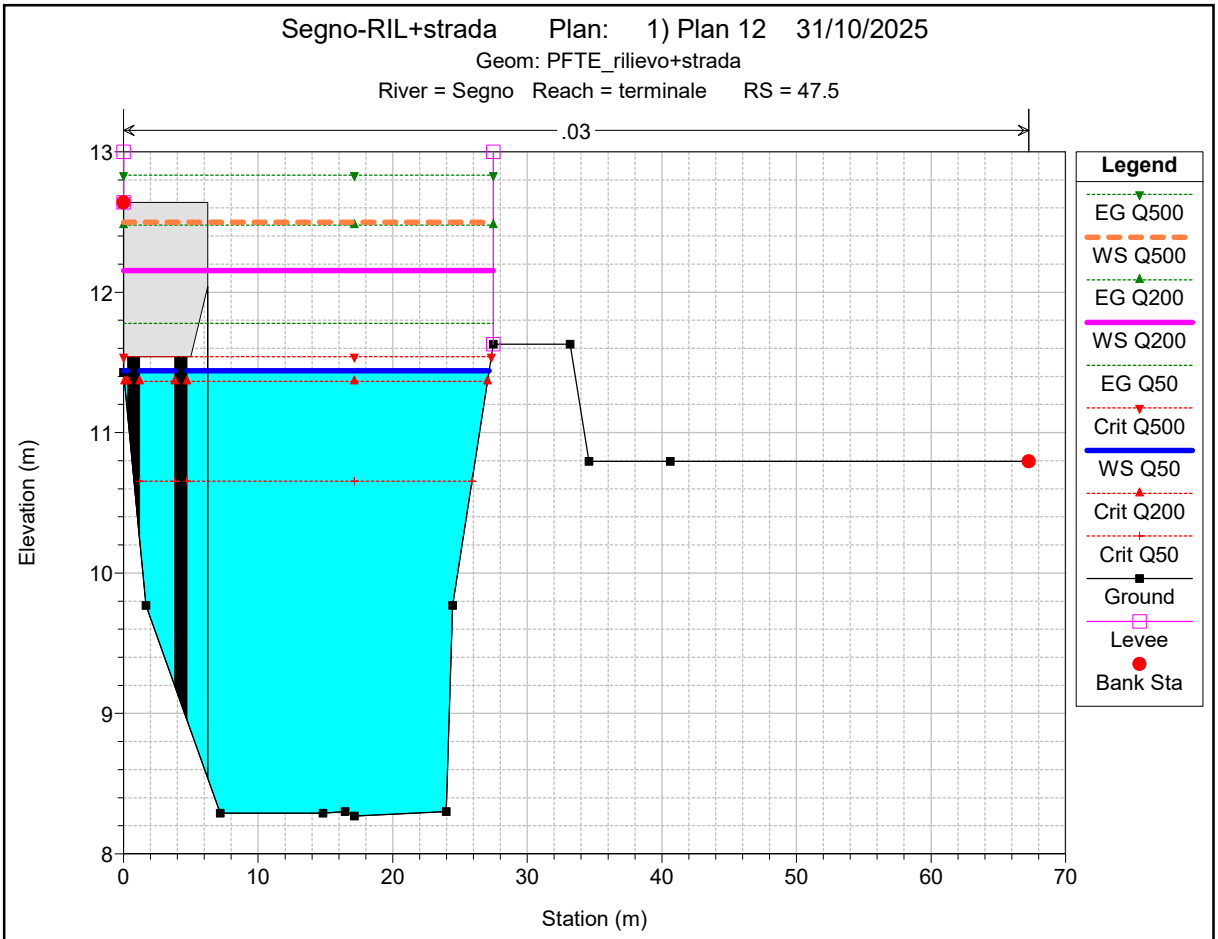
Dal confronto delle sezioni nelle due configurazioni è possibile verificare che la presenza della nuova viabilità in progetto lungo la sponda destra del torrente Segno, oltre a non pregiudicare la possibilità di realizzare l'intervento previsto dal Piano di Bacino non determina alcuna variazione dei tiranti idraulici e quindi non determina alcun aggravio delle condizioni di rischio ad oggi presenti.

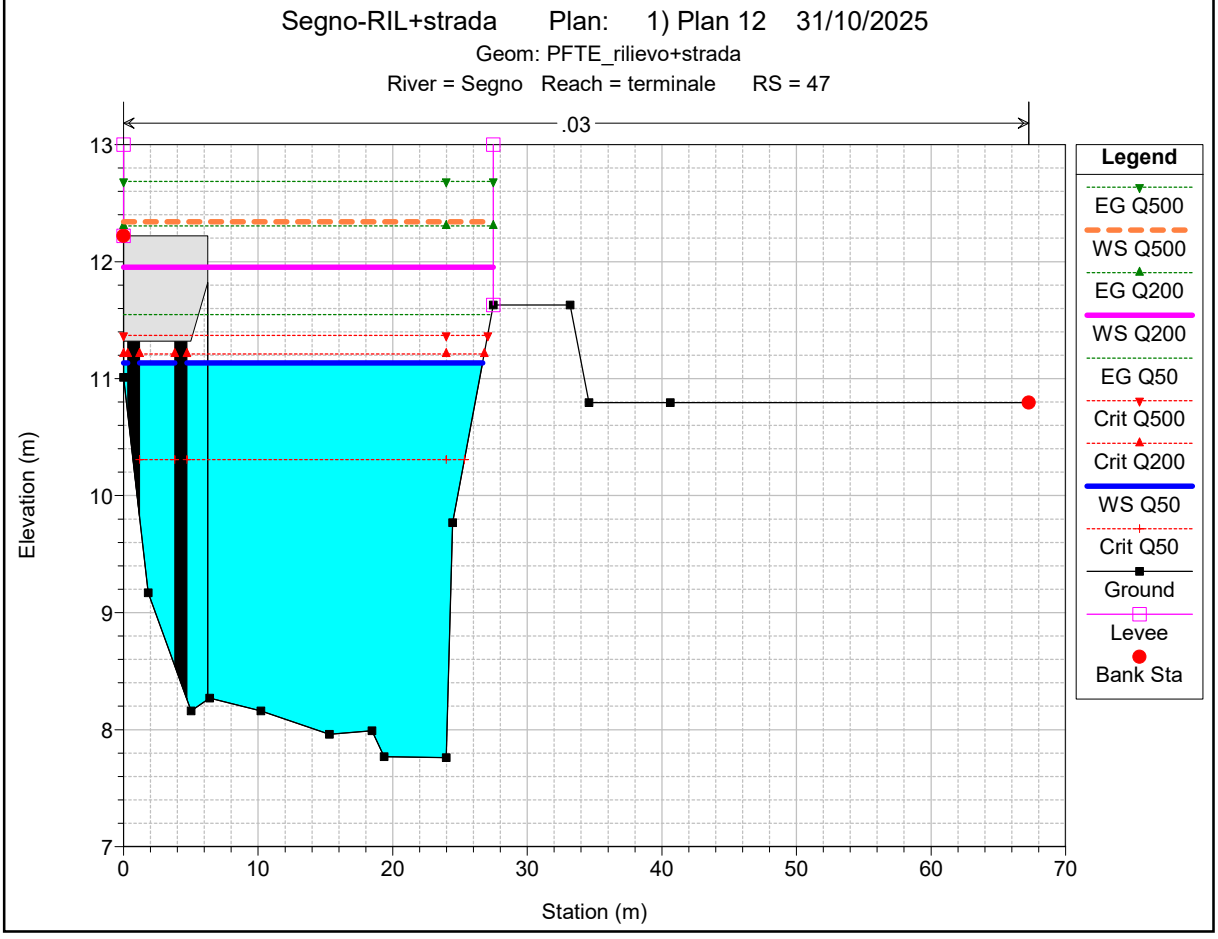

Segno-RIL+strada Plan: 1) Plan 12 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo+strada
River = Segno Reach = terminale RS = 51
.03
.03
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
Crit Q500
WS Q200
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

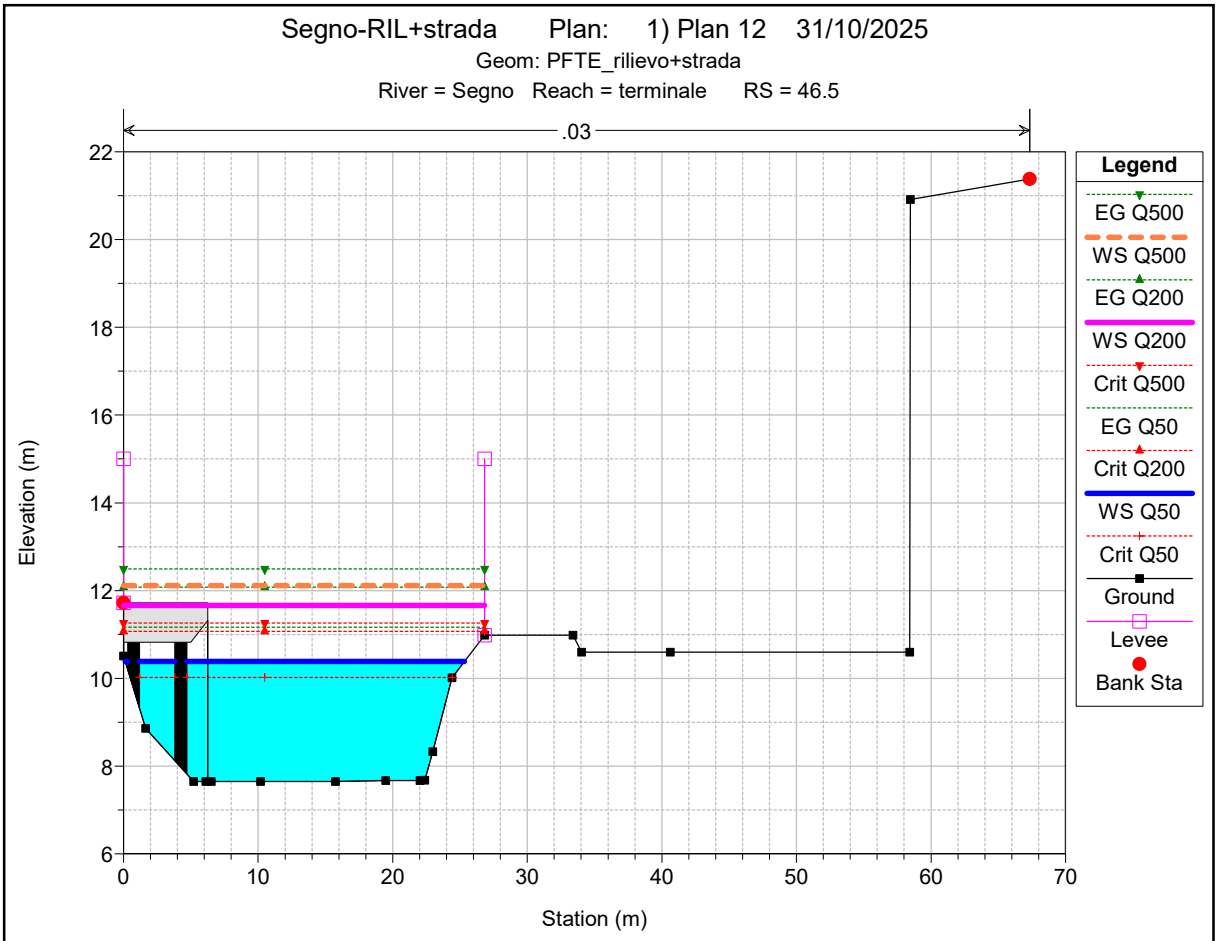

Segno-RIL+strada Plan: 1) Plan 12 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo+strada
River = Segno Reach = terminale RS = 50
.03
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
WS Q200
EG Q50
Crit Q500
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

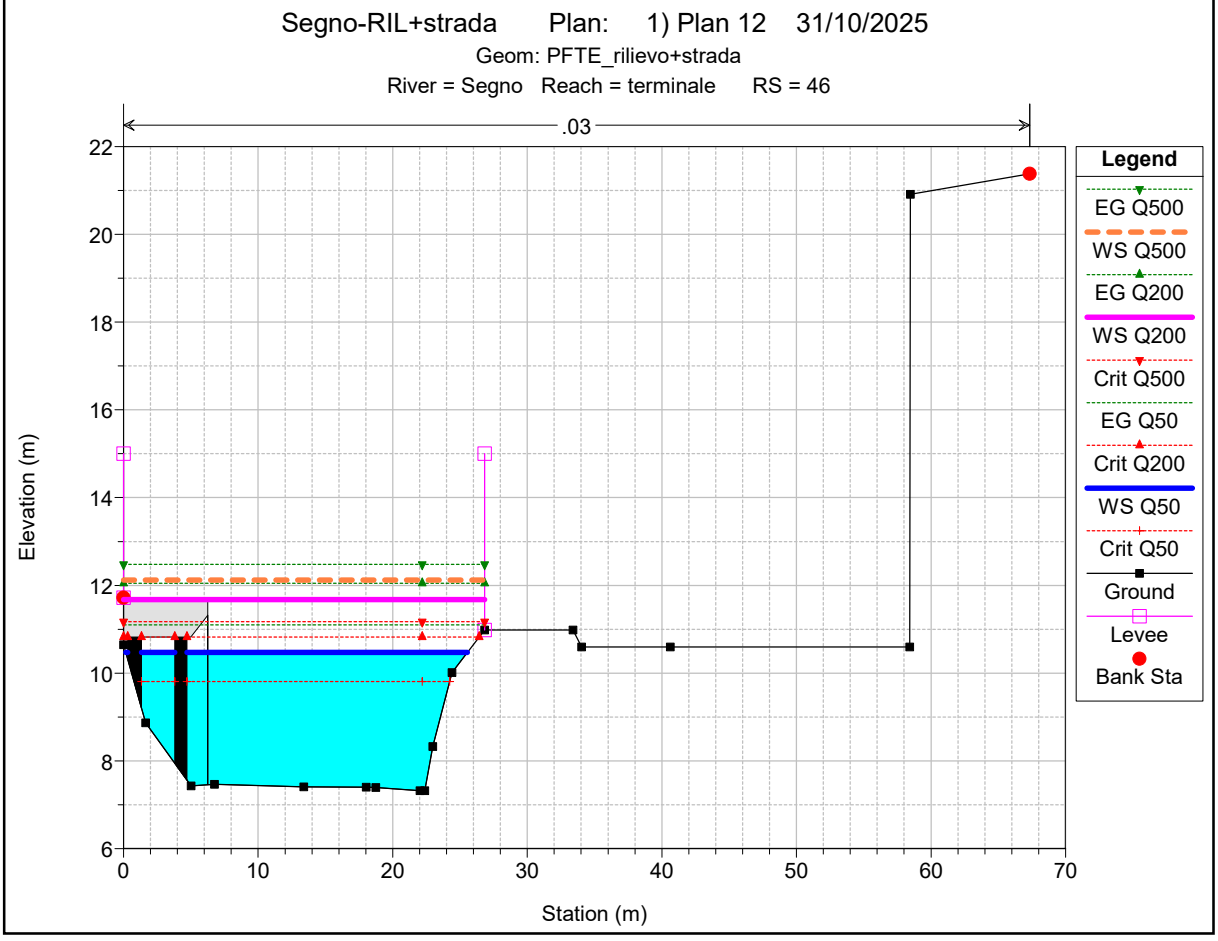

Segno-RIL+strada Plan: 1) Plan 12 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo+strada
River = Segno Reach = terminale RS = 49
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
WS Q200
EG Q50
Crit Q500
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta

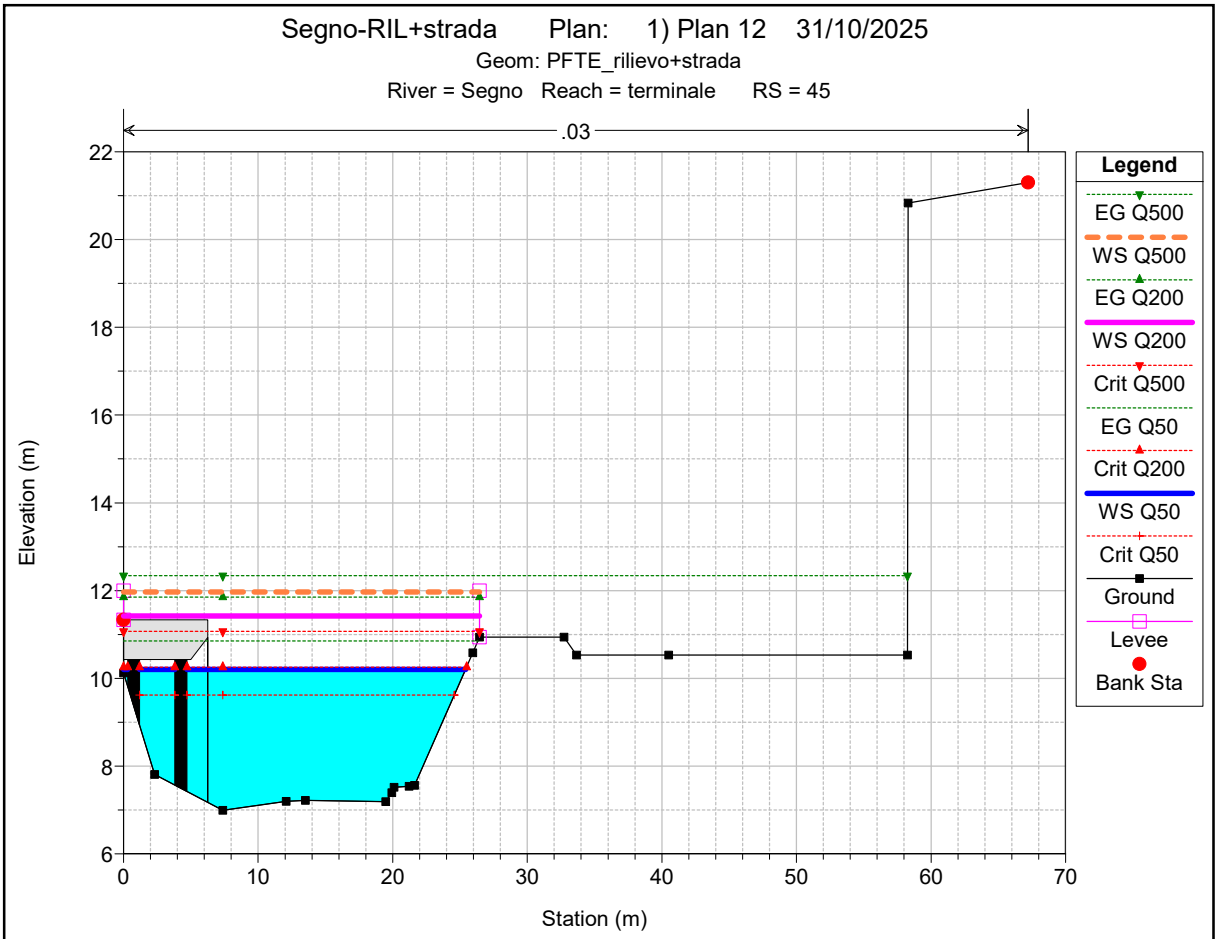

Segno-RIL+strada Plan: 1) Plan 12 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo+strada
River = Segno Reach = terminale RS = 48
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
WS Q500
WS Q200
EG Q50
Crit Q500
WS Q50
Crit Q200
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta

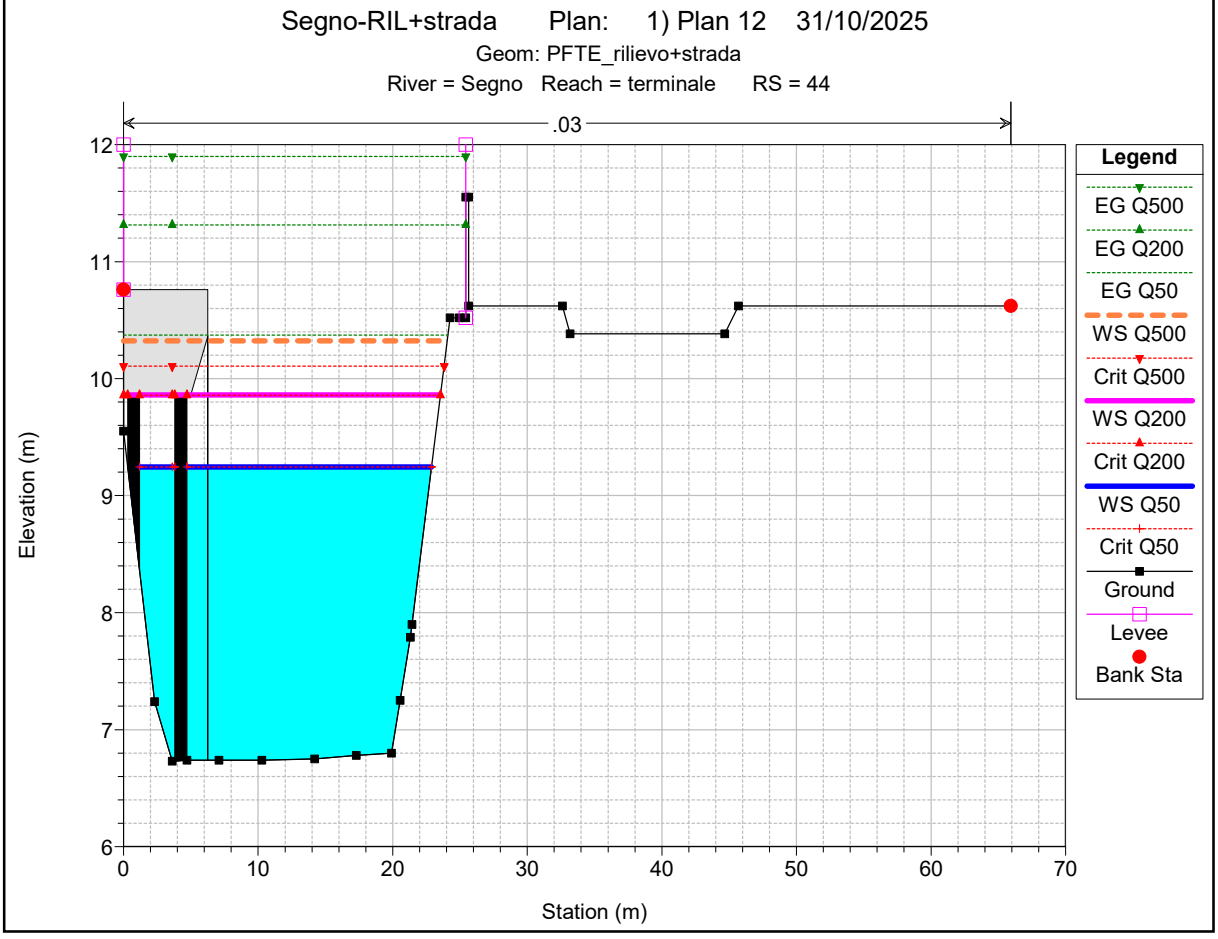

Segno-RIL+strada Plan: 1) Plan 12 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo+strada
River = Segno Reach = terminale RS = 47.5
.03
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
Crit Q500
WS Q50
Crit Q200
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Segno-RIL+strada Plan: 1) Plan 12 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo+strada
River = Segno Reach = terminale RS = 47
.03
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
Crit Q500
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Segno-RIL+strada Plan: 1) Plan 12 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo+strada
River = Segno Reach = terminale RS = 46.5
.03
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
Crit Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22
20
18
16
14
12
10
8
6
0
10
20
30
40
50
60
70


Segno-RIL+strada Plan: 1) Plan 12 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo+strada
River = Segno Reach = terminale RS = 46
.03
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
Crit Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22
20
18
16
14
12
10
8
6
0
10
20
30
40
50
60
70

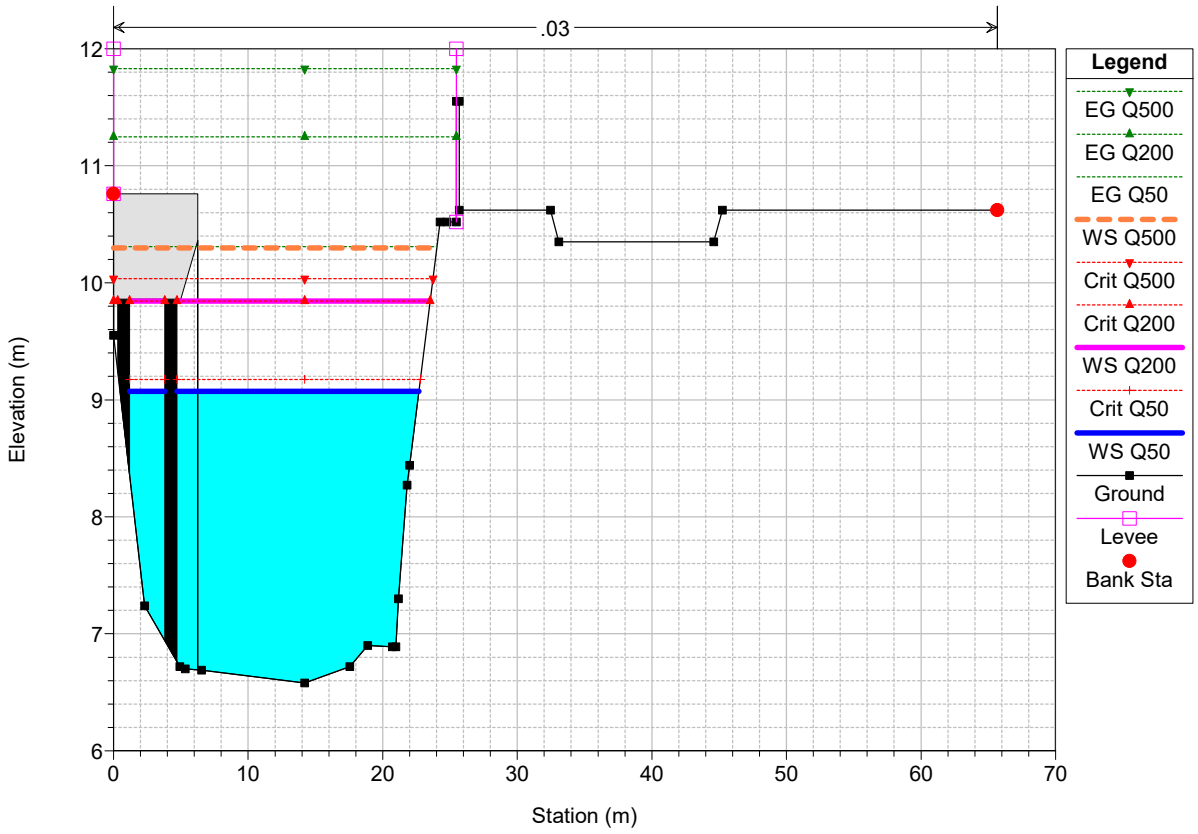

Segno-RIL+strada Plan: 1) Plan 12 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo+strada
River = Segno Reach = terminale RS = 45
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
Crit Q500
EG Q50
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta


Segno-RIL+strada Plan: 1) Plan 12 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo+strada
River = Segno Reach = terminale RS = 44
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q500
EG Q200
EG Q50
WS Q500
Crit Q500
WS Q200
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta

Segno-RIL+strada Plan: 1) Plan 12 31/10/2025

Geom: PFTE_rilievo+strada

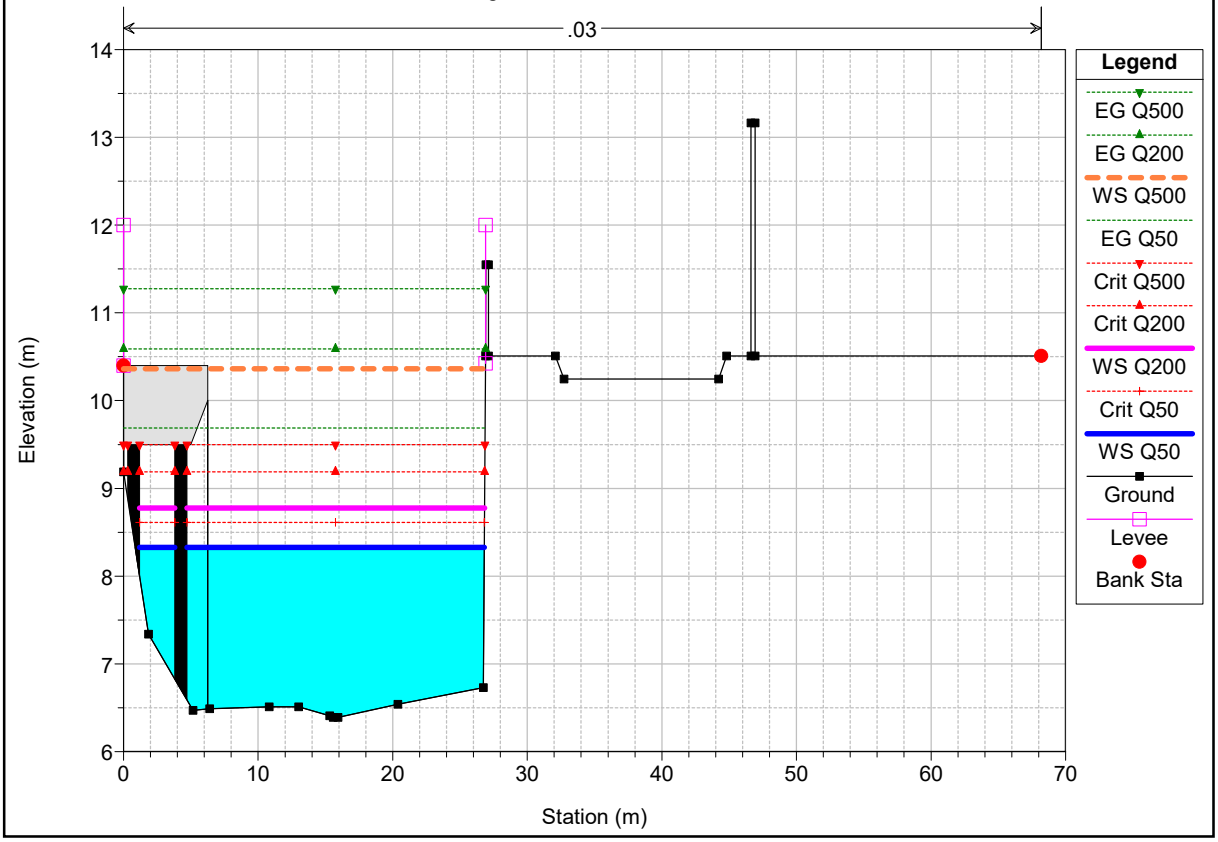
River = Segno Reach = terminale RS = 43

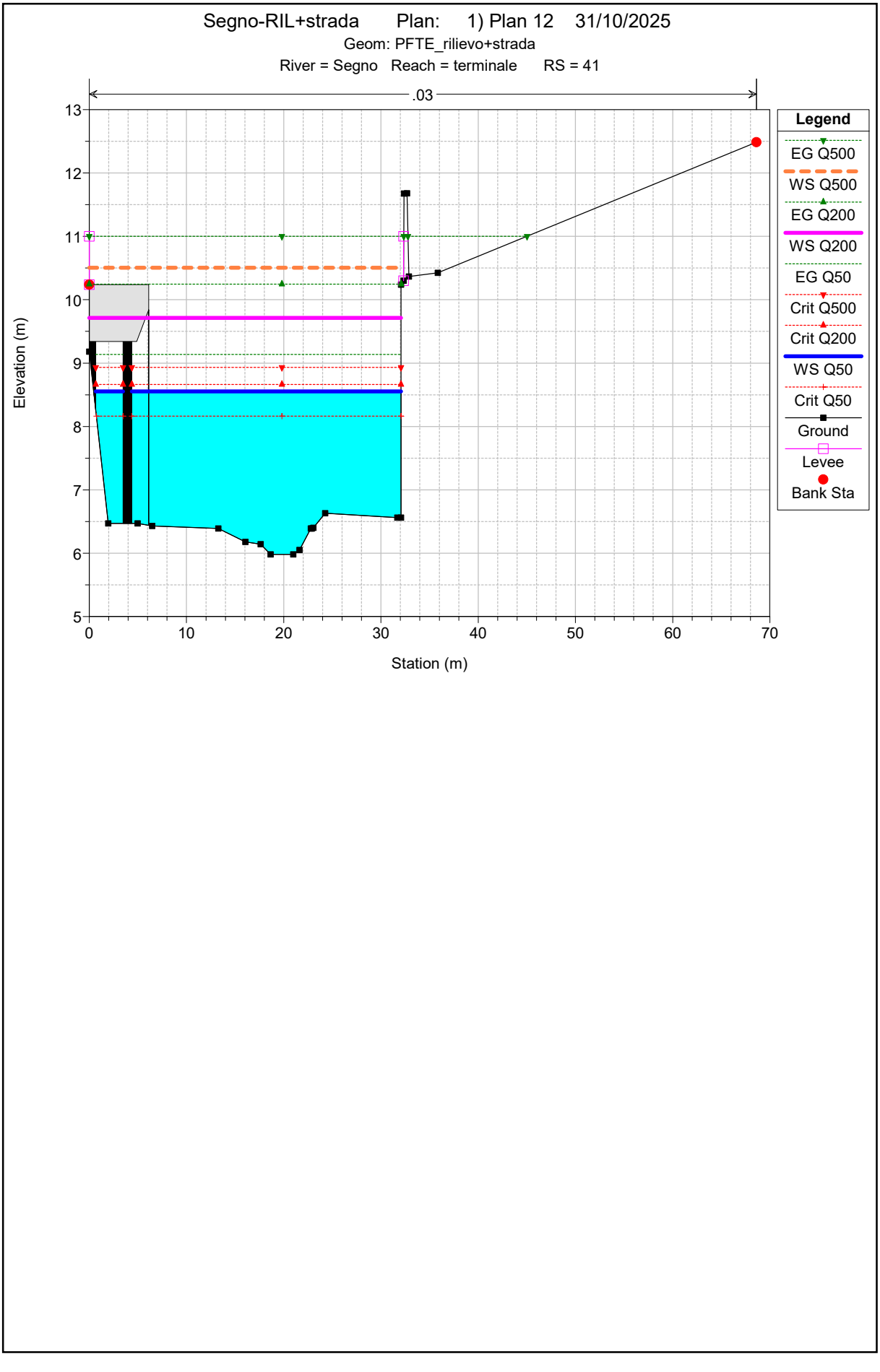


Segno-RIL+strada Plan: 1) Plan 12 31/10/2025

Geom: PFTE_rilievo+strada

River = Segno Reach = terminale RS = 42




Segno-RIL+strada Plan: 1) Plan 12 31/10/2025
Geom: PFTE_rilievo+strada
River = Segno Reach = terminale RS = 41
.03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG Q500
WS Q500
EG Q200
WS Q200
EG Q50
Crit Q500
Crit Q200
WS Q50
Crit Q50
Ground
Levee
Bank Sta

5 CONCLUSIONI

Negli intenti dell'Amministrazione Comunale vi è la volontà di realizzare una nuova bretella stradale in sponda destra del T. Segno a partire dal ponte di via Bertola fino al ponte di via Montegrappa.

Questa nuova viabilità avrà funzione di creare un collegamento all'autostrada alternativo alla galleria Carrara e soprattutto alla direttrice urbana Via Trieste - (Via Montegrappa) - Via Piave - Via Verdi, che consenta di congiungere l'Aurelia/Via Trieste alla rotatoria posta nei pressi della Motorizzazione su cui si innestano l'Aurelia bis, la Strada di Scorrimento e (nel futuro) il nuovo Casello autostradale di Vado Ligure.

L'intervento di realizzazione della bretella è previsto in una zona che il Piano di Bacino del T. Segno indica come fascia di esondabilità "B" e dove è previsto un intervento di riassetto per la messa in sicurezza idraulica del torrente stesso.

Nel documento è stato illustrato che le opere a progetto non pregiudicano la possibilità, una volta compiute, di realizzare l'intervento previsto dal Piano di Bacino.

Infine l'intervento ricade nella fascia di rispetto di inedificabilità assoluta prevista dal R.R. 14/07/2011 n°3, dove però, fatta salva l'Autorizzazione da parte degli uffici della Regione Liguria, è consentita la realizzazione di strade di interesse pubblico.

Su richiesta dei competenti Uffici della Regione Liguria, è stato predisposto uno studio idraulico di dettaglio svolto a livello locale per un tratto idraulicamente significativo anche in considerazione della variabilità delle sezioni idrauliche del Torrente Segno nel tratto di interesse, facendo ricorso al codice di calcolo HECRAS, elaborato dall'U.S. Army Corps of Engineers, che trova ampie e soddisfacenti applicazioni in campo internazionale.

Utilizzando i valori di portata determinati sulla base delle indicazioni contenute nel Piano di Bacino, sono state eseguite alcune simulazioni del deflusso in regime permanente al fine di verificare che l'intervento a progetto non determina un aggravio delle condizioni di rischio.

A conclusione delle analisi svolte si può affermare che l'intervento di realizzazione di una nuova viabilità in sponda destra del torrente Segno dall'attuale ponte di via Bertola fino alla connessione con la nuova via Trieste non presenta controindicazioni sotto il profilo idraulico, ma occorrerà ottenere in Conferenza dei Servizi l'Autorizzazione da parte degli Uffici competenti della Regione.

Savona 23/10/2025

Il progettista

Ing. Marco Goso

_____