



Comune di Ussassai
Provincia di Nuoro
Regione Sardegna



OPERE DI CONSOLIDAMENTO NEL CENTRO ABITATO DI USSASSAI
CUP: D16B20000980002 - CIG: 83154530E6

PROGETTO DEFINITIVO - Lotto 1

3 - STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

RELAZIONE IDRAULICA

SRIA
s.r.l.
STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

VIA ROSOLINO PILO N. 11 - 10143 - TORINO
VIA IS GIULIAS N. 178 - 09122 - CAGLIARI
TEL. +39 011 43 77 242
studiorosso@legalmail.it
info@sria.it
www.sria.it



DESCRIZIONE	EMISSIONE
DATA	GIU/2022
COD. LAVORO	445/SR
TIPOL. LAVORO	D
SETTORE	G
N. ATTIVITA'	03
TIPOL. ELAB.	RI
TIPOL. DOC.	E
ID ELABORATO	02
VERSIONE	0

REDATTO

ing. Luca AGAGLIADE

CONTROLLATO

ing. Fabio AMBROGIO

APPROVATO

ing. Luca DEMURTAS

ELABORATO

D.3.2



INDICE

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
2.1 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO	4
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
4. STUDI IDRAULICI ESISTENTI	13
4.1 STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA (ART. 8 C. 2 DELLE NTA DEL PAI) DEL TERRITORIO COMUNALE DI USSASSAI	13
4.1.1 <i>Bacini idrografici e portate di piena</i>	14
4.1.1.1 Riu Fonte S'Impresa	14
4.1.1.2 Riu Sa Pira.....	16
4.1.1.3 Riu Nestasi.....	17
4.1.1.4 Località Su Lagarci	18
4.1.2 <i>Modellazione idraulica monodimensionale e risultati ottenuti.....</i>	19
5. PROGETTO E VERIFICA DELLA RETE DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI VERSANTE E DI PIATTAFORMA.....	23
5.1 SINTESI IDROLOGICA: PORTATE DI PROGETTO AL COLMO DI PIENA.....	23
5.2 VERIFICHE IDRAULICHE DEL DEFLUSSO IN MOTO UNIFORME.....	27
5.3 BACINO 2 – INT. A – RACCOLTA E CONVOGLIAMENTO ACQUE SINO AL RIU FONTE S'IMPRESA.....	28
5.1 BACINO 3 – INT. B – RACCOLTA E CONVOGLIAMENTO ACQUE SINO AL RIU SA PIRA.....	31
5.1 BACINO 4 E 5 – INT. C – RACCOLTA E CONVOGLIAMENTO ACQUE SINO AL RIU NESTASI	32
6. VERIFICHE IDRAULICHE RIU NESTASI	36
6.1 STATO DI FATTO	36
6.2 STATO DI PROGETTO	38
6.2.1 <i>Metodologia di calcolo</i>	40
6.2.1.1 Scenari simulati	40
6.2.1.2 Geometria di calcolo	40
6.2.1.3 Parametri di scabrezza	40
6.2.1.4 Condizioni al contorno	40
6.2.2 <i>Risultati delle simulazioni idrauliche – Riu Nestasi.....</i>	41
6.2.2.1 TRATTO 1: Canale aperto in malta e pietrame	42
6.2.2.2 Nuovo attraversamento S.S. 198 scatolare in c.a. 1,5 x 2,0 m	44
6.2.2.1 TRATTO 2: Canale aperto in malta e pietrame	46
6.2.2.1 Nuovo tratto interrato scatolare in c.a. 1,5 x 2,0 m	48
6.2.2.1 TRATTO 3: Canale aperto in malta e pietrame	50
6.2.2.1 Attraversamento esistente a valle del campo sportivo.....	52
7. VARIAZIONE DELLE AREE DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA ALLA LUCE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO.....	54
8. ANALISI DEI RECETTORI FINALI	56
8.1 DELIMITAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI	57
8.2 CONSIDERAZIONI IDRAULICHE	58

ALLEGATI

ALLEGATO 1 – Risultati delle simulazioni idrauliche per il Riu Nestasi – STATO DI PROGETTO



1. PREMESSA

La presente relazione idraulica è parte integrante dello Studio di Compatibilità Idraulica relativa al Lotto 1 del Progetto Definitivo attualmente coperto da finanziamento commissionato agli scriventi dal Comune di Ussassai per gli interventi denominati “*Opere di consolidamento nel centro abitato di Ussassai*”. Gli interventi in progetto riguardano la realizzazione di opere di drenaggio, regimazione superficiale e opere strutturali funzionali alla mitigazione del rischio idraulico del centro abitato del paese.

La viabilità interessata dagli interventi tra cui è presente la SS189 e alcune strade comunali di minore importanza allo stato di fatto risulta sprovvista di efficaci opere di collettamento delle acque di versante. Solo lungo una minima parte dello sviluppo stradale sono presenti cunette alla francese che consentono la raccolta e lo smaltimento delle acque di versante e di piattaforma. Pertanto in occasione di eventi meteorici anche ordinari, le opere di collettamento esistenti non consentono il drenaggio efficace delle acque meteoriche causando allagamenti superficiali lungo la viabilità urbana di Ussassai. Nell’ambito della presente progettazione vengono proposti interventi volti a mitigare tali fenomeni.

L’elaborato si articola, dopo un breve inquadramento geografico ed idrografico, con l’assimilazione degli studi idraulici effettuati sul territorio comunale di Ussassai (in base a quanto previsto da art. 8 c. 2 delle N.A. del P.A.I.).

Successivamente di riprendono le portate di progetto calcolate nell’Elaborato D.3.1 – Relazione idrologica, per tempi di ritorno di 10, 20, 50, 100 e 200 anni.

Si riportano quindi i risultati del dimensionamento delle opere idrauliche in progetto sia per quanto concerne la posa delle tubazioni di collettamento lungo la S.S. 198 sia per quanto concerne la realizzazione del nuovo canale a cielo aperto in affiancamento al tratto tombato del Riu Nestasi esistente.



2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area d'interesse per il presente studio è localizzata nel territorio comunale di Ussassai, in provincia di Nuoro, comune che si estende per 47 km² con un dislivello massimo di 796 m tra il punto più elevato rappresentato dai 1.112 m di Punta Giuannantoni e quello più depresso costituito dai 316 m di S'Isca 'e sa Pira.



Figura 1 – Abitato del Comune di Ussassai

Con meno di 600 abitanti, Ussassai è il borgo più piccolo della **Barbagia di Seulo**, nonché il suo centro più orientale, alle porte dell'**Ogliastra**, sulla statale 198 che collega Seui a Lanusei.

Gli interventi di progetto riguarderanno la realizzazione di opere di regimazione e smaltimento delle acque meteoriche che interessano i versanti e le piattaforme stradali della viabilità comunale e della SP198 (Figura 2).

Si rimanda ai paragrafi successivi per i dovuti approfondimenti.



Figura 2 – Inquadramento territoriale degli interventi in progetto



2.1 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

Il reticolo idrografico interessato dagli interventi di progetto ricade nel tratto montano del bacino del rio San Girolamo, sub bacino del Flumendosa. In questo tratto il bacino è caratterizzato da forti pendenze e profonde valli, la cui direzione è strettamente condizionata dall'assetto tettonico del territorio, e secondariamente dalla diversa erodibilità e permeabilità dei litotipi affioranti. La valle del rio San Girolamo è impostata sul complesso metamorfico paleozoico, su una linea di faglia avente direzione N-S e NNO-SSE, e mostra in generale un andamento meandriforme, con locali scalzamenti delle sponde e sinuosità nel suo percorso.

Le aste tributarie e i corsi d'acqua minori presentano uno schema di tipo dendritico, e si sviluppano su litologie prettamente impermeabili, a limitata acclività e omogenee. Presentano un regime tipicamente torrentizio, con piene improvvise e di breve durata, deflusso superficiale nullo per la maggior parte del periodo dell'anno, ma con piene importanti in corrispondenza di precipitazioni intense, in quanto l'impermeabilità del substrato determina valori alti dei coefficienti di deflusso.

Le acque di ruscellamento superficiale prima di essere intercettate dalle linee di drenaggio svolgono un ruolo importante nella dinamica dei versanti. Le condizioni climatiche, l'elevata pendenza dei versanti, la degradazione della vegetazione e il modellamento antropico dei versanti operato per ricavare aree coltivabili, favoriscono l'erosione del suolo da parte delle acque superficiali con trasporto e movimentazione a valle dei depositi detritici sciolti, e continuo arretramento dei rilievi.

Si riporta in Figura 3 la rete idrografica principale e secondaria: l'idrografia principale è costituita dal Riu Laccasei che si sviluppa da Ovest verso Est per poi confluire, a valle dell'abitato di Ussassai, nel Rio San Girolamo.

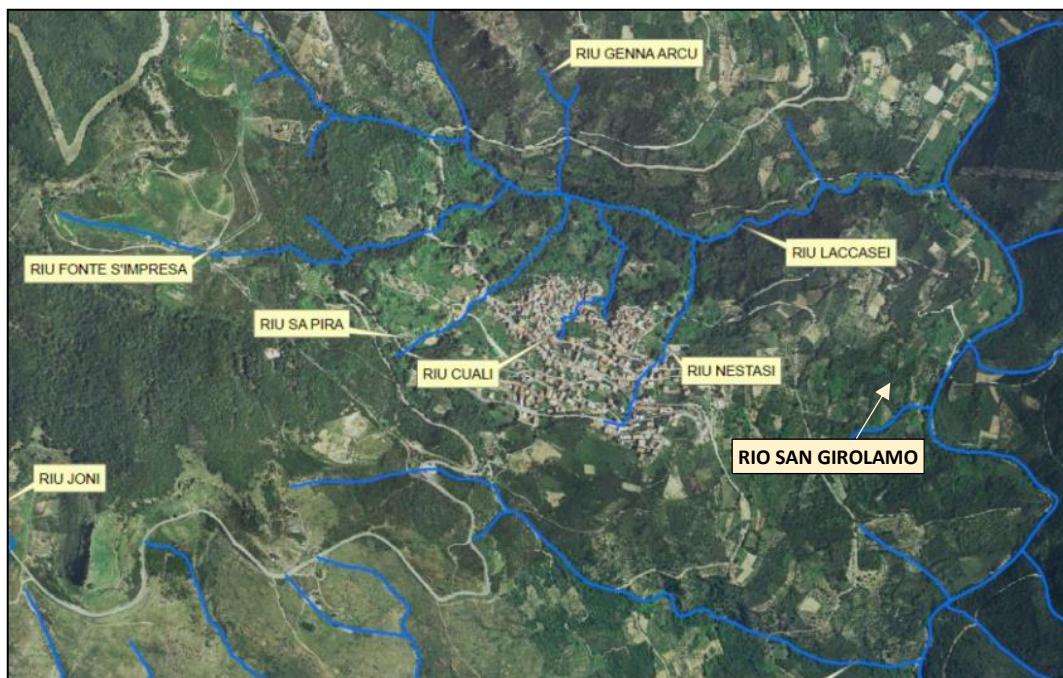


Figura 3 – Reticolo idrografico principale e secondario nell'area oggetto di analisi
(Fonte: Piano di protezione civile - Applicazione per il rischio idraulico – Relazione di piano)



Il Riu San Girolamo, conosciuto anche con il nome *Flumineddu*, è il corso d'acqua principale dell'area in esame. Nasce alle pendici dei Monti del Gennargentu, in prossimità della punta Perde 'e Liana in agro di Gairo e mantiene, lungo tutti i suoi 60 km di lunghezza, uno sviluppo pressoché lineare da nord verso sud. Attraversa i territori di Gairo, Ussassai, Seui, Ullassai, Perdasdefogu, Escalaplano ed infine Ballao, dove, in prossimità del centro abitato, confluisce nel Flumendosa, del quale, il Riu San Girolamo è il principale affluente.

Gli interventi in progetto interessano impluvi minori ubicati sul versante meridionale che però confluiscono nel Riu Laccasei e nel Rio San Girolamo.

I corsi d'acqua interessati dal presente progetto, ad eccezione del Riu Fonte S'impresa, sono rii che hanno subito una forte artificializzazione all'interno del centro abitato di Ussassai risultando per ampi tratti anche intubati. Dopo aver superato il centro abitato di Ussassai i rii recuperano le caratteristiche idrografiche naturali. Nello specifico, i corsi d'acqua d'interesse per la presente progettazione sono i seguenti:

- Riu Fonte S'Impresa: tale impluvio non presenta particolari antropizzazioni lungo il suo percorso. Si segnala unicamente la presenza di un manufatto di attraversamento in corrispondenza dell'intersezione con la S.S. 198, ubicato poco a monte della confluenza con il Riu Laccasei e il suo interessamento durante l'evento meteorico denominato "Cleopatra";
- Riu Sa Pira: il rio nasce a monte della S.S. 198 e risulta completamente tombato per tutto il suo tratto urbano. Si segnala la presenza lungo il suo percorso della scuola di via Europa realizzata in posizione centrale rispetto l'impluvio. Per questo motivo, il Riu Sa Pira, risulta tombato immediatamente a monte del complesso scolastico (Figura 4). In pieno centro abitato, a valle dell'intersezione con la S.S. 198, termina il tratto tombato del Riu Sa Pira, recuperando pertanto le caratteristiche di corso d'acqua a cielo aperto, per poi confluire nel Riu Laccasei poco più a valle;



Figura 4 – Immissione del tratto tombato del Riu Sa Pira, a monte della scuola di via Europa

- Riu Nestasi: Il rio nasce in corrispondenza dell'incrocio tra via Grazia Deledda e via Nazionale (Figura 5) e risulta completamente tombato per tutto il suo tratto urbano. Dopo un percorso di circa 60 m segue il



tracciato della scalinata di via Machiavelli. Successivamente attraversa nuovamente via Nazionale e passa al di sotto della scalinata di collegamento a via Don Bosco. Solo a questo punto, attraversati ancora alcuni fabbricati, torna a cielo aperto e si immette nel rio Laccasei (cfr. Figura 6).



Figura 5 – Imbocco sistema Riu Nestasi



Figura 6 – Tratto tombato nei pressi del campo sportivo di Ussassai (Riu Nestasi)



3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Con decreto ministeriale 17 gennaio 2018, pubblicato nella G.U.R.I. il 20 febbraio 2018, n. 8, è stato approvato l'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni", testo normativo che raccoglie in forma unitaria le norme che disciplinano la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire, per stabiliti livelli di sicurezza, la pubblica incolumità. Per quanto riguarda la compatibilità idraulica dei ponti, al §5.1.2.3 delle norme è scritto:

- L'ampiezza e l'approfondimento dello studio e delle indagini che ne costituiscono la base devono essere commisurati all'importanza del problema e al livello di progettazione. Deve in ogni caso essere definita una piena di progetto caratterizzata da un tempo di ritorno Tr pari a 200 anni (Tr=200).
- Il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati la sezione del corso d'acqua interessata dalla piena di progetto e, se arginata, i corpi arginali.
- Qualora fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce netta minima tra pile contigue, o fra pila e spalla del ponte, non deve essere inferiore a 40 m misurati ortogonalmente al filone principale della corrente. Per i ponti esistenti, eventualmente interessati da luci nette di misura inferiore, è ammesso l'allargamento della piattaforma, a patto che questo non comporti modifiche dimensionali delle pile, delle spalle o della pianta delle fondazioni di queste, e nel rispetto del franco idraulico come nel seguito precisato. In tutti gli altri casi deve essere richiesta l'autorizzazione all'Autorità competente, che si esprime previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
- Nel caso di pile e/o spalle in alveo, cura particolare è da dedicare al problema delle escavazioni in corrispondenza delle fondazioni e alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle tenuto anche conto del materiale galleggiante che il corso d'acqua può trasportare. In tali situazioni, una stima anche speditiva dello scalzamento è da sviluppare fin dai primi livelli di progettazione.
- Il franco idraulico, definito come la distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l'intradosso delle strutture, è da assumersi non inferiore a 1,50 m, e comunque dovrà essere scelto tenendo conto di considerazioni e previsioni sul trasporto solido di fondo e sul trasporto di materiale galleggiante, garantendo una adeguata distanza fra l'intradosso delle strutture e il fondo alveo. Quando l'intradosso delle strutture non sia costituito da un'unica linea orizzontale tra gli appoggi, il franco idraulico deve essere assicurato per una ampiezza centrale di 2/3 della luce, e comunque non inferiore a 40 m.

Con circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 21 gennaio 2019, n. 7C.S.LL.PP. recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018." pubblicata sulla G.U.R.I. Serie Generale n.35 del 11 febbraio 2019 con particolare riferimento al paragrafo C5.1.2.3 "Compatibilità idraulica per i ponti stradali e per i ponti ferroviari", si legge:

- S'intende per alveo la sezione occupata dal deflusso della portata di piena di progetto. Quest'ultima è a sua volta caratterizzata da un tempo di ritorno pari a TR = 200 anni;



- Gli elementi del ponte, quali le opere strutturali, di difesa ed accessorie, quando interessino l'alveo di un corso d'acqua, fanno parte di un progetto unitario corredata dallo studio di compatibilità idraulica di cui al punto 5.1.2.3 delle NTC. Il progetto sarà impostato tenendo in considerazione la necessità di garantire l'accesso per il ripristino dell'officiosità idraulica degli attraversamenti parzialmente o totalmente intasati dai detriti durante gli eventi di piena.
- Quando, per caratteristiche del territorio e del corso d'acqua, si possa verificare nella sezione oggetto dell'attraversamento il transito di tronchi di rilevanti dimensioni, in aggiunta alla prescrizione di un franco normale minimo di 1,50 m, è da raccomandare che il dislivello tra fondo e sottotrave sia indicativamente non inferiore a $6\div 7$ m. Nel caso di corsi di acqua arginati, la quota di sottotrave sarà comunque non inferiore alla quota della sommità arginale per l'intera luce. Per tutti gli attraversamenti è opportuno sia garantito il transito dei mezzi di manutenzione delle sponde e/o delle arginature;
- Per i ponti esistenti sono ammessi gli interventi per l'incremento della sicurezza strutturale in analogia a quanto prescritto al § 8.4 della Norma, solo nel caso in cui siano esclusi incrementi, rispetto all'attuale, del livello di traffico di progetto e gli stessi interventi non vadano in alcun modo a peggiorare le condizioni di sicurezza idraulica esistenti. Poiché in questi casi sono possibili fenomeni di instabilità locale, in applicazione del §8.3 della Norma, è opportuno effettuare la verifica delle fondazioni, e quindi la valutazione dello scalzamento di eventuali spalle o pile in alveo. Anche gli interventi necessari per l'incremento della sicurezza strutturale devono essere accompagnati dallo studio di compatibilità idraulica dove sia messa in evidenza la frequenza probabile (1/Tr) degli eventi che garantiscono il franco previsto da Norma.

Restano esclusi dal punto 5.1.2.3 della Norma i tombini, per la quale tipologia NON è richiesta la redazione dello studio di compatibilità idraulica, intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m³/s. L'evento da assumere a base del progetto di un tombino ha comunque tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti. La scelta dei materiali deve garantire la resistenza anche ai fenomeni di abrasione e urto causati dai materiali trasportati dalla corrente. Per tale tipologia di manufatti vengono indicate le seguenti prescrizioni:

- è da sconsigliare il frazionamento della portata fra più canne, tranne nei casi in cui questo sia fatto per facilitare le procedure di manutenzione, predisponendo allo scopo luci panconabili all'imbocco e allo sbocco e accessi per i mezzi d'opera;
- sono da evitare andamenti planimetrici non rettilinei e disallineamenti altimetrici del fondo rispetto alla pendenza naturale del corso d'acqua;
- per sezioni di area maggiore a 1,5 m² è da garantire la praticabilità del manufatto;
- il tombino può funzionare sia in pressione che a superficie libera, evitando in ogni caso il funzionamento intermittente fra i due regimi: nel caso in una o più sezioni il funzionamento sia in pressione, la massima velocità che si realizza all'interno dello stesso tombino non dovrà superare 1,5 m/s;



- nel caso di funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non dovrà superare i 2/3 dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m;
- il calcolo idraulico è da sviluppare prendendo in considerazione le condizioni che si realizzano nel tratto del corso d'acqua a valle del tombino;
- la tenuta idraulica deve essere garantita per ciascuna sezione dell'intero manufatto per un carico pari al maggiore tra: 0,5 bar rispetto all'estradosso o 1,5 volte la massima pressione d'esercizio;
- il massimo rigurgito previsto a monte del tombino deve garantire il rispetto del franco idraulico nel tratto del corso d'acqua a monte;
- nel caso sia da temersi l'ostruzione anche parziale del manufatto da parte dei detriti galleggianti trasportati dalla corrente, è da disporre immediatamente a monte una varice presidiata da una griglia che consenta il passaggio di elementi caratterizzati da dimensioni non superiori alla metà della larghezza del tombino; in alternativa il tombino è da dimensionare assumendo che la sezione efficace ai fini del deflusso delle acque sia ridotta almeno alla metà di quella effettiva. È in ogni caso da garantire l'accesso in alveo ai mezzi necessari per le operazioni di manutenzione ordinaria o straordinaria da svolgere dopo gli eventi di piena;
- i tratti del corso d'acqua immediatamente prospicienti l'imbocco e lo sbocco del manufatto devono essere protetti da fenomeni di scalzamento e/o erosione, e opportune soluzioni tecniche sono da adottare per evitare i fenomeni di sifonamento;

Nel caso il tombino sia opera provvisoria, ovvero a servizio di un cantiere, le precedenti disposizioni possono essere assunte come elementi di riferimento, tenendo opportunamente conto del tempo di utilizzo previsto per l'opera provvisoria stessa.

Con riferimento all'Allegato 2 alla Delib. G.R. n. 2/8 del 20.01.2022 - Norme Tecniche di Attuazione del P.A.I. della Regione Sardegna, testo coordinato a cura della Direzione generale agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna del gennaio 2022, ed in particolare nella sezione "Indirizzi per la progettazione, realizzazione ed identificazione delle misure di manutenzione delle nuove infrastrutture" di cui all'art. 21 della norma suddetta si ribadisce che:

- 1) La Regione Sardegna approva per l'intero bacino idrografico regionale disposizioni e norme tecniche per la progettazione, realizzazione e identificazione delle misure di manutenzione delle nuove infrastrutture a rete o puntuali a fini di prevenzione verso l'insorgere di pericoli idrogeologici e di nuove situazioni di rischio idrogeologico.
- 2) Per le opere di attraversamento trasversale di tutti i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico, le disposizioni e norme tecniche tendono a stabilire principi generali e prescrizioni affinché le attività di progettazione, realizzazione e identificazione delle misure di manutenzione delle nuove infrastrutture a rete o puntuali di cui al precedente comma:
 - a. conservino le funzioni e il livello naturale dei corsi d'acqua;
 - b. non creino in aree pianeggianti impedimenti al naturale deflusso delle acque;



- c. prevedano l'attraversamento degli alvei naturali ed artificiali e delle aree di pertinenza da parte di condotte in sotterraneo a profondità compatibile con la dinamica fluviale, con la condizione che tra fondo alveo e estradosso della condotta ci sia almeno un metro di ricoprimento. Per tali attraversamenti in sub-alveo non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'art. 24 delle presenti norme ed il soggetto attuatore è tenuto a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese le condotte qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico;
- d. 1) garantiscano un franco sul livello della portata di progetto per velocità inferiori a 8 m/s, pari a quanto indicato dall'analisi modellistica sul franco idraulico approvata dal Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino, corrispondente al massimo tra:
1. 0,7 v²/2g dove v indica la velocità media della corrente;
 2. Il valore minimo del franco idraulico come definito dalle Norme tecniche per le costruzioni (NTC) di cui all'art. 52 del D.P.R. n. 380/2001 e delle relative circolari applicative;
 3. (0,87 y^{0,5} + αy) dove y è la profondità media della corrente, y' è l'altezza della corrente areata ed α un coefficiente che varia linearmente tra 0 ed 1 quando la velocità varia tra 5 m/s e 15 m/s, con le limitazioni che il valore 0,87 y^{0,5} sarà assunto al massimo pari a 1,5 ed y' viene assunto pari a 2 metri o alla profondità media y, se questa risulta minore di 2.

Nel caso di profondità media della corrente inferiore ad un metro, potrà essere assunto un franco pari al doppio della profondità media della corrente y, assicurando comunque un valore minimo del franco pari ad un metro.

- d. 2) Per velocità medie della corrente superiori a 8 m/s il franco sarà almeno pari all'intera altezza cinetica v²/2g. In linea di principio, nei progetti di sistemazione idraulica non si dovrebbero verificare situazioni con velocità media della corrente superiori a 8 m/s: tali elevate velocità costituiscono un elemento critico sia dal punto di vista strutturale che idraulico e occorre assumere idonei accorgimenti progettuali per contenere tali elevati valori di velocità della corrente;
- e. prevedano eventuali rampe di accesso alle infrastrutture di attraversamento in modo da non ostacolare il naturale deflusso delle acque;
- f. adottino per i nuovi attraversamenti criteri che possibilmente evitino o comunque limitino il numero di pile in alveo;
- g. configurino le spalle dei ponti in modo da non comportare restrinimenti della sezione che pregiudichino la sicurezza del tronco d'alveo;
- h. prevedano le pile dei nuovi attraversamenti in modo da offrire la minore resistenza idrodinamica;
- i. garantiscano la protezione dall'erosione delle pile dei ponti preferibilmente evitando plateazioni della sezione di imposta;
- l. minimizzino il rischio di instabilità gravitativa e di alterazione del naturale reticolto drenante indotto dai tagli dei versanti lungo i tracciati;
- m. limitino le modificazioni della morfologia naturale dei pendii impegnati;
- n. prevedano appropriati sistemi di drenaggio, da sottoporre ad adeguata manutenzione;



- o. prevengano l'apporto di suolo nei corsi d'acqua in conseguenza dell'esposizione agli agenti meteorici della superficie interessata dall'opera.
- 2) bis) Per le opere di difesa longitudinale e per gli interventi di adeguamento della sezione idraulica di tutti i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico, le disposizioni e norme tecniche tendono a stabilire principi generali e prescrizioni affinché le attività di progettazione, realizzazione e identificazione delle misure di manutenzione delle nuove infrastrutture:
- a. conservino le funzioni e il livello naturale dei corsi d'acqua;
 - b. non creino in aree pianeggianti impedimenti al naturale deflusso delle acque;
 - c. garantiscano un franco sul livello della portata di progetto, per velocità medie della corrente inferiori a 8 m/s, corrispondente al massimo tra:
 1. $0,5 v^2/2g$, dove v indica la velocità media della corrente;
 2. un metro, per profondità media della corrente superiore a 1 m oppure pari alla profondità media, per profondità media della corrente inferiore o uguale a 1 m;
 3. $(0,87 y^{0,5} + \alpha y)$ dove y è la profondità media della corrente, y' è l'altezza della corrente areata ed α un coefficiente che varia linearmente tra 0 ed 1 quando la velocità varia tra 5 m/s e 15 m/s, con le limitazioni che il valore $0,87 y^{0,5}$ sarà assunto al massimo pari a 1,5 ed y' viene assunto pari a 2 metri o alla profondità media y, se questa risulta minore di 2.
 - d. Per velocità medie della corrente superiori a 8 m/s il franco sarà almeno pari all'intera altezza cinetica $v^2/2g$. In linea di principio, nei progetti di sistemazione idraulica non si dovrebbero verificare situazioni con velocità media della corrente superiori a 8 m/s: tali elevate velocità costituiscono un elemento critico sia dal punto di vista strutturale che idraulico e occorre assumere idonei accorgimenti progettuali per contenere tali elevati valori di velocità della corrente;
 - e. prevedano eventuali rampe di accesso alle infrastrutture di attraversamento in modo da non ostacolare il naturale deflusso delle acque;
 - f. adottino per i nuovi attraversamenti criteri che possibilmente evitino o comunque limitino il numero di pile in alveo;
 - g. configurino le spalle dei ponti in modo da non comportare restrinimenti della sezione che pregiudichino la sicurezza del tronco d'alveo;
 - h. prevedano le pile dei nuovi attraversamenti in modo da offrire la minore resistenza idrodinamica;
 - i. garantiscano la protezione dall'erosione delle pile dei ponti preferibilmente evitando plateazioni della sezione di imposta;
 - l. minimizzino il rischio di instabilità gravitativa e di alterazione del naturale reticolo drenante indotto dai tagli dei versanti lungo i tracciati;
 - m. limitino le modificazioni della morfologia naturale dei pendii impegnati;
 - n. prevedano appropriati sistemi di drenaggio, da sottoporre ad adeguata manutenzione;
 - o. prevengano l'apporto di suolo nei corsi d'acqua in conseguenza dell'esposizione agli agenti meteorici della superficie interessata dall'opera.



- 2) ter) Nel caso di opere di difesa longitudinale rigide e opportunamente rivestite e protette in modo tale da evitare il collasso, anche parziale, dell'opera per effetto di sormonto, per velocità media della corrente inferiore a 4 m/s il valore del criterio 2) lett. c1) del comma 2bis è pari a 0,50 m. Restano fermi tutti gli altri criteri di cui al comma 2bis.
- 2) quater) A seguito del positivo collaudo delle opere di cui al comma 2bis, la riclassificazione delle aree in termini di pericolosità idraulica è consentita solo se l'intervento garantisce, con adeguato franco idraulico, la protezione per eventi caratterizzati da tempi di ritorno minimi di 200 anni. Possono essere considerate ammissibili le suddette opere di mitigazione che, pur dimensionate per tempi di ritorno inferiori ai 200 anni dimostrino un significativo miglioramento della funzionalità idraulica rispetto alla situazione ante intervento, a parità di criteri utilizzati per tale verifica. In tale ipotesi di dimensionamento per tempi di ritorno inferiori ai 200 anni, le opere di adeguamento della sezione idraulica, sia a sezione aperta sia chiusa (canali tombati), sono ammissibili previa specifica dichiarazione del Comune proponente che dimostri l'assenza di alternative progettuali economicamente e tecnicamente sostenibili, a condizione, che, nel caso di canali tombati, si preveda la demolizione totale della copertura del canale, per quanto possibile e compatibilmente con le condizioni del contesto, anche mediante sostituzione della stessa con griglie carrabili; in ogni caso non è consentito procedere con la modifica delle perimetrazioni e dei livelli di pericolosità idraulica e/o da frana previgenti all'intervento.

Con Delibera del Comitato Istituzionale n. 3 del 11.12.2018 recante *"Indirizzi applicativi relativi al franco idraulico degli attraversamenti dei corsi d'acqua"* ed in riferimento all'Allegato alla stessa, vengono forniti indirizzi operativi per la corretta valutazione del franco idraulico nel caso di attraversamenti caratterizzati da una geometria nella quale le spalle o le pile del ponte non siano distinguibili dall'impalcato, in particolare per sezioni circolari, semicircolari o, in generale, curve. Si legge:

- Si propone, a tal fine, di utilizzare il principio del confronto dell'area della sezione in progetto con un'area rettangolare, avente per base la corda massima della sezione di progetto. Pertanto, nel caso in cui, in fase di progetto o di verifica di un attraversamento, non sia possibile definire il franco idraulico in quanto la forma curva della sezione non consente di distinguere l'impalcato dalle spalle o dalle pile, **l'area della sezione di progetto potrà essere assunta pari o superiore a quella di una sezione rettangolare con base uguale alla corda massima della sezione (che per sezioni circolari o semicircolari coincide col diametro), e di altezza pari a quella dell'area rettangolare bagnata più il franco F previsto dalle norme.**

Le analisi di verifica del franco idraulico sono riportate all'interno dei successivi capitoli (cfr. §5 e §6) nell'ambito delle verifiche delle singole opere idrauliche previste in progetto.



4. STUDI IDRAULICI ESISTENTI

4.1 STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA (ART. 8 C. 2 DELLE NTA DEL PAI) DEL TERRITORIO COMUNALE DI USSASSAI

L'oggetto dello studio è il reticolo idrografico complessivo del territorio comunale di Ussassai nel quale di particolare interesse è il Riu San Girolamo. Gli altri corsi d'acqua ricadenti sul territorio comunale appartengono nella fattispecie al "reticolo minore" pur essendo, alcuni di loro, molto importanti per il percorso dell'alveo inciso che attraversa il centro abitato e per il loro carattere torrentizio.

Dal punto di vista normativo lo studio segue le indicazioni dell'articolo 8 e dell'articolo 37 commi 2 e 3 delle norme di attuazione del PAI, collocandosi come studio di maggior dettaglio su scala territoriale, posto che il comune di Ussassai in realtà non è mai stato oggetto di studio in ambito PAI idraulico.

Come si legge nella Relazione tecnico – illustrativa dello studio: "*il Comune, indipendentemente dal fatto che sia stato oggetto o meno di studio PAI/PSFF, deve produrre uno studio di compatibilità idraulica e geologica-geotecnica, riferito a tutto il territorio comunale, che deve essere approvato dall'Autorità Idraulica competente per territorio e integrato negli atti di piano che costituiranno oggetto della verifica di coerenza (art. 31, commi 3 e 5 L.R. n° 7/02). Lo studio richiede da una parte la delimitazione delle aree a pericolosità idraulica e geomorfologica non censite dal PAI secondo quanto indicato all'articolo 26, dall'altra il passaggio di scala del PAI vigente, peraltro in questo caso assente, sulla cartografia comunale ai sensi dell'articolo 4 comma 5. Il fine ultimo è quello di pervenire a una fotografia della pericolosità idraulica e geomorfologica che interessa il territorio in modo da renderla disponibile per redigere gli atti di pianificazione e consentire una dettagliata identificazione del regime vincolistico che dovrà essere recepito nelle Norme di Attuazione del PUC/Variante in termini di prescrizioni relative ad ogni singola zona omogenea.*"

"In linea con quanto richiesto dalle Norme di Attuazione, l'analisi idraulica è stata estesa a tutto il territorio comunale con particolare attenzione a quelle aree interessate da elementi a rischio significativi che in qualche modo possono dar luogo a rischio elevato in presenza di fenomeni meteorologici importanti e che in ogni caso devono essere studiati con attenzione per guidare le scelte pianificatorie.

In questa ottica in particolare lo studio ha preso in esame tutto il reticolo idrografico:

- *incidente sugli abitati e su aree urbanizzate;*
- *interferente con strade provinciali (S.S 198), comunali (San Girolamo e Bau Ericci) e demaniali importanti (Niala);*
- *che si sviluppa attraverso insediamenti agricoli/pastorali di una certa rilevanza.*

Va precisato che a fronte di un territorio comunale piuttosto vasto e articolato, l'edificato interessa una porzione davvero limitata di territorio concentrata nel piccolo agglomerato del paese che conta appena 600 abitanti.

La viabilità di una certa importanza risulta poco sviluppata a fronte di una fitta rete di strade vicinali e rurali che solcano l'intero territorio caratterizzate da una bassissima densità di traffico. In un quadro di questo tipo è evidente



che complessivamente sia il reticolo idrografico maggiore che quello minore non manifestano importanti criticità. Tuttavia per pervenire ad una definizione esaustiva e completa della pericolosità, sono stati verificati idraulicamente tutti i rii che interessano il territorio comunale compresi i tratti più montani e impervi del reticolo idrografico suddetto.” [...]”

“In sintesi lo studio idraulico si è articolato nelle seguenti fasi:

- Identificazione delle criticità idrauliche del territorio comunale oggetto di variante anche in base a quanto precisato all’articolo 26 comma 1 delle Norme;
- Reperimento della documentazione relativa a precedenti studi dell’area con particolare riferimento alle relazioni e agli studi geologici, geotecnici e idraulici, alle progettazioni di opere per il contenimento e la mitigazione dei fenomeni franosi e dei fenomeni di allagamento;
- Verifica del PAI vigente se esistente;
- Presa visione dello studio denominato “Studi, indagini, elaborazioni attinenti all’ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)” adottato definitivamente il 20 Giugno 2013;
- Sopralluoghi e rilievi sul campo;
- Analisi idrologiche, idrauliche, geologiche;
- Produzione dei risultati delle elaborazioni sia in formato numerico (tabulati) che grafico (sezioni e profili).
- Tracciamento e rappresentazione della pericolosità alla scala del PUC cioè in scala 1:2.000 e in scala 1:10.000.
- Perimetrazione del rischio.”

4.1.1 Bacini idrografici e portate di piena

Nello *Studio di compatibilità idraulica* del Comune di Ussassai è stata utilizzata la metodologia proposta nelle Linee Guida PAI per la valutazione delle portate di piena per ciascun corso d’acqua considerato. La medesima metodologia è stata utilizzata dagli scriventi nell’ambito del presente studio, per la valutazione delle portate al picco da utilizzare per il dimensionamento e la verifica delle opere in progetto. Nei paragrafi a seguire verranno sintetizzati i risultati ottenuti nello *Studio di compatibilità idraulica*, relativamente ai bacini idrografici oggetto anche del presente studio.

4.1.1.1 Riu Fonte S’Impresa

In Figura 7 è rappresentata la delimitazione del bacino idrografico del Riu Fonte S’Impresa con sezione di chiusura ubicata in corrispondenza della confluenza con il Riu Laccasei. In Tabella 1 sono riportati i relativi parametri geomorfologici.



Seguendo le linee guida PAI il tempo di corrievazione è stato calcolato tramite l'applicazione di quattro differenti formulazioni empiriche ed è stato assunto, secondo la formulazione di Ventura, pari a 0,32 ore.

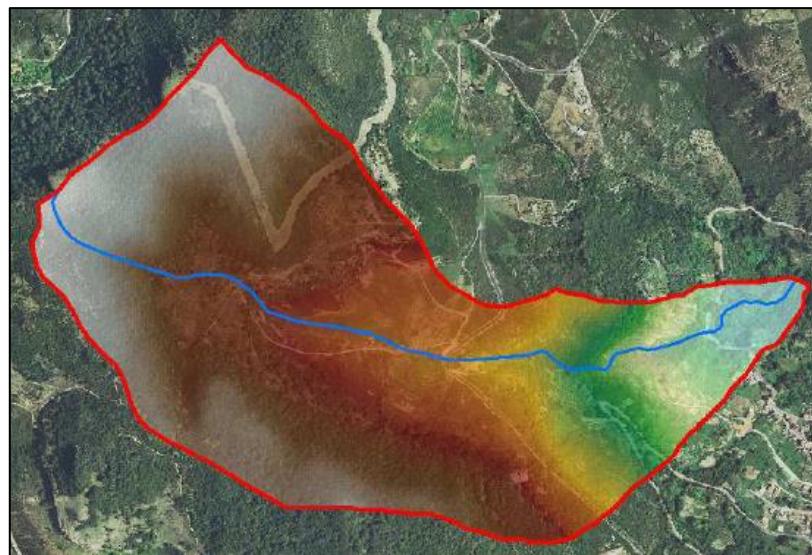


Figura 7 – Delimitazione e del bacino idrografico del Riu Fonte S'Impresa
(Fonte: Relazione idrologica – idraulica dello Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai)

Tabella 1 – Parametri geomorfologici del bacino idrografico del Riu Fonte S'Impresa
(Fonte: Relazione idrologica – idraulica dello Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai)

BACINO RIU FONTE S'IMPRESA	
SUPERFICIE (kmq)	1.18
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (Km)	2.12
PENDENZA MEDIA ASTA PRINCIPALE	0.1852
PENDENZA MEDIA BACINO	0.3502
ALTITUDINE MEDIA (m s.l.m)	925.79
ALTITUDINE SEZIONE TERMINALE (m s.l.m)	590

In Tabella 2 si portano invece i valori di portata al picco, al variare del tempo di ritorno, stimate per il Riu Fonte S'Impresa.

Tabella 2 – Valori di portata al picco, al variare del tempo di ritorno, del Riu Fonte S'Impresa
(Fonte: Relazione idrologica – idraulica dello Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai)

Portata al colmo di piena – Riu Fonte S'Impresa (m ³ /s)			
Tr 50 anni	Tr 100 anni	Tr 200 anni	Tr 500 anni
21,6	24,4	27,3	31,2



4.1.1.2 Riu Sa Pira

In Figura 8 è rappresentata la delimitazione del bacino idrografico del Riu Sa Pira chiuso in corrispondenza della confluenza con il Riu Laccasei. In Tabella 3 sono riportati i relativi parametri geomorfologici.

Seguendo la medesima metodologia proposta dal PAI il tempo di corrivazione è stato calcolato tramite l'applicazione di quattro differenti formulazioni empiriche ed è stato assunto, secondo la formulazione di Ventura, pari a 0,10 ore.

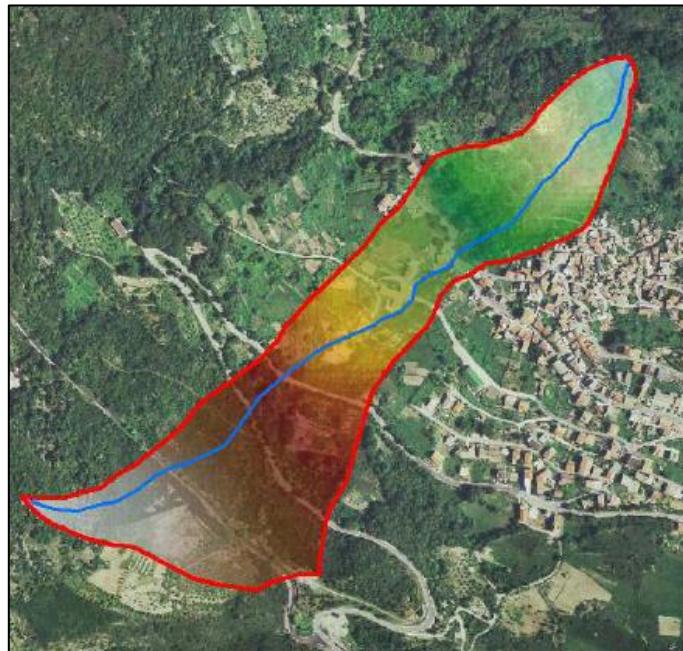


Figura 8 – Delimitazione e del bacino idrografico del Riu Sa Pira

(Fonte: Relazione idrologica – idraulica dello Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai)

Tabella 3 – Parametri geomorfologici del bacino idrografico del Riu Sa Pira

(Fonte: Relazione idrologica – idraulica dello Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai)

BACINO RIU SA PIRA	
SUPERFICIE (kmq)	0.17
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (Km)	1.11
PENDENZA MEDIA ASTA PRINCIPALE	0.2297
PENDENZA MEDIA BACINO	0.2907
ALTITUDINE MEDIA (m s.l.m.)	750.23
ALTITUDINE SEZIONE TERMINALE (m s.l.m.)	566

In Tabella 4 si portano invece i valori di portata al picco, al variare del tempo di ritorno, stimate per il Riu Sa Pira.



Tabella 4 – Valori di portata al picco, al variare del tempo di ritorno, del Riu Sa Pira
(Fonte: Relazione idrologica – idraulica dello Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai)

Portata al colmo di piena – Riu Sa Pira (m^3/s)			
Tr 50 anni	Tr 100 anni	Tr 200 anni	Tr 500 anni
5,4	5,8	6,2	6,8

4.1.1.3 Riu Nestasi

In Figura 9 è rappresentata la delimitazione del bacino idrografico del Riu Nestasi chiuso in corrispondenza della confluenza con il Riu Laccasei. In Tabella 5 sono riportati i relativi parametri geomorfologici.

Seguendo sempre la metodologia proposta dal PAI il tempo di corrievazione è stato calcolato tramite l'applicazione di quattro differenti formulazioni empiriche ed è stato assunto, secondo la formulazione di Ventura, pari a 0,10 ore.

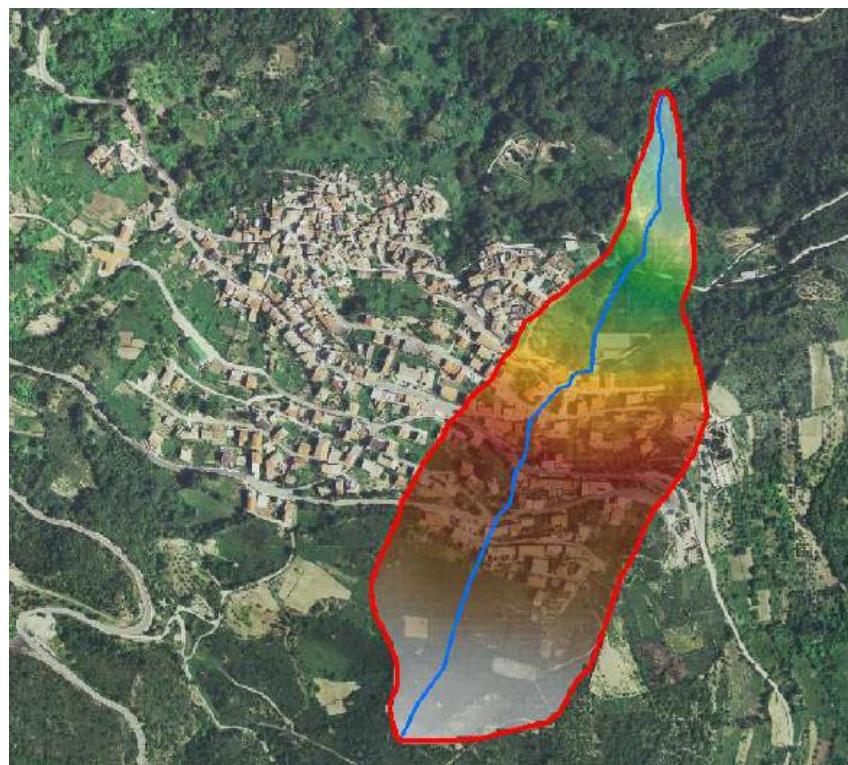


Figura 9 – Delimitazione e del bacino idrografico del Riu Nestasi
(Fonte: Relazione idrologica – idraulica dello Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai)

**Tabella 5 – Parametri geomorfologici del bacino idrografico del Riu Nestasi**

(Fonte: Relazione idrologica – idraulica. Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai)

BACINO RIU NESTASI	
SUPERFICIE (kmq)	0.17
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (Km)	0.90
PENDENZA MEDIA ASTA PRINCIPALE	0.2467
PENDENZA MEDIA BACINO	0.2741
ALITUDINE MEDIA (m s.l.m.)	705.92
ALITUDINE SEZIONE TERMINALE (m s.l.m.)	530

In Tabella 6 i valori di portata al picco, al variare del tempo di ritorno, calcolate per il Riu Nestasi.

Tabella 6 – Valori di portata al picco, al variare del tempo di ritorno, del Riu Nestasi

(Fonte: Relazione idrologica – idraulica dello Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai)

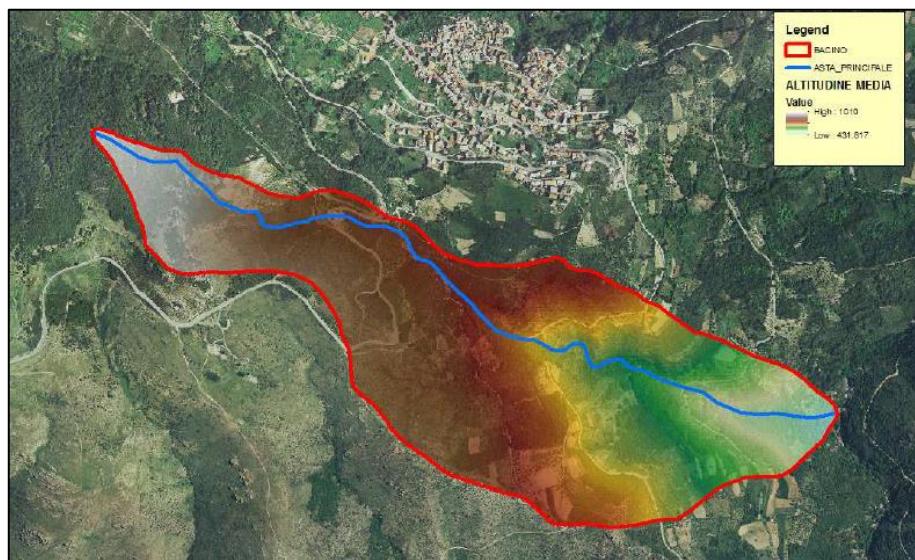
Portata al colmo di piena – Riu Nestasi (m³/s)

Tr 50 anni	Tr 100 anni	Tr 200 anni	Tr 500 anni
5,2	5,6	6,0	6,6

4.1.1.4 Località Su Lagarci

In Figura 10 è rappresentata la delimitazione del bacino idrografico Località Su Lagarci, chiuso in corrispondenza della confluenza con il Riu San Girolamo. In Tabella 7 sono riportati i suoi parametri geomorfologici.

Il tempo di corrievazione, sempre calcolato tramite l'applicazione di quattro differenti formulazioni empiriche, è stato assunto pari a 0,27 ore secondo quanto risultato dalla formulazione di Ventura.

**Figura 10 – Delimitazione e del bacino idrografico Località Su Lagarci**

(Fonte: Relazione idrologica – idraulica dello Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai)



Tabella 7 – Parametri geomorfologici del bacino idrografico Località Su Lagarci
(Fonte: Relazione idrologica – idraulica. Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai)

BACINO LOCALITA SU LAGARCI	
SUPERFICIE (kmq)	0.97
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (Km)	2.5
PENDENZA MEDIA ASTA PRINCIPALE	0.2173
PENDENZA MEDIA BACINO	0.3987
ALTITUDINE MEDIA (m s.l.m.)	740.86
ALTITUDINE SEZIONE TERMINALE (m s.l.m.)	431.81

In Tabella 8 i valori di portata al picco, al variare del tempo di ritorno, valutate per Località Su Lagarci.

Tabella 8 – Valori di portata al picco, al variare del tempo di ritorno, Località Su Lagarci
(Fonte: Relazione idrologica – idraulica. Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai)

Q (m ³ /s)			
Tr 50 anni	Tr 100 anni	Tr 200 anni	Tr 500 anni
19,2	21,6	24,0	27,2

4.1.2 Modellazione idraulica monodimensionale e risultati ottenuti

Nell’ambito dello Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai è stato allestito un modello idraulico monodimensionale, tramite l’utilizzo del software HEC-RAS, versione 4.0, sviluppato dall’Hydrologic Engineering Center dell’U.S. Army Corps of Engineers.

“Per l’analisi in moto permanente HEC-RAS determina il profilo del pelo libero tra una sezione e la successiva mediante la procedura iterativa denominata standard step, risolvendo l’equazione del bilancio energetico (cfr. Figura 11). [...]”

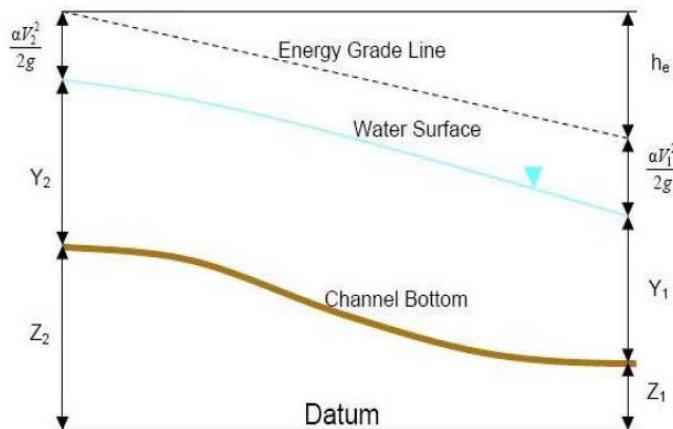


Figura 11 – Equazione del bilancio energetico



Il modello HEC-RAS consente di modellare l'effetto indotto sulla corrente dalla presenza di attraversamenti fluviali, nel caso che il deflusso attraverso il ponte avvenga a pelo libero ma anche in pressione. [...]

Assegnato il valore di portata di moto permanente, nel caso di corrente lenta occorre specificare una condizione al contorno di valle; viceversa, per correnti veloci, è richiesta la definizione di una condizione al contorno di monte. Per un regime misto, invece, si rende necessaria la specifica di entrambe le condizioni, ovvero a monte e a valle. HEC-RAS ammette la definizione delle condizioni al contorno attraverso la specifica di un valore di altezza assegnato, oppure imponendo il passaggio del profilo per l'altezza critica, oppure per l'altezza di moto uniforme.

Il modello di simulazione richiede che venga definita la geometria di un certo numero di sezioni di calcolo su cui si andranno a calcolare i livelli idrici nelle diverse condizioni di portata. A tale scopo si è ricostruito lo sviluppo di diverse sezioni trasversali dei corsi d'acqua in studio utilizzando le informazioni cartografiche e di rilievo seguenti:

- Cartografia tecnica regionale al 10.000;
- Rilievi topografici di ponti, tombini e altre opere d'arte;
- DTM 10 m.
- Sopralluoghi;

Il calcolo così come sopra descritto è stato condotto complessivamente su circa 300 sezioni rilevate o ricostruite.

Per quanto riguarda le condizioni al contorno ci si è posti nell'ipotesi di regime misto e pertanto si è imposta una condizione di valle e una di monte, Precisamente:

- per i tratti che si sviluppano in campagna si è assunta l'altezza di moto uniforme corrispondente alla pendenza dell'asta;
- per i segmenti a pendenza elevata, dell'ordine di alcune unità percentuali, con forti irregolarità altimetriche si è imposta l'altezza critica;

La caratterizzazione delle resistenze idrauliche dell'alveo e delle aree limitrofe è stata effettuata assumendo opportuni valori del coefficiente di Manning o di Strickler secondo quanto riportato in letteratura.”

La procedura descritta precedentemente “ha consentito il calcolo, per ogni sezione, della quota dei livelli idrici corrispondenti alle portate assegnate, nonché tutti i parametri idraulici relativi al profilo di corrente, riprodotti in forma tabellare nei report di analisi che riportano i risultati delle verifiche (allegati 3idro). In particolare i dati numerici forniti dal calcolo sono:

- la quota minima dell'alveo (linea di thalweg) in m s.l.m. indicata come quota fondo;
- la quota del pelo libero, in m s.l.m.;
- la velocità media in alveo in m/s;
- il numero di Froude.

Le quote del pelo libero, riportate planimetricamente nel transetto esteso delle sezioni significative utilizzando dei contour costruiti sul DTM 10 m, hanno consentito di individuare l'inviluppo delle superfici bagnate dalla piena.



Il codice HEC, inoltre, produce un file dati specifico per la rappresentazione planimetrica, contenente tutte le informazioni di quota della corrente nelle sezioni di calcolo nonché le coordinate dei punti estremi del pelo libero nel sistema geografico di riferimento che possono essere utilizzate in ambiente GIS per la mappatura delle aree.

NOTA: CONFRONTANDO I TIRANTI IDRICI CORRISPONDENTI ALLE PORTATE RELATIVE AI DIVERSI TEMPI DI RITORNO PER TUTTI I CORSI D'ACQUA STUDIATI SI VEDE CHE VI SONO DIFFERENZE PIUTTOSTO IRRILEVANTI PASSANDO DA 50 A 500 ANNI; PERTANTO, ANCHE IN RELAZIONE AGLI ASPETTI OROGRAFICI E ALTIMETRICI DEL SITO, SI È STABILITO DI RAPPRESENTARE SOLO LE AREE A PERICOLOSITÀ H4, POSTO CHE LE ALTRE AREE, CORRISPONDENTI A EVENTI MENO FREQUENTI E QUINDI MENO PERICOLOSI, AVREBBERO COMUNQUE UNA ANALOGA ESTENSIONE."

Per la consultazione completa dei risultati ottenuti dalla modellazione idraulica monodimensionale si rimanda all'Allegato D – Risultati delle elaborazioni numeriche, sezioni idrauliche e profili dello Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai.

I risultati ottenuti dalla modellazione idraulica hanno consentito di delimitare le aree di pericolosità idraulica, di cui in Figura 12 e in Figura 13 si portano gli estratti relativamente alle aree oggetto della presente progettazione.

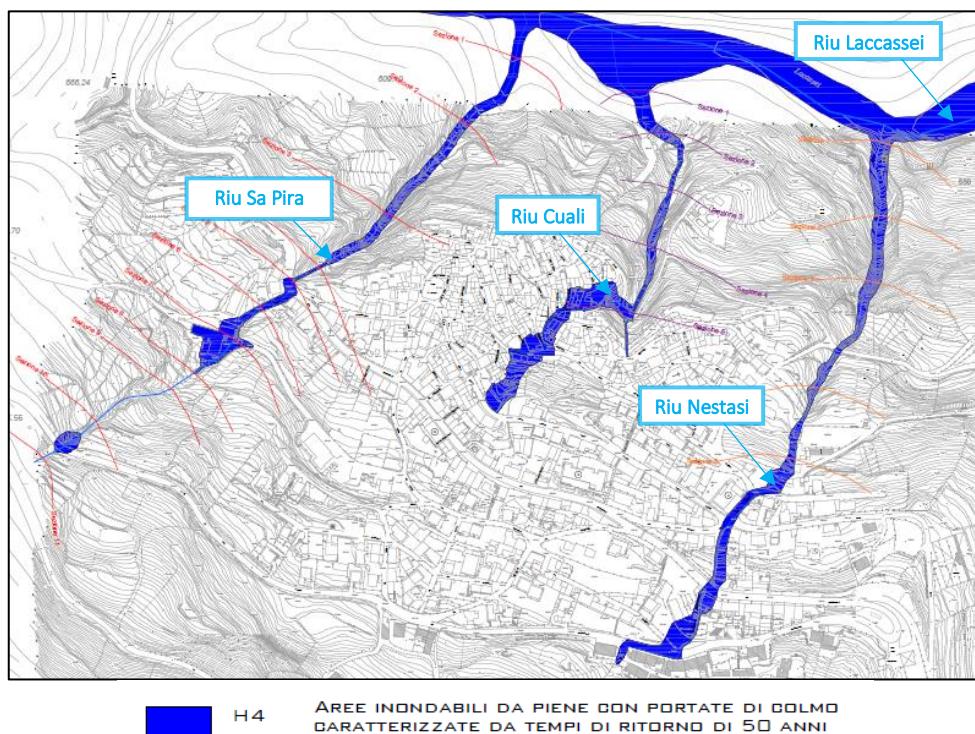


Figura 12 – Aree di pericolosità idraulica dei Rii Fonte S'Impresa, Cuali e Nestasi
(Fonte: Tav. 9: Carta della pericolosità idraulica in variante ambito urbano.
Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai)

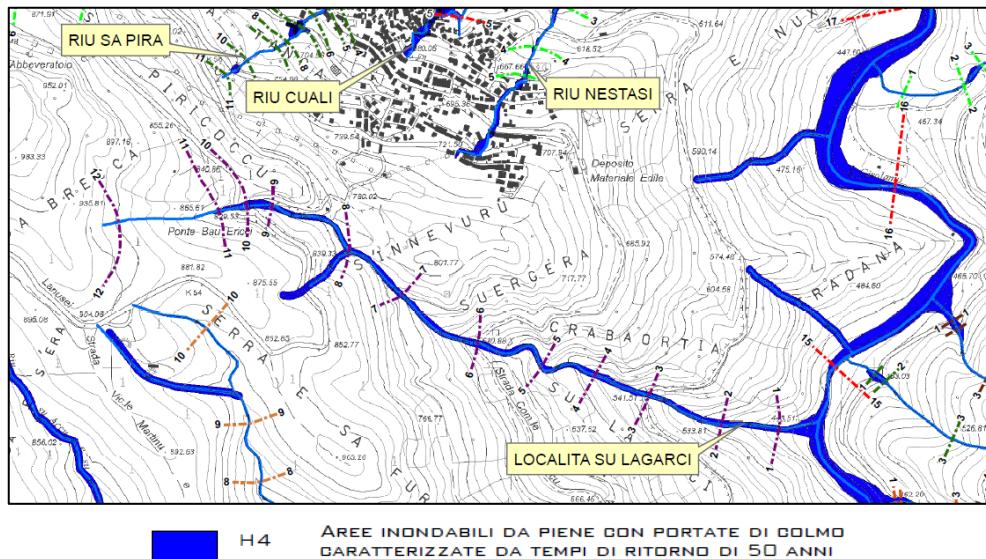


Figura 13 – Aree di pericolosità idraulica del Rio Località su Lagarci
(Fonte: Tav. 10: Carta della pericolosità idraulica inviluppo ambito territoriale.
Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai)



5. PROGETTO E VERIFICA DELLA RETE DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI VERSANTE E DI PIATTAFORMA

5.1 SINTESI IDROLOGICA: PORTATE DI PROGETTO AL COLMO DI PIENA

Le opere in progetto, relativamente alla regimazione delle acque di versante e di piattaforma, sono state dimensionate sulla base di quanto emerso dall'analisi idrologica condotta dagli scriventi e riportata nello specifico elaborato del presente progetto (*Elab. 3.1 – Relazione idrologica*), tenendo inoltre in conto l'idrologia che allo stato di fatto compete al reticolo idrografico naturale descritto nei precedenti capitoli (cfr. §4.1.1).

Per completezza di trattazione, in Tabella 9

Le portate al colmo di piena assunte alla base delle suddette verifiche per i bacini principali risultano:

Tabella 9 sono riportati i valori delle portate al picco, valutati mediante un modello di trasformazione afflussi – deflussi, su ciascun bacino idrografico, e relativi sottobacini, individuato nell'ambito del presente progetto, la cui delimitazione si riporta in Figura 14 (cfr. D.3.1 – *Relazione idrologica*).

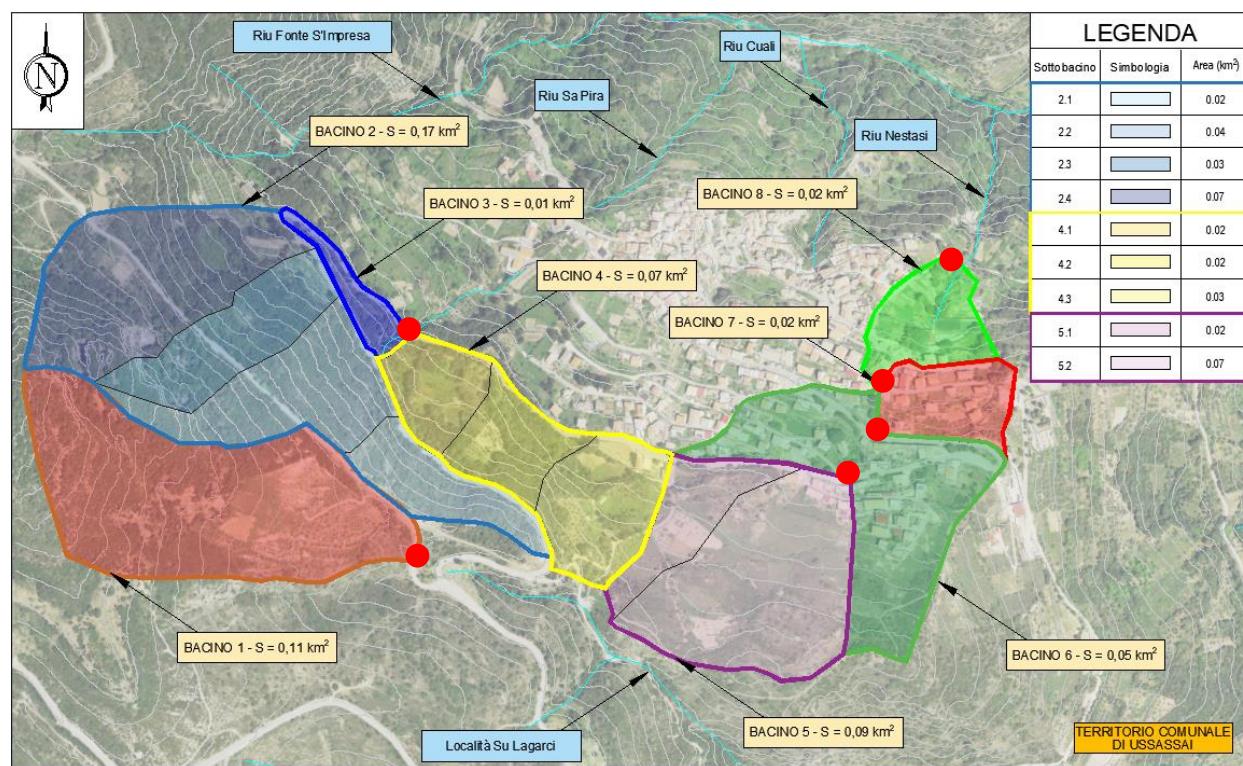


Figura 14 - Bacini idrografici e sottobacini di riferimento per l'area in esame.
I punti rossi rappresentano le zone di recapito degli afflussi meteorici captati in ciascun sottobacino.

In base a tale suddivisione dei bacini idrografici si sono andate ad effettuare le verifiche idrauliche di dimensionamento della rete di collettamento e di smaltimento delle acque meteoriche oggetto di criticità



idraulica per il tratto relativo alla S.S. 198 a monte del centro abitato di Ussassai (NU) e relativamente al nuovo canale di smaltimento defluente all'interno del centro urbano stesso.

Le opere in progetto sono funzionali alla riduzione del rischio idraulico insito nell'area di intervento.

Le portate al colmo di piena assunte alla base delle suddette verifiche per i bacini principali risultano:

Tabella 9 – Portata al colmo di progetto valutate per ciascun sottobacino al variare del tempo di ritorno

Bacino	Portata al colmo (m^3/s)				
	Tr 10 anni	Tr 20 anni	Tr 50 anni	Tr 100 anni	Tr 200 anni
1	0.1	0.3	0.5	0.6	0.8
2	0.6	0.9	1.4	1.7	2.1
3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
4	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7
5	1.2	1.5	1.9	2.2	2.4
6	1.0	1.2	1.4	1.5	1.7
7	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9
8	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9
Sez. chiusura (4+5+6+7+8)	4.3	5.2	6.1	6.8	7.6

Mentre le portate di piena relative ai sottobacini interni ai bacini 2, 4 e 5, funzionali al dimensionamento dei diversi tronchi di tubazione in base alla portata stessa di competenza risultano (cfr. D.3.1 - Relazione idrologica):

Tabella 10 – Portata al colmo di progetto valutate per ciascun sottobacino interno al bacino principale 2 al variare del tempo di ritorno; funzionale ad identificare la portata di competenza per ogni tronco di tubazione in progetto defluente sotto la S.S. 198 (Interventi A, B e C).

Sottobacino	Area [km2]	Portata al colmo (m^3/s)				
		Tr 10 anni	Tr 20 anni	Tr 50 anni	Tr 100 anni	Tr 200 anni
2.1	0.02	0.08	0.13	0.20	0.24	0.29
2.2	0.04	0.15	0.23	0.36	0.43	0.53
2.3	0.03	0.12	0.18	0.28	0.35	0.43



2.4	0.07	0.24	0.36	0.56	0.68	0.84
Totale BACINO 2	0.17	0.6	0.9	1.4	1.7	2.1

Tabella 11 - Portata al colmo di progetto valutate per ciascun sottobacino interno al bacino principale 4 al variare del tempo di ritorno; funzionale ad identificare la portata di competenza per ogni tronco di tubazione in progetto defluente sotto la S.S. 198 (Interventi A, B e C).

Sottobacino	Area [km2]	Portata al colmo (m^3/s)				
		Tr 10 anni	Tr 20 anni	Tr 50 anni	Tr 100 anni	Tr 200 anni
4.1	0.02	0.24	0.29	0.35	0.40	0.45
4.2	0.02	0.26	0.32	0.38	0.44	0.50
4.3	0.03	0.39	0.48	0.57	0.66	0.75
Totale BACINO 4	0.07	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7

Tabella 12 - Portata al colmo di progetto valutate per ciascun sottobacino interno al bacino principale 5 al variare del tempo di ritorno; funzionale ad identificare la portata di competenza per ogni tronco di tubazione in progetto defluente sotto la S.S. 198 (Interventi A, B e C).

Sottobacino	Area [km2]	Portata al colmo (m^3/s)				
		Tr 10 anni	Tr 20 anni	Tr 50 anni	Tr 100 anni	Tr 200 anni
5.1	0.02	0.28	0.35	0.44	0.51	0.56
5.2	0.07	0.92	1.15	1.46	1.69	1.84
Totale BACINO 5	0.09	1.2	1.5	1.9	2.2	2.4

Tabella 13 - Portata al colmo di progetto assunte per la verifica del nuovo canale del Riu Nestasi; Si tengono in conto gli incrementi di portate lungo lo sviluppo del tracciato del canale.

Sezione	Portata al colmo Riu Nestasi (m^3/s)				
	Tr 10 anni	Tr 20 anni	Tr 50 anni	Tr 100 anni	Tr 200 anni
sez 381.7 – imbocco canale	2.1	2.6	3.2	3.7	4.1
sez 292.5 (+ bacino 6)	3.1	3.8	4.6	5.2	5.8



sez 237.4 (+ bacino 7)	3.7	4.5	5.3	6.0	6.7
sez 155.5 (+ bacino 8)	4.3	5.2	6.1	6.8	7.6



5.2 VERIFICHE IDRAULICHE DEL DEFLUSSO IN MOTO UNIFORME

Per il corretto dimensionamento e la verifica delle opere in progetto è stata calcolata preliminarmente la massima portata che può defluire nelle canalizzazioni in progetto, tramite l'applicazione dell'equazione di Chézy:

$$Q = K_s \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

Avendo indicato con:

- Q = massima portata defluibile (m^3/s);
- A = area della sezione di deflusso (m^2);
- K_s = parametro di scabrezza di Strickler ($\text{m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$). Nell'ambito del presente studio sono stati assunti valori di K_s pari a $110 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ per le tubazioni in PVC; K_s pari a $85 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ per la condotta in cls;
- R = raggio idraulico, dato dal rapporto tra l'area bagnata e il perimetro bagno (m);
- i = pendenza del fondo scorrevole (m/m).

Nei paragrafi che seguono sono riportate le verifiche dei singoli tronchi delle tubazioni che sono previste lungo la viabilità dell'area oggetto d'analisi e che consentiranno di collettare e scaricare gli apporti meteorici pertinenti a ciascun bacino individuato, successivamente si effettuerà la verifica del nuovo canale relativo al Riu Nestasi.

Il criterio relativo alle verifiche idrauliche adottato fa riferimento alle portate al colmo relative ai tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni dimensionando le opere in modo tale che il Grado di Riempimento (GR) risulti rispettivamente NON superiore a 50 %, 70% e 80%.

La realizzazione degli interventi A, B e C prevede la posa di nuove tubazioni secondo la seguente sezione tipo.

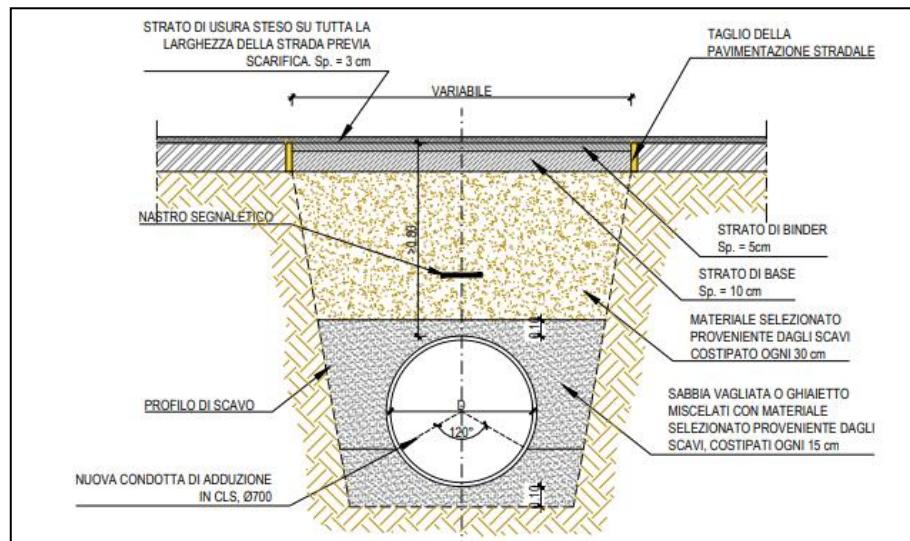


Figura 15 - Sezione tubazione interrata sotto la S.S. 198; INTERVENTI A, B e C.



5.3 BACINO 2 – INT. A – RACCOLTA E CONVOGLIAMENTO ACQUE SINO AL RIU FONTE S'IMPRESA

Gli interventi in progetto prevedono la raccolta ed il convogliamento verso valle delle acque di versante tramite la posa di una nuova condotta in PVC-U lungo il primo tratto di intervento su S.S. 198, dal diametro crescente procedendo in direzione del Rio recettore (Riu Fonte S'Impresa) come riportato nella planimetria di Figura 16.

Allo stato di fatto delle opere, le acque di piattaforma vengono correttamente gestite per mezzo delle cunette alla francese esistenti, lungo le quali è prevista la posa di caditoie ad interasse costante pari a 25 m.

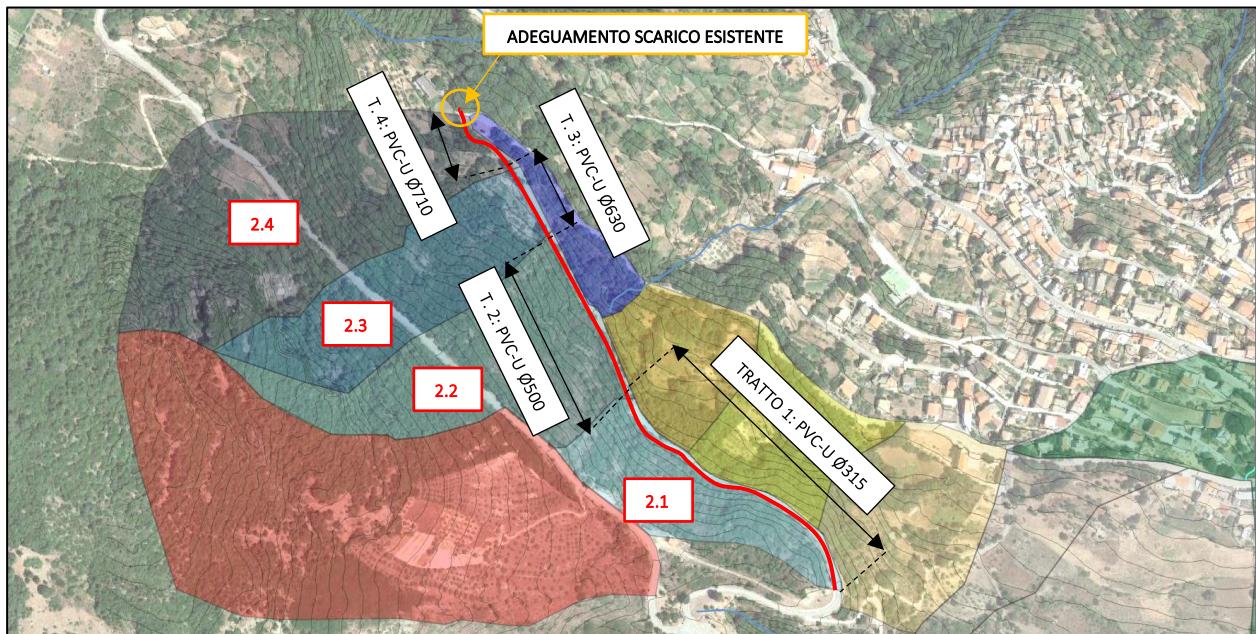


Figura 16 – Tracciato e diametri della nuova tubazione di collettamento acque bianche lungo la S.S. 198.

Nei calcoli effettuati è stata considerata la minima pendenza disponibile in base al profilo di progetto dei singoli tratti di tubazione, ed il dimensionamento è stato effettuato tramite la costruzione della scala di deflusso delle portate in moto uniforme e verificato in base alle relative portate di competenza (cfr. Tabella 10) e secondo i criteri espressi al capitolo precedente (cfr. §0).

Nelle seguenti figure si riportano in sintesi tabellare e grafica le scale di deflusso calcolate per i suddetti tratti.

Dalle stesse emerge come il criterio di verifica relativo al Grado di Riempimento delle portate legate ai tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni venga rispettato per tutto lo sviluppo dell'intervento A, garantendo per le stesse rispettivamente un GR NON superiore a 50%, 70% e 80%.

L'intervento A permette di raccogliere l'intero deflusso del bacino 2, pari a $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$ per la portata duecentennale convogliandolo in sicurezza sino al Riu Fonte S'Impresa identificato come Rio recettore.

Relativamente all'ultimo tronco di tubazione è previsto l'adeguamento dello scarico esistente nel suddetto Rio.



Tabella 14 – Scala di deflusso della tubazione relativa al sottobacino 2.1;

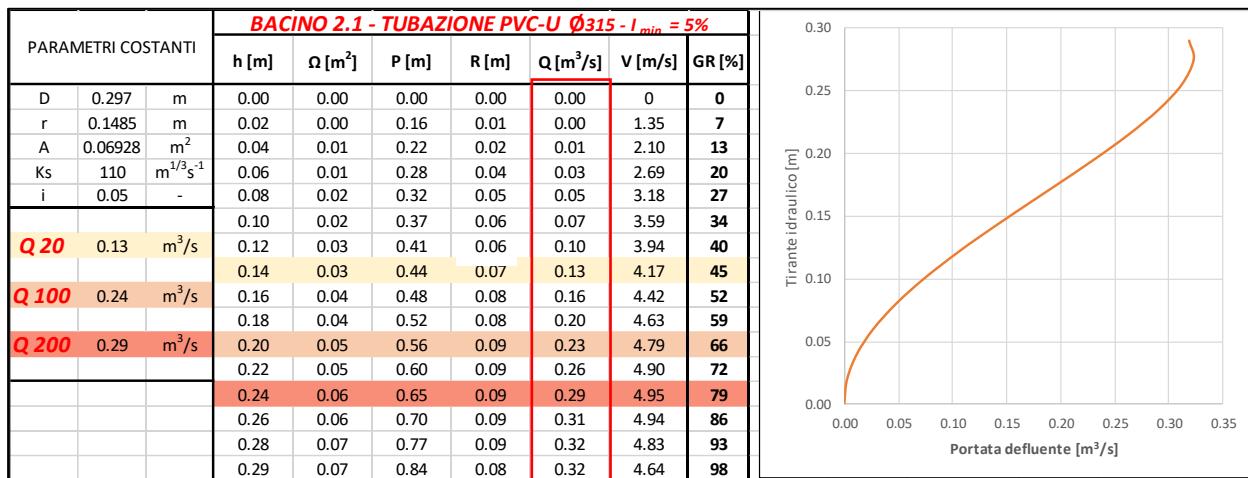


Tabella 15 - Scala di deflusso della tubazione relativa al sottobacino 2.1 + 2.2;

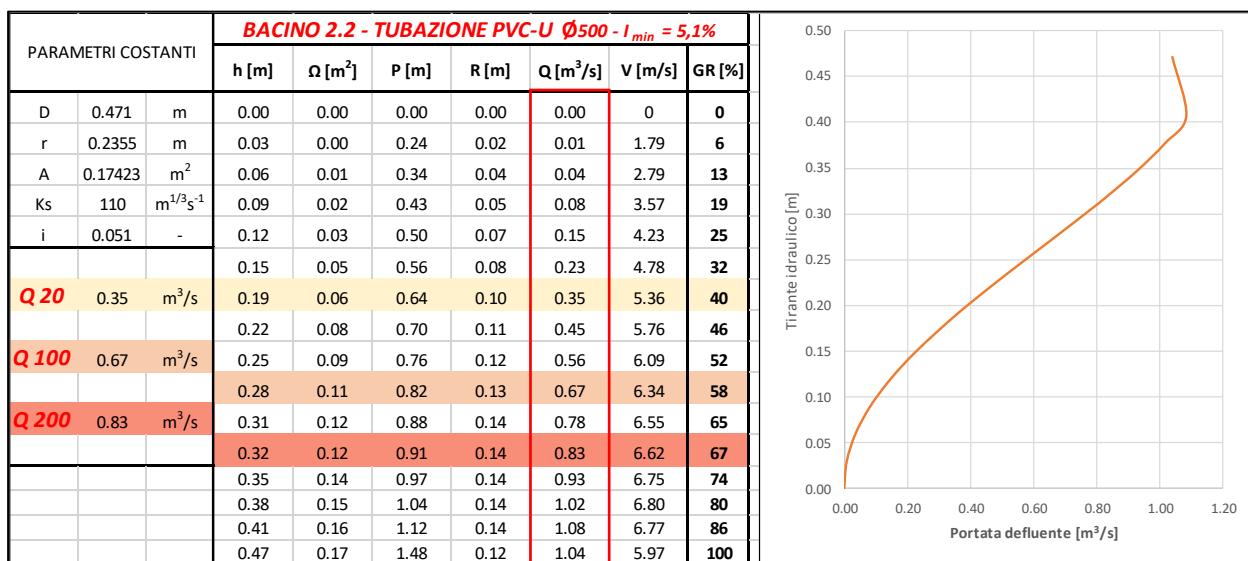




Tabella 16 - Scala di deflusso della tubazione relativa al sottobacino 2.1 + 2.2 + 2.3;

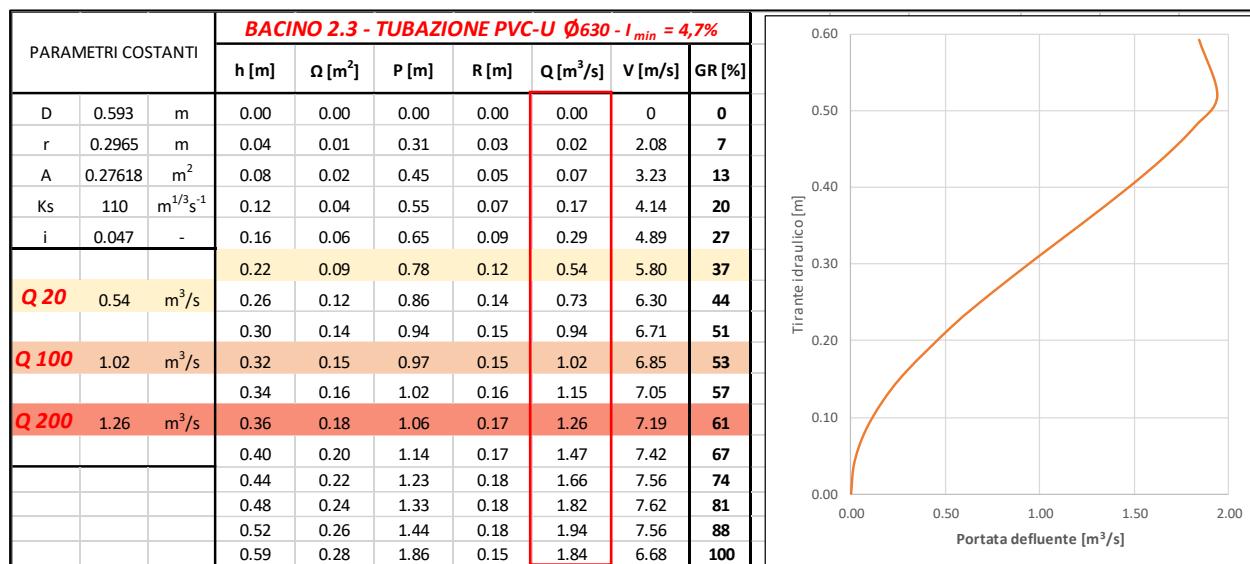
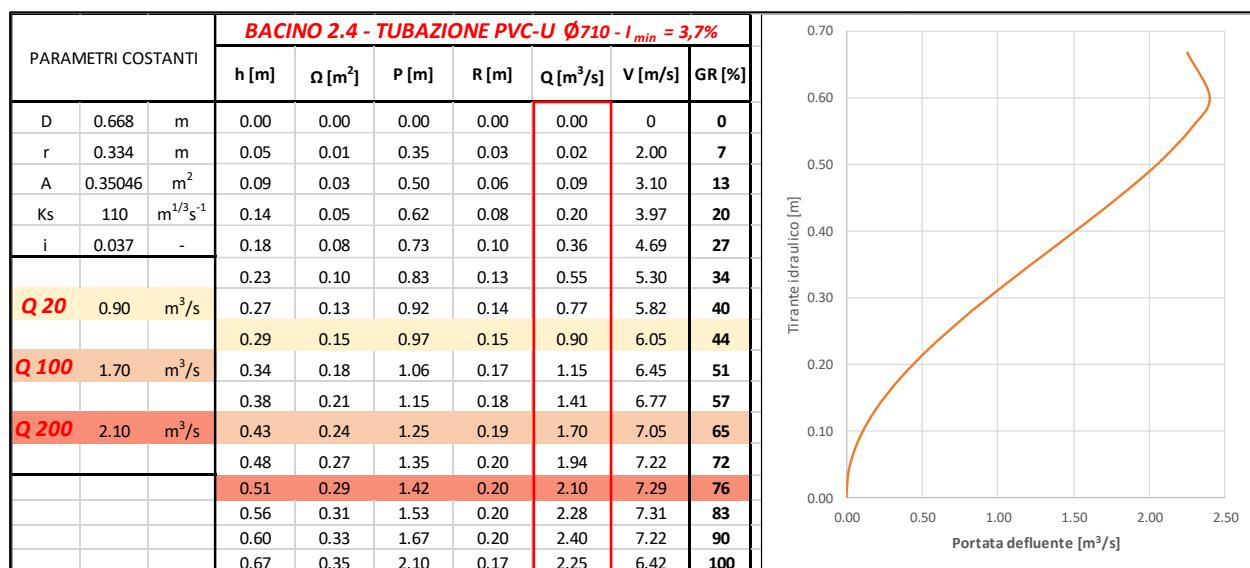


Tabella 17 - Scala di deflusso della tubazione relativa ai sottobacini 2.1 + 2.2 + 2.3 + 2.4;





5.1 BACINO 3 – INT. B – RACCOLTA E CONVOGLIAMENTO ACQUE SINO AL RIU SA PIRA

Gli interventi in progetto prevedono la raccolta ed il convogliamento verso valle delle acque di versante tramite la posa di una nuova condotta in PVC-U lungo il secondo tratto di intervento su S.S. 198, dal diametro costante per uno sviluppo di circa 250 m in direzione del Rio recettore (Riu Sa Pira) come riportato nella planimetria di Figura 16. Allo stato di fatto delle opere, le acque di piattaforma vengono correttamente gestite per mezzo delle cunette alla francese esistenti, lungo le quali è prevista la posa di caditoie ad interasse costante pari a 25 m.

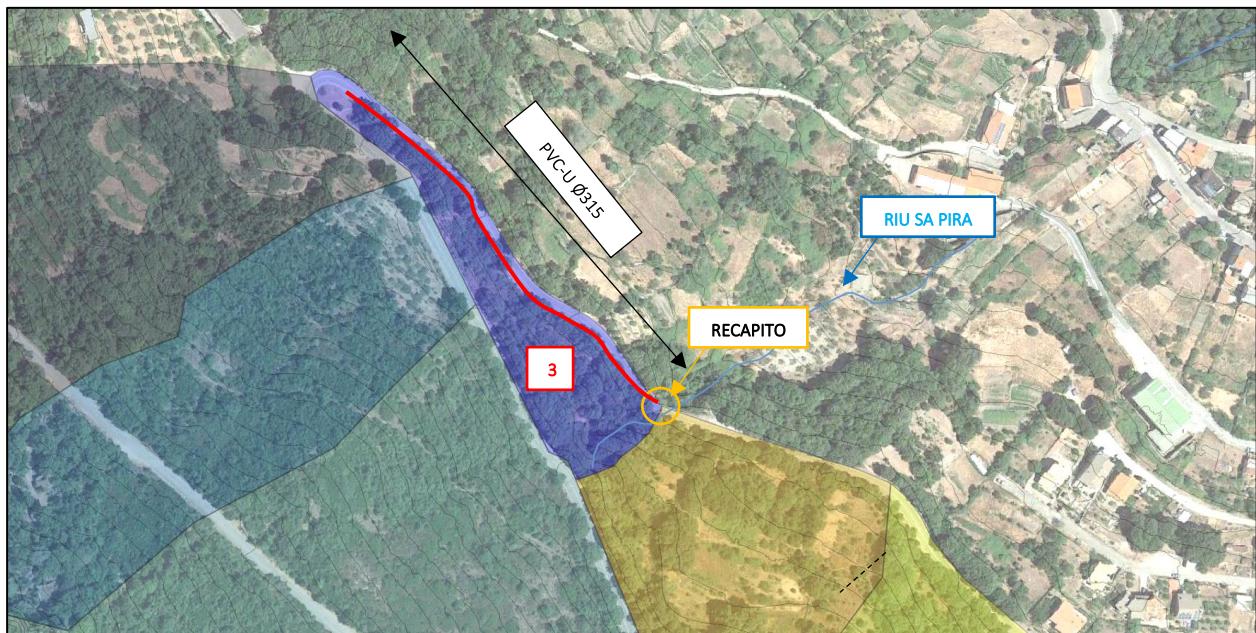


Figura 17 – Tracciato e diametri della nuova tubazione di collettamento acque bianche lungo la S.S. 198.

Nei calcoli effettuati è stata considerata la minima pendenza disponibile in base al profilo di progetto del tratto di tubazione, ed il dimensionamento è stato effettuato tramite la costruzione della scala di deflusso delle portate in moto uniforme e verificato in base alla portata di competenza dell'intero bacino 3 (cfr. Tabella 10) e secondo i criteri espressi al capitolo precedente (cfr. §0).

Nella seguente figura si riporta in sintesi tabellare e grafica la scala di deflusso calcolata per il tratto in analisi.

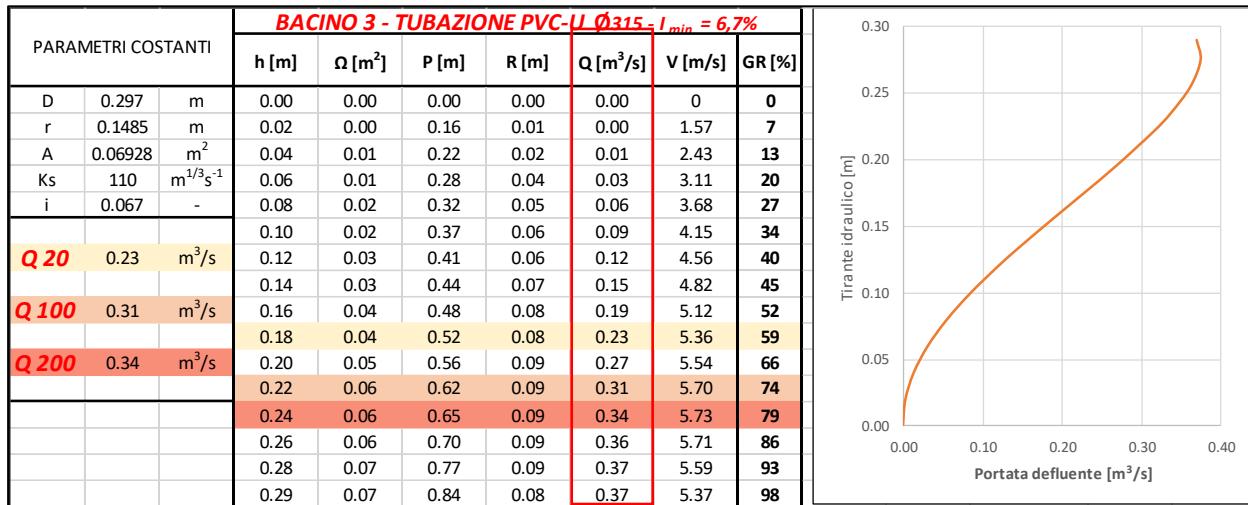
Dalle stesse emerge come il criterio di verifica relativo al Grado di Riempimento delle portate legate ai tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni venga rispettato per tutto lo sviluppo dell'intervento B, garantendo per le stesse rispettivamente un GR NON superiore a 50%, 70% e 80%.

L'intervento B permette di raccogliere l'intero deflusso del bacino 3, pari a 0,34 m³/s per la portata duecentennale convogliandolo in sicurezza sino al Riu Sa Pira identificato come Rio recettore.

La restituzione nell'alveo del Riu Sa Pira sarà effettuata appena a monte del tombino di attraversamento della S.S. 198 prevedendo la protezione spondale e del fondo alveo nel punto di immissione della nuova condotta in progetto.



Tabella 18 – Scala di deflusso della tubazione relativa al bacino 3;



5.1 BACINO 4 E 5 – INT. C – RACCOLTA E CONVOGLIAMENTO ACQUE SINO AL RIU NESTASI

Gli interventi in progetto prevedono la raccolta ed il convogliamento verso valle delle acque di versante dei bacini 4 e 5 tramite la posa di una nuova condotta lungo il terzo tratto di intervento su S.S. 198, dal diametro crescente procedendo in direzione del Rio recettore (Riu Nestasi) come riportato nella planimetria di Figura 16.

Allo stato di fatto delle opere, le acque di piattaforma vengono correttamente gestite per mezzo delle cunette alla francese esistenti, lungo le quali è prevista la posa di caditoie ad interasse costante pari a 25 m.

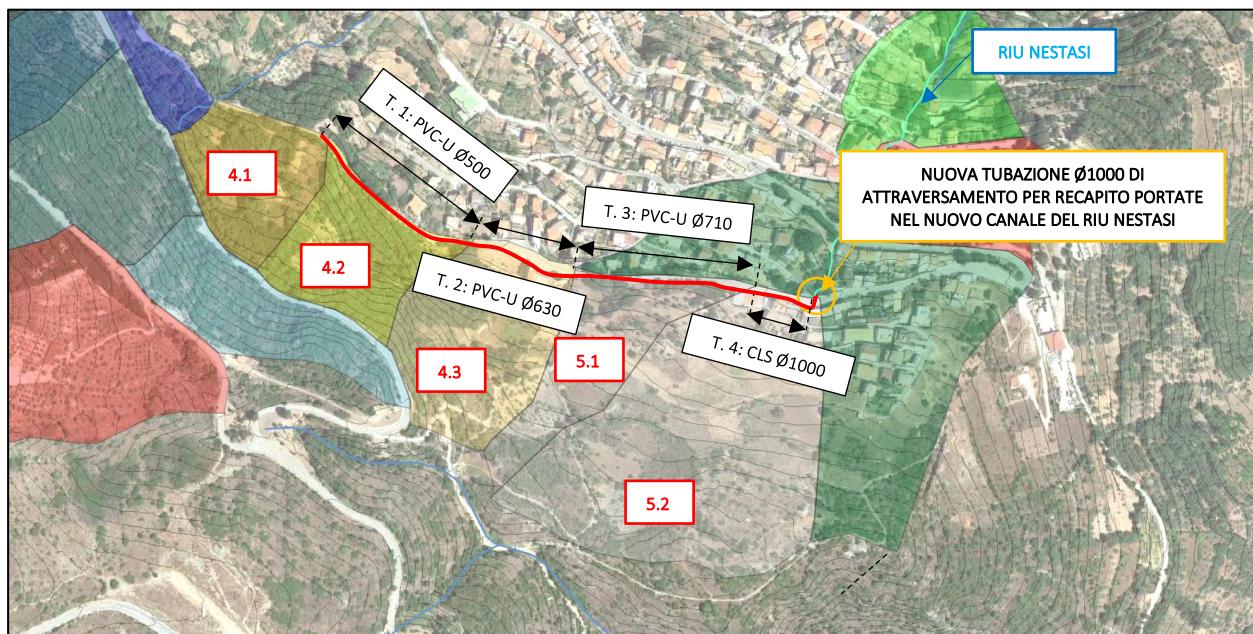


Figura 18 – Tracciato e diametri della nuova tubazione di collettamento acque bianche lungo la S.S. 198.



La nuova condotta in progetto è prevista in PVC-U dal diametro crescente da Ø500 a Ø710 seguita nel tratto 4 (T. 4 cfr. Figura 18) da una nuova tubazione Ø in cls funzionale al convogliamento dell'intero contributo di portata di competenza dei bacini 4 e 5 e cedendo, tramite attraversamento della S.S. 198 poco più a monte delle scale esistenti, le portate raccolte nel nuovo tratto di canale in pietrame in progetto.

Nei calcoli effettuati è stata considerata la minima pendenza disponibile in base al profilo di progetto dei singoli tratti di tubazione, ed il dimensionamento è stato effettuato tramite la costruzione della scala di deflusso delle portate in moto uniforme e verificato in base alle relative portate di competenza (cfr. Tabella 10) e secondo i criteri espressi al capitolo precedente (cfr. §5.2).

Nelle seguenti figure si riportano in sintesi tabellare e grafica le scale di deflusso calcolate per i suddetti tratti.

Dalle stesse emerge come il criterio di verifica relativo al Grado di Riempimento delle portate legate ai tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni venga rispettato per tutto lo sviluppo dell'intervento C, garantendo per le stesse rispettivamente un GR NON superiore a 50%, 70% e 80%.

L'intervento C permette di raccogliere l'intero deflusso del bacino 4 sommato al bacino 5, pari a 4,1 m³/s per la portata duecentennale convogliandolo in sicurezza sino al nuovo canale a cielo aperto del Riu Nestasi, identificato come Rio recettore.

Relativamente all'ultimo tronco di tubazione è previsto l'attraversamento tramite la stessa della S.S. 198 poco a monte dell'attuale canale esistente il quale defluisce al di sotto delle scalinate (Figura 19).

Il nuovo canale in progetto a cielo aperto sarà in affiancamento all'esistente, in sinistra idraulica e raccoglierà inizialmente le portate convogliate dalla serie di tubazioni relative all'INT C in analisi.

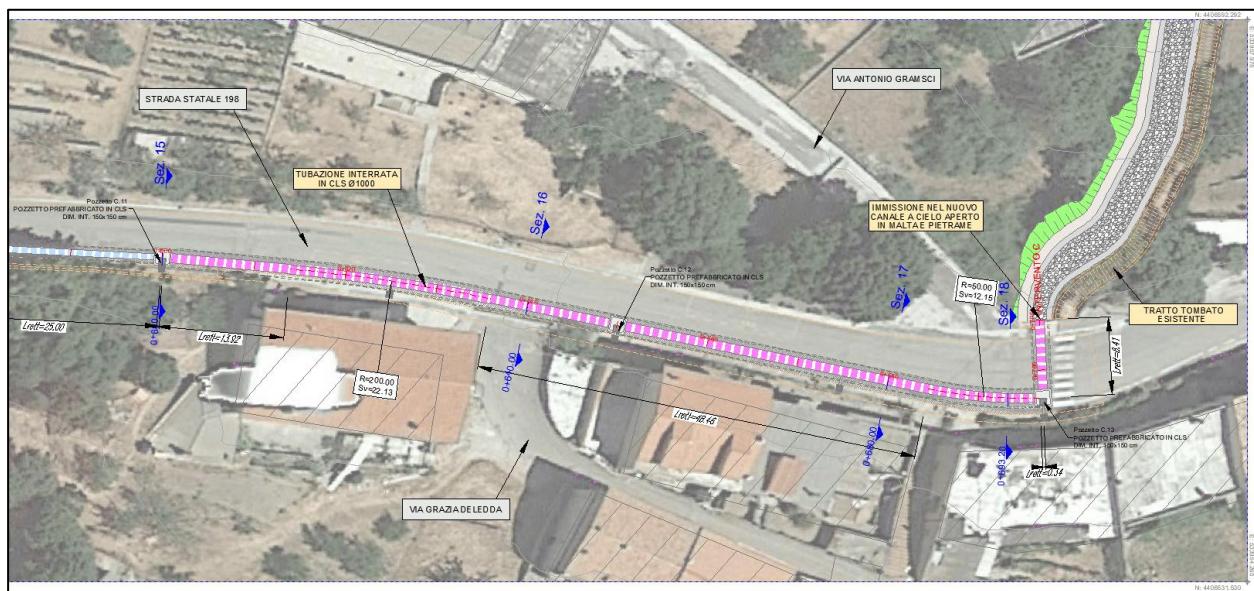


Figura 19 – Estratto dalla planimetria di progetto INTERVENTO C rappresentante l'ultimo tratto di tubazione per il convogliamento delle acque meteoriche di competenza dei bacini 4 e 5 e la loro restituzione nel nuovo canale in malta e pietrame in progetto e caratterizzante il nuovo alveo funzionale all'adeguamento del Rio Nestasi.



Tabella 19 – Scala di deflusso della tubazione relativa al sottobacino 4.2;

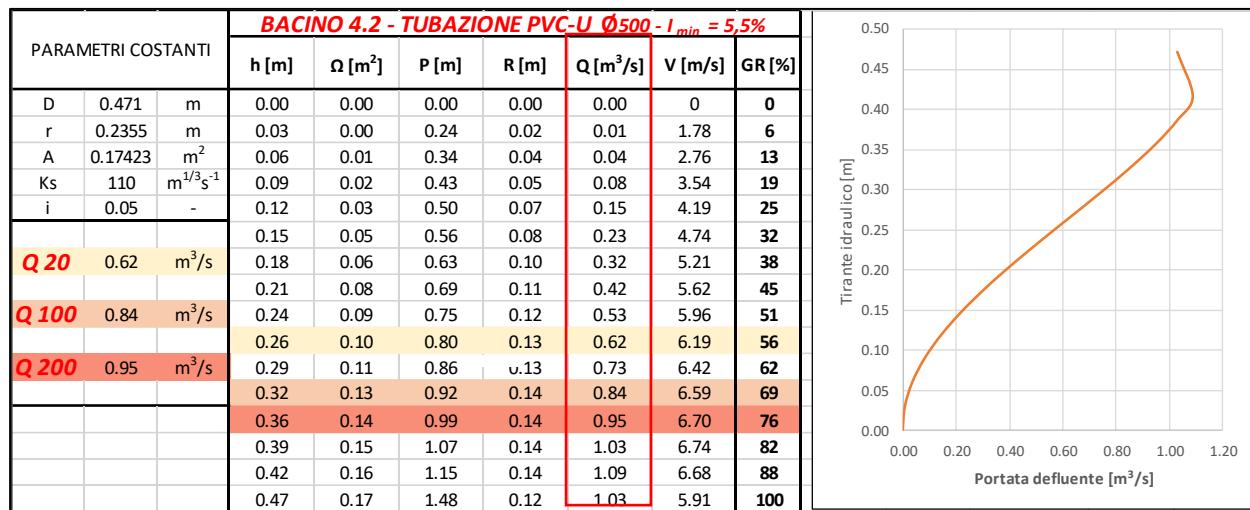


Tabella 20 - Scala di deflusso della tubazione relativa al sottobacino 4.2 + 4.3;

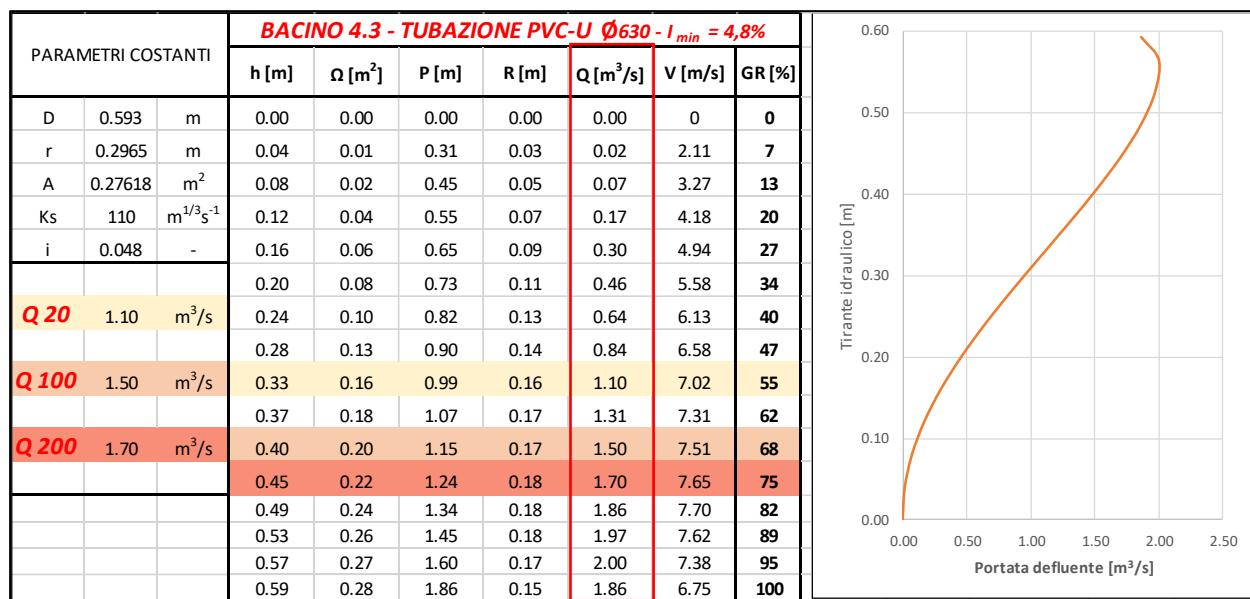




Tabella 21 - Scala di deflusso della tubazione relativa al sottobacino 4.2 + 4.3 + 5.1;

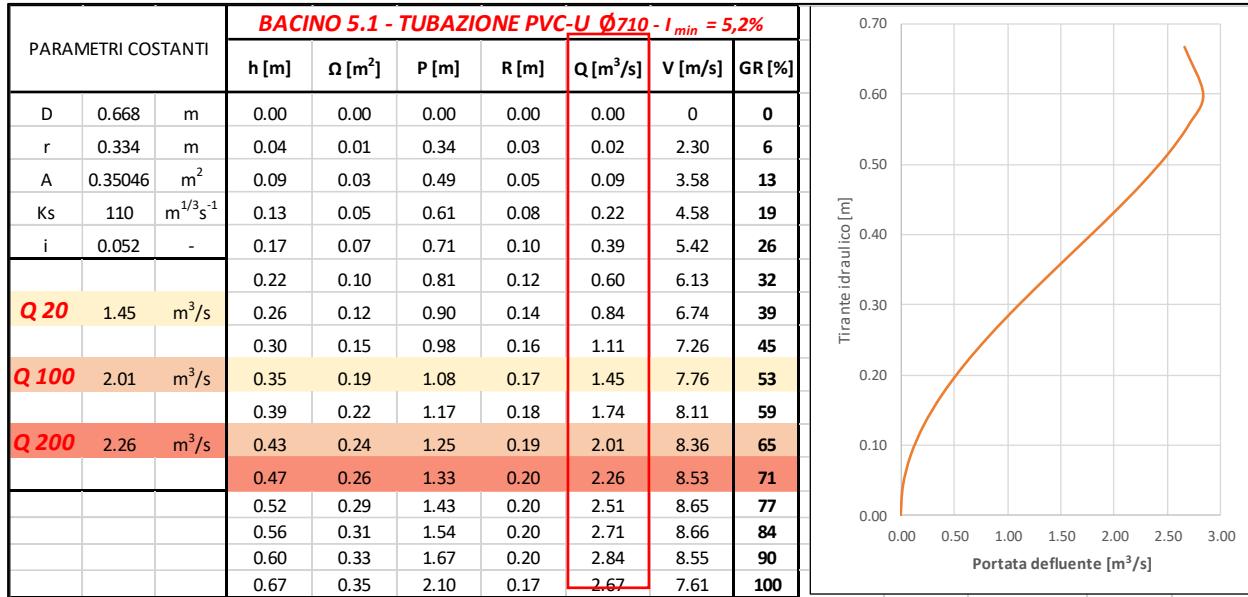
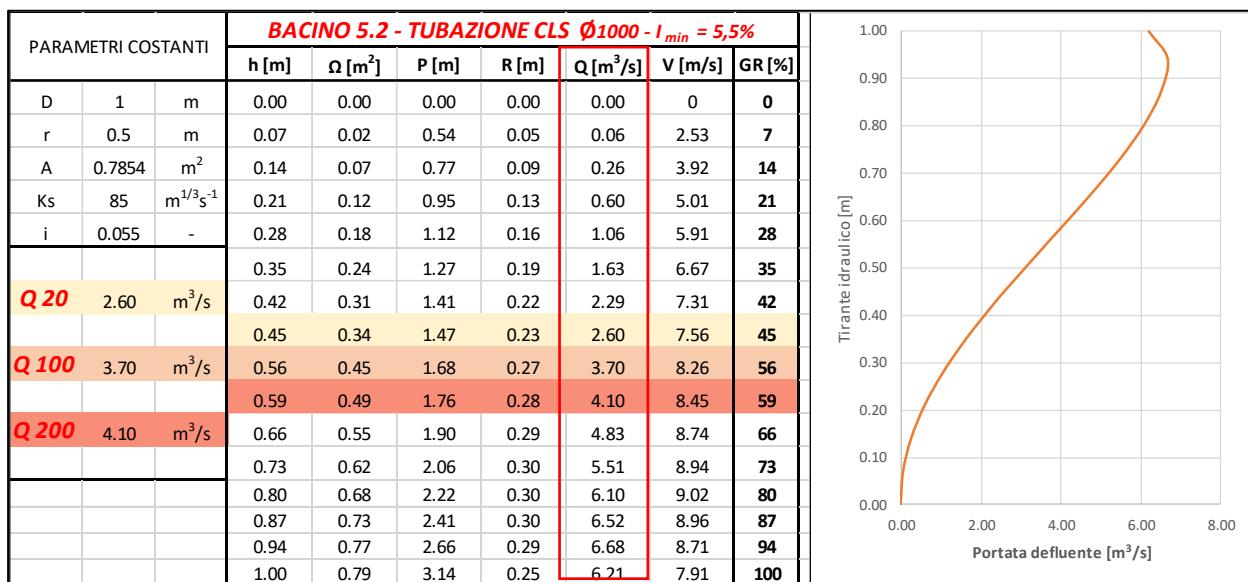


Tabella 22 - Scala di deflusso della tubazione relativa ai sottobacini 4.2 + 4.3 + 5.1 + 5.2;





6. VERIFICHE IDRAULICHE RIU NESTASI

6.1 STATO DI FATTO

Al fine di fornire una caratterizzazione completa del sistema idraulico del centro abitato di Ussassai sono state effettuate delle verifiche speditive del riu Nestasi lungo lo sviluppo del suo tratto urbano, tratto nel quale il rio risulta tombato e scorre sotto una scalinata che attraversa il paese.

La Carta della pericolosità idraulica dello Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai individua il Riu Nestasi caratterizzato da un rischio di allagamento H4 ($T_r = 50$ anni) e dunque si è ritenuto importante fornire indicazioni relative alla compatibilità del rio soprattutto nel tratto in analisi.

allo stato attuale le acque meteoriche vengono drenate dal Riu Nestasi secondo il sistema descritto in Figura 20.



Figura 20 - Sistema di raccolta e smaltimento delle acque verso il Riu Nestasi, allo stato di fatto.



Come riportato nei paragrafi precedenti, nell'ambito della presente progettazione si prevede il rifacimento dell'intero canale, senza demolire l'esistente ma intercettandone gli eventuali apporti idrici che potrebbe ancora raccogliere all'altezza dell'attraversamento della S.S. 198 (linea tratteggiata ciano di Figura 20).

Sono dunque state calcolate le scale di deflusso relativamente ai due tratti tombati per verificare la capacità massima di deflusso. Le scale di deflusso di seguito riportate sono state calcolate mediante la trattazione proposta da Chezy e già precedentemente esposta al §5.2.

In Figura 21 è riportata la scala di deflusso calcolata per il primo tratto tombato, che si sviluppa sotto la prima rampa di scale a cavallo del tornante lungo la SS 198. Le dimensioni del tratto tombato sono:

- Dimensioni: 0,6 m x 0,4 m;
- Pendenza del fondo scorrevole pari al 23%. (La pendenza è stata desunta dal piano quotato restituito a seguito dei rilievi topografici effettuati dagli scriventi).

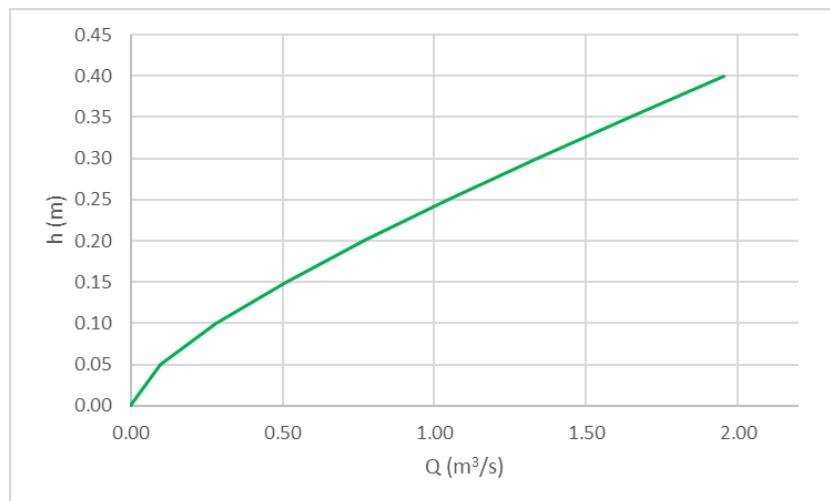


Figura 21 - Scala di deflusso della prima canalizzazione (0,6m x 0,4 m)

Dalla lettura della scala di deflusso si denota che la massima portata che può defluire nella canalizzazione in analisi è di circa 2 m³/s, valori di poco superiore alla portata cinquantennale relativamente al bacino 5, afferente a tale sistema nelle condizioni di stato di fatto e di certo non sufficiente allo smaltimento aggiuntivo delle portate relative al bacino 4.

In Figura 22 è riportata la scala di deflusso calcolata per il successivo tratto di tratto tombato, che si sviluppa dalla SS 198 al nodo di confluenza con la tubazione lungo via Leopardi e che ha le seguenti caratteristiche:

- Dimensioni: 1,0 m x 0,9 m;
- Pendenza del fondo scorrevole pari al 30%. La pendenza è stata desunta dal piano quotato restituito a seguito dei rilievi topografici effettuati dagli scriventi.

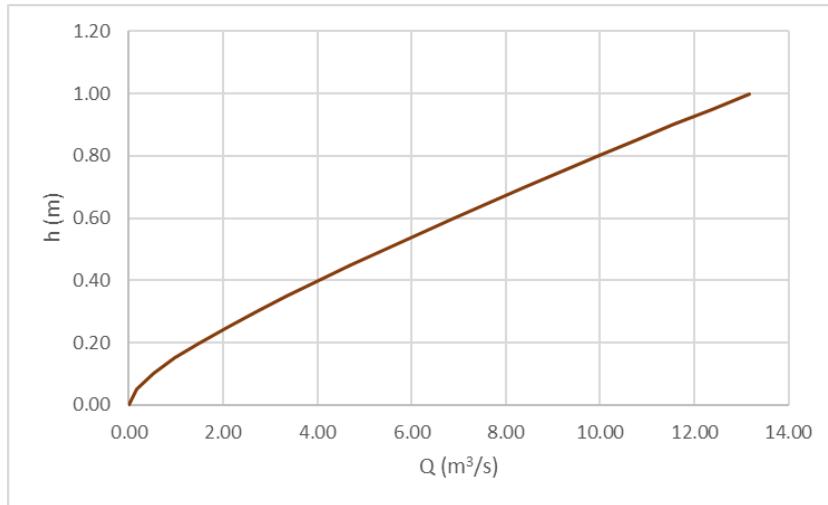


Figura 22 - Scala di deflusso della seconda canalizzazione (1,0m x 0,9 m)

Dalla lettura della scala di deflusso si denota che la massima portata che può defluire nella canalizzazione in analisi è di circa $13\ m^3/s$, valore del tutto compatibile con la portata duecentennale di competenza per il tratto in analisi, che risulta essere pari a $4,1\ m^3/s$ allo stato di fatto e $6,8\ m^3/s$ allo stato di progetto contando il contributo di portata del bacino 4. Ovviamente, essendo inoltre l'altezza libera in tale tratto di circa 0,9 m NON si hanno verifiche positive nei confronti del franco idraulico, che allo stato di fatto potrebbe risultare ottimisticamente di 0,5 m, con importanti velocità di deflusso.

Per la completa consultazione dei valori di portata calcolati, e per maggiori dettagli relativamente alla metodologia seguita per il calcolo delle stesse, si rimanda all' *Elab. D.3.1 – Relazione idrologica*.

6.2 STATO DI PROGETTO

Le verifiche speditive effettuate sulle sezioni del canale esistente rilevate dagli Scriventi durante le diverse attività di sopralluogo svolte lungo lo sviluppo del tratto tombato e riportate nel capitolo precedente (§6.1) hanno messo in evidenza l'insufficienza idraulica dettata dalle dimensioni piuttosto ridotte del canale tombato, viste le portate potenzialmente captabili dai bacini di monte, e la conseguente assenza del franco idraulico, così come dettato dalle N.A. del P.A.I. richiamante nello specifico al §3 al quale si rimanda per approfondimenti.

Come riportato nei paragrafi precedenti, nell'ambito della presente progettazione si prevede il rifacimento dell'intero canale, senza demolire l'esistente ma intercettandone gli eventuali apporti idrici che potrebbe ancora raccogliere all'altezza dell'attraversamento della S.S. 198 (linea tratteggiata ciano di Figura 23).

Il nuovo canale sarà a cielo aperto per la maggior parte del suo percorso, sia in ambito urbano che per tutto il tratto a valle del campo sportivo e la sezione tipo prevista è trapezia, realizzata in malta e pietrame e delle dimensioni pari a $a = 1,5\ m$, $B = 3,0\ m$ e $h = 1,5$ nel tratto iniziale sino al tratto tombato in cui si prevede la posa di uno scatolare in c.a. gettato in opera delle dimensioni pari a $L = 1,5\ m$ e $H = 2,0\ m$, per poi rientrare a valle dello stesso in sezione trapezia $b = 2,0\ m$, $B = 4,0\ m$ e $h = 1,5\ m$ ancora realizzata in malta e pietrame.



Si prevede inoltre il corazzamento interno allo scatolare lungo lo sviluppo iniziale dello stesso per circa 10 m.

Il tratto finale a valle del campo sportivo è previsto a cielo aperto sino a monte dell'attraversamento esistente lungo la strada bianca intersecata dal deflusso delle portate in analisi.

In Figura 23 si riporta lo schema planimetrico di sintesi degli interventi previsti nel tratto urbano.



Figura 23 – Sovrapposizione de tracciato del canale esistente (linee colorate tratteggiate) con la traccia planimetrica del nuovo canale relativo al Rio Nestasi.

Le verifiche idrauliche condotte in tale ambito sono state effettuate tramite l'allestimento di un modello di calcolo idrodinamico monodimensionale implementato con software HEC-RAS permettendo di analizzare il deflusso delle portate di piena in moto permanente per i tempi di ritorno di 10, 20, 50, 100 e 200 anni.

I risultati delle simulazioni idrauliche effettuate sono raccolti interamente in ALLEGATO 1 al quale si rimanda.

Nel seguito della trattazione si analizzano le caratteristiche idrodinamiche del deflusso delle portate lungo lo sviluppo del tratto di canale di nuova realizzazione, analisi funzionale alla verifica del franco idraulico nel rispetto delle vigenti normative in merito ed in particolare per quanto prescritto dalle N.A. del P.A.I. (cfr. §3).



6.2.1 Metodologia di calcolo

Le simulazioni numeriche sono state realizzate utilizzando il software HEC-RAS, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center, River Analysis System dell'US Army Corps of Engineers, in particolare è stata utilizzata l'ultima versione disponibile 6.2.

Vista la conformazione morfologica dei rii oggetto di intervento si è deciso di allestire dei modelli numerici monodimensionali (1D), che consentono di individuare le sezioni d'alveo oggetto di criticità idraulica e i livelli idrici attesi per i vari tempi di ritorno alla luce delle opere in progetto.

L'approccio di calcolo utilizzato è dunque quello caratteristico delle correnti in moto permanente in alveo a sezione gradualmente variabile, imponendo un valore di portata costante nel tempo e lungo il tratto considerato.

6.2.1.1 Scenari simulati

Per il modello idraulico allestito del Riu Nestasi è stata effettuata la simulazione del deflusso della portata idrica di piena con tempi di ritorno 10, 20, 50, 100 e 200 anni nelle condizioni geometriche allo STATO DI PROGETTO.

I risultati delle modellazioni dello stato di progetto hanno consentito di verificare le caratteristiche del deflusso idrodinamico della corrente di piena (specialmente in termini di battenti e velocità) e l'entità del franco idraulico.

6.2.1.2 Geometria di calcolo

Le geometrie di calcolo sono state sviluppate sulla base delle informazioni topografiche desunte dai rilievi topografici di dettaglio, da precedenti studi e analisi e dal DTM passo 1 m, opportunamente integrate e modificate per attagliarsi al meglio agli obiettivi ricercati.

6.2.1.3 Parametri di scabrezza

Per le simulazioni allo stato di progetto sono stati assunti i seguenti valori del parametro n di Manning:

- $n = 0,02 \text{ s}^{\frac{1}{2}} \text{m}^{-\frac{1}{3}}$ per canali rivestiti in cls;
- $n = 0,03 \text{ s}^{\frac{1}{2}} \text{m}^{-\frac{1}{3}}$ per canali con fondo rivestito in pietrame e sponde in cls;
- $n = 0,035 \text{ s}^{\frac{1}{2}} \text{m}^{-\frac{1}{3}}$ per canali a cielo aperto in malta e pietrame.

6.2.1.4 Condizioni al contorno

In linea generale le condizioni al contorno sono state attribuite come segue:

- “Normal depth” al limite di monte dell’area di studio pari a 6%;
- “Normal depth” al limite di valle dell’area di studio pari a 19%.

Per quanto riguarda le portate di progetto assunte nella verifica del canale in analisi sono riportate in Tabella 13.



6.2.2 Risultati delle simulazioni idrauliche – Riu Nestasi

Il modello di simulazione idrodinamica monodimensionale allestito dagli Scriventi si sviluppa a partire dalla S.S. 198 nel punto in cui si dipartono le scalinate esistenti che attraversano la parte est dell'abitato (dove inizia il canale esistente) sino all'attraversamento esistente lungo la strada bianca a valle del campo sportivo.

Lo sviluppo complessivo risulta dunque di circa 400 m con circa 95 sezioni idrauliche implementate.

Tale estensione è rappresentata in Figura 24 con la suddivisione dei tratti funzionale all'analisi ed al calcolo dei franchi idraulici offerti dall'opera in progetto riportati nel seguito della trattazione.



Figura 24 - Estensione planimetrica del modello 1D allestito e rappresentazione delle sezioni di calcolo.



6.2.2.1 TRATTO 1: Canale aperto in malta e pietrame

Il primo tratto come si è detto sarà realizzato in malta e pietrame con dimensioni della sezione trapezia pari a $a = 1,5 \text{ m}$, $B = 3,0 \text{ m}$ e $h = 1,5 \text{ m}$ ed una pendenza del fondo di progetto pari al 15% lungo i tratti compresi tra un salto ed il successivo. Il tracciato parte sul lato sinistro delle scalinate e dunque del canale esistente il quale defluisce al di sotto delle stesse. La sezione caratteristica del tratto viene riportata nel seguito (XS 342) in Figura 25:

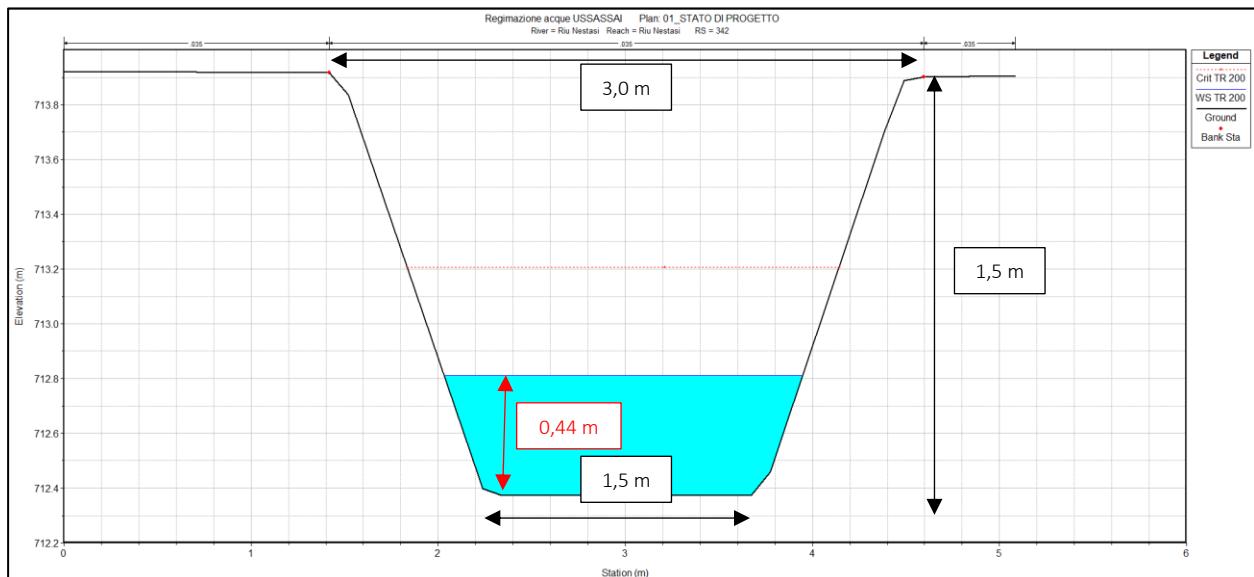


Figura 25 – Sezione di calcolo 342: battenti idraulici per la piena TR 200 anni.

All'imbocco di tale tratto di canale si ha lo sbocco della tubazione in cls Ø1000 relativa all'intervento C analizzato e verificato ai paragrafi precedenti (cfr. § 5.1), la quale restituisce in alveo la portata TR 200 pari a $4,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tale portata defluisce lungo le sezioni di progetto del TRATTO 1 con battenti in media di 0,45 m e velocità di deflusso medie pari a 5,8 m/s. Il regime di moto che va ad instaurarsi risulta di corrente veloce per tutto il tratto.

Lo sviluppo di tale tratto sino all'arrivo al nuovo scatolare in c.a. di attraversamento della S.S. 198 è di 65 m.

Il profilo idraulico di moto permanente riportato in Figura 26 evidenzia come le altezze idriche risultino sempre contenute nelle successive sezioni garantendo un franco idraulico pari o superiore a 1 m ed in particolare si riporta il calcolo dello stesso per ciascuna delle sezioni caratteristiche di tale tratto, evidenziando dunque i battenti instauratisi e le velocità di deflusso caratteristiche del deflusso della portata duecentennale.

Dalla Tabella 23 si evince che il franco idraulico calcolato in base al massimo valore relativo alle 3 condizioni imposte dalle N.A. del P.A.I. (cfr. § 3) risulta verificato in ognuna delle sezioni di calcolo lungo il tratto in analisi.

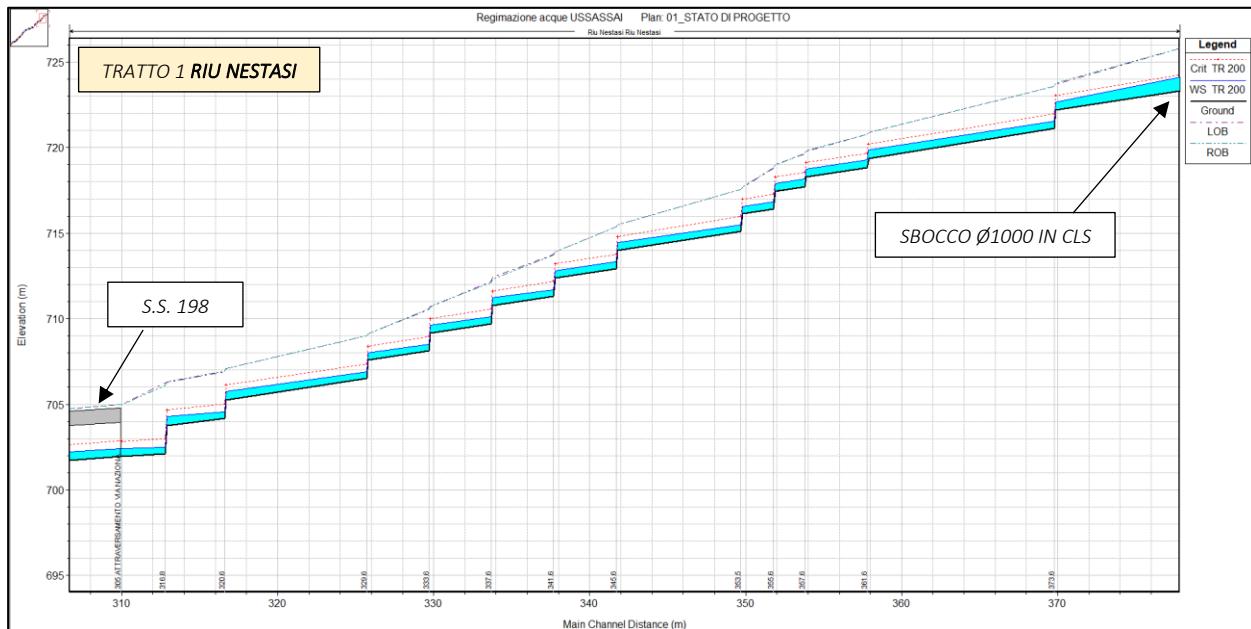


Figura 26 – Profilo di moto permanente – TRATTO 1 Riu Nestasi allo STATO DI PROGETTO – TR 200 anni.

Tabella 23 – Calcolo del franco idraulico secondo l'art. 21 delle N.A. del P.A.I. (cfr. § 3)

Sezione modello idraulico	Velocità media	Profondità media	Termine cinetico	Franco F1	Franco F2	Franco F3	Franco min canale cielo aperto	Altezza teorica canale	Altezza effettiva canale	Verifica altezza canale	FRANCO EFFETTIVO
[·]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
381.7	3.66	0.8	0.68	0.8	0.34	0.67	0.80	1.60	2.50	VERO	1.70
374.1	5.14	0.48	1.35	0.48	0.67	0.61	0.67	1.15	1.50	VERO	1.02
373.6	6.27	0.42	2.00	0.42	1.00	0.62	1.00	1.42	2.50	VERO	2.08
362	5.02	0.48	1.28	0.48	0.64	0.60	0.64	1.12	1.50	VERO	1.02
361.6	5.46	0.45	1.52	0.45	0.76	0.60	0.76	1.21	2.00	VERO	1.55
358	5.19	0.46	1.37	0.46	0.69	0.60	0.69	1.15	1.50	VERO	1.04
357.6	5.6	0.45	1.60	0.45	0.80	0.61	0.80	1.25	1.90	VERO	1.45
355.9	5.37	0.45	1.47	0.45	0.73	0.60	0.73	1.18	1.50	VERO	1.05
355.6	6.37	0.4	2.07	0.4	1.03	0.61	1.03	1.43	2.40	VERO	2.00
353.9	5.83	0.41	1.73	0.41	0.87	0.59	0.87	1.28	1.50	VERO	1.09
353.5	6.68	0.38	2.27	0.38	1.14	0.60	1.14	1.52	2.50	VERO	2.12
346	5.24	0.46	1.40	0.46	0.70	0.60	0.70	1.16	1.50	VERO	1.04
345.6	6.3	0.4	2.02	0.4	1.01	0.60	1.01	1.41	2.40	VERO	2.00
342	5.52	0.44	1.55	0.44	0.78	0.60	0.78	1.22	1.50	VERO	1.06
341.6	6.49	0.4	2.15	0.4	1.07	0.61	1.07	1.47	2.50	VERO	2.10
338.1	5.56	0.44	1.58	0.44	0.79	0.60	0.79	1.23	1.60	VERO	1.16
337.6	6.54	0.4	2.18	0.4	1.09	0.61	1.09	1.49	2.50	VERO	2.10
334	5.61	0.43	1.60	0.43	0.80	0.60	0.80	1.23	1.50	VERO	1.07
333.6	6.54	0.39	2.18	0.39	1.09	0.60	1.09	1.48	2.40	VERO	2.01
330	5.62	0.44	1.61	0.44	0.80	0.60	0.80	1.24	1.50	VERO	1.06
329.6	6.55	0.4	2.19	0.4	1.09	0.61	1.09	1.49	2.50	VERO	2.10
321.3	5.07	0.49	1.31	0.49	0.66	0.61	0.66	1.15	1.80	VERO	1.31
320.6	6.27	0.42	2.00	0.42	1.00	0.62	1.00	1.42	2.80	VERO	2.38
317.9	5.21	0.54	1.38	0.54	0.69	0.65	0.69	1.23	2.50	VERO	1.96
316.8	7.07	0.39	2.55	0.39	1.27	0.62	1.27	1.66	4.10	VERO	3.71



6.2.2.2 Nuovo attraversamento S.S. 198 scatolare in c.a. 1,5 x 2,0 m

Gli interventi in progetto prevedono il rifacimento dell'attraversamento lungo la S.S. 198 a valle del TRATTO 1 (identificato dalla planimetria riportata in Figura 1Figura 23) tramite la posa di un nuovo scatolare in c.a. gettato in opera delle dimensioni $L = 1,5$ m e $h = 2,0$ m per uno sviluppo complessivo di circa 18 m. Successivamente la sezione riprende a cielo aperto ed il tracciato scorre in destra delle scale esistenti.

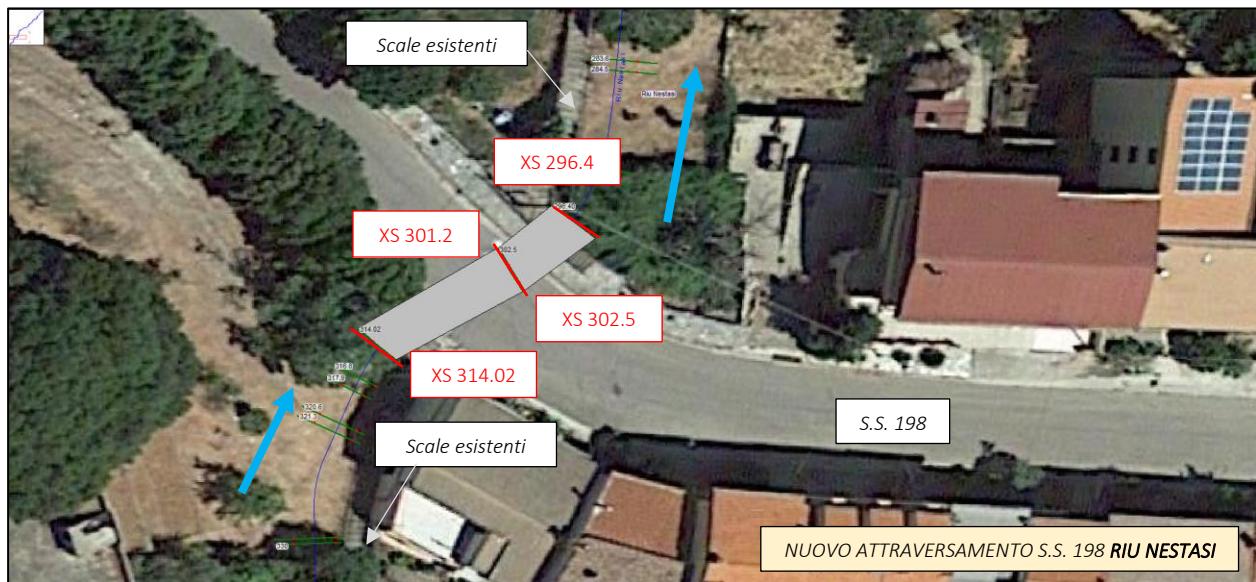


Figura 27 – Planimetria con ubicazione delle sezioni di calcolo del modello idrodinamico 1D.

Tale punto rappresenta l'intersezione con il canale esistente, per il quale è previsto l'incorporamento nel nuovo manufatto di attraversamento in maniera tale da raccogliere eventuali contributi idrici ancora raccolti dall'esistente nelle condizioni post-realizzazione dell'opera in progetto.

All'imbocco dell'attraversamento la corrente in arrivo presenta un tirante idraulico pari a 0,48 m ed una velocità di deflusso di 5,7 m/s che incrementa leggermente a valle del salto interno (5,9 m/s) mentre il tirante si mantiene pressoché costante al passaggio dell'attraversamento.

Il profilo idraulico di moto permanente riportato in Figura 29 evidenzia come le altezze idriche risultino sempre contenute nelle successive sezioni garantendo un franco idraulico superiore a 1,5 m ed in particolare si riporta il calcolo dello stesso per le 4 sezioni caratteristiche dell'attraversamento.

Dalla Tabella 24 si evince che il franco idraulico calcolato in base al massimo valore relativo alle 3 condizioni imposte dalle N.A. del P.A.I. (cfr. § 3) risulta superiore ad 1,5 m (valore imposto da NTC 2018) in ognuna delle sezioni di calcolo lungo il tratto in analisi.

Trattandosi di un manufatto ricadente nella categoria "tombini" il criterio di verifica del franco risulta quello imposto dalla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 21 gennaio 2019 (cfr. § 3) per la quale risulta ampiamente verificato, in questo caso anche per le richieste imposte da NTC 2018.

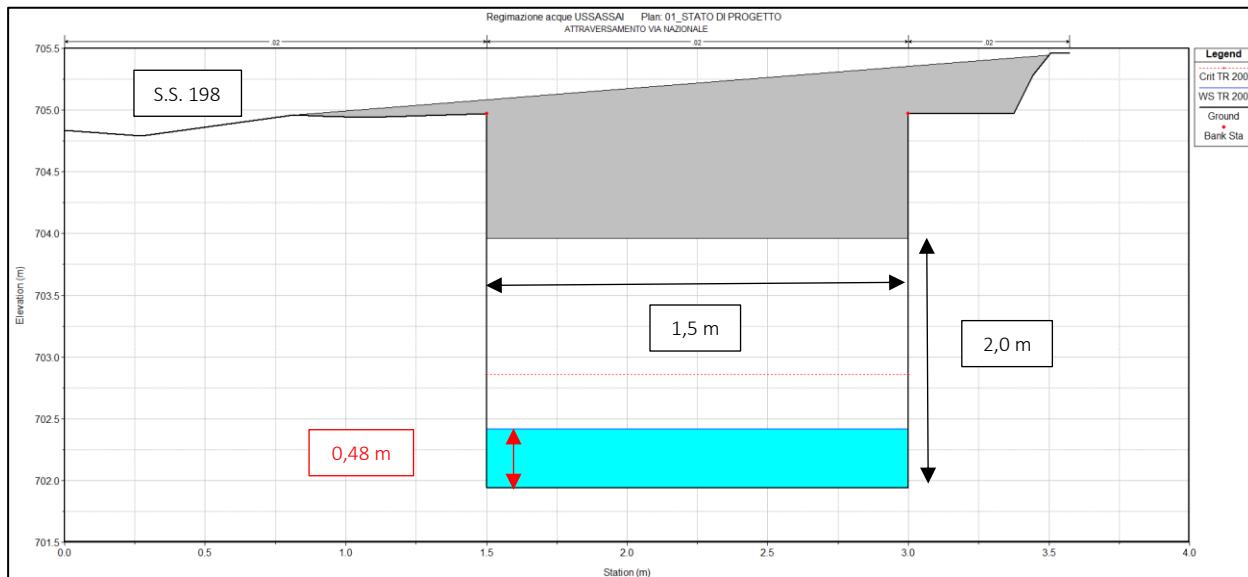


Figura 28 – Sezione di calcolo 314.02: battenti idraulici per la piena TR 200 anni.

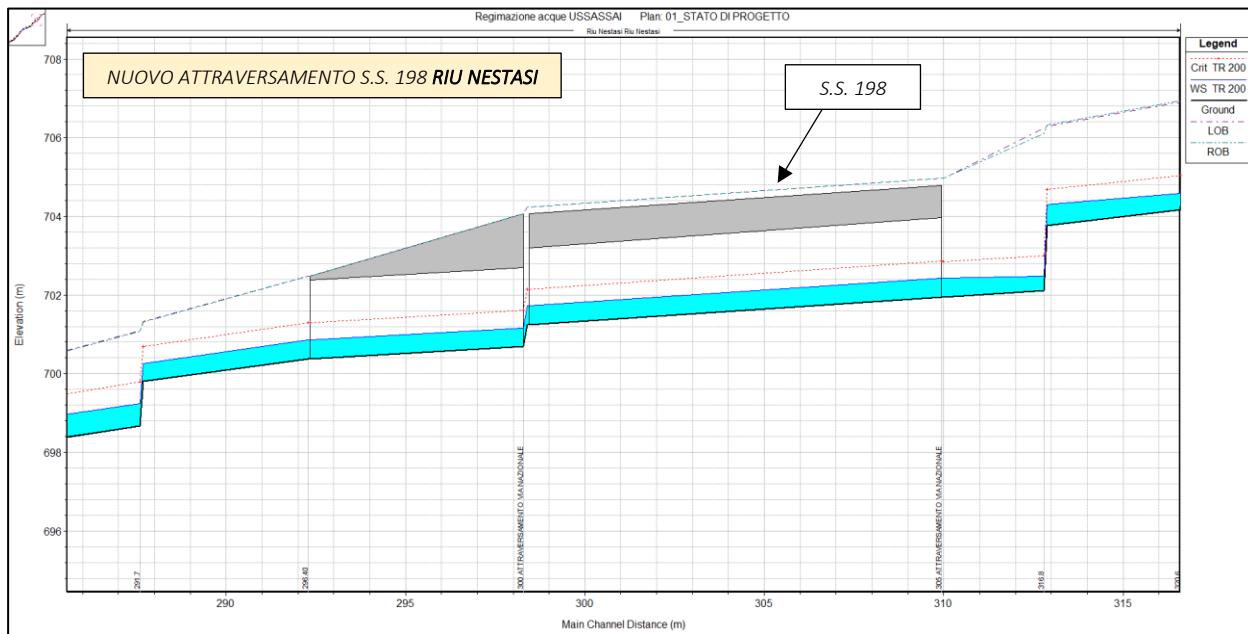


Figura 29 – Profilo di moto permanente – TRATTO 1 Riu Nestasi allo STATO DI PROGETTO – TR 200 anni.

Tabella 24 - Calcolo del franco idraulico secondo l'art. 21 delle N.A. del P.A.I. (cfr. § 3)

Sezione modello idraulico	Velocità media	Profondità media	Termine cinetico	Franco F1	Franco F2	0,87radq(y)	alfa	y'	Franco F3	Franco MINIMO	Altezza teorica canale	Altezza effettiva canale	Verifica altezza canale	FRANCO EFFETTIVO
[s]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
314.02	5.69	0.48	1.65	0.67	1.16	0.60	0.069	0.48	0.64	1.16	1.64	2.00	VERO	1.52
302.5	5.55	0.49	1.57	0.67	1.10	0.61	0.055	0.49	0.64	1.10	1.59	2.00	VERO	1.51
301.2	5.89	0.46	1.77	0.67	1.24	0.59	0.089	0.46	0.63	1.24	1.70	2.00	VERO	1.54
296.4	5.6	0.48	1.60	0.67	1.12	0.60	0.06	0.48	0.63	1.12	1.60	2.00	VERO	1.52



6.2.2.1 TRATTO 2: Canale aperto in malta e pietrame

Il secondo tratto sarà realizzato in malta e pietrame con dimensioni della sezione trapezia pari a $b = 1,5$ m, $B = 3,0$ m e $h = 1,5$ m ed una pendenza del fondo di progetto pari al 14% lungo i tratti compresi tra un salto ed il successivo. Il tracciato parte sul lato sinistro delle scalinate e dunque del canale esistente il quale defluisce al di sotto delle stesse. La sezione caratteristica del tratto viene riportata nel seguente (XS 258.5) in Figura 30:

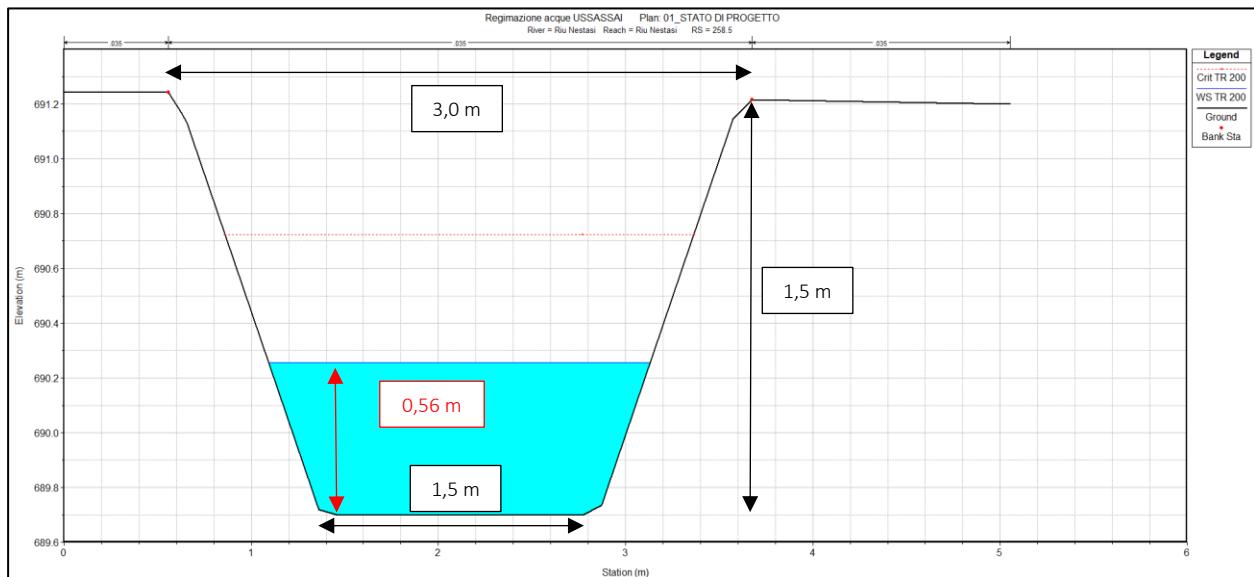


Figura 30 – Sezione di calcolo 258.5: battenti idraulici per la piena TR 200 anni.

Lungo tale tratto è stato tenuto in conto l'ulteriore contributo di portata drenata dal bacino 6 dunque per tale tratto la portata TR 200 di riferimento risulta pari a $5,8 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tale portata defluisce lungo le sezioni di progetto del TRATTO 2 con battenti in media di 0,54 m e velocità di deflusso medie pari a 6,3 m/s. Il regime di moto che va ad instaurarsi risulta di corrente veloce per tutto il tratto.

Lo sviluppo di tale tratto sino all'arrivo al nuovo scatolare in c.a. interrato sino al campo sportivo è di 50 m.

Il profilo idraulico di moto permanente riportato in Figura 26 evidenzia come le altezze idriche risultino sempre contenute nelle successive sezioni garantendo un franco idraulico pari o superiore a 0,9 m ed in particolare si riporta il calcolo dello stesso per ciascuna delle sezioni caratteristiche di tale tratto, evidenziando dunque i battenti instauratisi e le velocità di deflusso caratteristiche del deflusso della portata duecentennale.

Dalla Tabella 25 si evince che il franco idraulico calcolato in base al massimo valore relativo alle 3 condizioni imposte dalle N.A. del P.A.I. (cfr. § 3) risulta verificato in ognuna delle sezioni di calcolo lungo il tratto in analisi.

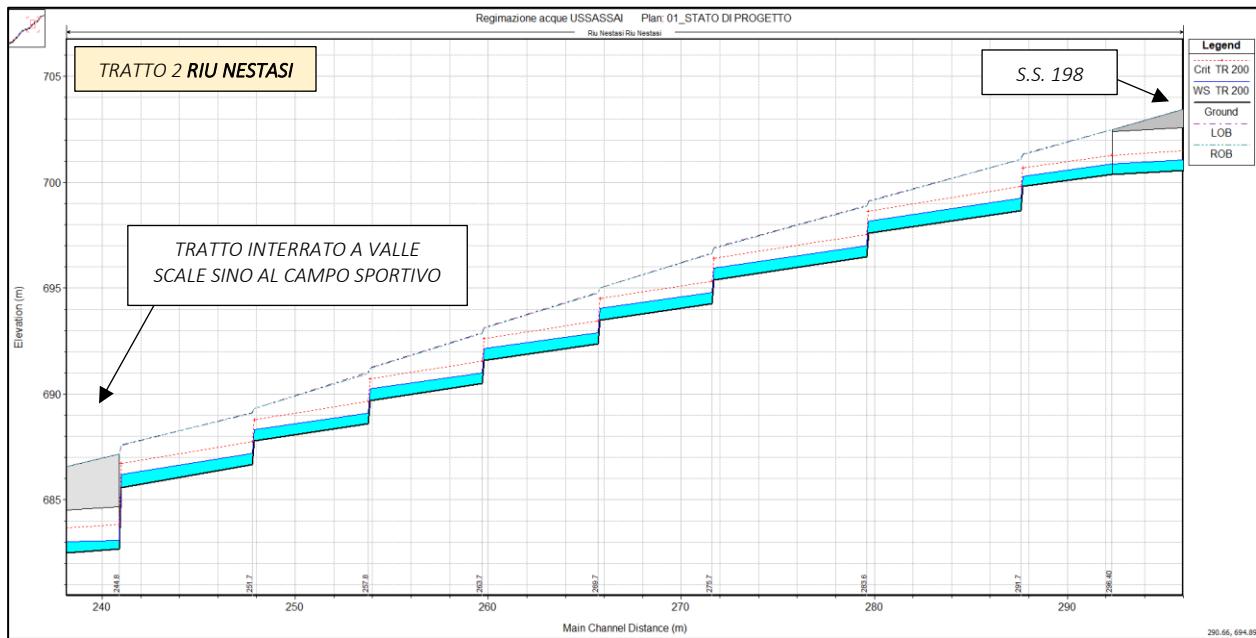


Figura 31 – Profilo di moto permanente – TRATTO 2 Riu Nestasi allo STATO DI PROGETTO – TR 200 anni.

Tabella 25 – Calcolo del franco idraulico secondo l’art. 21 delle N.A. del P.A.I. (cfr. § 3)

Sezione modello idraulico	Velocità media	Profondità media	Termine cinetico	Franco F1	Franco F2	Franco F3	Franco min canale cielo aperto	Altezza teorica canale	Altezza effettiva canale	Verifica altezza canale	FRANCO EFFETTIVO
[t]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
296.4	5.6	0.48	1.60	0.48	0.80	0.63	0.80	1.28	2.10	VERO	1.62
292.5	5.79	0.46	1.71	0.46	0.85	0.63	0.85	1.31	1.50	VERO	1.04
291.7	6.58	0.58	2.21	0.58	1.10	0.75	1.10	1.68	2.40	VERO	1.82
284.5	5.78	0.57	1.70	0.57	0.85	0.70	0.85	1.42	1.50	VERO	0.93
283.6	6.74	0.53	2.32	0.53	1.16	0.73	1.16	1.69	2.40	VERO	1.87
276.4	5.76	0.57	1.69	0.57	0.85	0.70	0.85	1.42	1.50	VERO	0.93
275.7	6.73	0.52	2.31	0.52	1.15	0.72	1.15	1.67	2.40	VERO	1.88
270.4	5.9	0.57	1.77	0.57	0.89	0.71	0.89	1.46	1.50	VERO	0.93
269.7	6.82	0.52	2.37	0.52	1.19	0.72	1.19	1.71	2.40	VERO	1.88
264.5	5.88	0.56	1.76	0.56	0.88	0.70	0.88	1.44	1.50	VERO	0.94
263.7	6.81	0.52	2.36	0.52	1.18	0.72	1.18	1.70	2.40	VERO	1.88
258.5	5.92	0.56	1.79	0.56	0.89	0.70	0.89	1.45	1.50	VERO	0.94
257.8	6.84	0.53	2.38	0.53	1.19	0.73	1.19	1.72	2.40	VERO	1.87
252.5	5.94	0.54	1.80	0.54	0.90	0.69	0.90	1.44	1.50	VERO	0.96
251.7	6.83	0.53	2.38	0.53	1.19	0.73	1.19	1.72	2.50	VERO	1.97
245.4	6.29	0.64	2.02	0.64	1.01	0.78	1.01	1.65	2.00	VERO	1.36



6.2.2.1 Nuovo tratto interrato scatolare in c.a. 1,5 x 2,0 m

Gli interventi in progetto prevedono la realizzazione di un nuovo tratto interrato a valle del TRATTO 2 (identificato dalla planimetria riportata in Figura 1Figura 23) tramite la realizzazione di un nuovo scatolare in c.a. gettato in opera delle dimensioni $L = 1,5$ m e $h = 2,0$ m per uno sviluppo complessivo di circa 90 m e con una pendenza di progetto non superiore al 6%. Successivamente la sezione riprende a cielo aperto ed il tracciato scorre a valle del campo sportivo sino al ponte esistente a valle.

Lungo tale tratto si ha l'incremento della portata drenata dal bacino urbano 7 e dunque la portata duecentennale di riferimento risulta pari a $6,7 \text{ m}^3/\text{s}$ per l'intero tratto interrato.

All'imbocco dell'attraversamento la corrente in arrivo presenta un tirante idraulico pari a 0,43 m ed una velocità di deflusso di 9,1 m/s al piede del salto di immissione al tratto interrato, che diminuisce verso valle calcolando una velocità di deflusso media per il tratto pari a 6,3 m/s ed un tirante medio di circa 0,7 m.

Il profilo idraulico di moto permanente riportato in Figura 29 evidenzia come le altezze idriche risultino sempre contenute nelle successive sezioni garantendo un franco idraulico superiore a 1,5 m ed in particolare si riporta il calcolo dello stesso per le 4 sezioni caratteristiche dell'attraversamento.

Dalla Tabella 26 si evince che il franco idraulico calcolato in base al massimo valore relativo alle 3 condizioni imposte dalle N.A. del P.A.I. (cfr. § 3) risulta superiore ad 1,2 m.

Trattandosi di un manufatto ricadente nella categoria “tombini” il criterio di verifica del franco risulta quello imposto dalla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 21 gennaio 2019 (cfr. § 3) per la quale risulta verificato garantendo un franco minimo di 1,2 m e delle velocità di deflusso superiori a 7 m/s localmente, laddove si ha il salto di fondo.

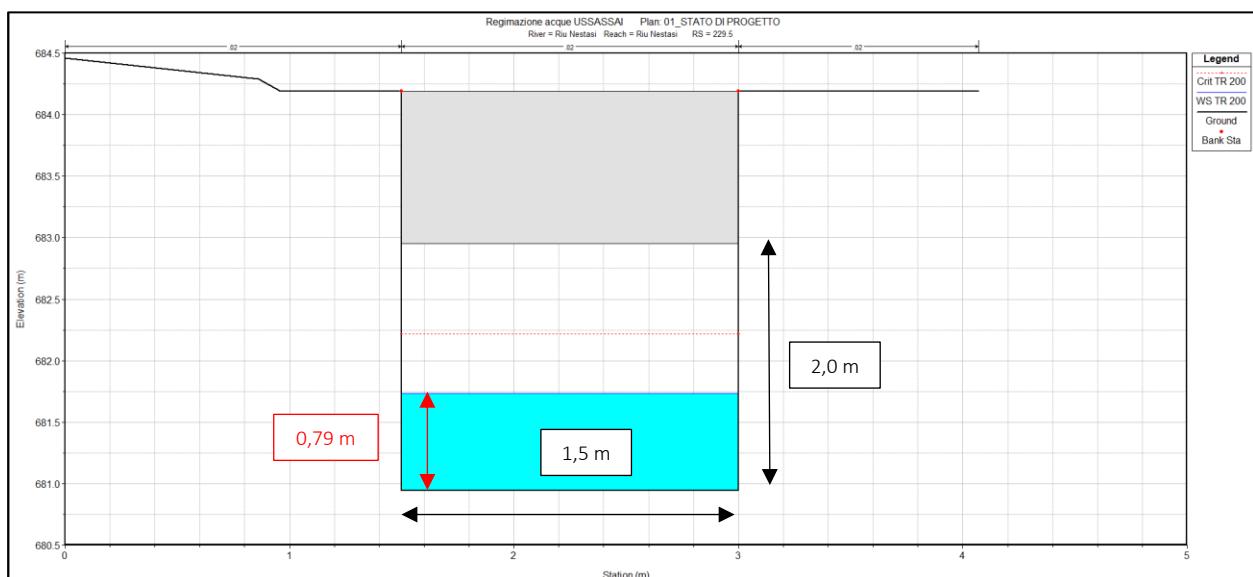


Figura 32 – Sezione di calcolo 229.5: battenti idraulici per la piena TR 200 anni.

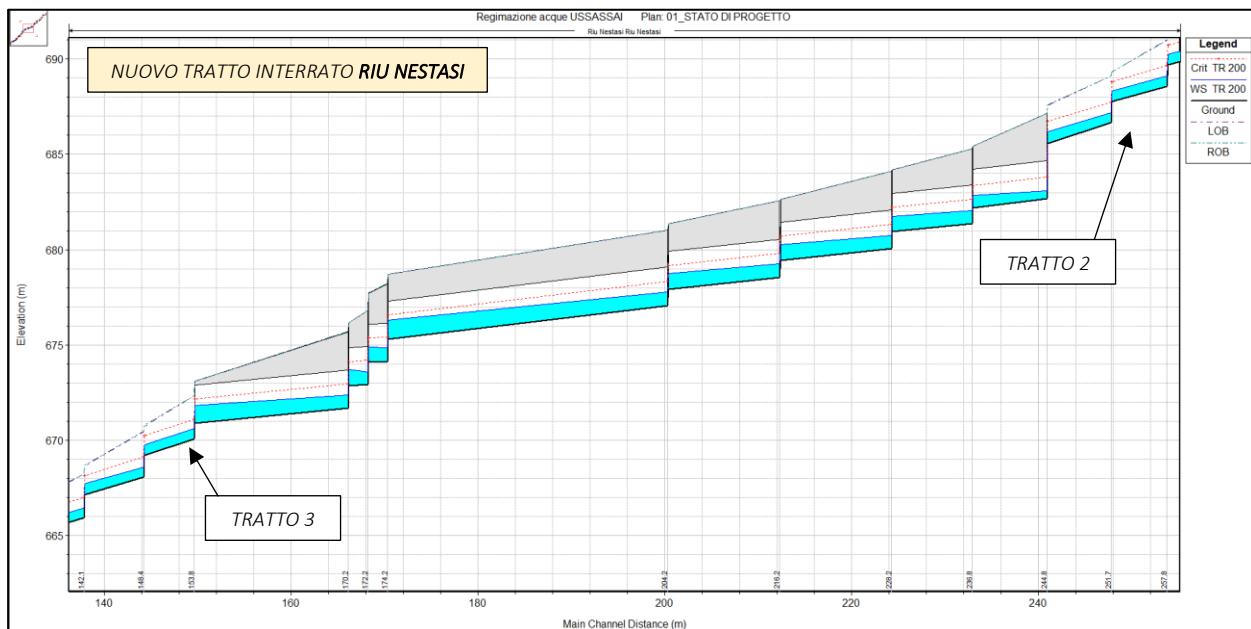


Figura 33 – Profilo di moto permanente – TRATTO INTERRATO Riu Nestasi STATO DI PROGETTO – TR 200 anni.

Tabella 26 - Calcolo del franco idraulico secondo l'art. 21 delle N.A. del P.A.I. (cfr. § 3)

Sezione modello idraulico	Velocità media	Profondità media	Termine cinetico	Franco F1	Franco F2	0.87radq(y)	alfa	y'	Franco F3	Franco MINIMO	Altezza teorica canale	Altezza effettiva canale	Verifica altezza canale	FRANCO EFFETTIVO
[·]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[·]	[·]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
244.8	9.13	0.43	4.25	1.67	4.25	0.57	0.413	0.43	0.75	4.25	4.68	5.00	VERO	4.57
237.4	5.9	0.67	1.77	0.67	1.24	0.71	0.09	0.67	0.77	1.24	1.91	2.00	VERO	1.33
236.8	6.56	0.69	2.19	0.97	1.54	0.72	0.156	0.69	0.83	1.54	2.23	2.90	VERO	2.21
229.5	5.68	0.79	1.64	0.67	1.15	0.77	0.068	0.79	0.83	1.15	1.94	2.00	VERO	1.21
228.2	6.63	0.68	2.24	0.97	1.57	0.72	0.163	0.68	0.83	1.57	2.25	2.90	VERO	2.22
217.5	5.73	0.78	1.67	0.67	1.17	0.77	0.073	0.78	0.83	1.17	1.95	2.00	VERO	1.22
216.2	6.66	0.67	2.26	0.97	1.58	0.71	0.166	0.67	0.82	1.58	2.25	2.90	VERO	2.23
205.5	5.76	0.78	1.69	0.67	1.18	0.77	0.076	0.78	0.83	1.18	1.96	2.00	VERO	1.22
204.2	6.61	0.71	2.23	0.97	1.56	0.73	0.161	0.71	0.85	1.56	2.27	2.90	VERO	2.19
175.4	5.85	0.76	1.74	0.67	1.22	0.76	0.085	0.76	0.82	1.22	1.98	2.00	VERO	1.24
174.2	7.11	0.63	2.58	1.07	1.80	0.69	0.211	0.63	0.82	1.80	2.43	3.20	VERO	2.57
173.4	6.11	0.73	1.90	1.27	1.33	0.74	0.111	0.73	0.82	1.33	2.06	3.80	VERO	3.07
172.2	7.27	0.62	2.69	1.27	1.89	0.69	0.227	0.62	0.83	1.89	2.51	3.80	VERO	3.18
171.4	6.26	0.72	2.00	1.27	1.40	0.74	0.126	0.72	0.83	1.40	2.12	3.80	VERO	3.08
170.2	7.22	0.62	2.66	1.27	1.86	0.69	0.222	0.62	0.82	1.86	2.48	3.80	VERO	3.18
155.5	5.82	0.77	1.73	0.67	1.21	0.76	0.082	0.77	0.83	1.21	1.98	2.00	VERO	1.23

Le dimensioni dello scatolare di progetto renderanno il manufatto ispezionabile in occasione di manutenzioni ordinarie o in caso di necessità, e inoltre garantiranno il deflusso della portata duecentennale con opportuno franco idraulico.



6.2.2.1 TRATTO 3: Canale aperto in malta e pietrame

Il secondo tratto sarà realizzato in malta e pietrame con dimensioni della sezione trapezia pari a $b = 2,0 \text{ m}$, $B = 4,0 \text{ m}$ e $h = 1,5 \text{ m}$ ed una pendenza del fondo di progetto pari al 15% lungo i tratti compresi tra un salto ed il successivo. Il tratto dalla sezione di sbocco del manufatto interrato, a valle del campo sportivo e si sviluppa sino all'attraversamento esistente per una lunghezza complessiva di circa 140 m.

La sezione caratteristica del tratto viene riportata nel seguito (XS 111.2) in Figura 34:

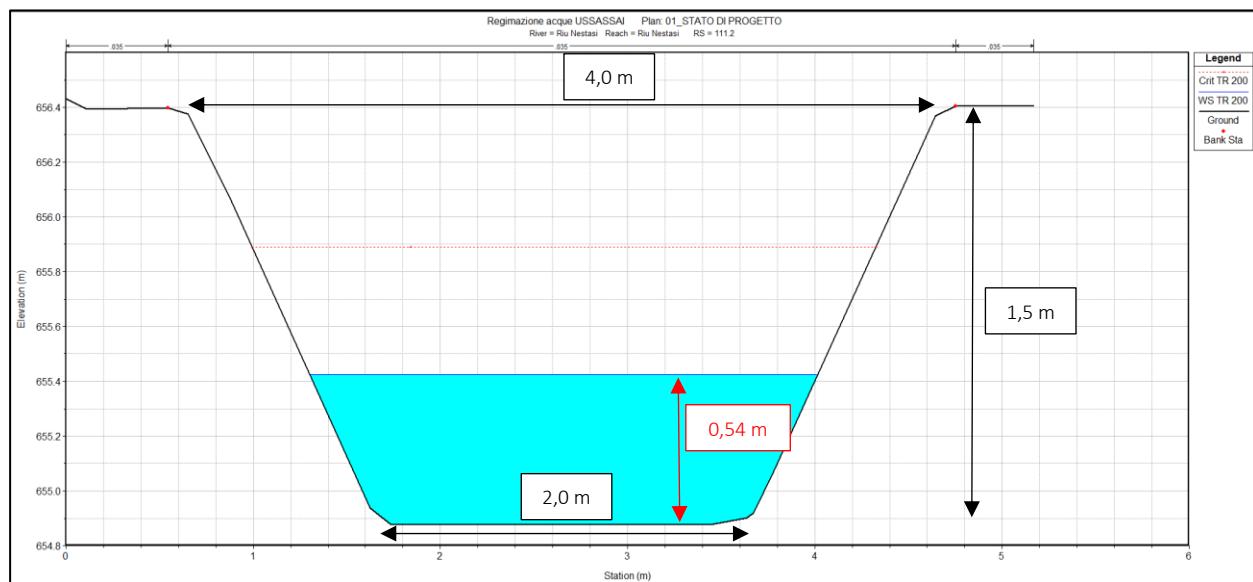


Figura 34 – Sezione di calcolo 111.2: battenti idraulici per la piena TR 200 anni.

Lungo tale tratto è stato tenuto in conto l'ulteriore contributo di portata drenata dal bacino 8 dunque per tale tratto la portata TR 200 di riferimento risulta pari a $7,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tale portata defluisce lungo le sezioni di progetto del TRATTO 2 con battenti in media di 0,52 m e velocità di deflusso medie pari a 6,6 m/s. Il regime di moto che va ad instaurarsi risulta di corrente veloce per tutto il tratto.

Il profilo idraulico di moto permanente riportato in Figura 35 evidenzia come le altezze idriche risultino sempre contenute nelle successive sezioni garantendo un franco idraulico pari o superiore a 0,94 m ed in particolare si riporta il calcolo dello stesso per ciascuna delle sezioni caratteristiche di tale tratto, evidenziando dunque i battenti instauratisi e le velocità di deflusso caratteristiche del deflusso della portata duecentennale.

Dalla Tabella 27 si evince che il franco idraulico calcolato in base al massimo valore relativo alle 3 condizioni imposte dalle N.A. del P.A.I. (cfr. § 3) risulta verificato in ognuna delle sezioni di calcolo lungo il tratto in analisi.

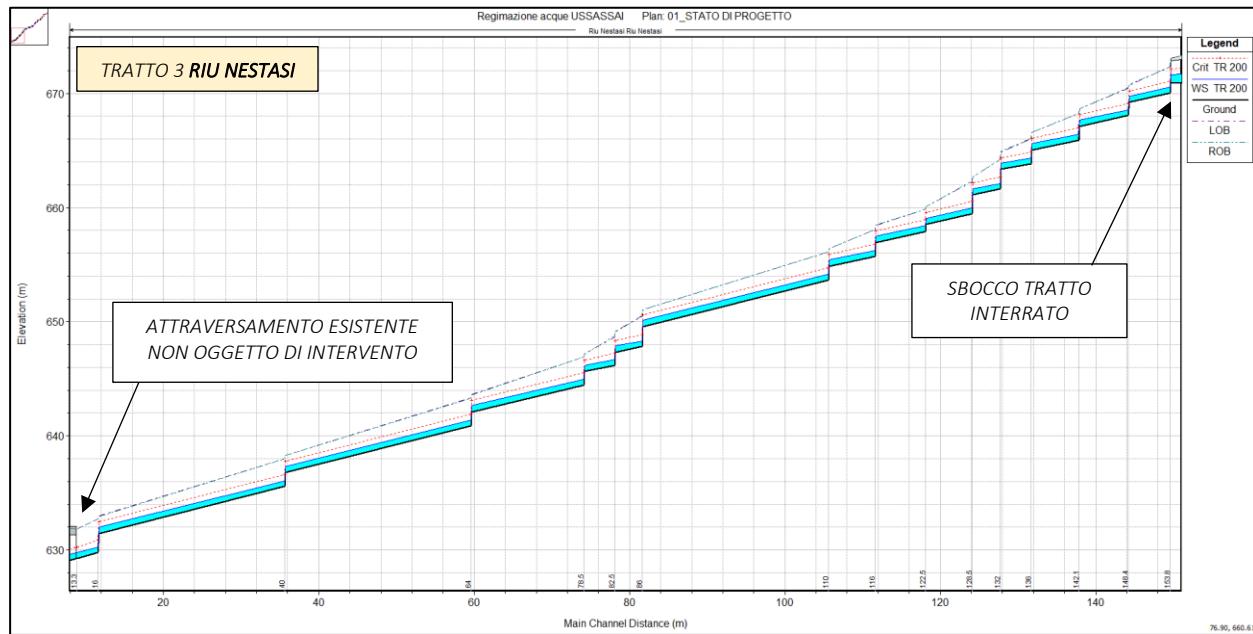


Figura 35 – Profilo di moto permanente – TRATTO 3 Riu Nestasi allo STATO DI PROGETTO – TR 200 anni.

Tabella 27 – Calcolo del franco idraulico secondo l'art. 21 delle N.A. del P.A.I. (cfr. § 3)

Sezione modello idraulico	Velocità media	Profondità media	Termine cinetico	Franco F1	Franco F2	Franco F3	Franco min canale cielo aperto	Altezza teorica canale	Altezza effettiva canale	Verifica altezza canale	FRANCO EFFETTIVO
[·]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
153.8	6.7	0.51	2.29	0.51	1.14	0.71	1.14	1.65	2.30	VERO	1.79
149.2	6.07	0.54	1.88	0.54	0.94	0.70	0.94	1.48	1.50	VERO	0.96
148.4	6.98	0.5	2.48	0.5	1.24	0.71	1.24	1.74	2.40	VERO	1.90
143.2	5.74	0.57	1.68	0.57	0.84	0.70	0.84	1.41	1.50	VERO	0.93
142.1	6.83	0.5	2.38	0.5	1.19	0.71	1.19	1.69	2.30	VERO	1.80
137.2	5.9	0.56	1.77	0.56	0.89	0.70	0.89	1.45	1.50	VERO	0.94
136	6.97	0.49	2.48	0.49	1.24	0.71	1.24	1.73	2.20	VERO	1.71
133.3	5.94	0.55	1.80	0.55	0.90	0.70	0.90	1.45	1.50	VERO	0.95
132	7.54	0.47	2.90	0.47	1.45	0.72	1.45	1.92	2.60	VERO	2.13
129.3	6.11	0.54	1.90	0.54	0.95	0.70	0.95	1.49	1.50	VERO	0.96
128.5	7.55	0.48	2.91	0.48	1.45	0.73	1.45	1.93	2.80	VERO	2.32
123.2	6.04	0.54	1.86	0.54	0.93	0.70	0.93	1.47	1.50	VERO	0.96
122.5	6.35	0.53	2.06	0.53	1.03	0.70	1.03	1.56	1.90	VERO	1.37
117.2	5.77	0.56	1.70	0.56	0.85	0.69	0.85	1.41	1.50	VERO	0.94
116	6.86	0.51	2.40	0.51	1.20	0.72	1.20	1.71	2.30	VERO	1.79
111.2	5.93	0.54	1.79	0.54	0.90	0.69	0.90	1.44	1.50	VERO	0.96
110	6.96	0.5	2.47	0.5	1.23	0.71	1.23	1.73	2.50	VERO	2.00
87.3	5.9	0.55	1.77	0.55	0.89	0.69	0.89	1.44	1.50	VERO	0.95
86	7.51	0.47	2.87	0.47	1.44	0.71	1.44	1.91	2.70	VERO	2.23
83.3	6.42	0.53	2.10	0.53	1.05	0.71	1.05	1.58	1.80	VERO	1.27
82.5	7.24	0.49	2.67	0.49	1.34	0.72	1.34	1.83	2.50	VERO	2.01
79.3	6.23	0.53	1.98	0.53	0.99	0.70	0.99	1.52	1.60	VERO	1.07
78.5	7.1	0.5	2.57	0.5	1.28	0.72	1.28	1.78	2.40	VERO	1.90
65.2	5.89	0.55	1.77	0.55	0.88	0.69	0.88	1.43	1.50	VERO	0.95
64	6.95	0.5	2.46	0.5	1.23	0.71	1.23	1.73	2.50	VERO	2.00
41.2	5.9	0.55	1.77	0.55	0.89	0.69	0.89	1.44	1.50	VERO	0.95
40	6.93	0.51	2.45	0.51	1.22	0.72	1.22	1.73	2.50	VERO	1.99
17.3	5.9	0.55	1.77	0.55	0.89	0.69	0.89	1.44	1.50	VERO	0.95
16	7.47	0.47	2.84	0.47	1.42	0.71	1.42	1.89	2.90	VERO	2.43



6.2.2.1 Attraversamento esistente a valle del campo sportivo

Gli interventi in progetto prevedono la realizzazione del canale a cielo aperto in malta e pietrame sino a monte dell'attraversamento esistente in analisi. In base al profilo di progetto si prevede un salto di fondo di circa 2,0 m e l'ampliamento della sezione sino a ridosso della sezione di monte del suddetto ponte, rimuovendo il tratto interrato esistente di dimensioni modeste pari a L = 1,0 m e H = 1,4 m.



Figura 36 – Planimetria con ubicazione delle sezioni di calcolo del modello idrodinamico 1D.

All'imbocco dell'attraversamento la corrente in arrivo presenta un tirante idraulico pari a 0,50 m ed una velocità di deflusso di 6,4 m/s, valori che restano pressoché costanti al passaggio dall'attraversamento.

Il profilo idraulico di moto permanente riportato in Figura 29 evidenzia come le altezze idriche risultino sempre contenute nelle successive sezioni garantendo un franco idraulico superiore a 1,3 m ed in particolare si riporta il calcolo dello stesso per le 2 sezioni caratteristiche dell'attraversamento.

Dalla Tabella 24 si evince che il franco idraulico calcolato in base al massimo valore relativo alle 3 condizioni imposte dalle N.A. del P.A.I. (cfr. § 3) NON risulta rispettato in quanto inferiore a 1,5 m (valore imposto da NTC 2018). È da notare però come la soluzione progettuale determini certamente un importante miglioramento delle condizioni di deflusso in alveo ed anche al passaggio sotto all'attraversamento in oggetto, evidentemente non verificato già allo stato di fatto.

Vista la localizzazione di tale struttura si ritiene che il grado di rischio non sia trascurabile ma risulti comunque minimo, in quanto il franco idraulico garantito alla sezione di imbocco risulta comunque di 1,3 m permettendo con ciò un deflusso che gli Scriventi ritengono in sicurezza.

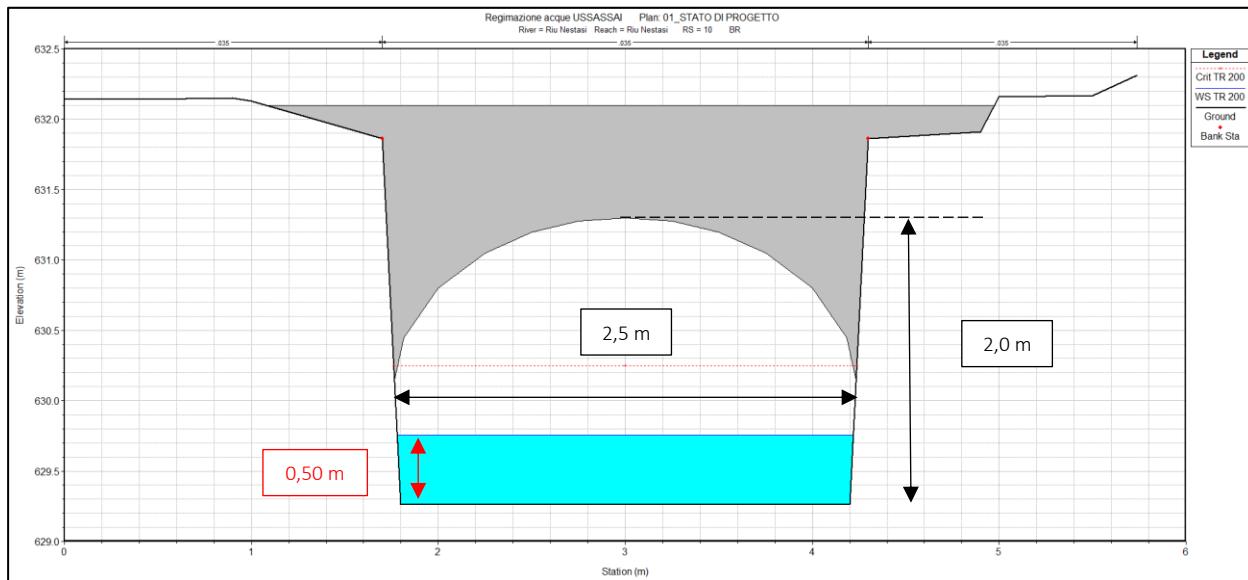


Figura 37 – Sezione di calcolo 314.02: battenti idraulici per la piena TR 200 anni.

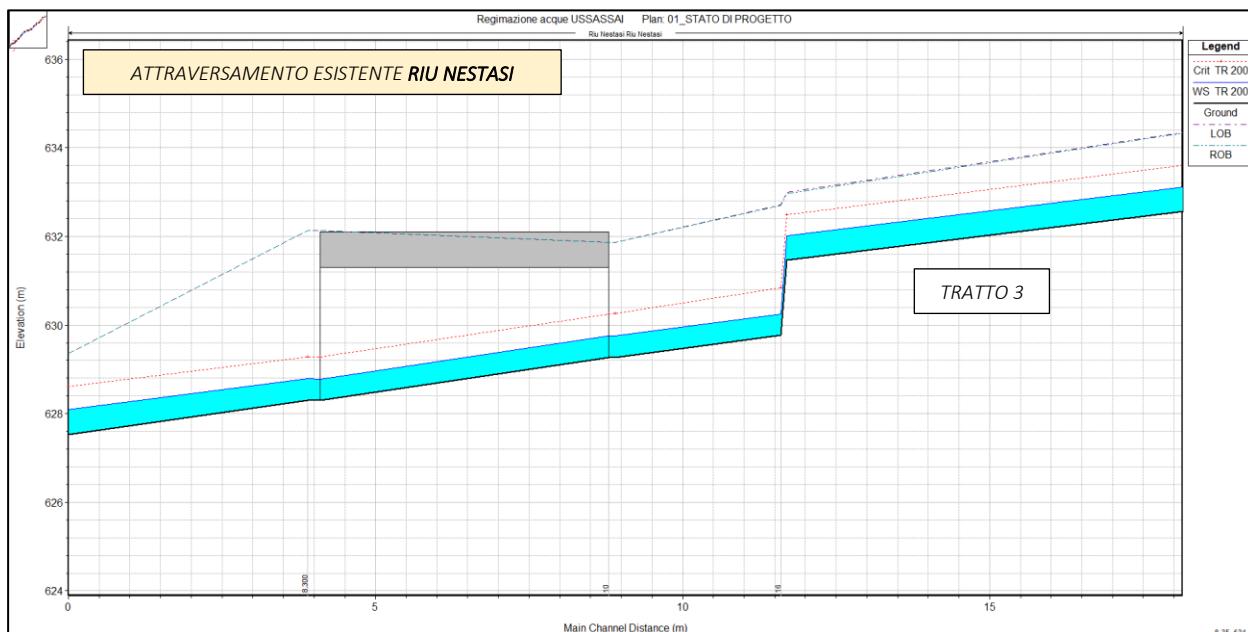


Figura 38 – Profilo di moto permanente – TRATTO 1 Riu Nestasi allo STATO DI PROGETTO – TR 200 anni.

Tabella 28 - Calcolo del franco idraulico secondo l'art. 21 delle N.A. del P.A.I. (cfr. § 3)

Sezione modello idraulico	Velocità media	Profondità media	Termine cinetico	Franco F1	Franco F2	0.87radq(y)	alfa	y'	Franco F3	Franco MINIMO	Altezza teorica canale	Altezza effettiva canale	Verifica altezza canale	FRANCO EFFETTIVO
[s]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
13.3	6.36	0.49	2.06	1.5	1.44	0.61	0.136	0.49	0.68	1.50	1.99	1.80	FALSO	1.31
8.3	6.26	0.49	2.00	1.5	1.40	0.61	0.126	0.49	0.67	1.50	1.99	2.00	VERO	1.51



7. VARIAZIONE DELLE AREE DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA ALLA LUCE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Alla luce degli interventi ricompresi nel LOTTO 1 del presente progetto Definitivo volti alla mitigazione del rischio idraulico all'interno del centro abitato di Ussassai, avendo verificato il contenimento dei livelli in particolar modo in merito al nuovo canale in progetto (Riu Nestasi) in malta e pietrame a cielo aperto, si riporta nel seguito la variazione delle aree di pericolosità idraulica rispetto alla pianificazione comunale attualmente vigente.

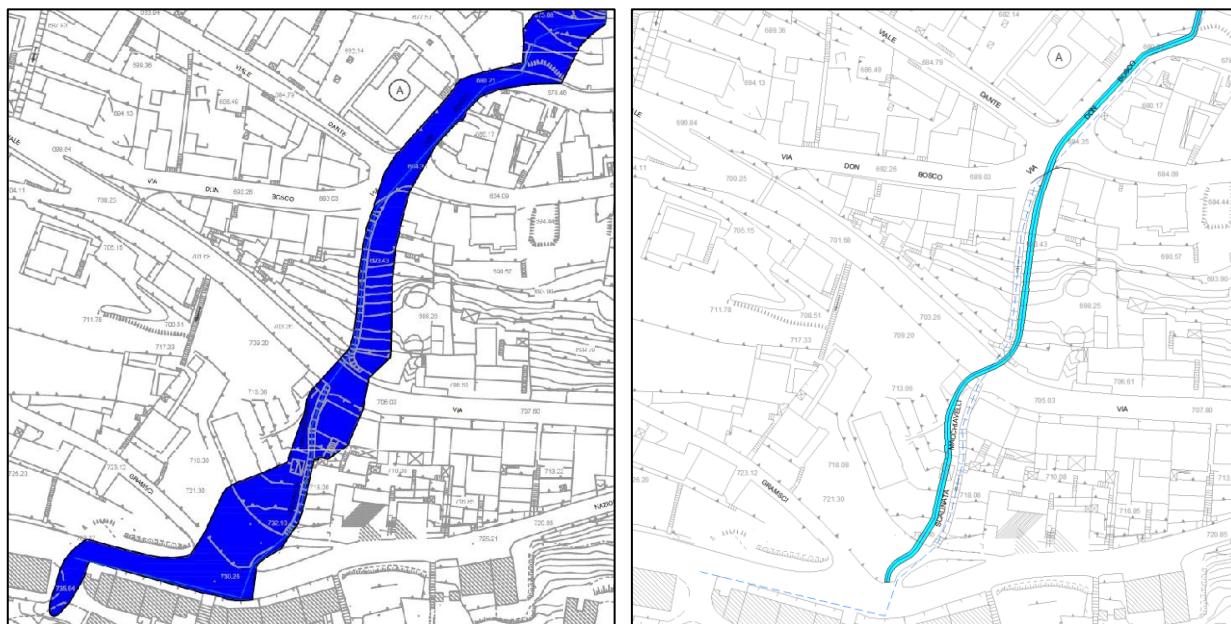


Figura 39 – Area di pericolosità idraulica relativa al Rio Nestasi nel tratto a monte del campo sportivo; a sinistra la perimetrazione vigente (cfr. § 4.1), a destra la nuova perimetrazione nella condizione post intervento.

Gli interventi in progetto (cfr. § 5) prevedono la raccolta delle acque di versante dei bacini idrografici a monte del centro abitato di Ussassai denominati 4 e 5, convogliando le portate nel nuovo canale del Riu Nestasi, tramite le tubazioni lungo la S.S. 198. Tale intervento produce una variazione dal punto di vista delle aree di scolo di competenza dei bacini idrografici afferenti al centro abitato di Ussassai, nello specifico:

- ✓ Allontanamento delle acque di una porzione del bacino del Riu Sa Pira;
- ✓ Allontanamento delle acque di una porzione del bacino del Riu Cuali;
- ✓ Deviazione delle suddette portate nel nuovo canale del Riu Nestasi.

In particolare, per quanto concerne l'area di perimetrazione relativa al Rio Nestasi in tale configurazione, avendo verificato il corretto convogliamento delle acque tramite il canale in malta e pietrame in progetto ed avendo verificato la garanzia dei franchi idraulici così come imposti dalla normativa vigente in merito ed in particolare per quanto indicato dall'art. 21 delle N.A. del P.A.I. per la portata di riferimento TR 200 anni, si può asserire che la perimetrazione post-intervento risulta coincidente con le sponde del canale con grado di rischio H2 (TR 200).

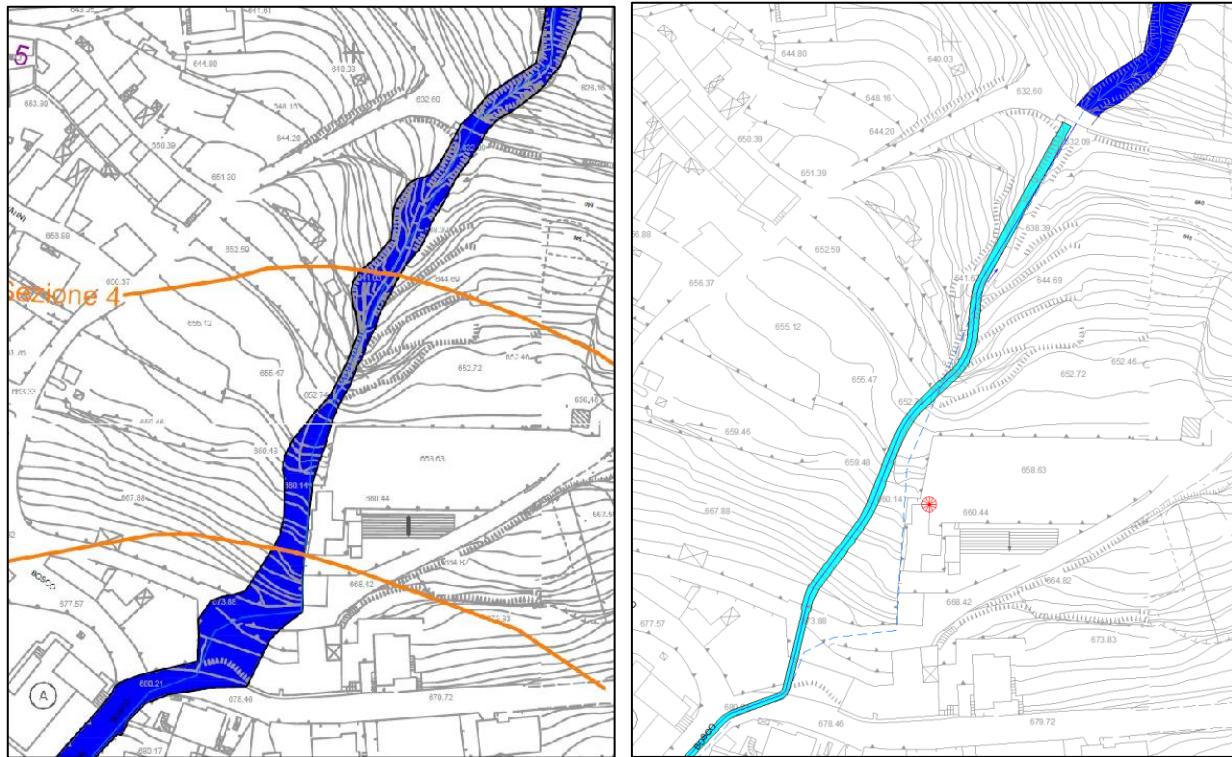


Figura 40 - Area di pericolosità idraulica relativa al Rio Nestasi nel tratto a valle del campo sportivo; a sinistra la perimetrazione vigente (cfr. § 4.1), a destra la nuova perimetrazione nella condizione post intervento.

Inoltre, diminuendo le portate in arrivo al Rio Sa Pira ed al Rio Cuali in forza della riduzione delle aree scolanti di competenza dei suddetti rii (si rimanda a “*Elab. grafico D.3.3. – Carta della pericolosità*” per approfondimenti in merito) si ottiene una variazione delle classi di pericolosità idraulica dei tratti di monte rispettivamente da H4 (TR 50 anni) a H2 (TR 200 anni) e da H4 a H3 (TR 100 anni).

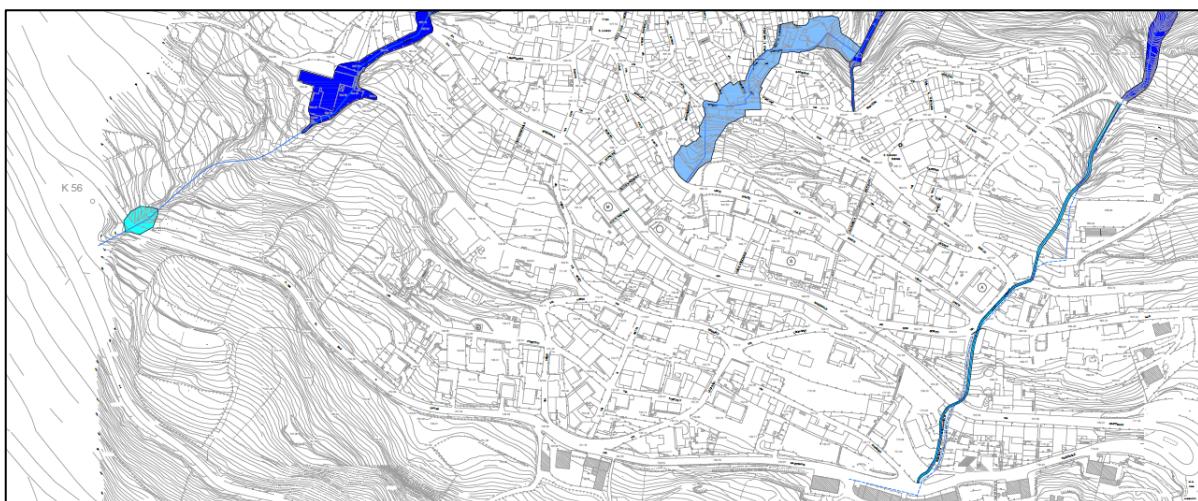


Figura 41 – Variazione delle classi di rischio delle classi inondabili relative al Rio Sa Pira e Rio Cuali alla luce degli interventi previsti in progetto.



8. ANALISI DEI RECETTORI FINALI

Con il fine di delineare un quadro conoscitivo esaustivo e completo dell'intero sistema di drenaggio relativo all'area in esame sono state effettuate considerazioni tecniche riguardo ai corpi idrici superficiali lungo i quali verranno scaricati gli apporti meteorici captati e drenati dalla rete di drenaggio in progetto. In Figura 42 sono individuati i punti di scarico di ciascun sottobacino nei recettori individuati.

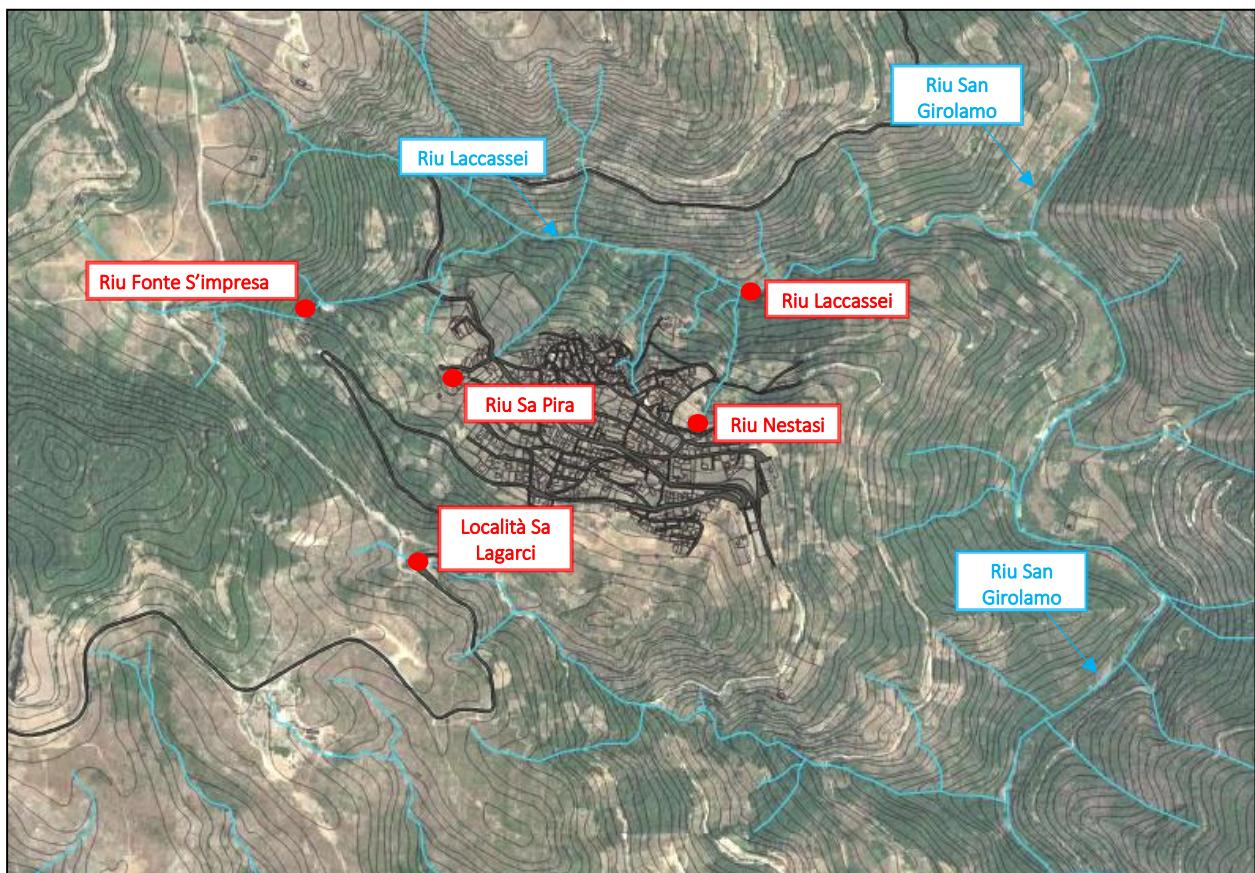


Figura 42 – Punti di scarico di ciascun sottobacino in analisi nei corpi idrici superficiali individuati come recettori

Il corpo idrico Località Sa Lagarci, nel quale saranno scaricate le acque meteoriche del sottobacino 1, confluisce, dopo un percorso di circa 1.8 km, nel Riu San Girolamo.

I restanti corpi idrici recettori delle opere in progetto (Riu Fonte S'Impresa, Riu Sa Pira e Riu Nestasi), confluiscano nel Riu Laccassei che confluisce anch'esso nel Riu San Girolamo.

Alla luce di quanto appena esposto è stato possibile delimitare i bacini idrografici dei recettori finali individuati e, conseguentemente, effettuare opportune considerazioni idrauliche relative alla loro capacità, per le quali si rimanda ai paragrafi seguenti.



8.1 DELIMITAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI

Nelle due immagini che seguono sono riportate le delimitazioni dei bacini idrografici chiusi in corrispondenza dei punti di recapito nei corpi idrici superficiali, individuati al paragrafo precedente (cfr. Figura 42).

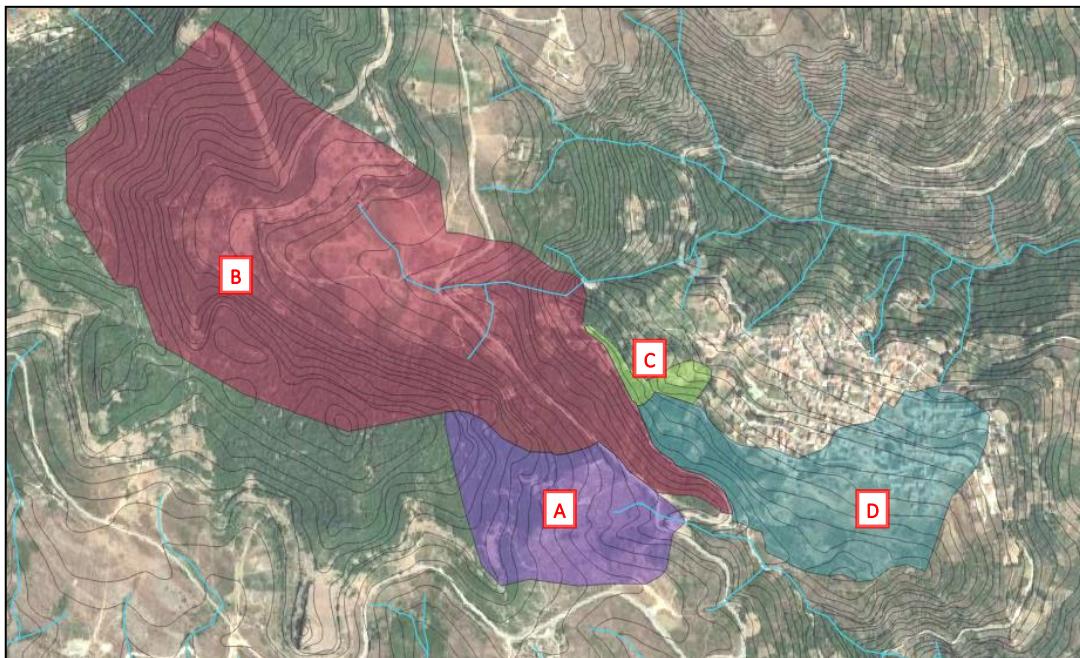


Figura 43 - Delimitazione dei bacini idrografici A, B, C e D

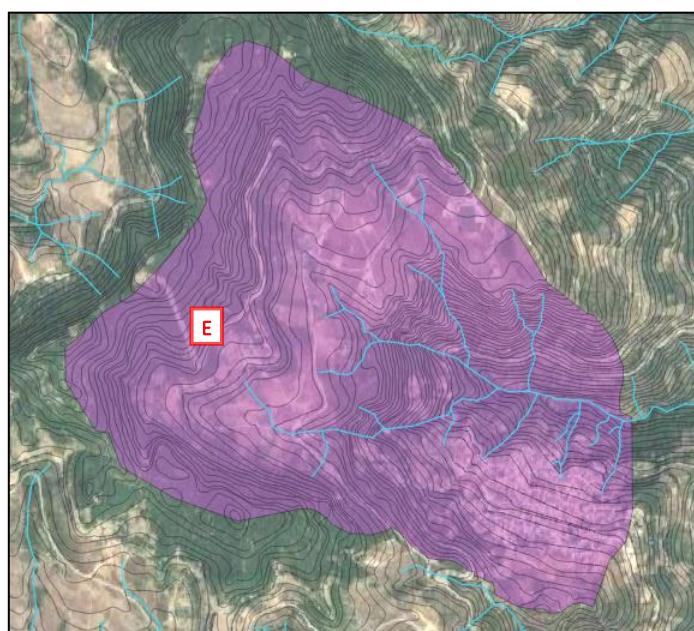
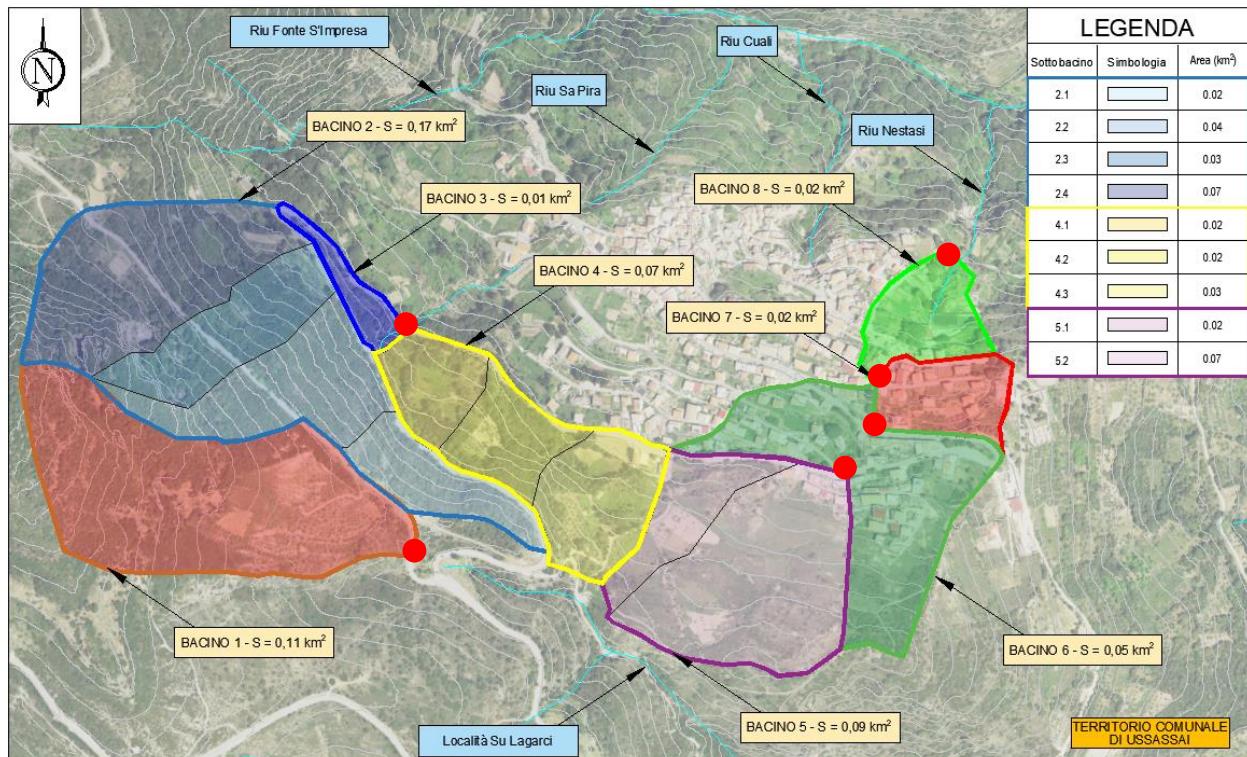


Figura 44 - Delimitazione del bacino del Riu Laccassei (bacino E), chiuso nella sezione subito a valle della confluenza con il bacino D di figura 17.



Per completezza si riporta in Figura 45 la delimitazione dei sottobacini individuati nell'ambito della presente progettazione, al fine di un rapido confronto con la delimitazione dei bacini dei recettori finali.



*Figura 45 - Bacini idrografici e sottobacini di riferimento per l'area in esame.
I punti rossi rappresentano le zone di recapito degli afflussi meteorici captati in ciascun sottobacino.*

8.2 CONSIDERAZIONI IDRAULICHE

Allo stato di fatto la regimazione delle acque lungo il bacino 2 è garantita dalla presenza di canalette alla francese in adiacenza alla piattaforma stradale. Le acque così raccolte sono convogliate verso valle fino a raggiungere una griglia di scarico ubicata nelle vicinanze del tornante lungo la SS 198 (cfr. Figura 46), dalla quale sono convogliate verso l'impluvio lungo il versante N-E, Riu Sa Pira. Si segnala che il Riu Sa Pira è attualmente tombato con imbocco immediatamente a monte del complesso scolastico. In occasione di eventi meteorici di poco superiori all'ordinario la griglia di scarico sulla SS198 viene coperta, con il fine di limitare gli apporti, in termini di portata, verso il Riu Sa Pira o comunque verso il concentrico urbano. Difatti, così facendo, buona parte dei deflussi superficiali vengono convogliati all'impluvio ubicato a Ovest rispetto il tornante della SS 198: il Riu Fonte S'Impresa.

Si faccia riferimento alla Figura 47 per una maggiore comprensione dello schema appena illustrato.



Figura 46 - Griglia di scarico esistente, ubicata nelle vicinanze del tornante lungo la SS 198

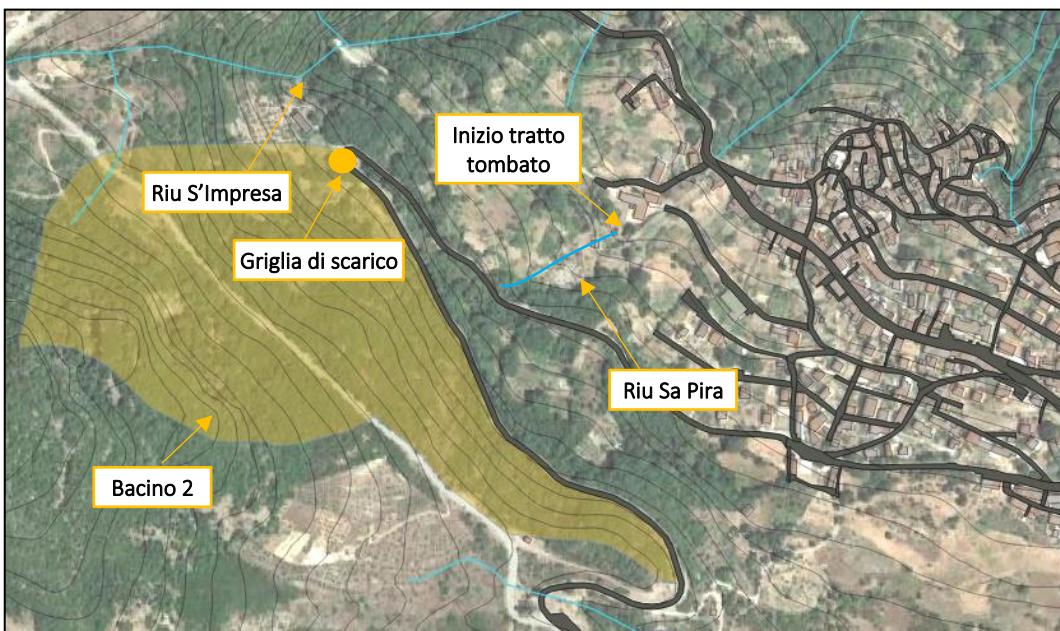


Figura 47 – Individuazione del sistema di scarico relativamente alle acque meteoriche afferenti al bacino 2

Con gli interventi in progetto tutti gli apporti meteorici afferenti al bacino 2 verranno convogliati e scaricati verso valle nel nuovo canale in progetto, mentre lungo il Riu Sa Pira verranno scaricati esclusivamente gli apporti relativi al bacino 3 (cfr. Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.).



Pertanto, nell'ambito del presente studio idraulico, si è proceduto al calcolo, delle portate, da scaricare in corrispondenza del Riu Fonte S'Impresa e il Riu Sa Pira, nelle condizioni di stato di fatto e di progetto per valutare la compatibilità idraulica dei recettori finali.

In Figura 48 sono riportati i bacini delimitati per il calcolo delle portate nella condizione relativa allo stato di fatto.

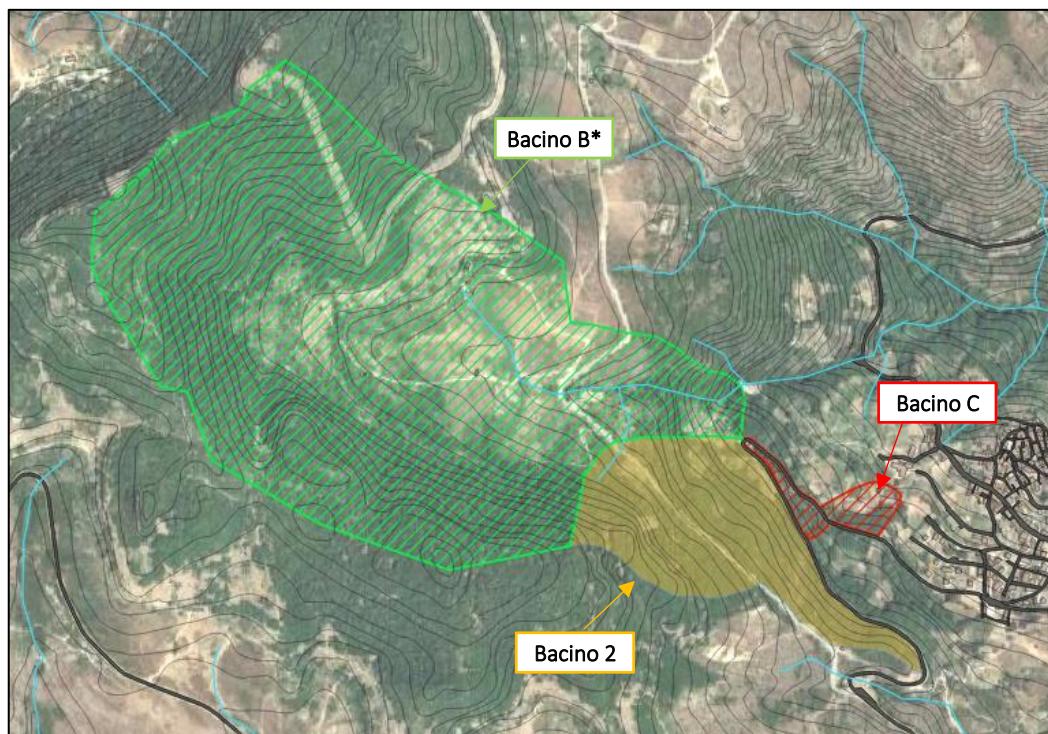


Figura 48 – Individuazione dei bacini idrografici B*, C e 2, valutati per lo studio della situazione allo stato di fatto

Per la valutazione delle portate al picco per il bacino B*, relativamente al Riu Fonte S'Impresa, si è fatto riferimento a quanto riportato nello *Studio di compatibilità idraulica* del Comune di Ussassai (cfr. § 4.1.1.1).

In Tabella 2 sono riportati i valori di portata del bacino idrografico del Riu Fonte S'Impresa, chiuso in corrispondenza della confluenza con il Riu Laccasei. Da tali valori di portata si è proceduto a calcolare il contributo unitario di portata del bacino, e tramite il criterio di simulazione idrologica, è stato possibile valutare il contributo di portata del bacino B*, fino alla sezione di chiusura individuata in Figura 48.

Per quanto riguarda i bacini 2 e C, i valori di portata al picco sono stati ottenuti tramite modello di trasformazione afflussi – deflussi, per la metodologia utilizzata si rimanda allo specifico elaborato 3.1 – *Relazione idrologica*).

Nella Tabella 29 si riportano le portate, per assegnati tempi di ritorno, ottenute secondo le procedure appena esposte, relativamente ai bacini 2, C e B*, nella condizione di stato di fatto.

Si precisa che, per eventi con tempo di ritorno superiore a 10 anni, quota parte degli apporti meteorici afferenti



al bacino 2 sono stati attribuiti al bacino B*, con il fine di simulare la graduale copertura per intasamento/sormonto della griglia di scarico sulla SS198.

Tabella 29 - Valori di portata al picco di competenza dei bacini B* e C - Stato di fatto

Bacino	$Q_{picco} (m^3/s)$		
	50	100	200
C+2	0,9	1,0	1,0
B*+2	15,9	18,2	20,7

In Figura 48 sono invece riportati i bacini delimitati per il calcolo delle portate nella condizione di progetto, dove si ricorda, le acque meteoriche di competenza del bacino 2, saranno interamente convogliate nel nuovo canale.

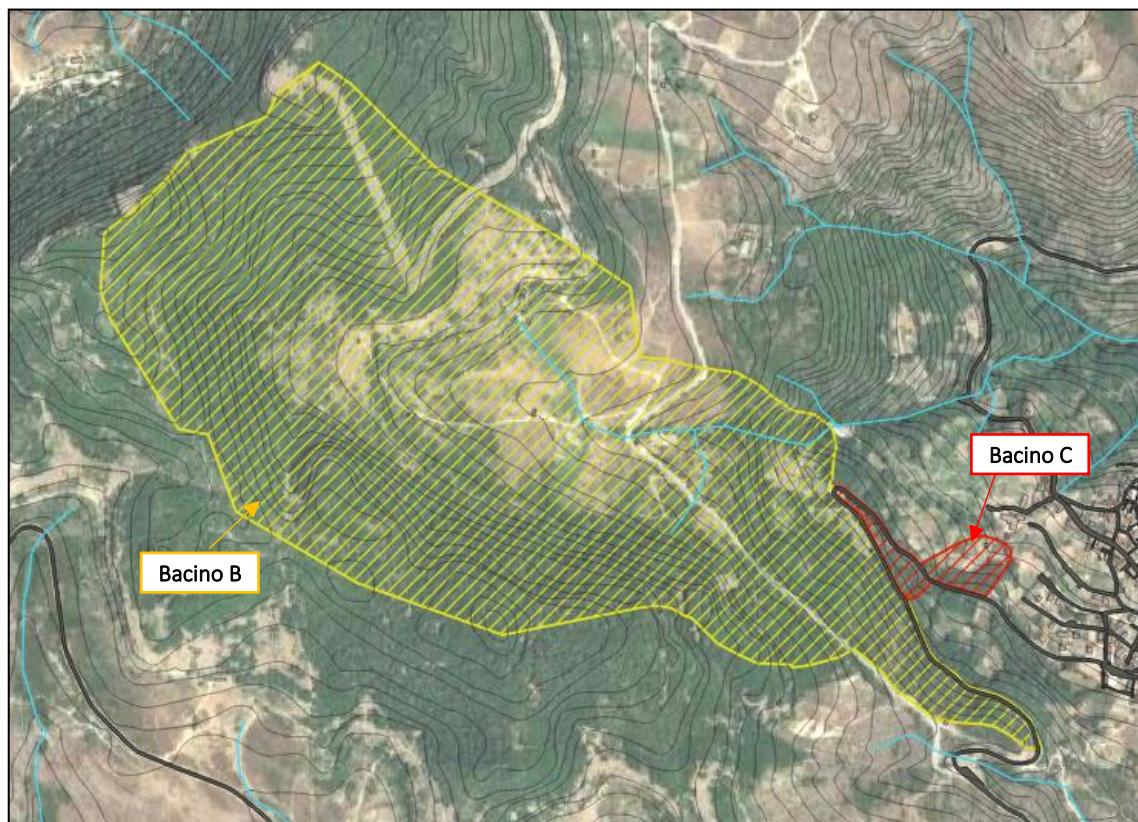


Figura 49 - Individuazione dei bacini idrografici B e C, delimitati per lo studio della condizione di progetto

Nella Tabella 30 si riportano le portate ottenute, per assegnati tempi di ritorno nella condizione di progetto.

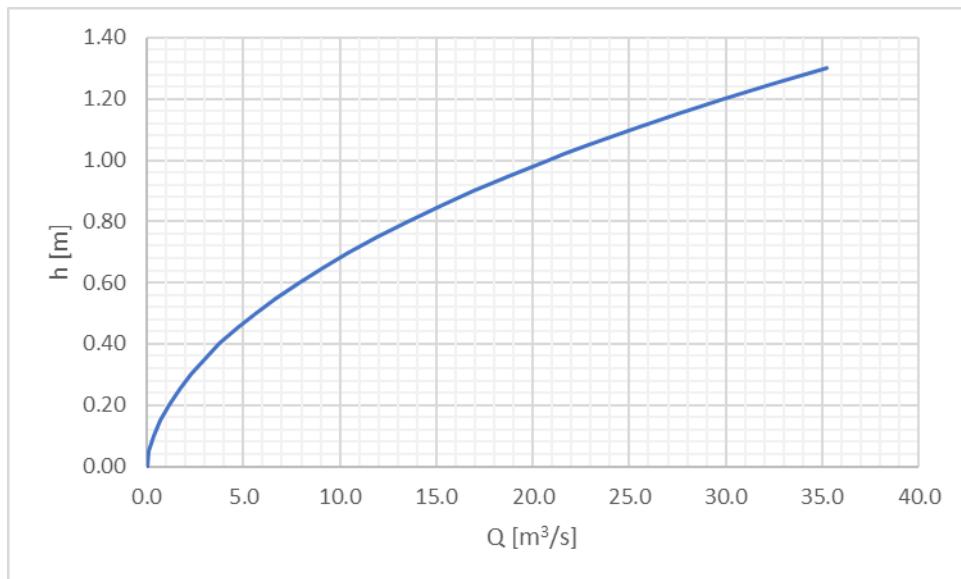
**Tabella 30 - Valori di portata al picco di competenza dei bacini B e C – Stato di progetto**

Bacino	$Q_{picco} (m^3/s)$		
	50	100	200
C	0,6	0,6	0,7
B	16,6	18,9	21,3

Dal confronto dei risultati riportati in Tabella 29 e in Tabella 30 si evince che con la realizzazione delle opere in progetto il valore del picco di portata scaricata nel Riu Fonte S'Impresa subisce un incremento minimo (circa il 3%, per un evento duecentennale); tale condizione implica un decremento delle portate al picco che defluiscono nel Riu Sa Pira.

Per completezza, è stata compiuta un'analisi speditiva, in moto permanente, della sezione geometrica dell'impluvio B, tramite l'applicazione della relazione di Chézy (cfr §5.2). La dimensione della sezione e la pendenza media del tratto sono state ricavate dal DTM, precisione 1x1 m, disponibile sul Geoportale della Regione Sardegna, che copre sia il centro abitato di Ussassai che le aree limitrofe.

In Figura 50 si riporta la scala di deflusso del Riu Fonte S'Impresa, ottenuta tramite l'applicazione della legge di Chezy. Dal suo esame si nota che l'incremento di portata conseguente alla realizzazione delle opere in progetto, determina un incremento delle profondità di deflusso inferiore a 5 cm, pertanto del tutto compatibile con la geometria della sezione dell'impluvio

**Figura 50 - Scala di deflusso calcolata per la sezione del Riu Fonte S'Impresa**



Infine si evidenzia che la modifica degli apporti di portata liquida risulta essere a favore di sicurezza per il regime idraulico degli impluvi in esame, in quanto il Riu Fonte S'Impresa non presenta strutture interferenti, a differenza del Riu Sa Pira che è tombato a monte del complesso scolastico.

Tale affermazione non vuole essere risolutiva per quanto concerne lo stato di criticità del rio Sa Pira che risulta essere tombato immediatamente a monte di un complesso scolastico, ma vuol essere un modo per esprimere un miglioramento delle condizioni idrauliche del rio determinate dall'alleggerimento delle portate idriche in arrivo al bacino. Gli interventi in progetto non sono infatti efficaci nel caso di movimentazione di materiale solido sul bacino del Riu Sa Pira che potrebbe comportare situazioni di estrema pericolosità nel complesso scolastico.

Dall'esame di Figura 51 si evidenzia che i bacini 4, 5 e 6, delimitati per calcolare le portate di competenza e poter opportunamente dimensionare le opere in progetto, sono interamente compresi nel bacino denominato dagli scriventi D, che racchiude le aree scolanti afferenti all'impluvio naturale sito nelle vicinanze del campo sportivo (Riu Nestasi) non alterando di fatto gli apporti al recettore finale.

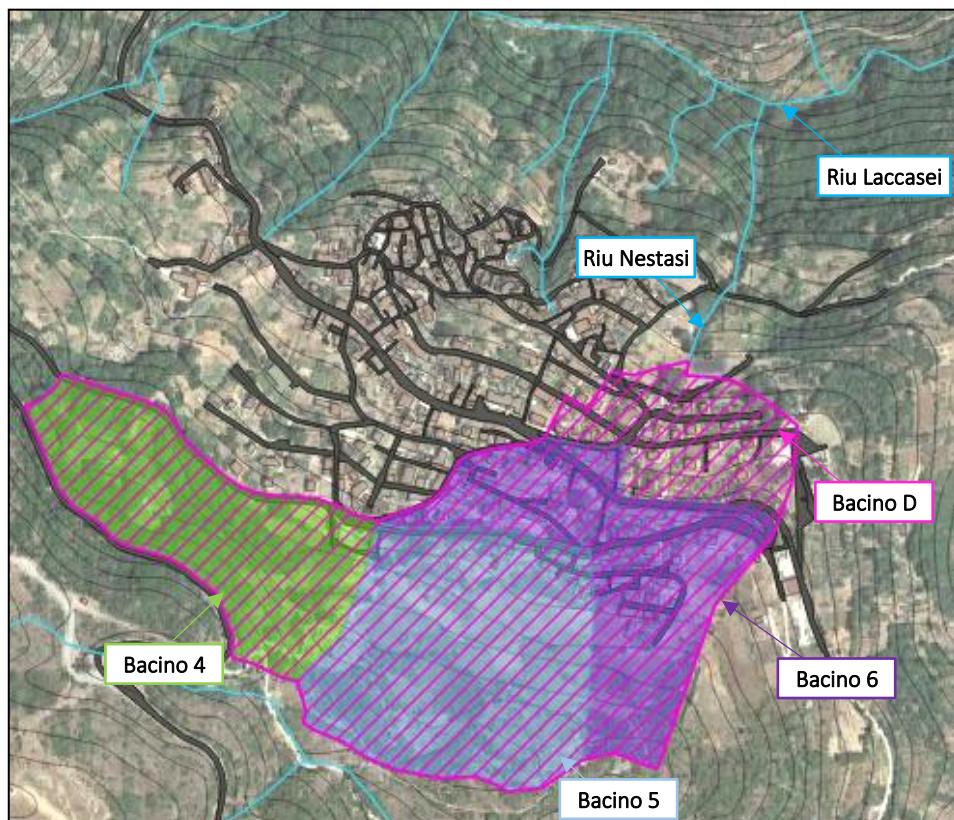


Figura 51 – Delimitazione dei bacini idrografici D, 4, 5 e 6 analizzati per lo studio dello stato di fatto e di progetto



Nell'ambito del presente studio è stato allestito un modello speditivo di afflussi – deflussi, volto alla determinazione delle portate di competenza del bacino D (cfr. Tabella 31).

Tabella 31 – Valori della portata al colmo ottenuti per il bacino D, per assegnati tempi di ritorno

Bacino	$Q_{picco} (m^3/s)$					
	Tempo di ritorno (anni)					
	5	10	20	50	100	200
D	3,3	4,3	5,2	6,1	6,8	7,6

I valori di portata sopra riportati sono stati confrontati, mediante l'applicazione del criterio di similitudine idrologica, con quelli calcolati nell'ambito dello *Studio di compatibilità idraulica* del Comune di Ussassai e riportati in Tabella 6. Si registrano delle differenze dei valori di portata al picco, calcolati nello *Studio di compatibilità idraulica* e nel presente studio, di circa il 10% che pertanto possono ritenersi confrontabili.

È stata infine effettuata un'analisi speditiva, in moto permanente, dei deflussi in una sezione trasversale del Riu Nestasi a valle del punto di recapito per valutarne la compatibilità idraulica applicando la relazione di Chézy, (cfr. §5.2). Le dimensioni della sezione e la pendenza media del tratto in esame sono state ricavate dal DTM, precisione 1x1 m, disponibile sul Geoportale della Regione Sardegna, che copre sia il centro abitato di Ussassai che le aree limitrofe. Dalla scala di deflusso di Figura 52 si può dedurre che i deflussi delle portate calcolate (cfr. Tabella 31) sono del tutto compatibili con la sezione idraulica del Riu Nestasi.

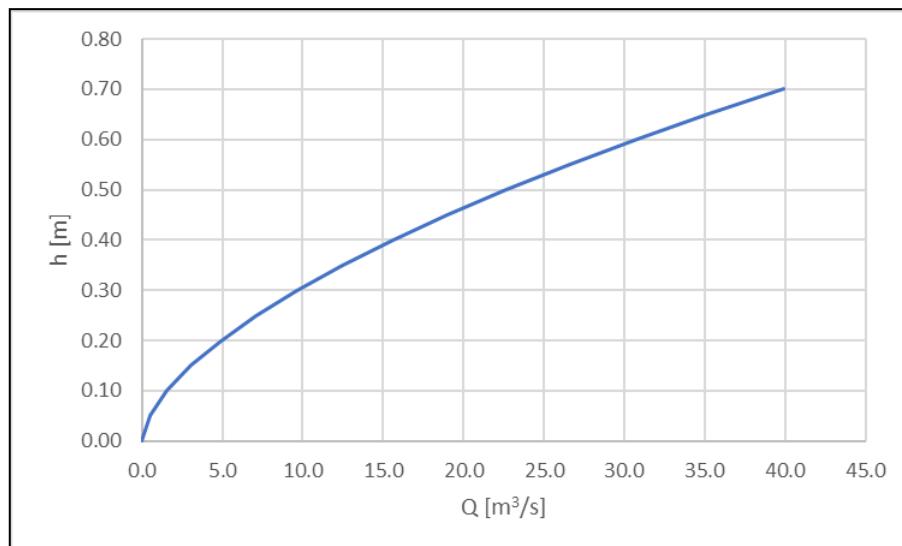


Figura 52 - Scala di deflusso calcolata per la sezione del Riu Nestasi



Analoga considerazione vale per la somma dei bacini 2, 3, 4, 5 e 6 che rappresentano dei piccoli sottobacini del più grande bacino E, con sezione di chiusura nel Riu Laccasei, recettore finale del sistema di drenaggio urbano. Pertanto anche in tale caso le opere in progetto non andranno a modificare in alcun modo il regime idraulico del Riu Laccasei (bacino E), ma garantiranno un'ottimizzazione della raccolta delle acque meteoriche.

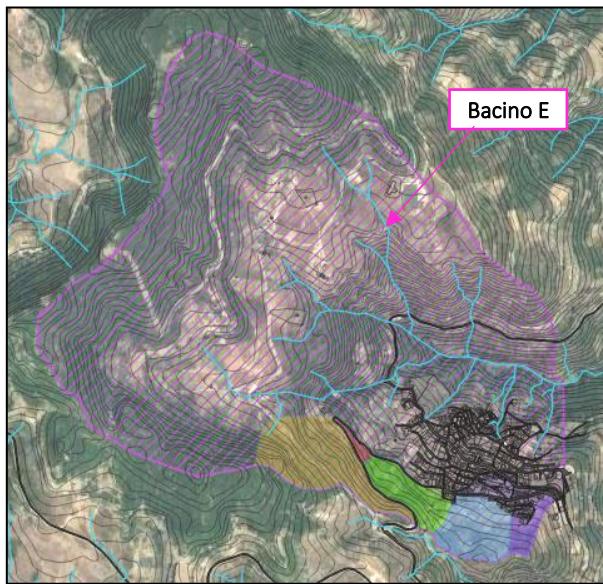


Figura 53 - Sovraposizione del bacino E con i bacini 2, 3, 4, 5 e 6



REGIONE SARDEGNA – Provincia di Nuoro – *Comune di Ussassai*

Opere di consolidamento nel centro abitato di Ussassai – Lotto 1

Progetto Definitivo

SRIA
s.r.l.
STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

ALLEGATI



REGIONE SARDEGNA – Provincia di Nuoro – *Comune di Ussassai*

Opere di consolidamento nel centro abitato di Ussassai – Lotto 1

Progetto Definitivo

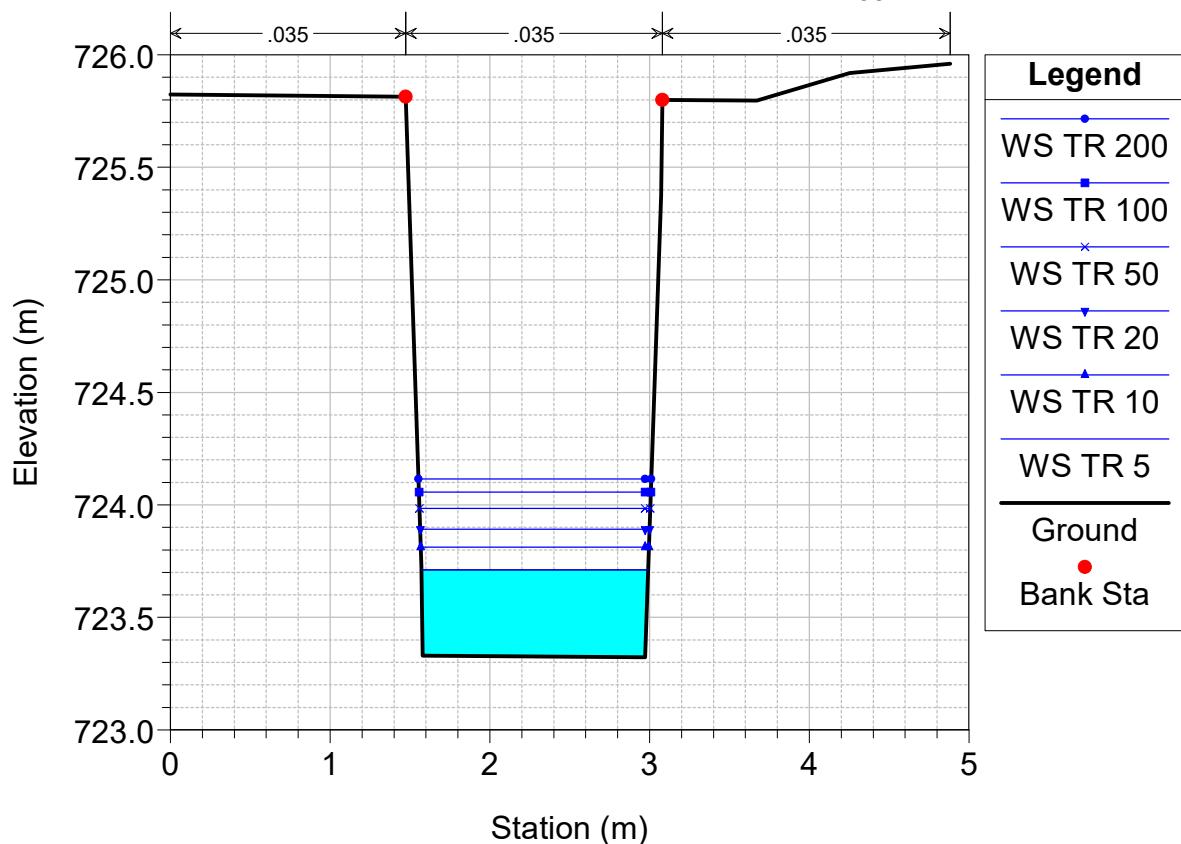
SRIA
s.r.l.
STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

ALLEGATO 1

– Risultati delle simulazioni idrauliche per il Riu Nestasi –

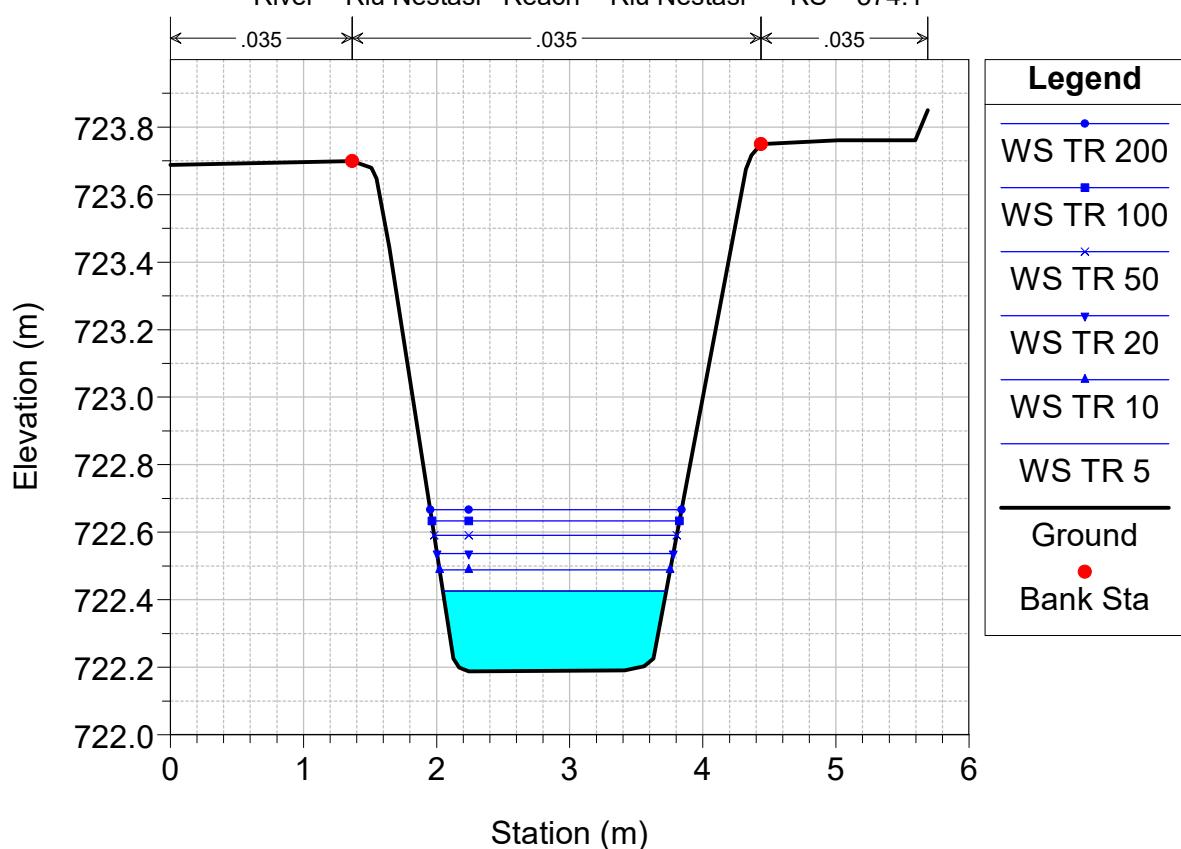
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 381.7



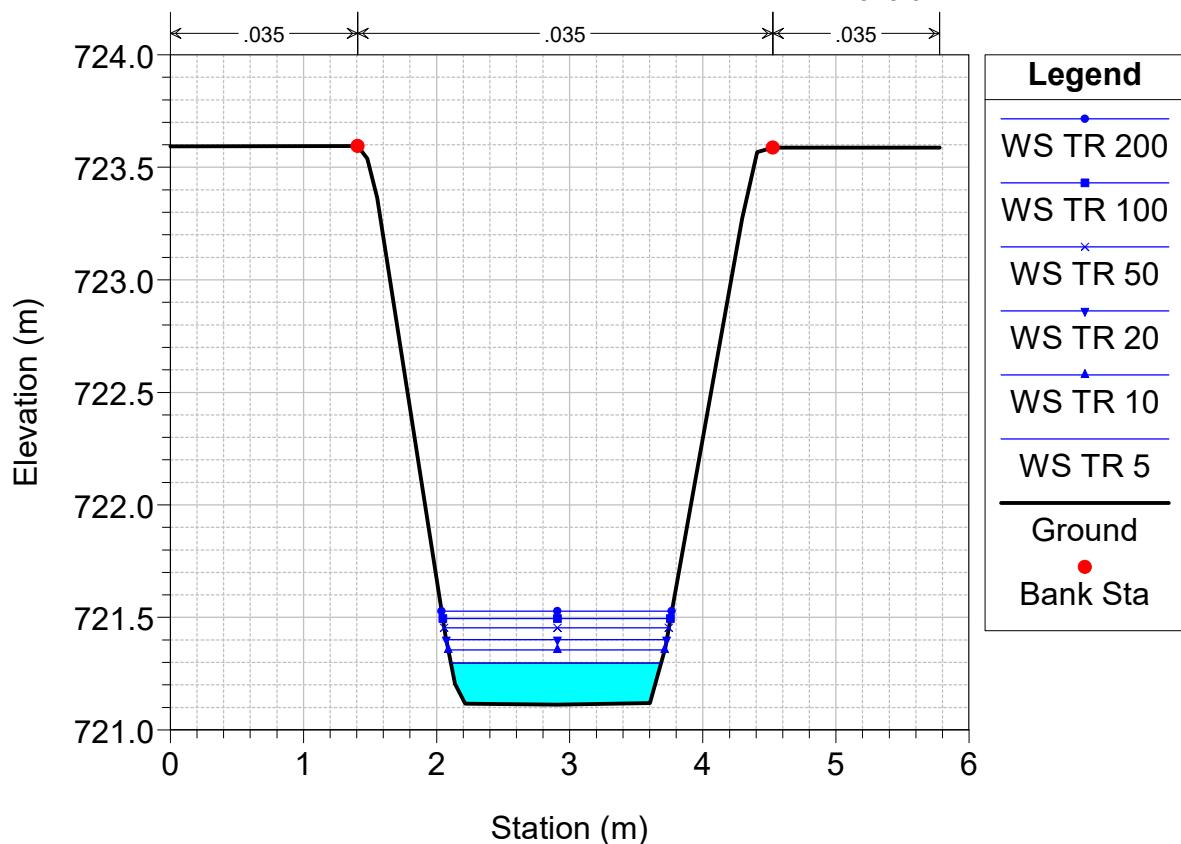
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 374.1



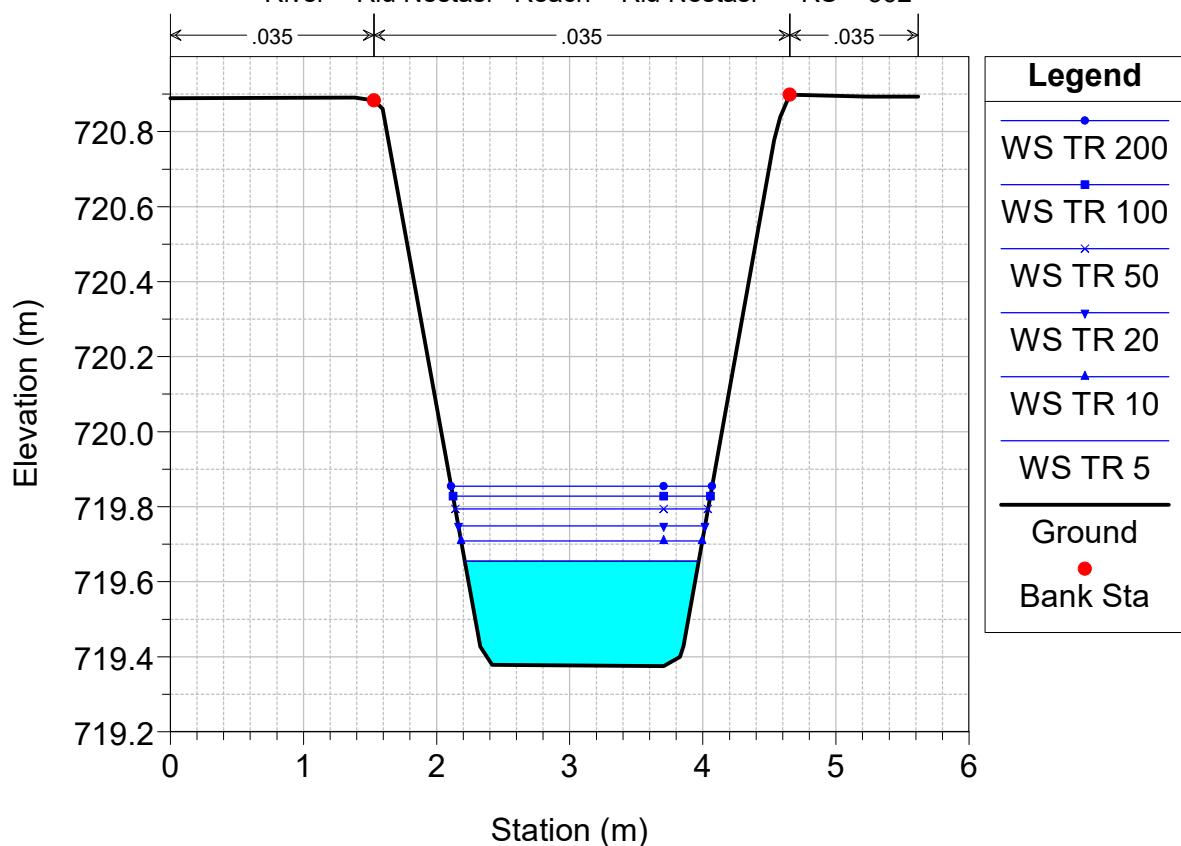
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 373.6



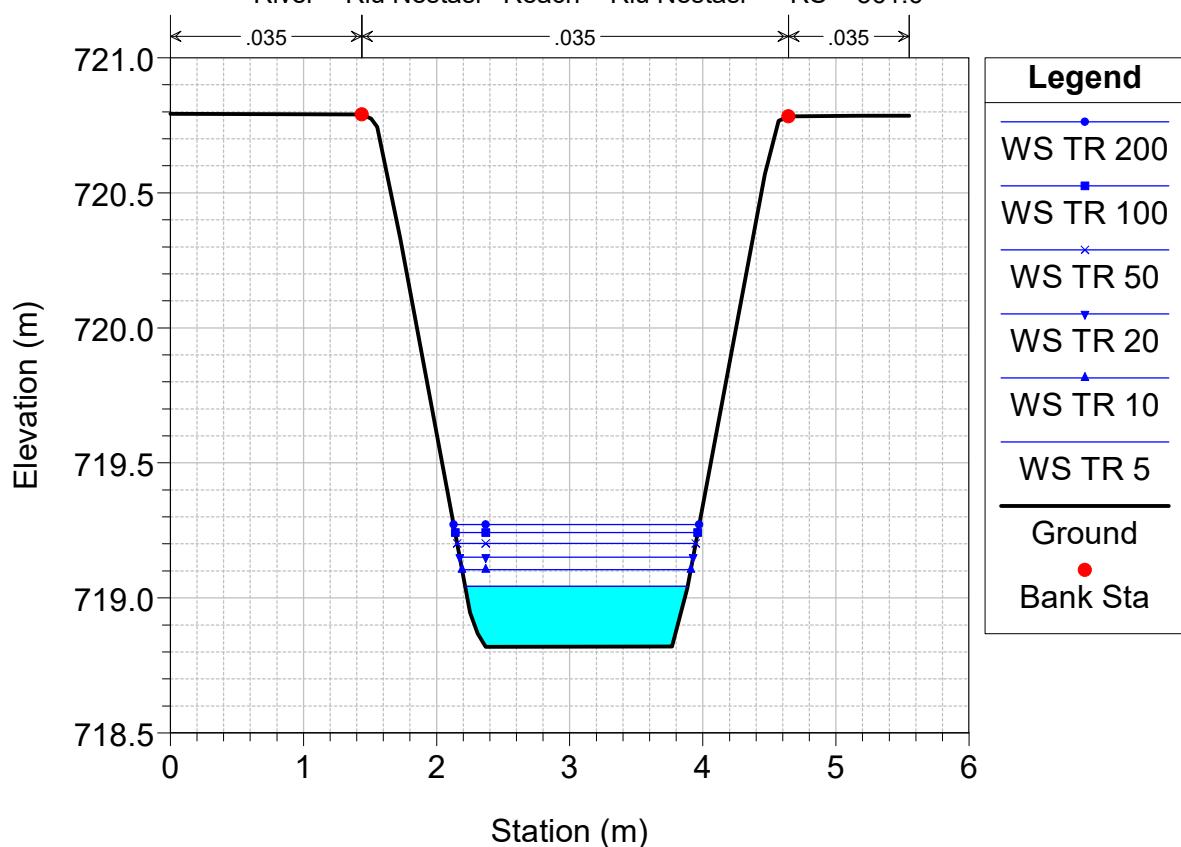
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 362



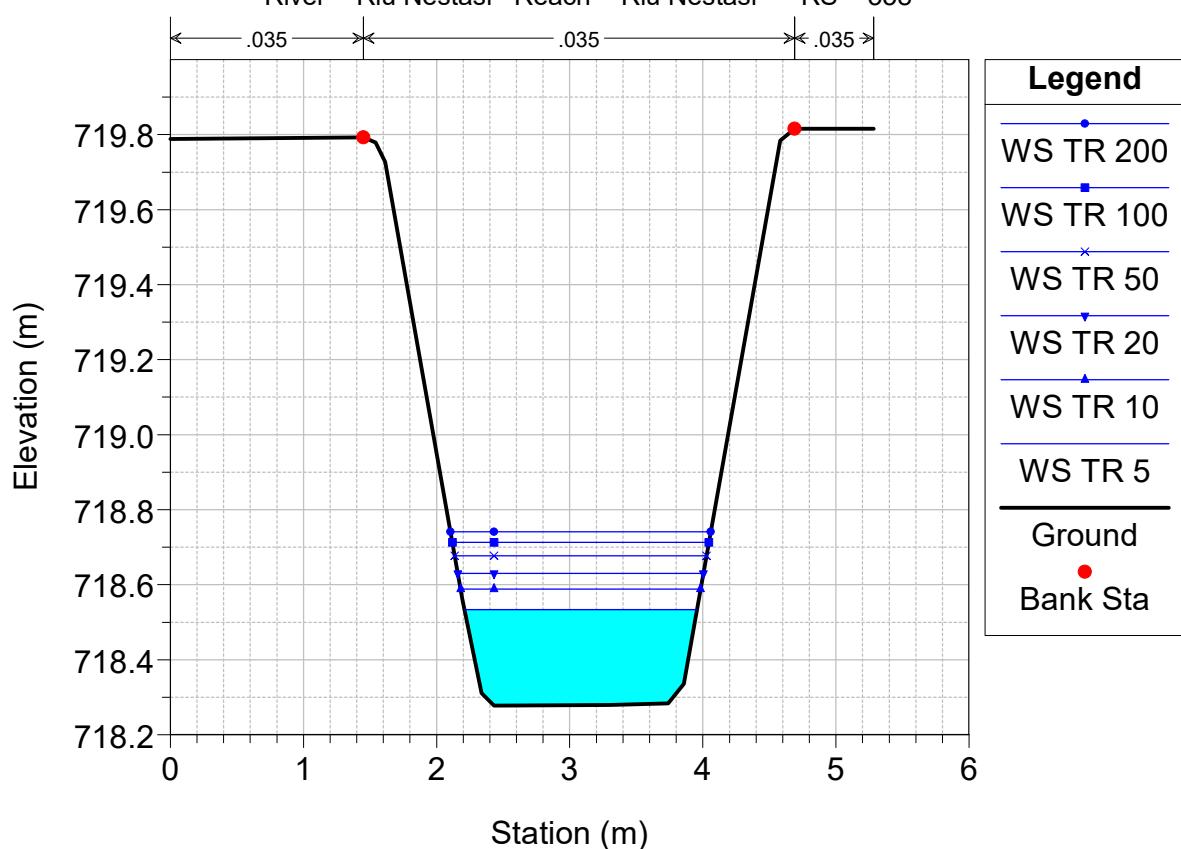
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 361.6



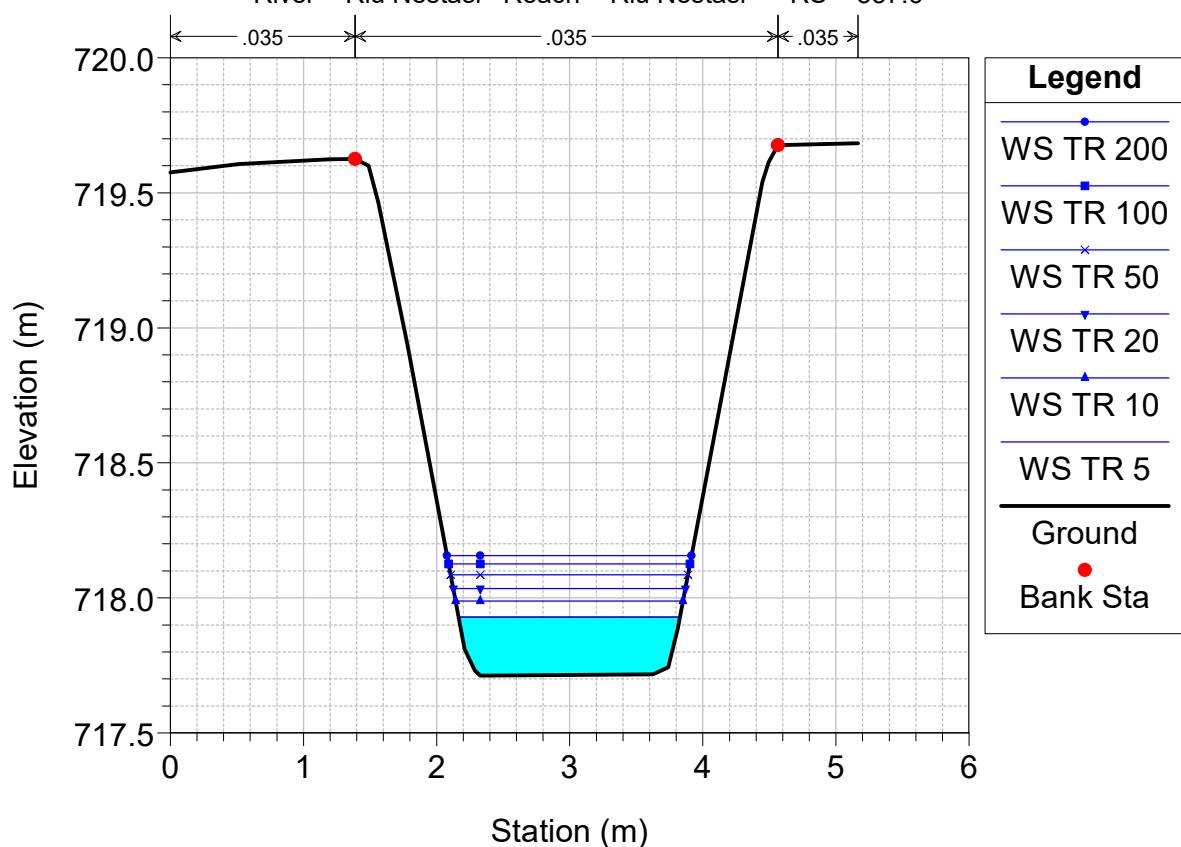
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 358



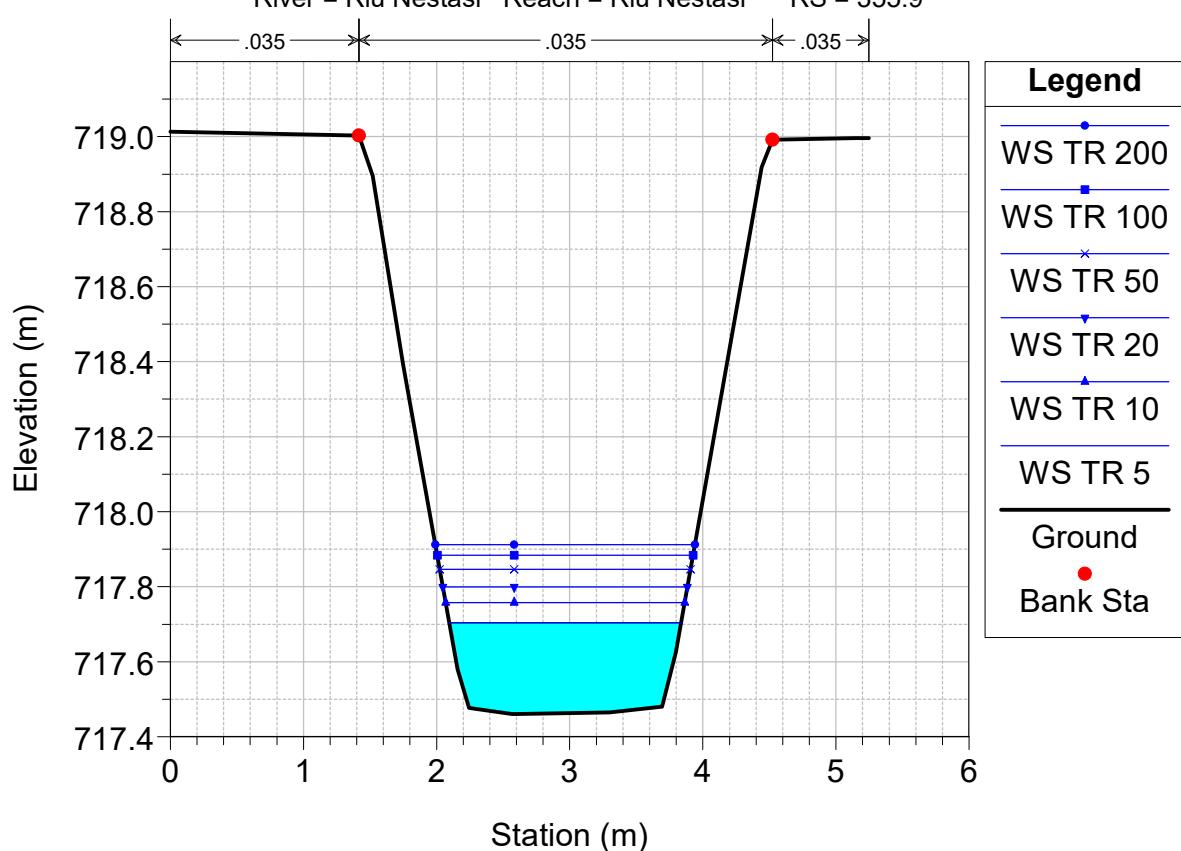
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

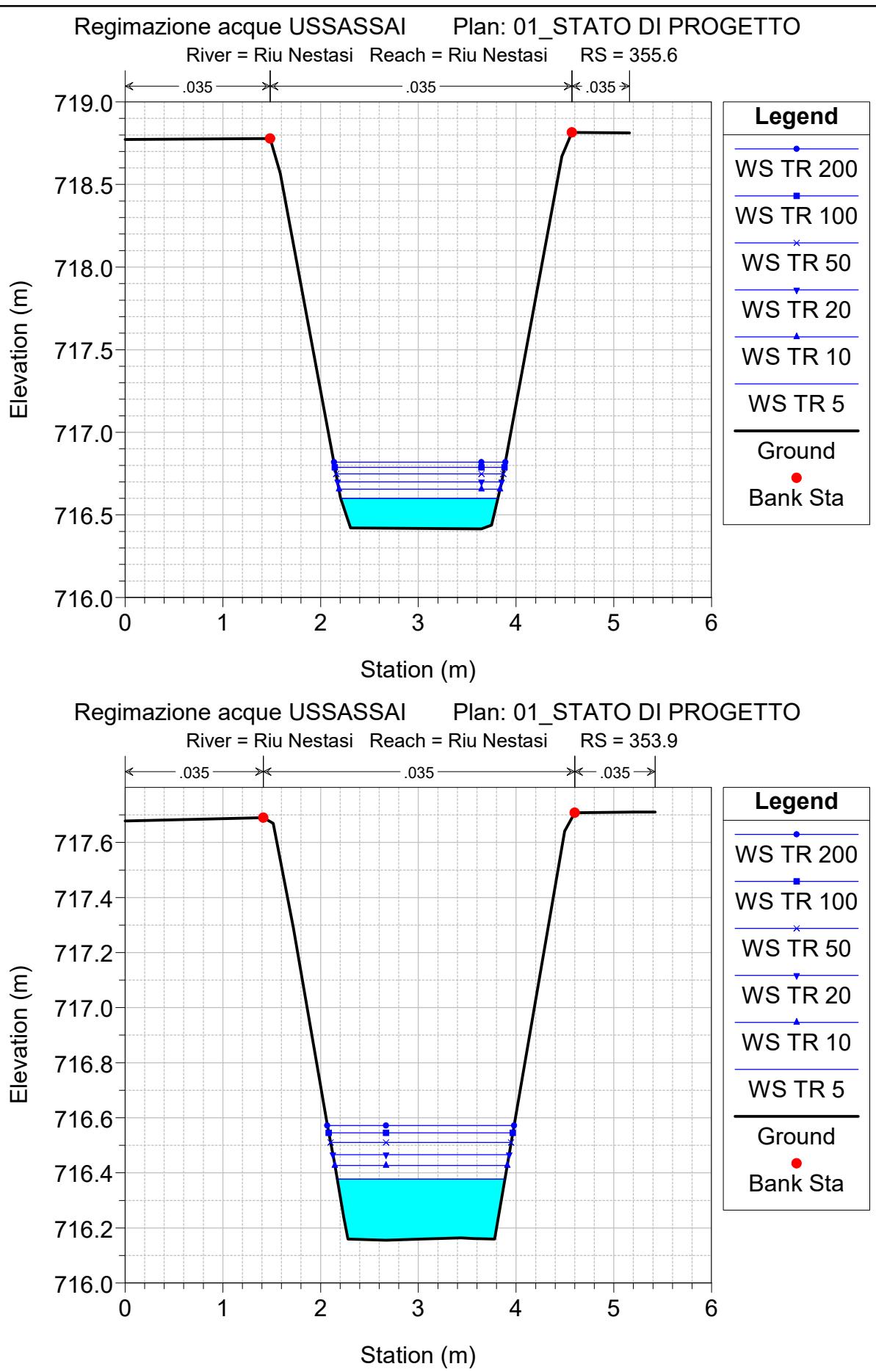
River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 357.6



Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

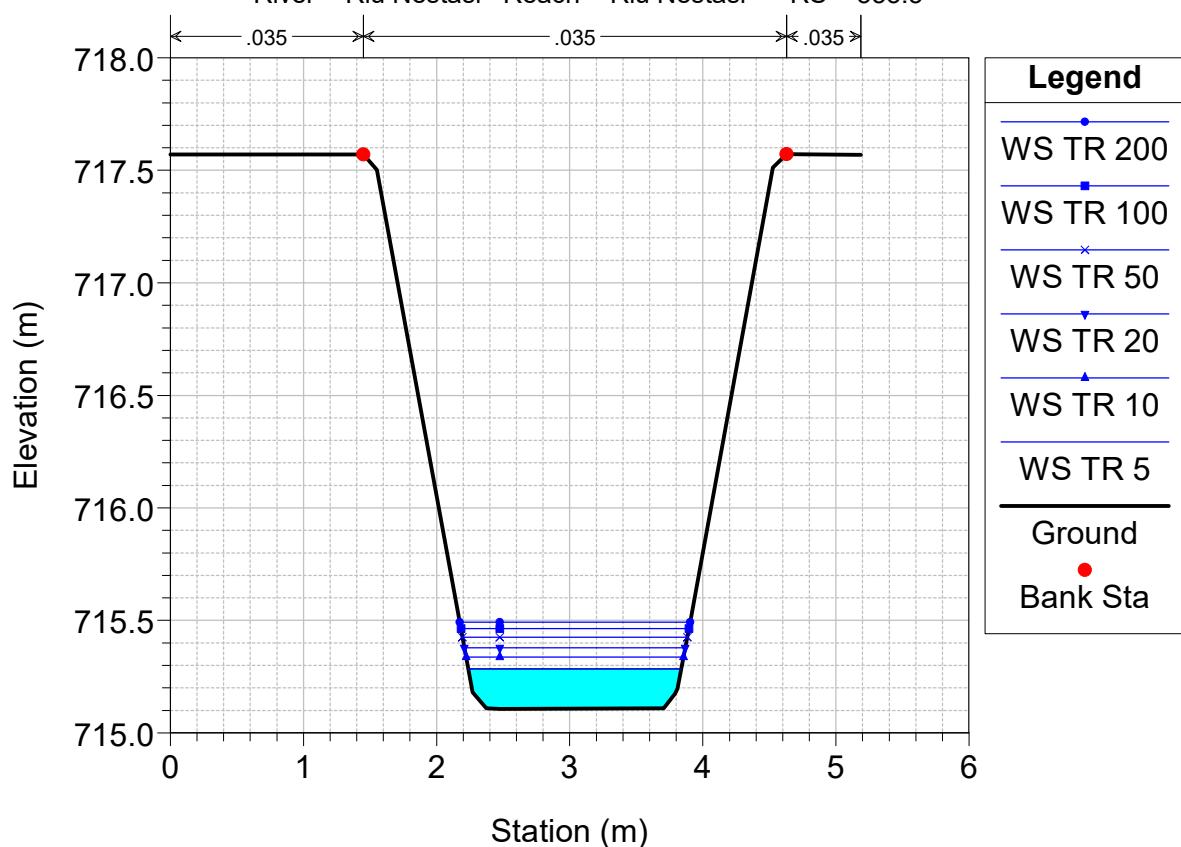
River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 355.9





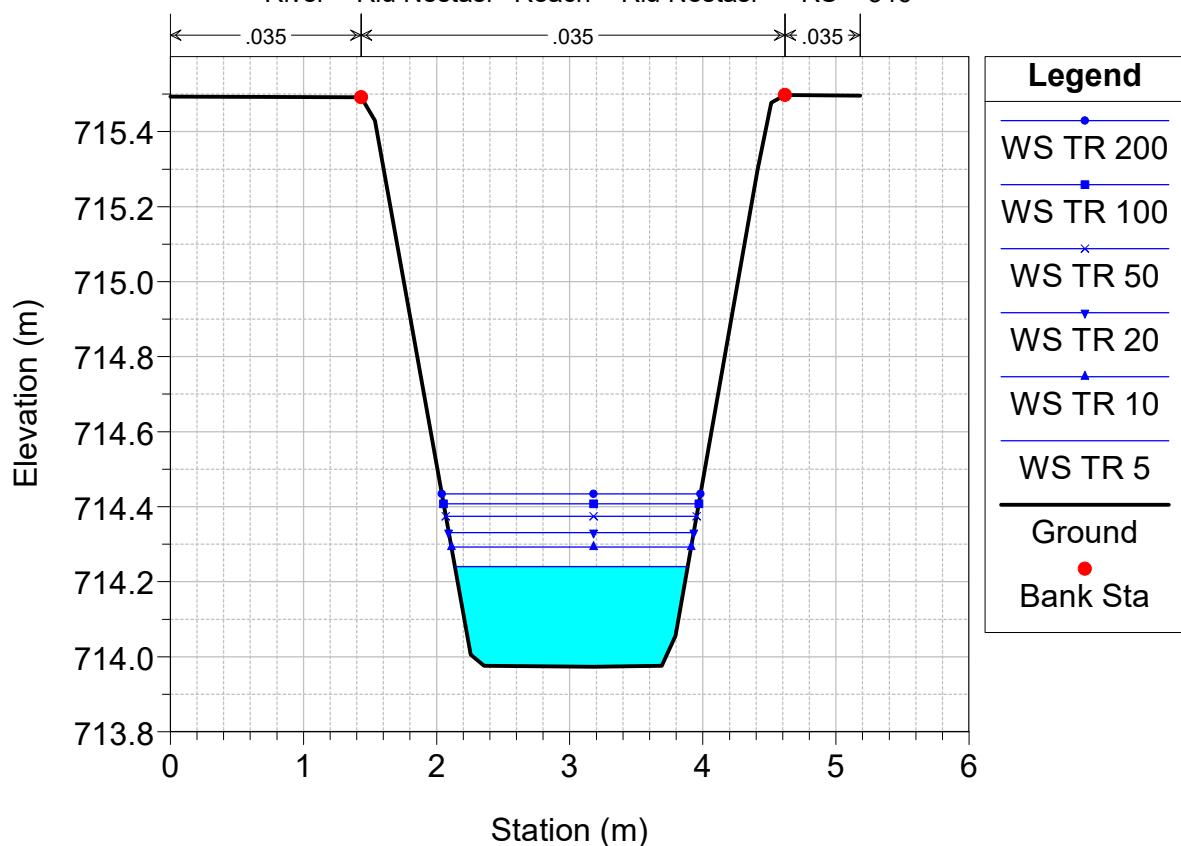
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

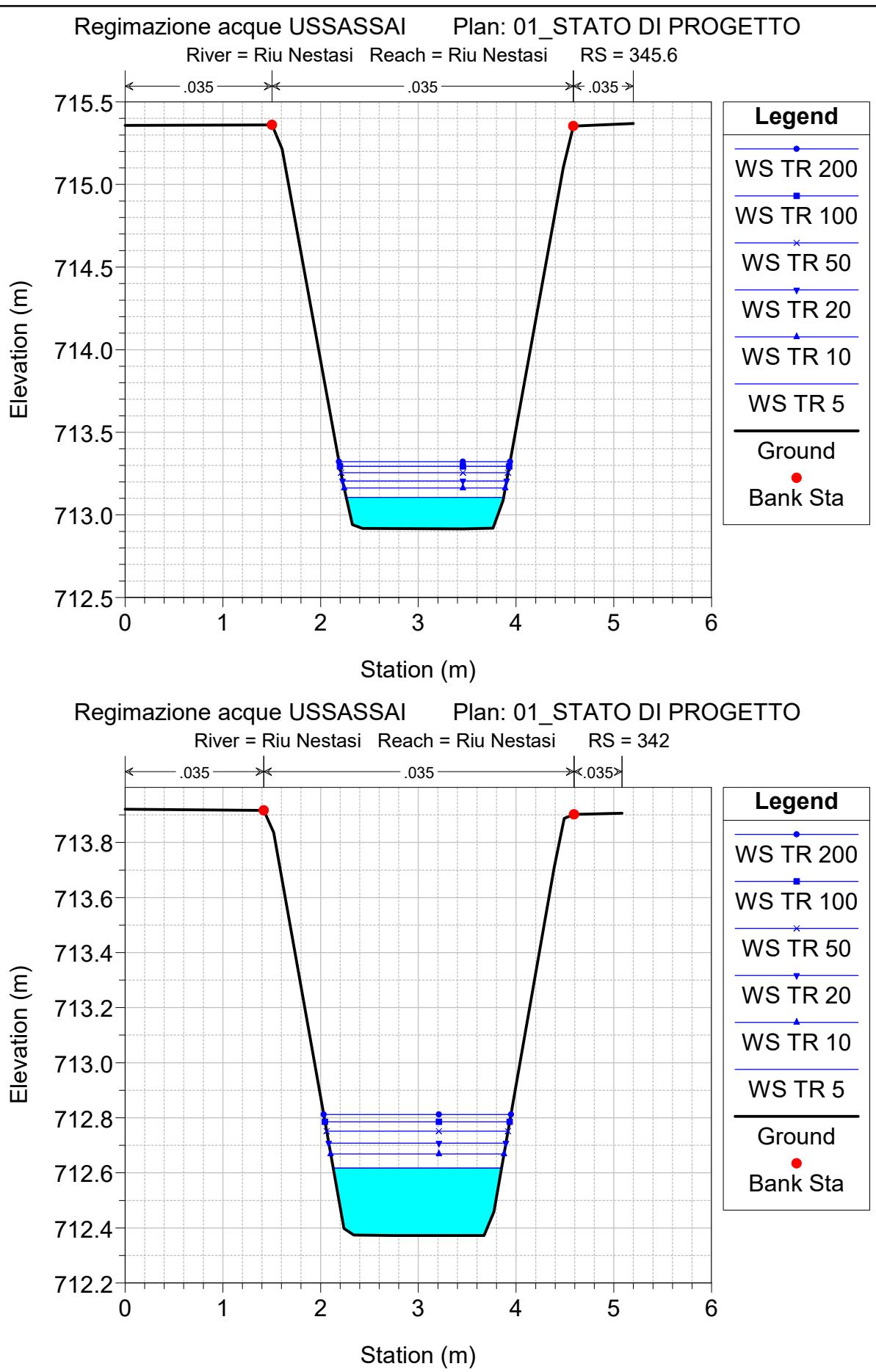
River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 353.5

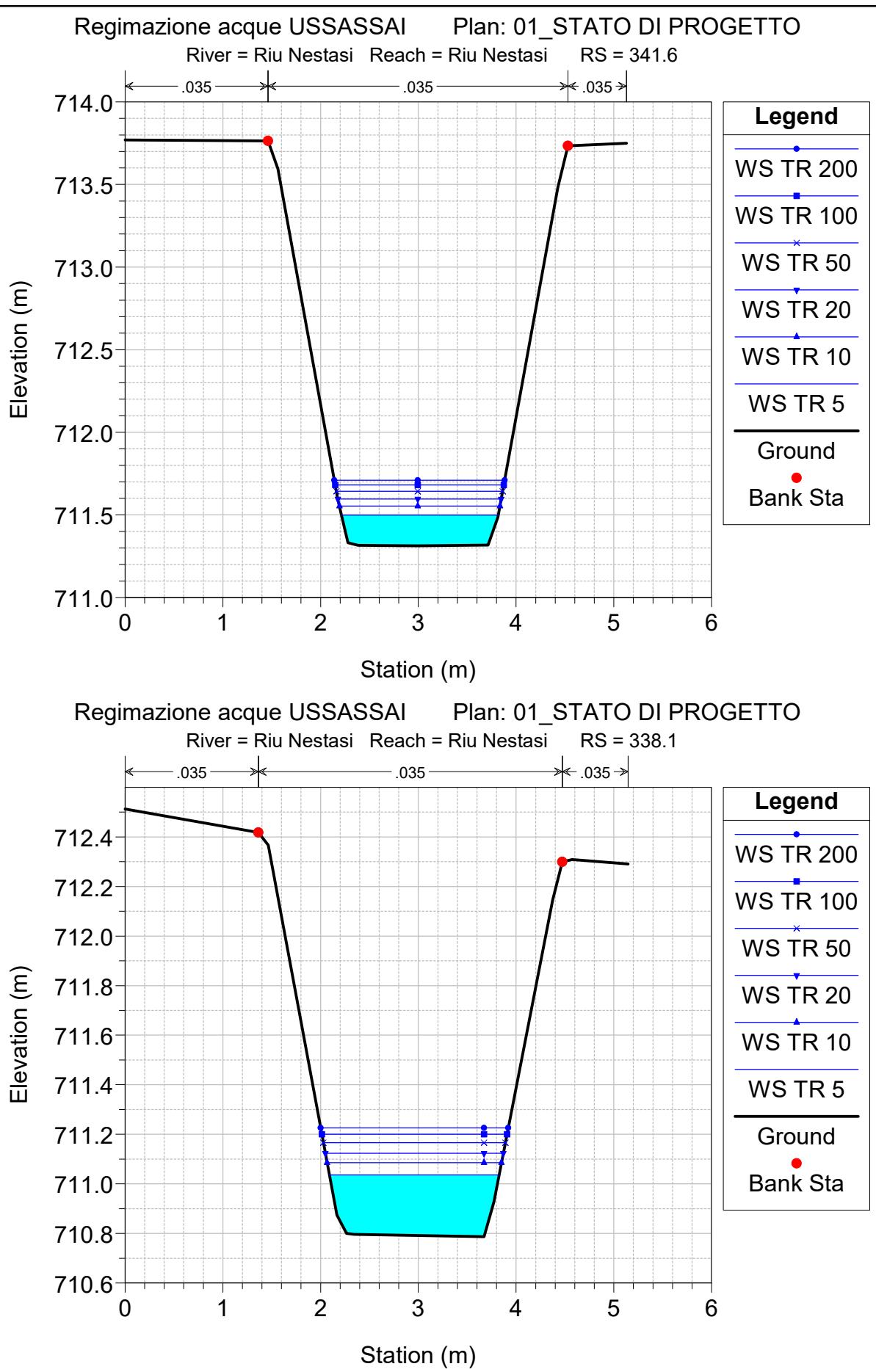


Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 346

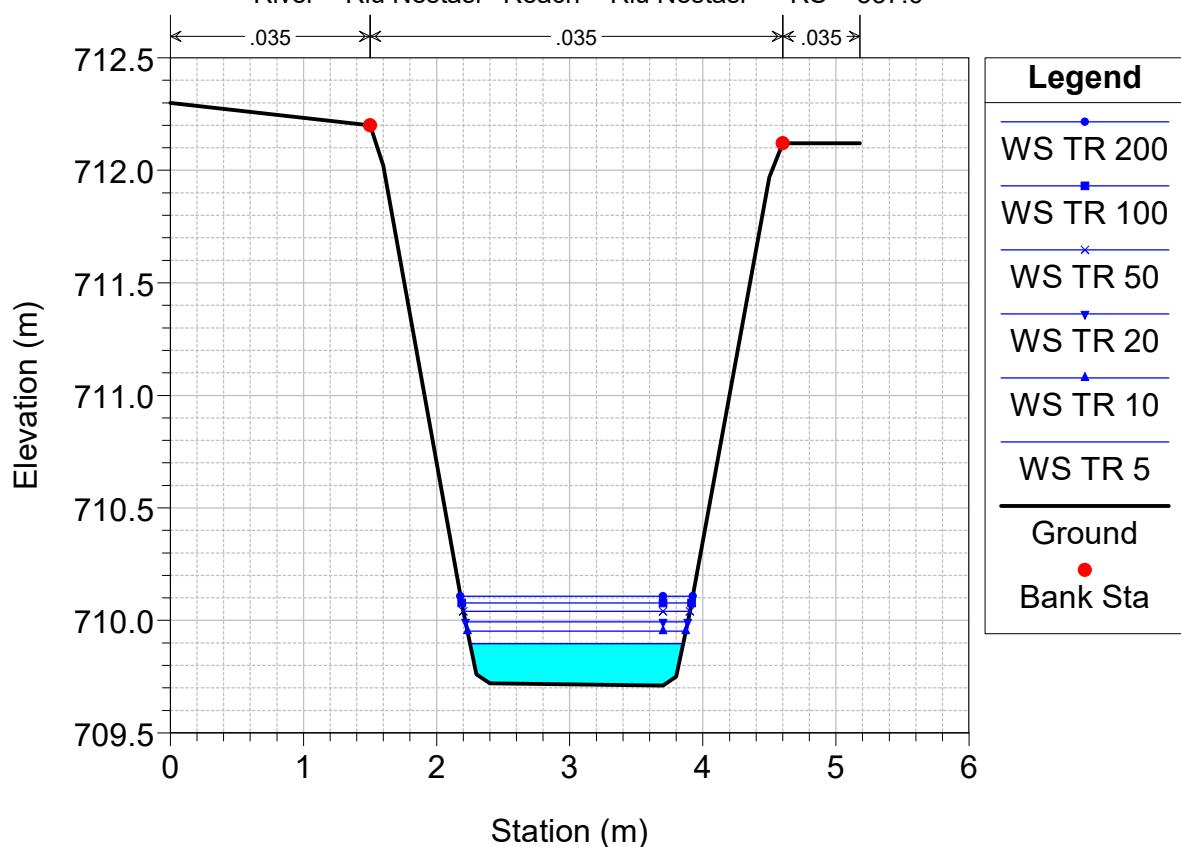






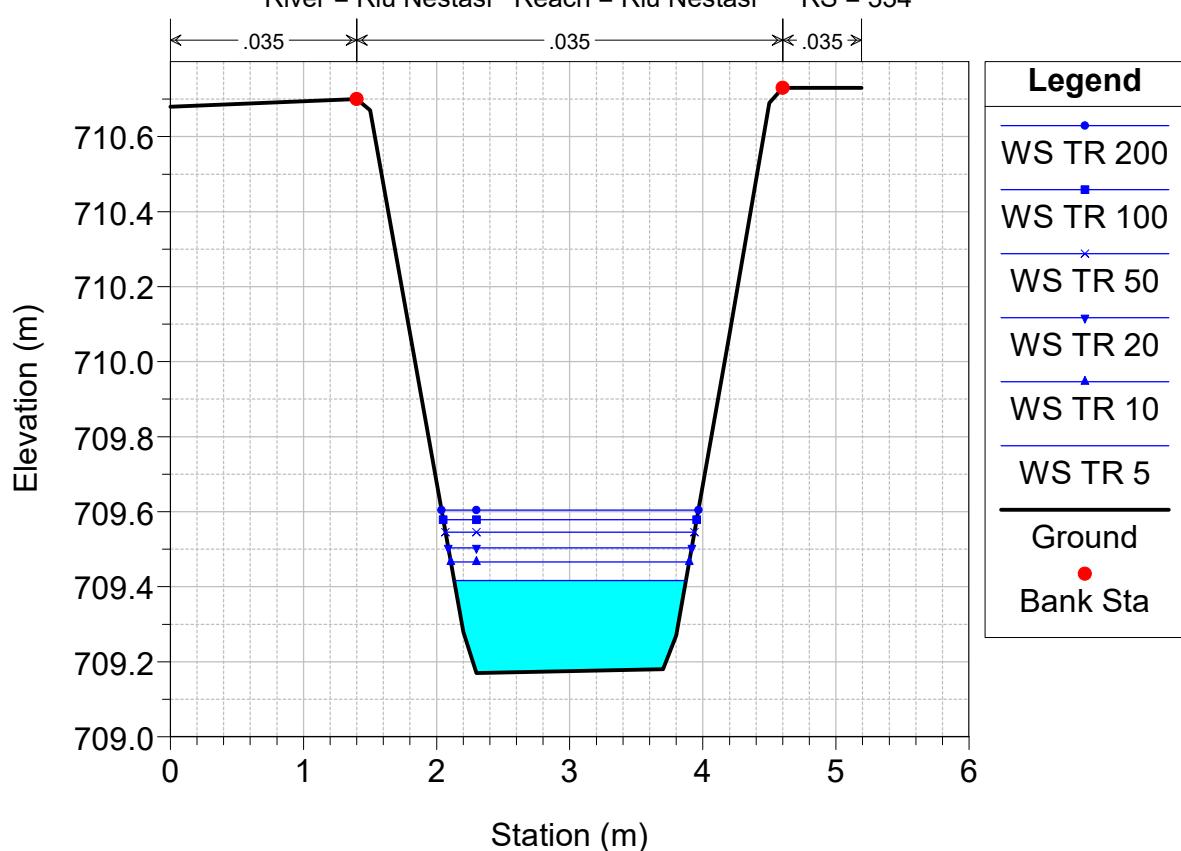
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 337.6



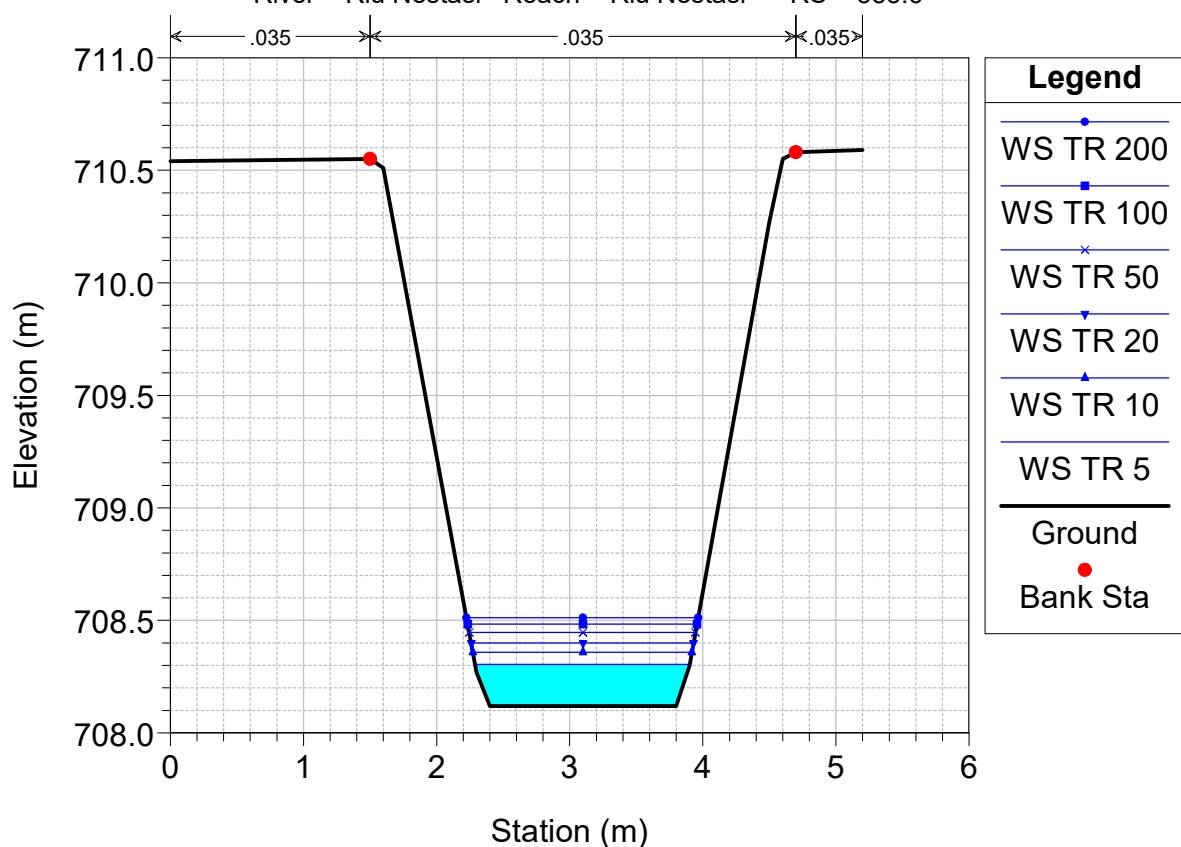
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 334



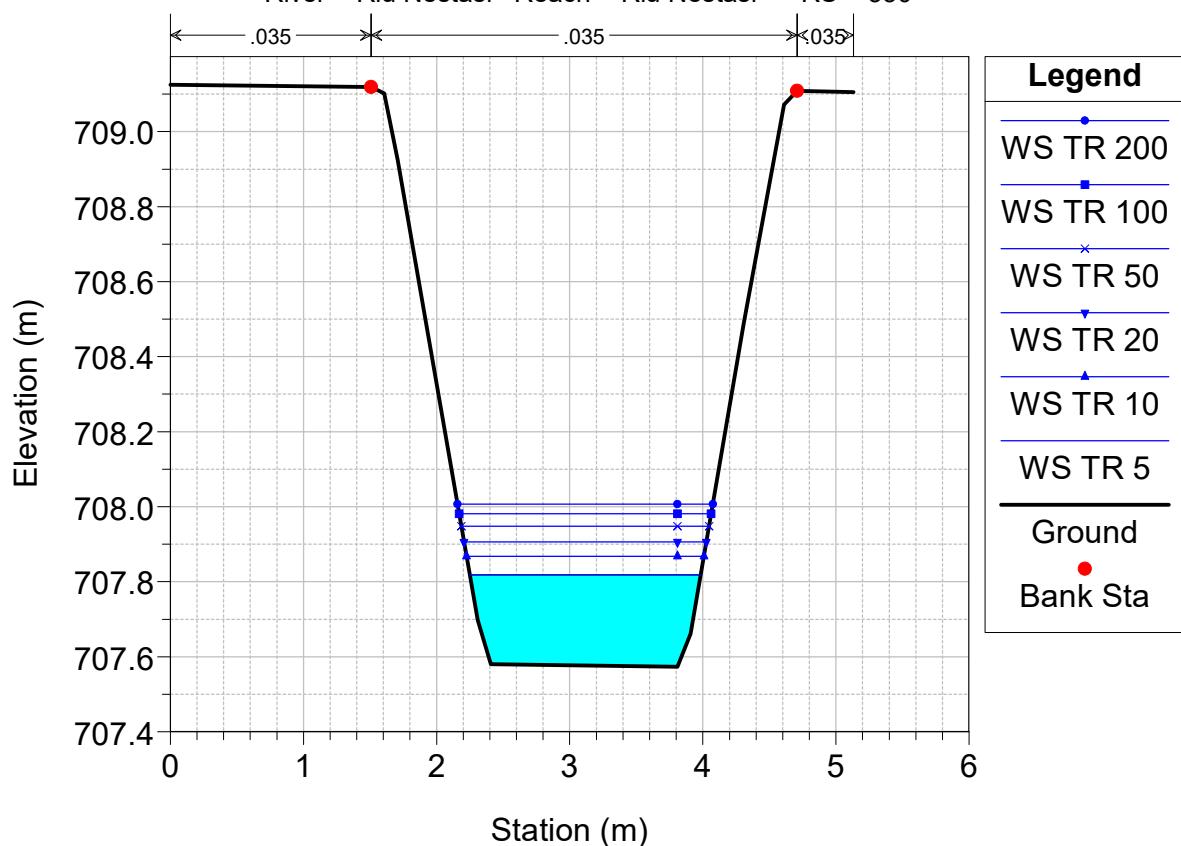
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 333.6



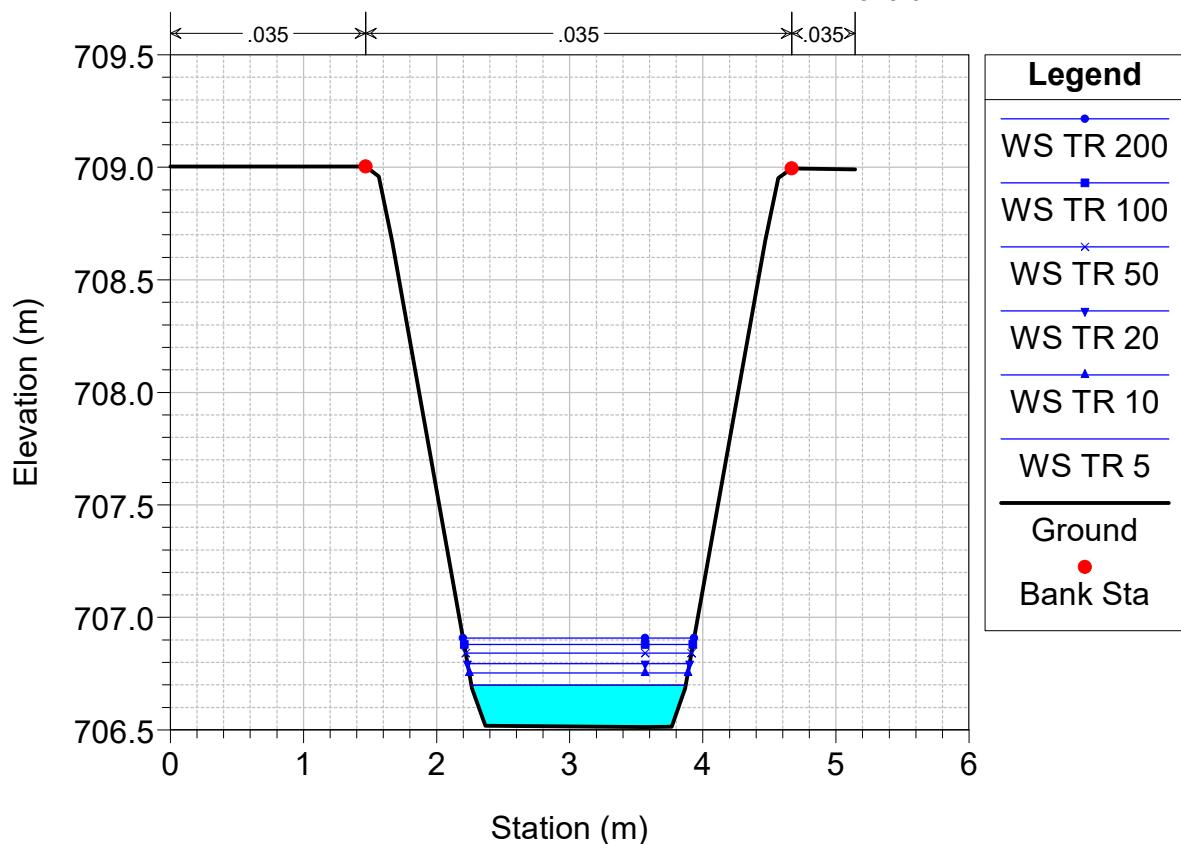
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 330



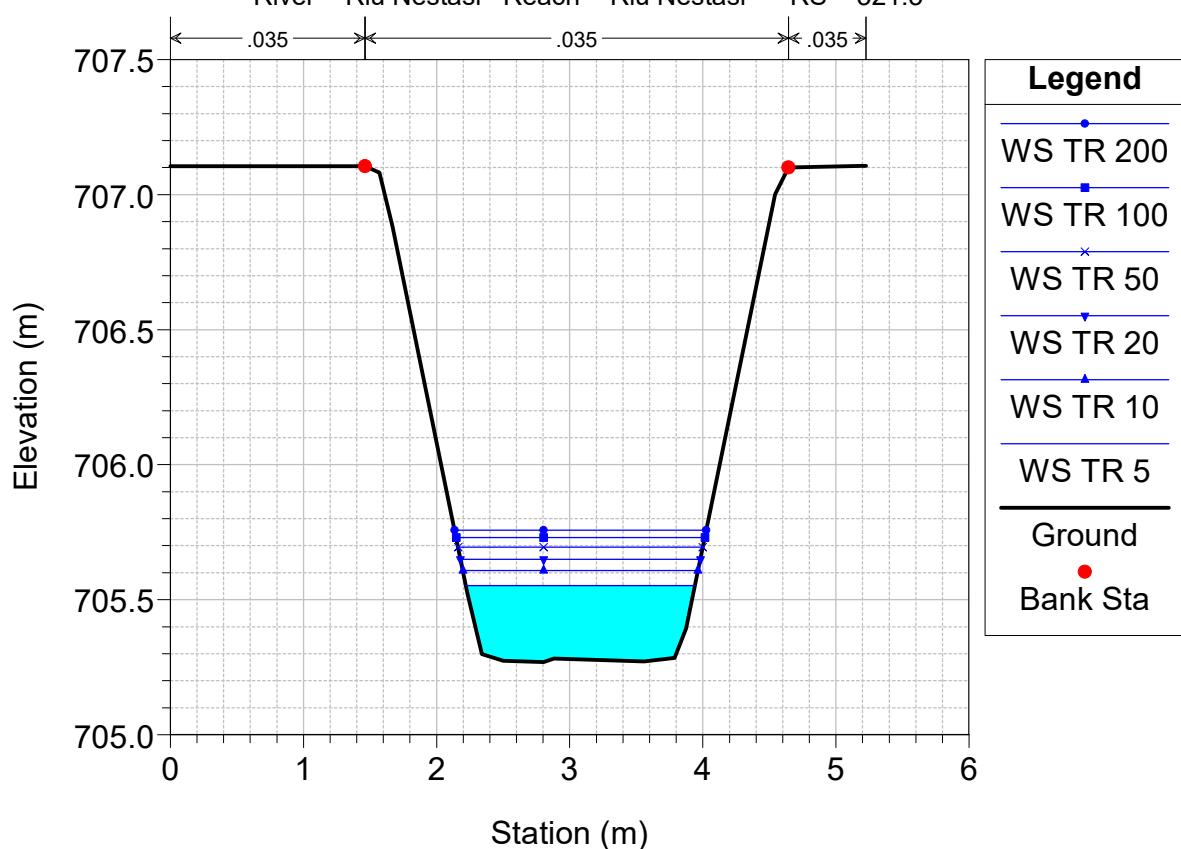
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 329.6



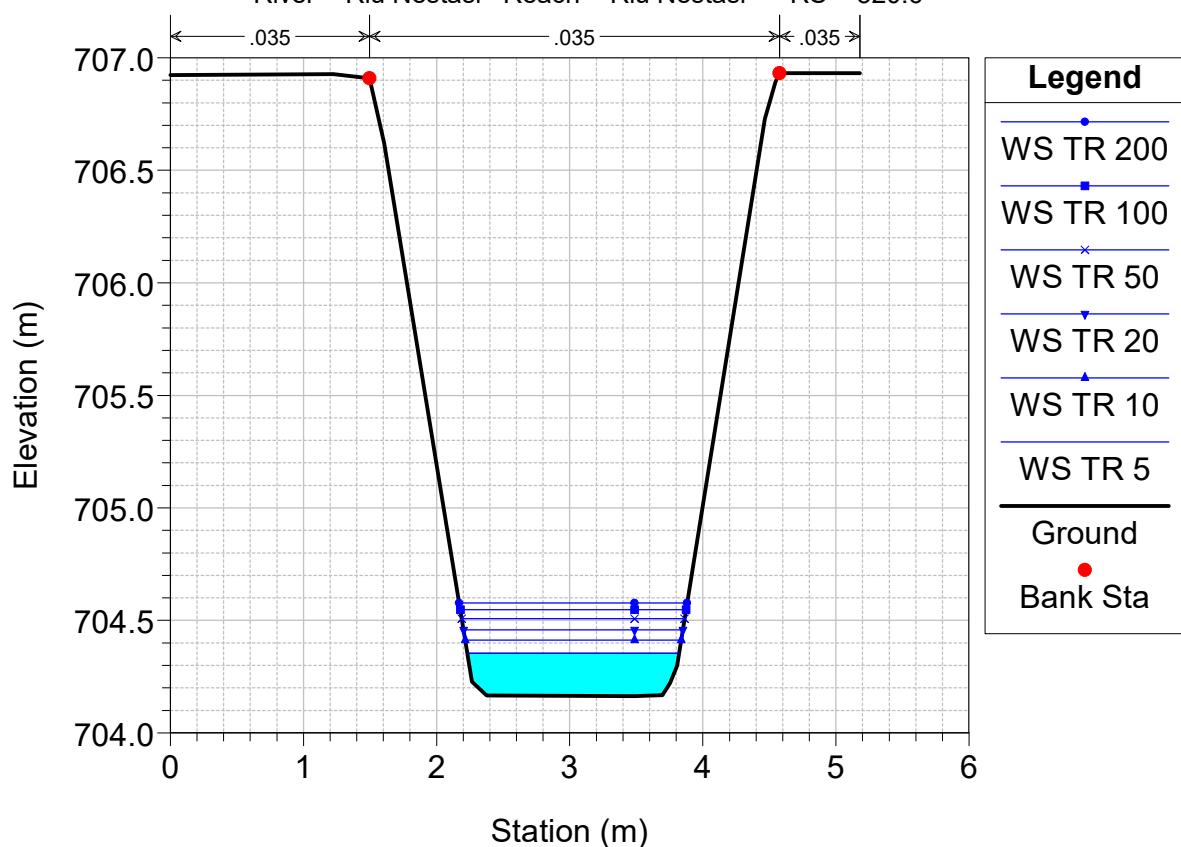
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 321.3



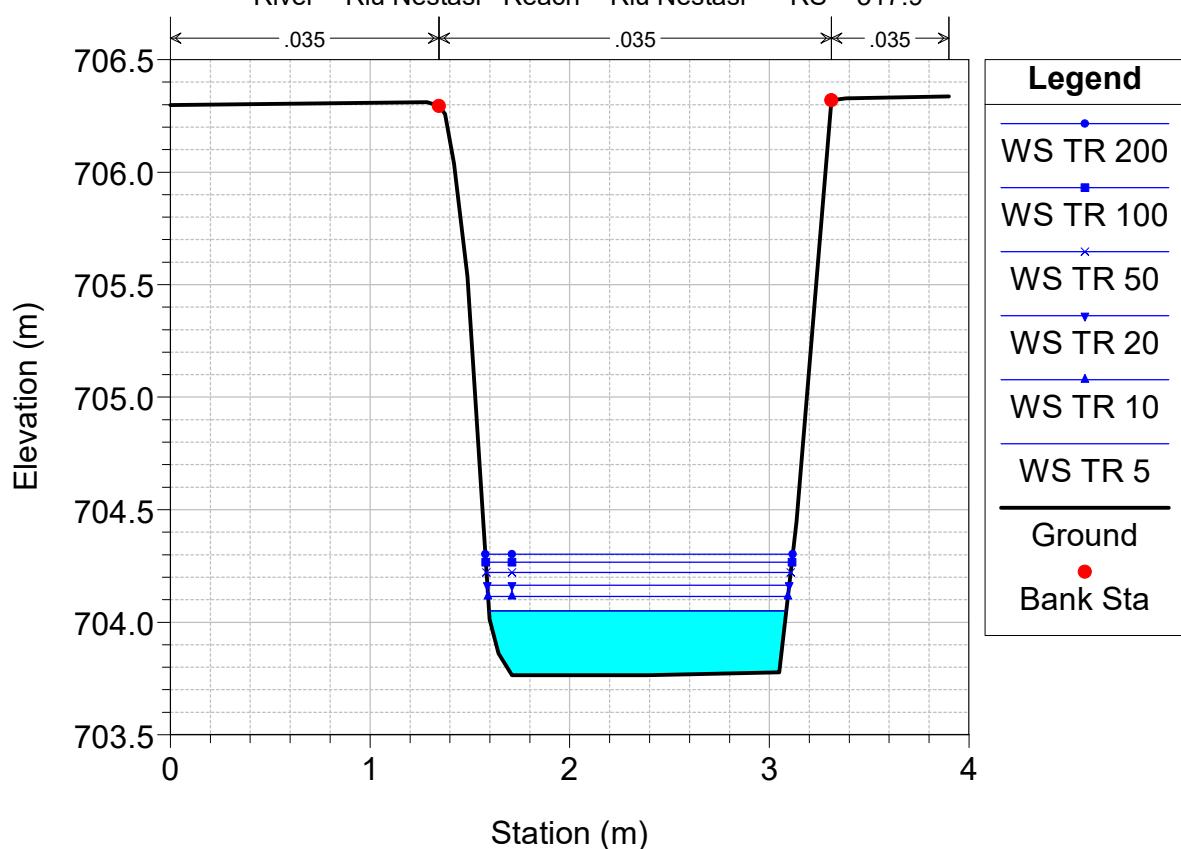
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 320.6



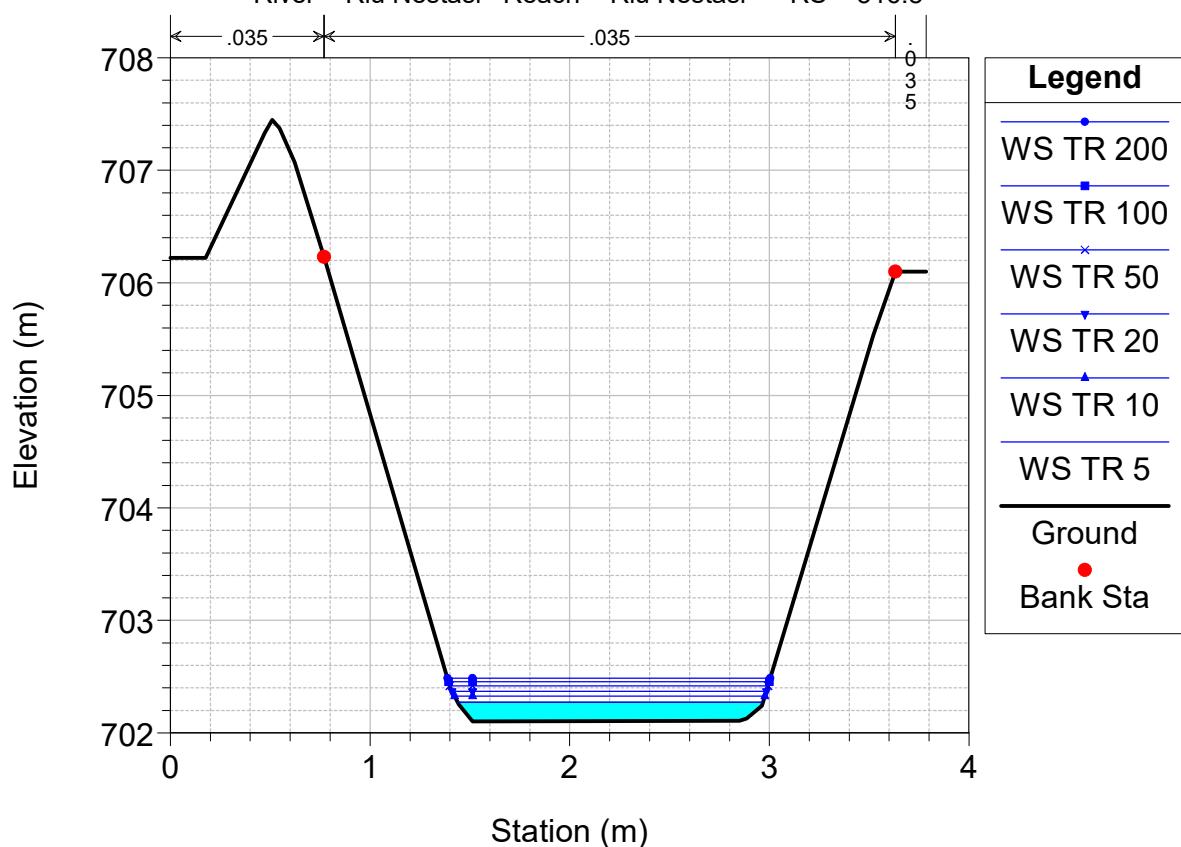
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 317.9



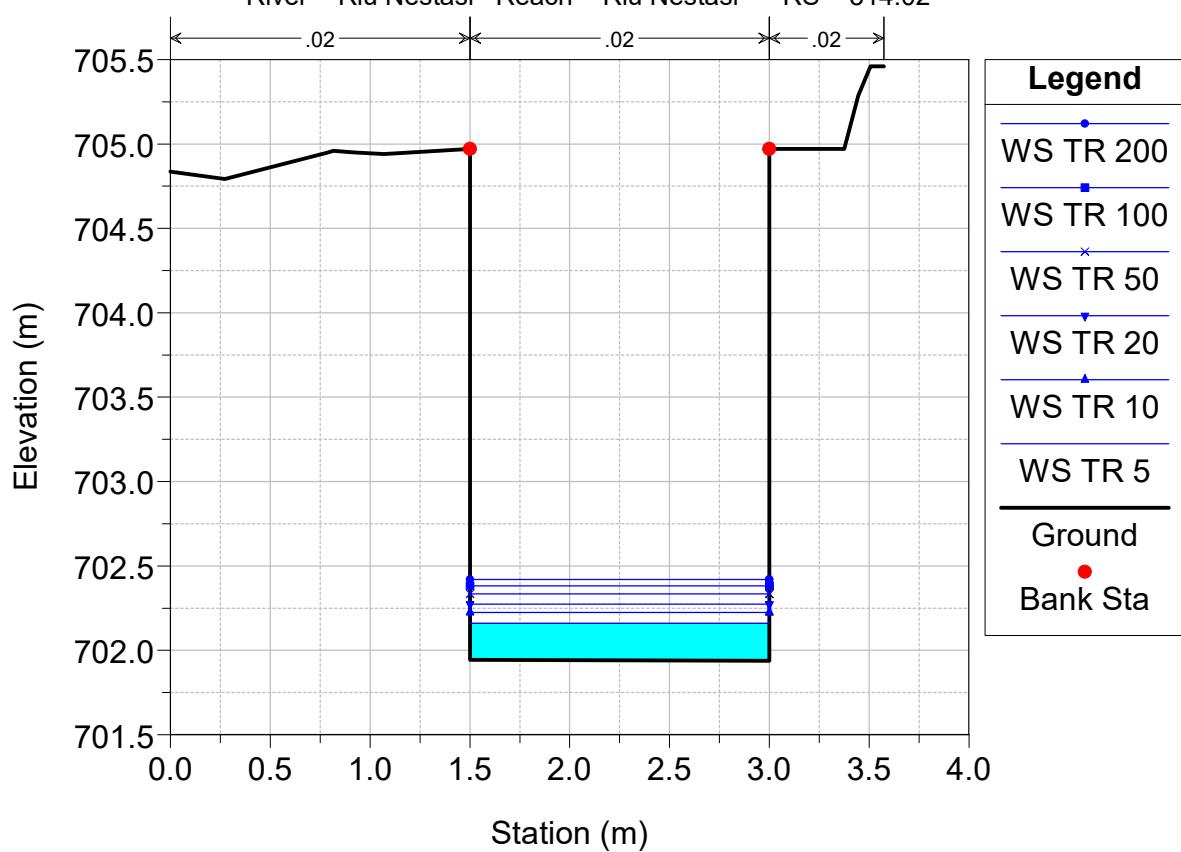
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 316.8



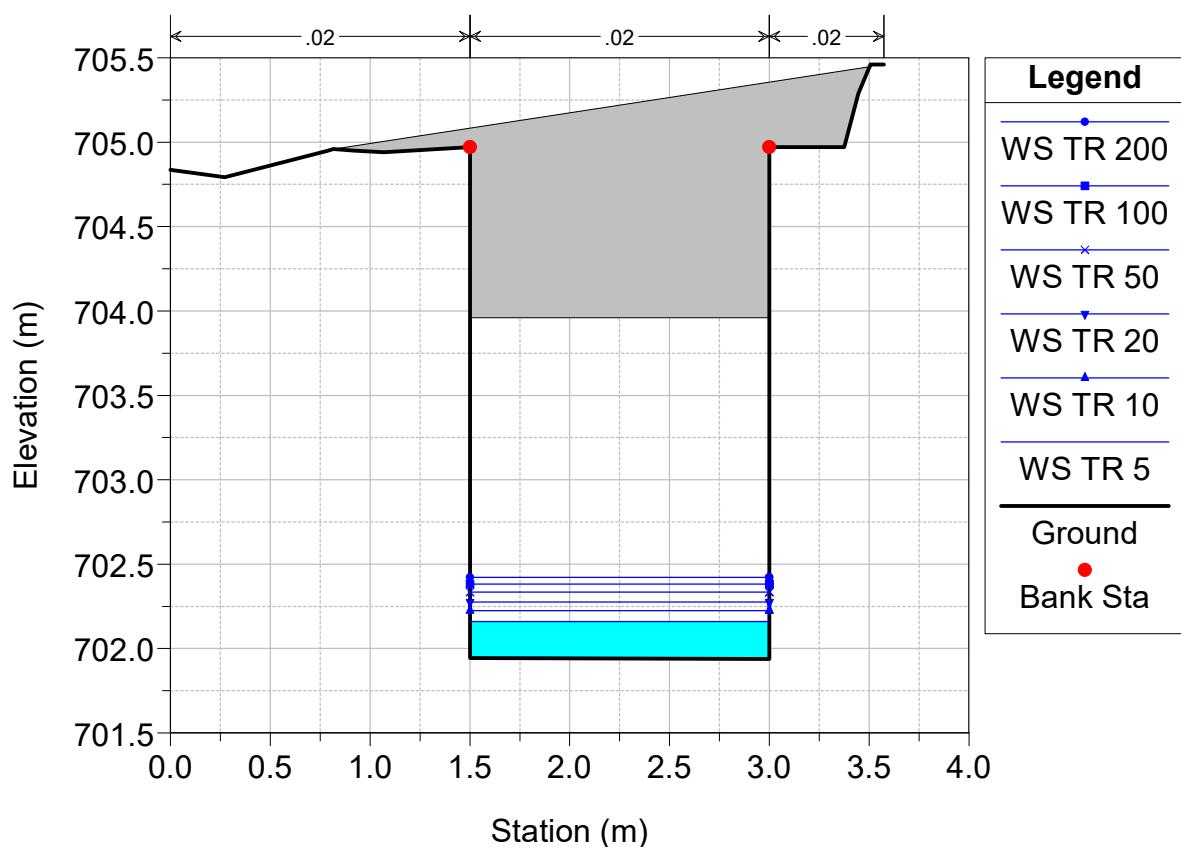
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 314.02



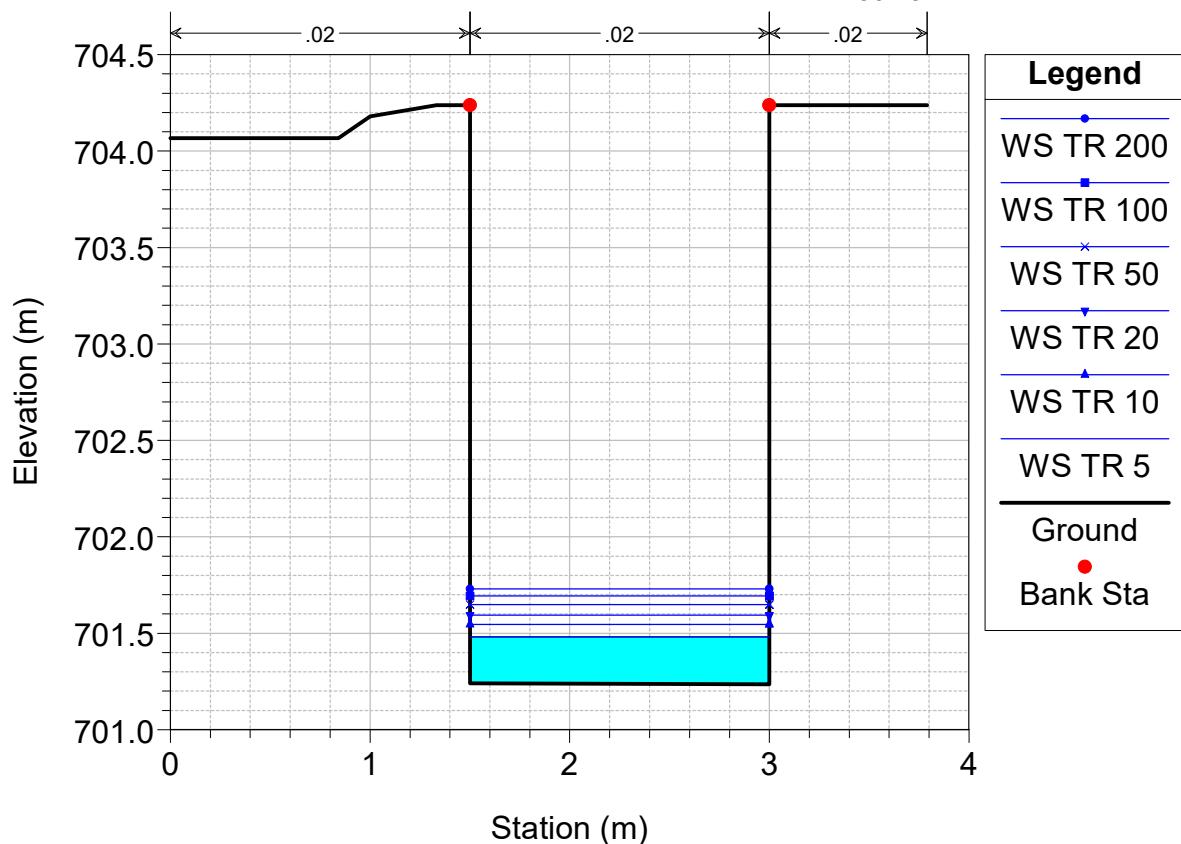
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 305 BR ATTRAVERSAMENTO VIA NAZIONALE



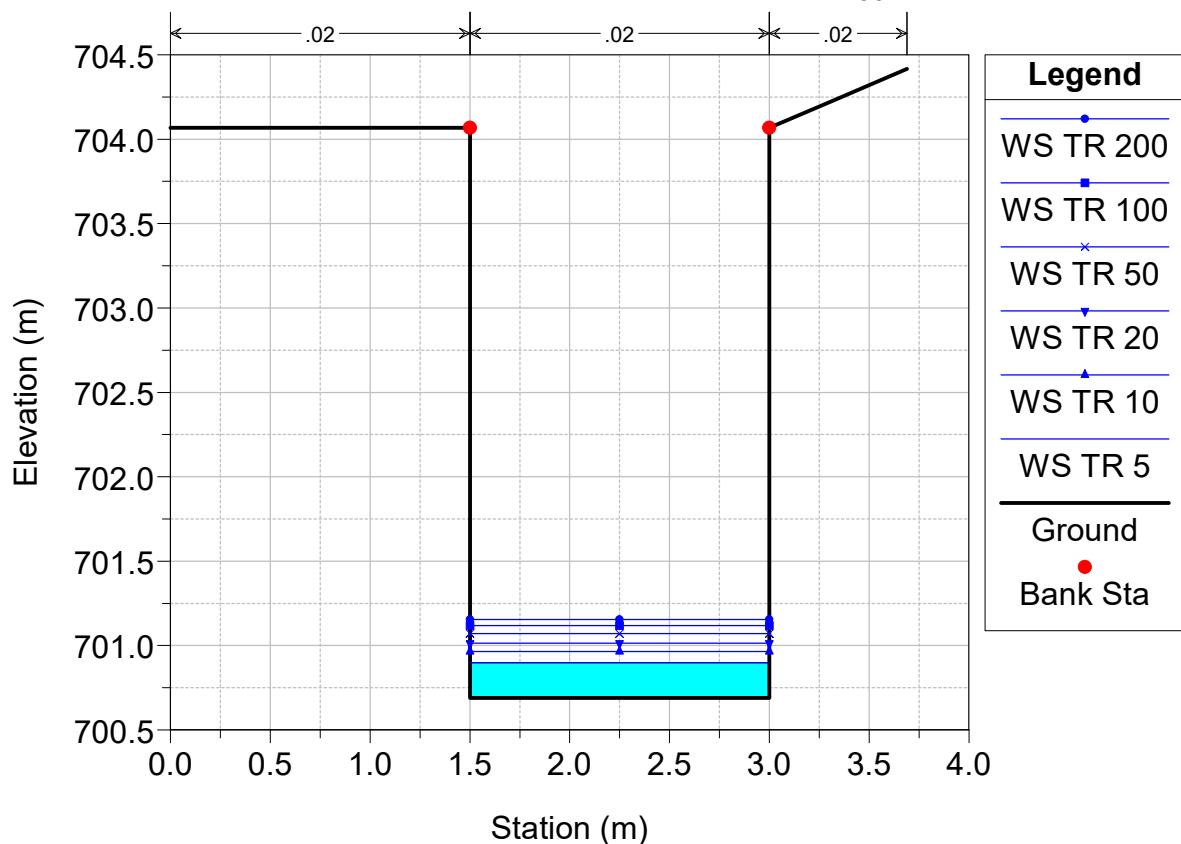
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 302.5



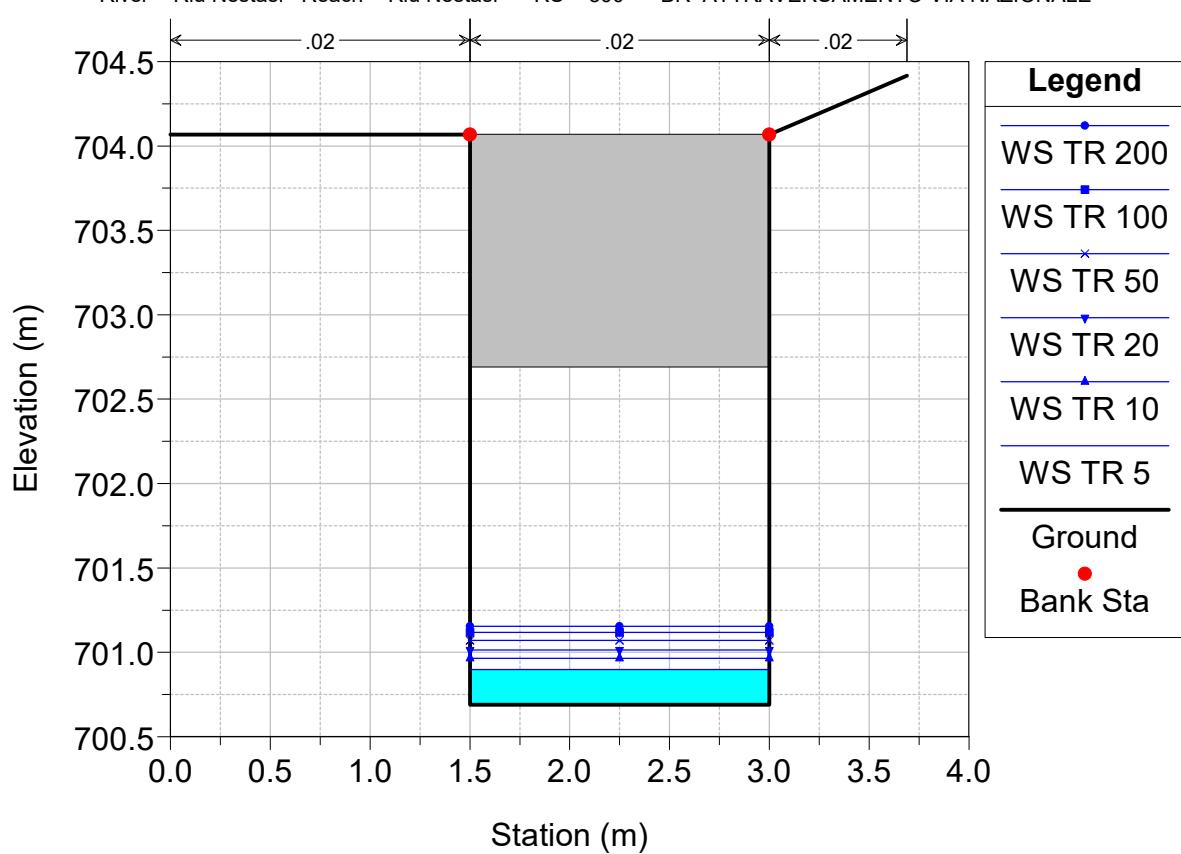
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 301.2



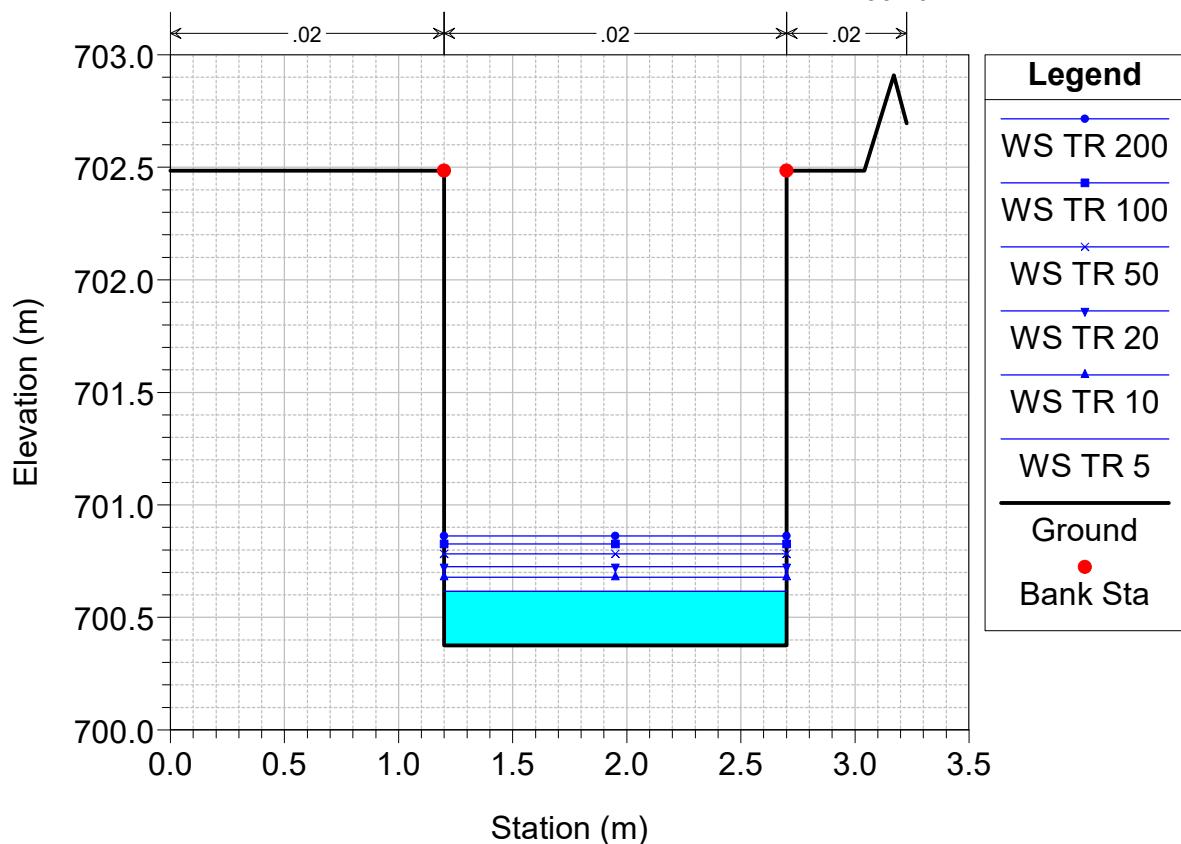
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 300 BR ATTRaversamento VIA NAZIONALE



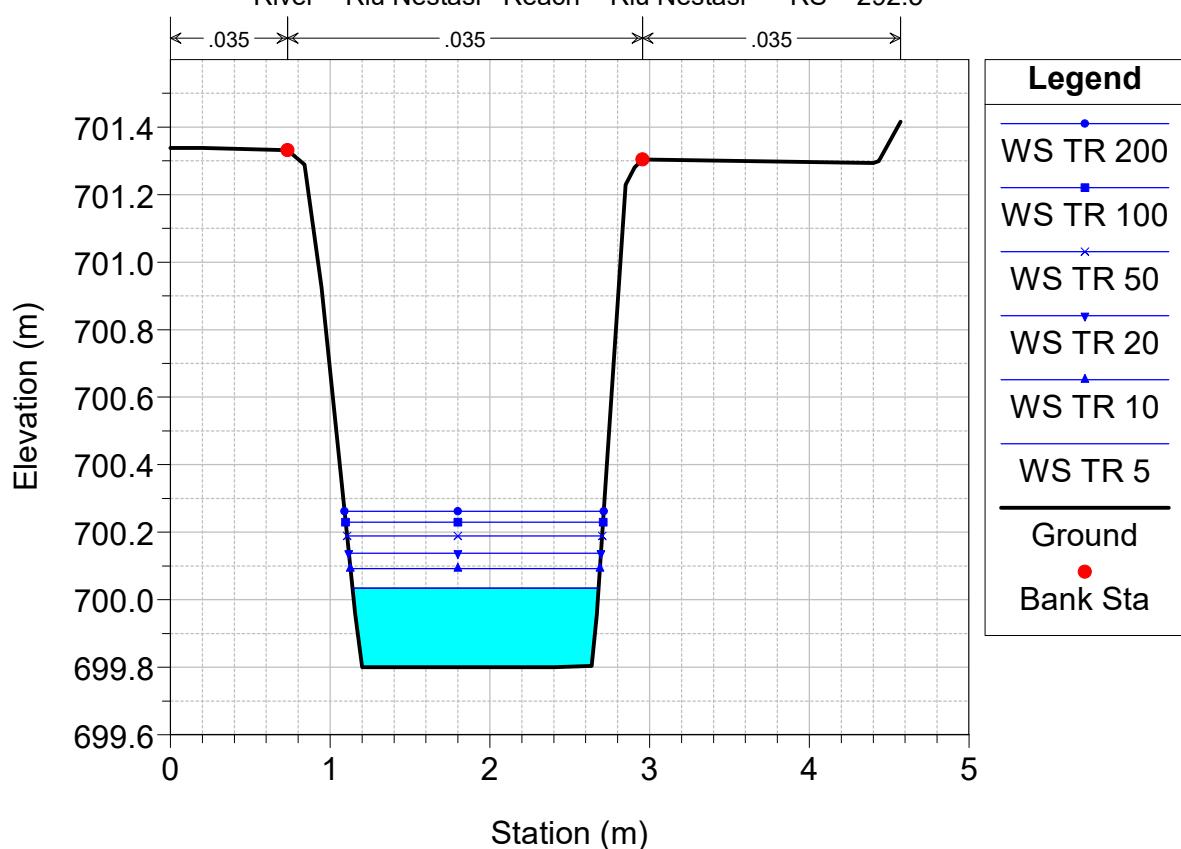
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 296.40



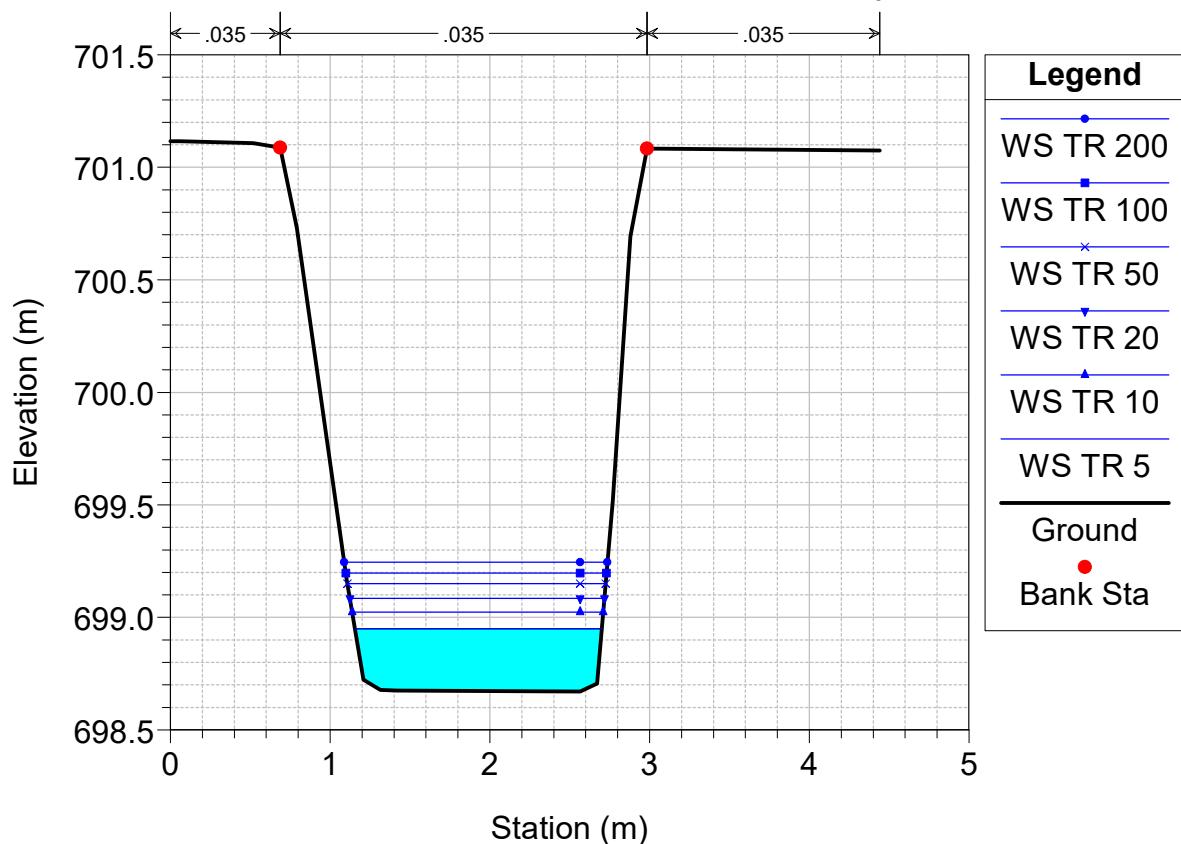
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 292.5



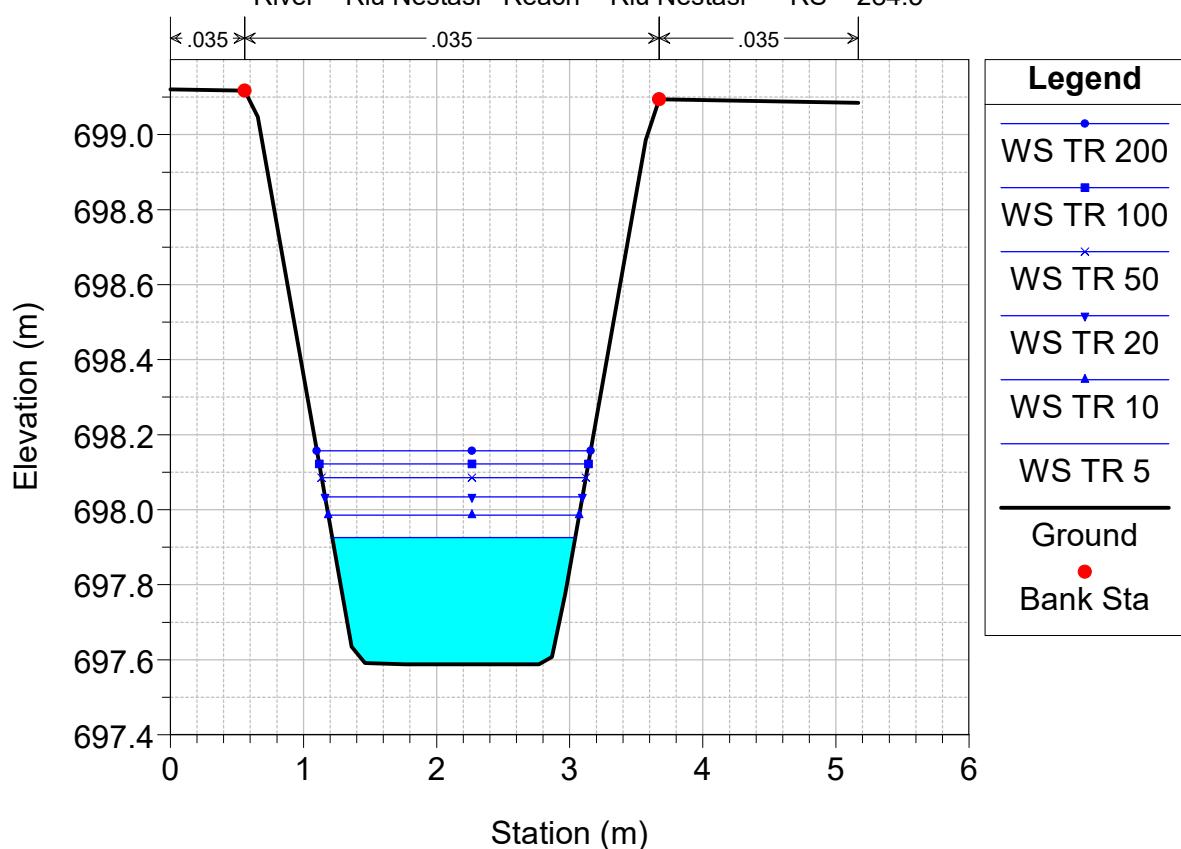
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 291.7



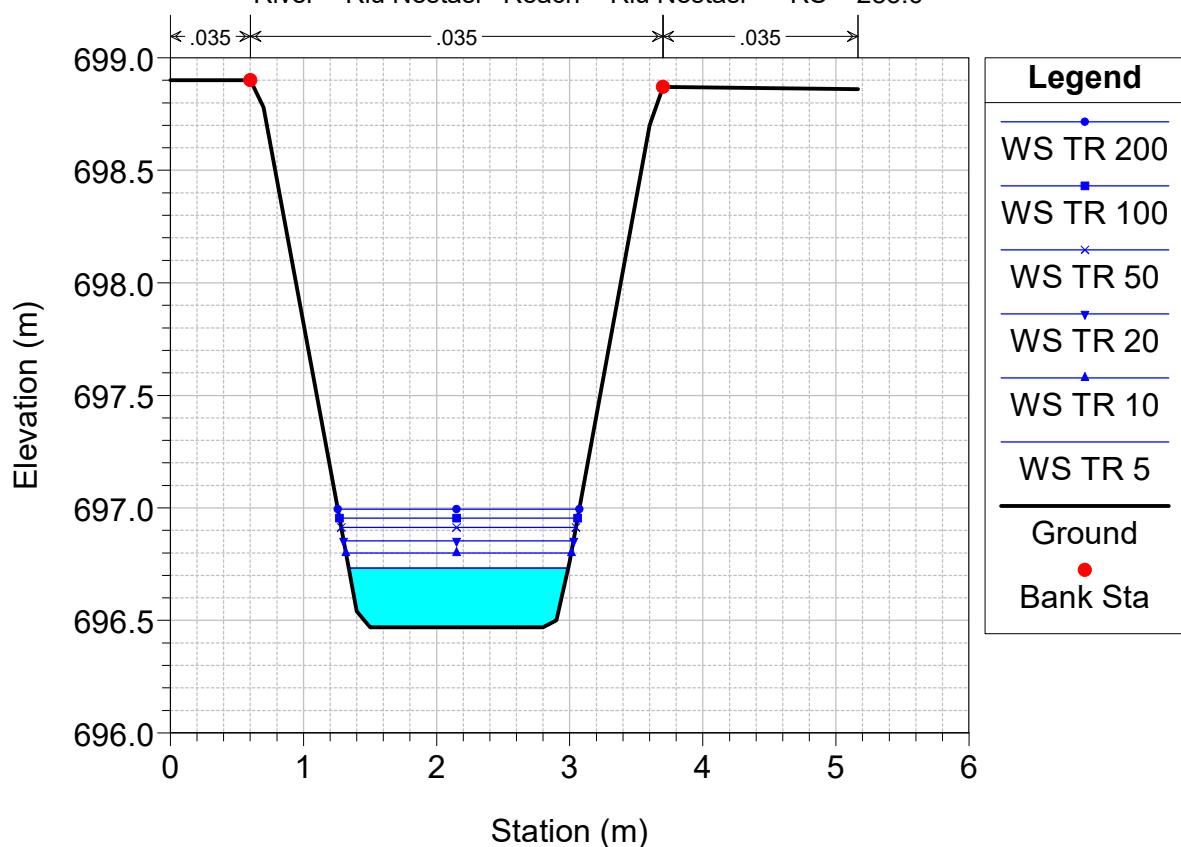
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 284.5



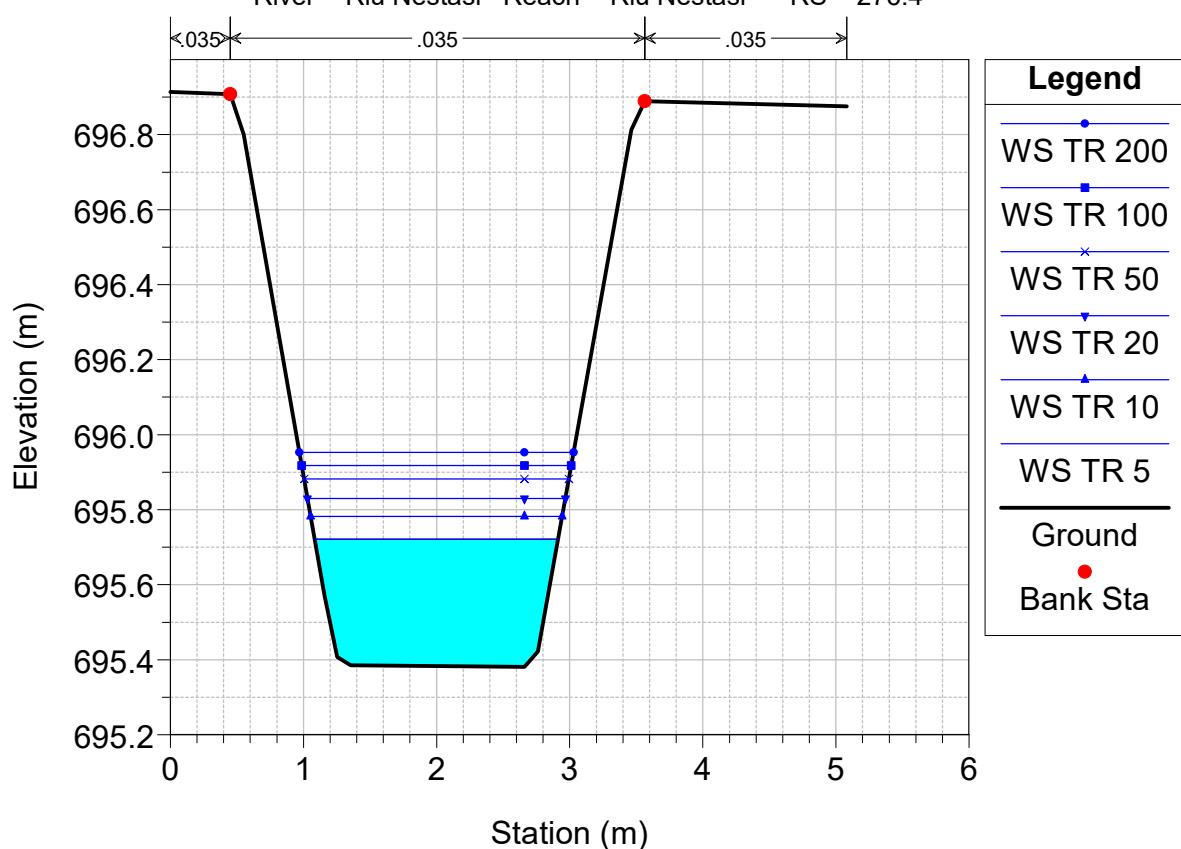
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 283.6



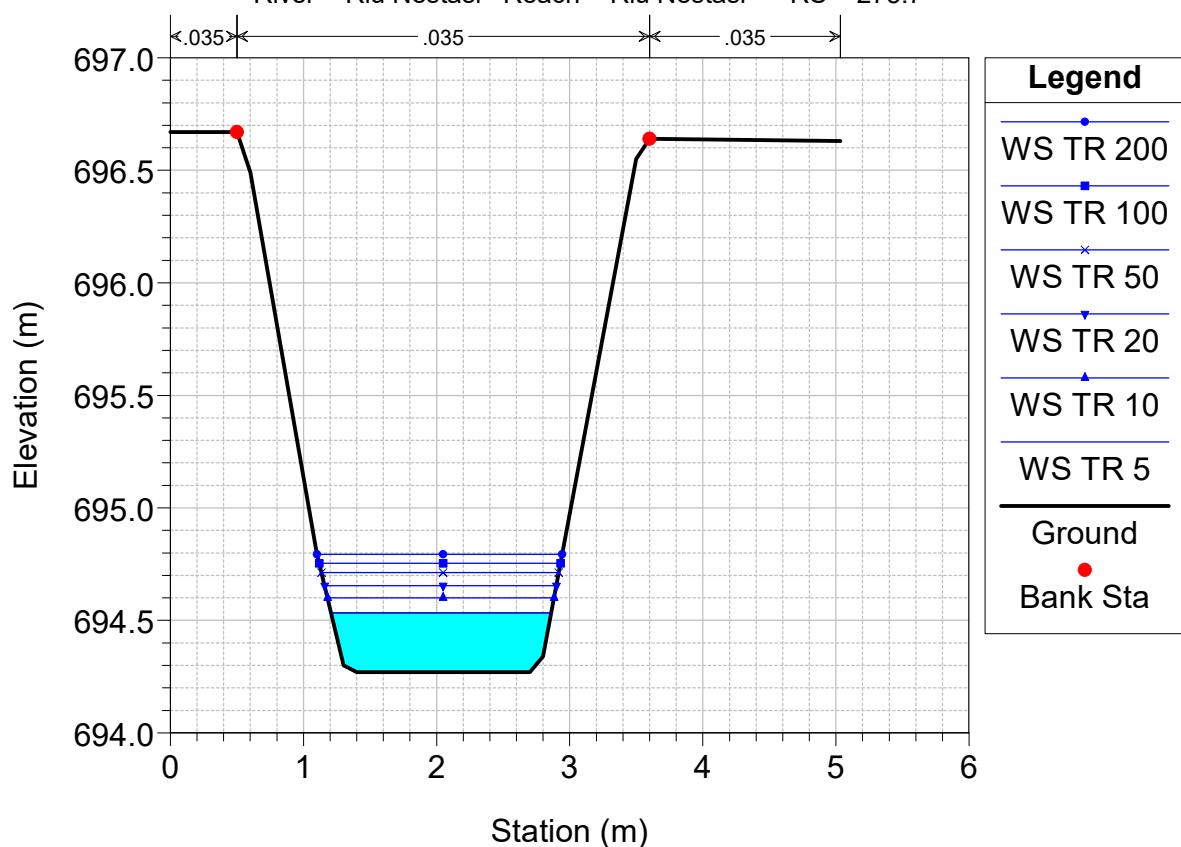
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 276.4



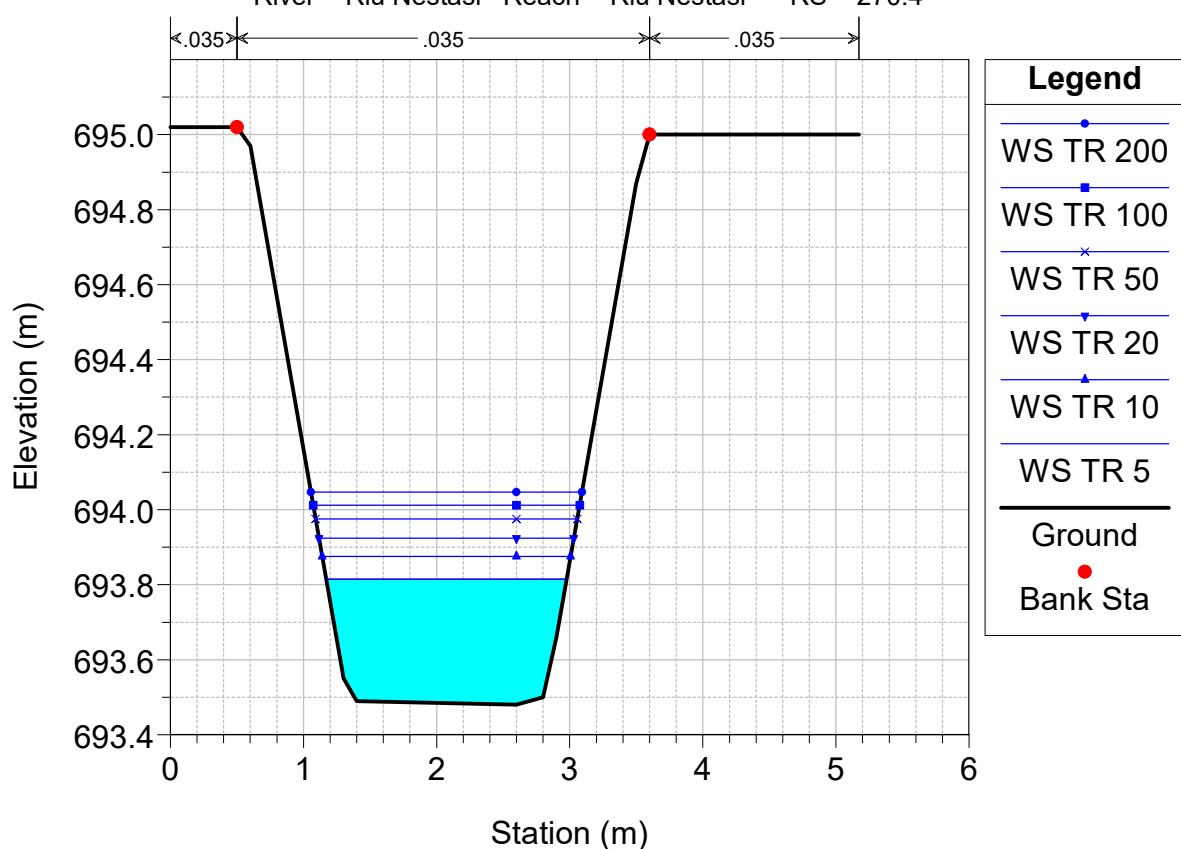
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 275.7



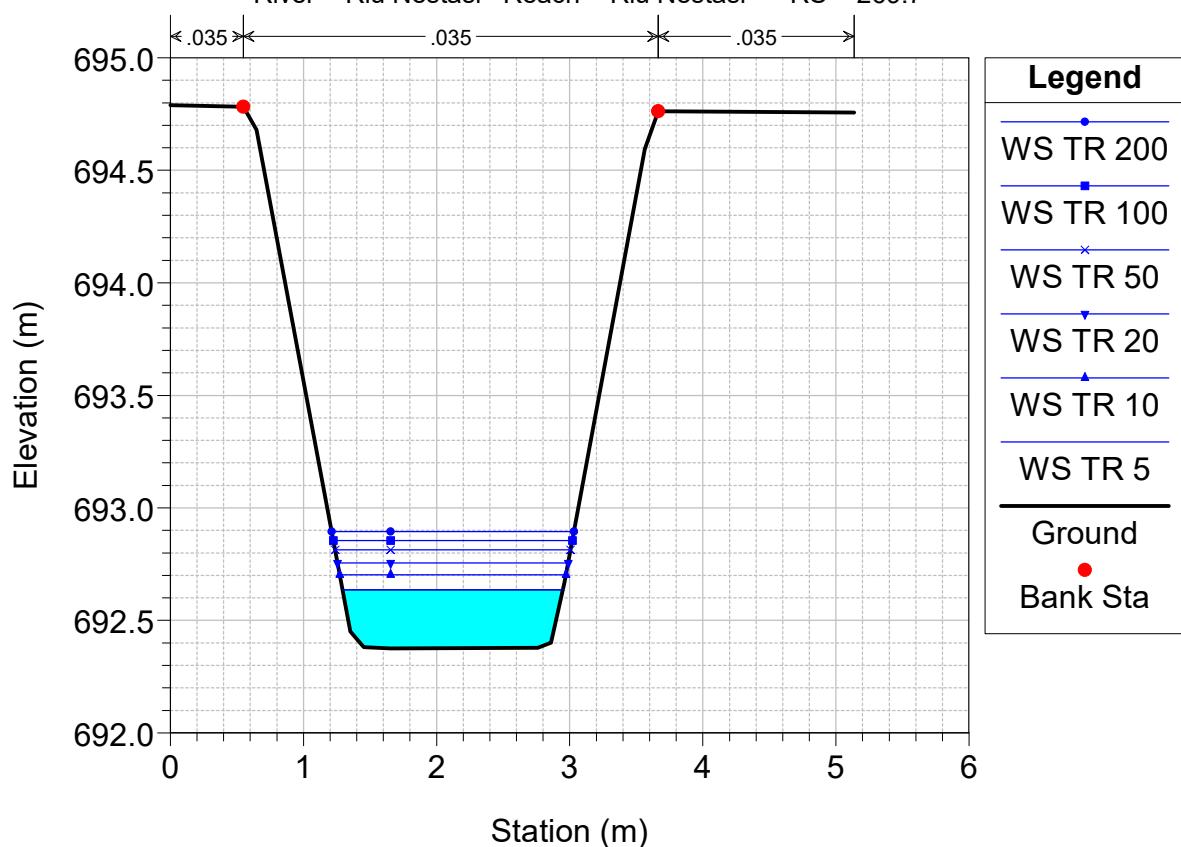
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 270.4



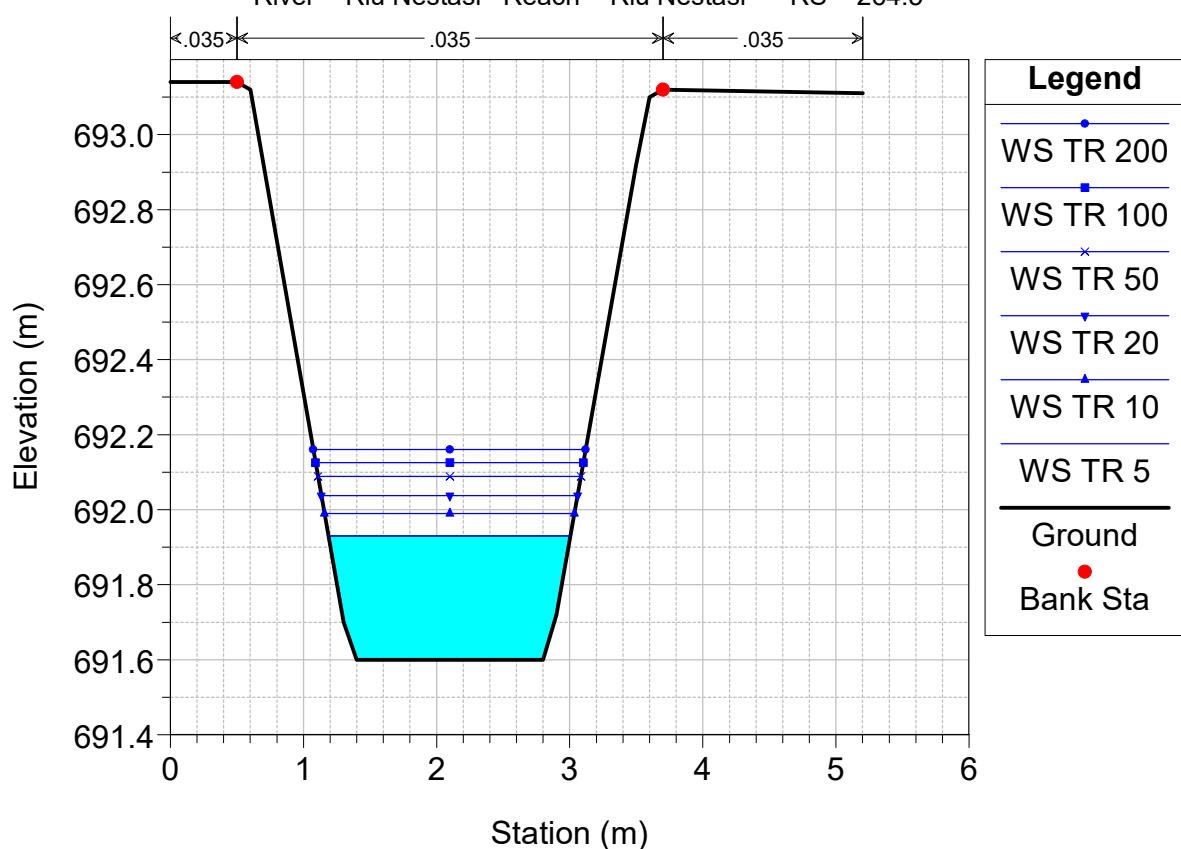
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 269.7



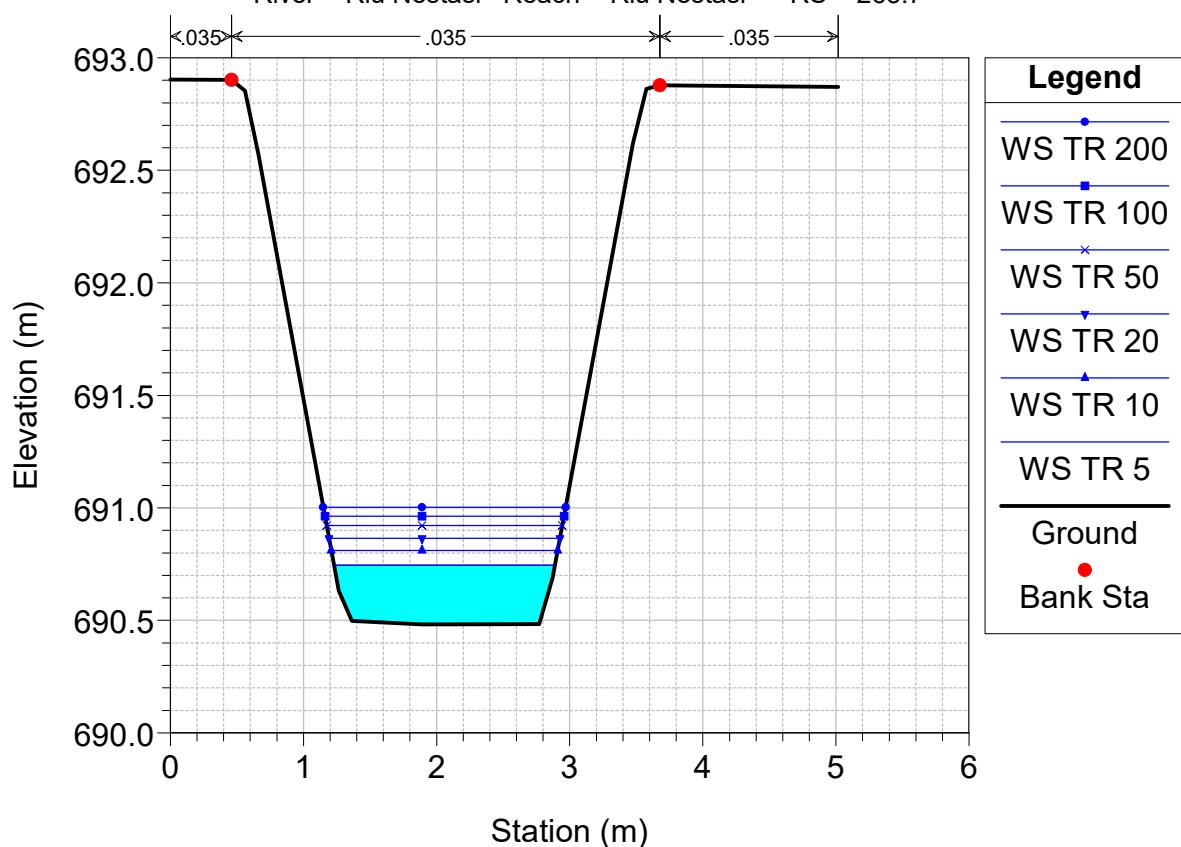
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 264.5



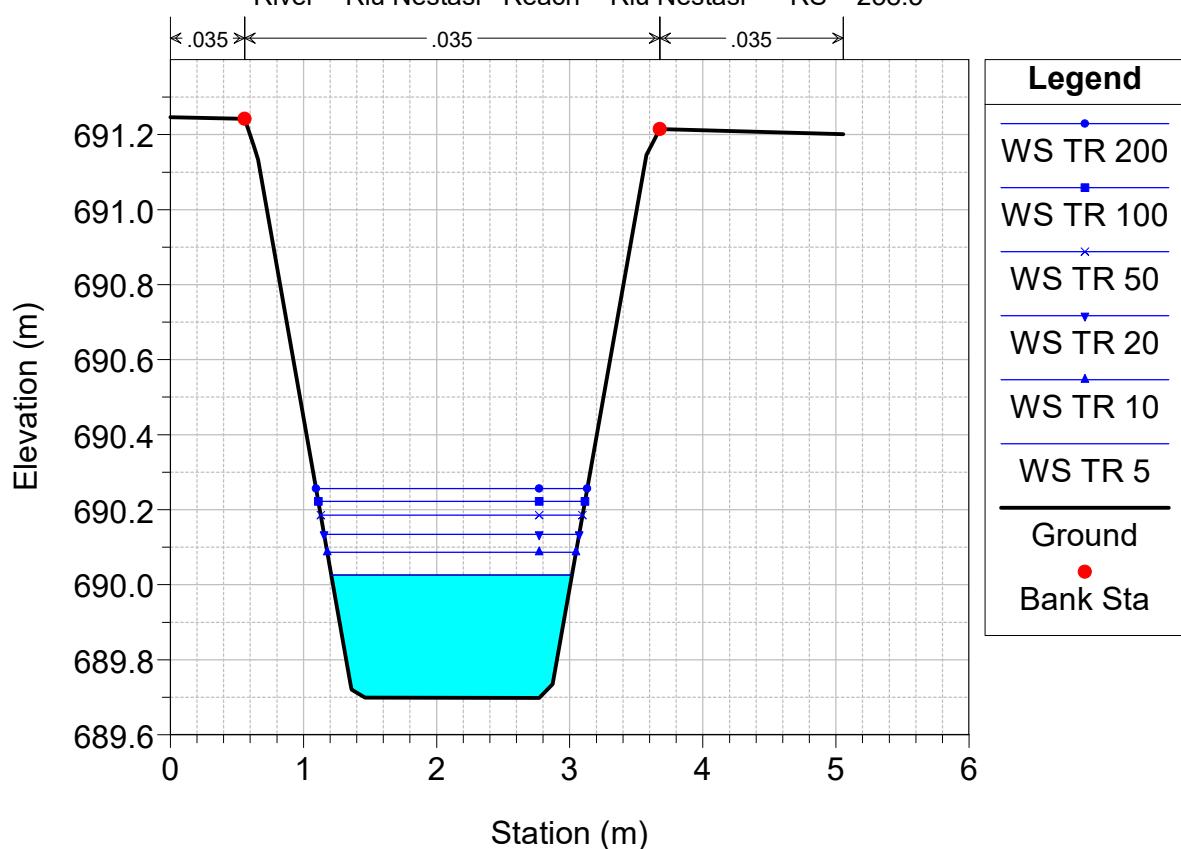
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 263.7



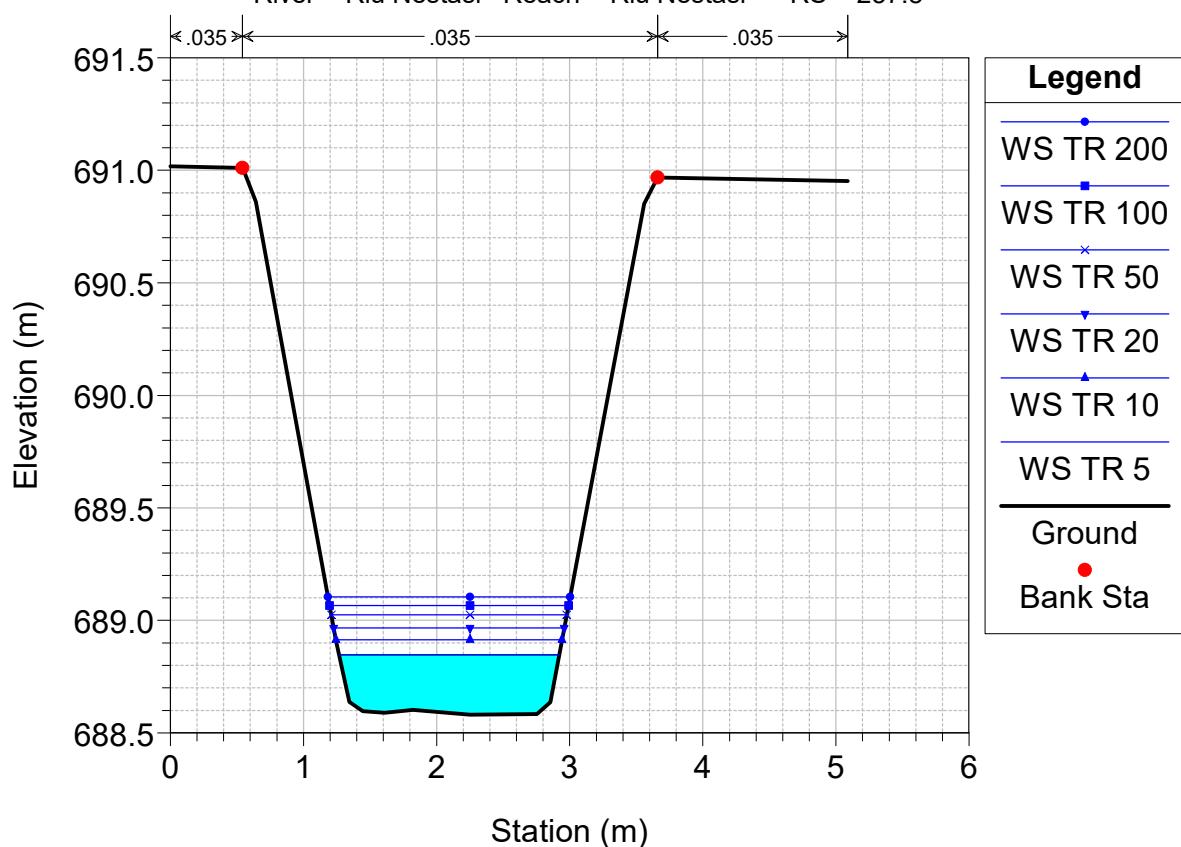
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 258.5



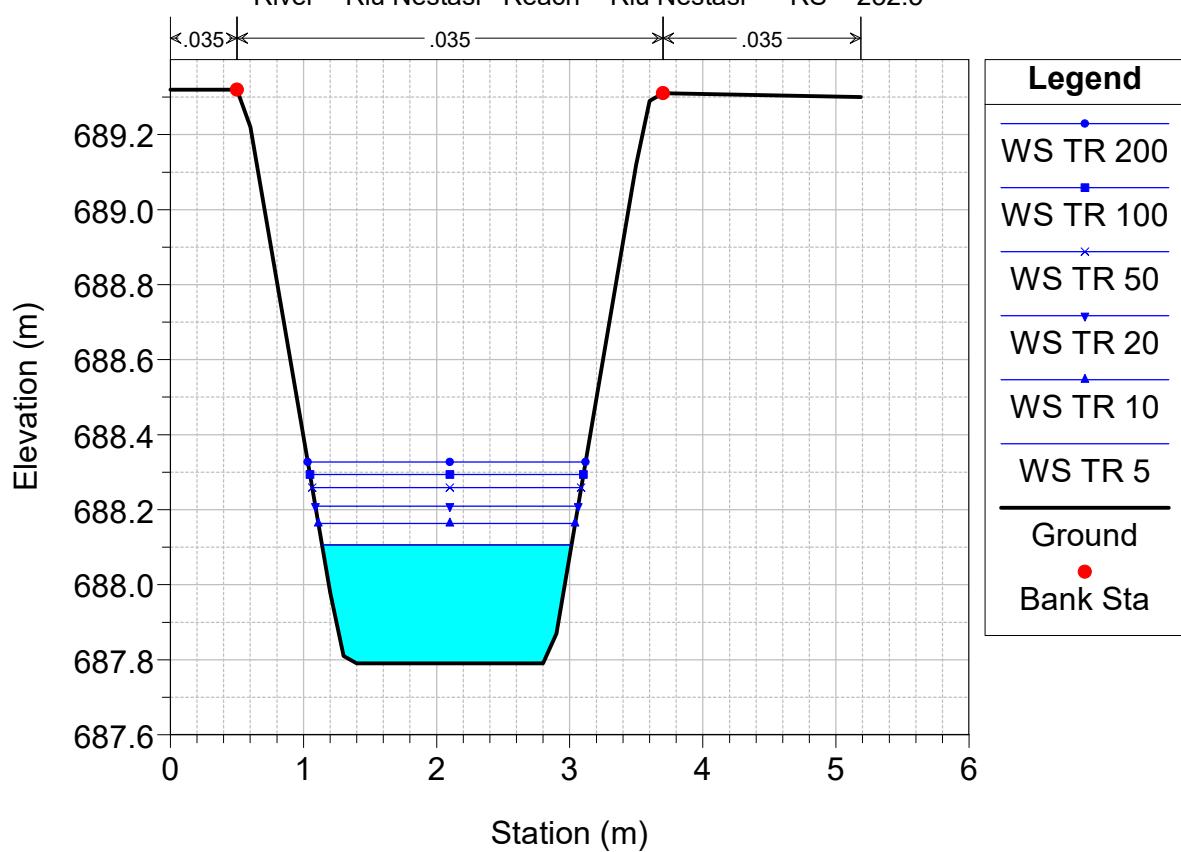
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 257.8



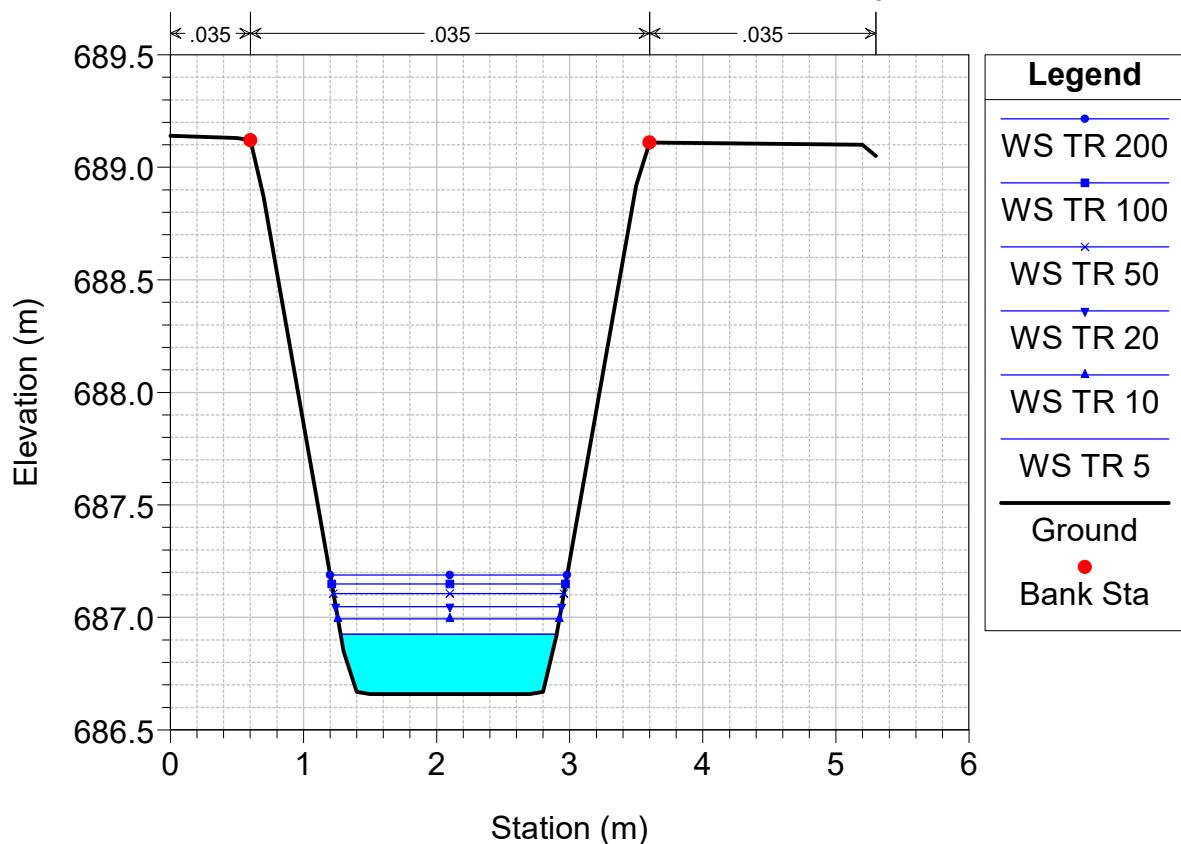
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 252.5



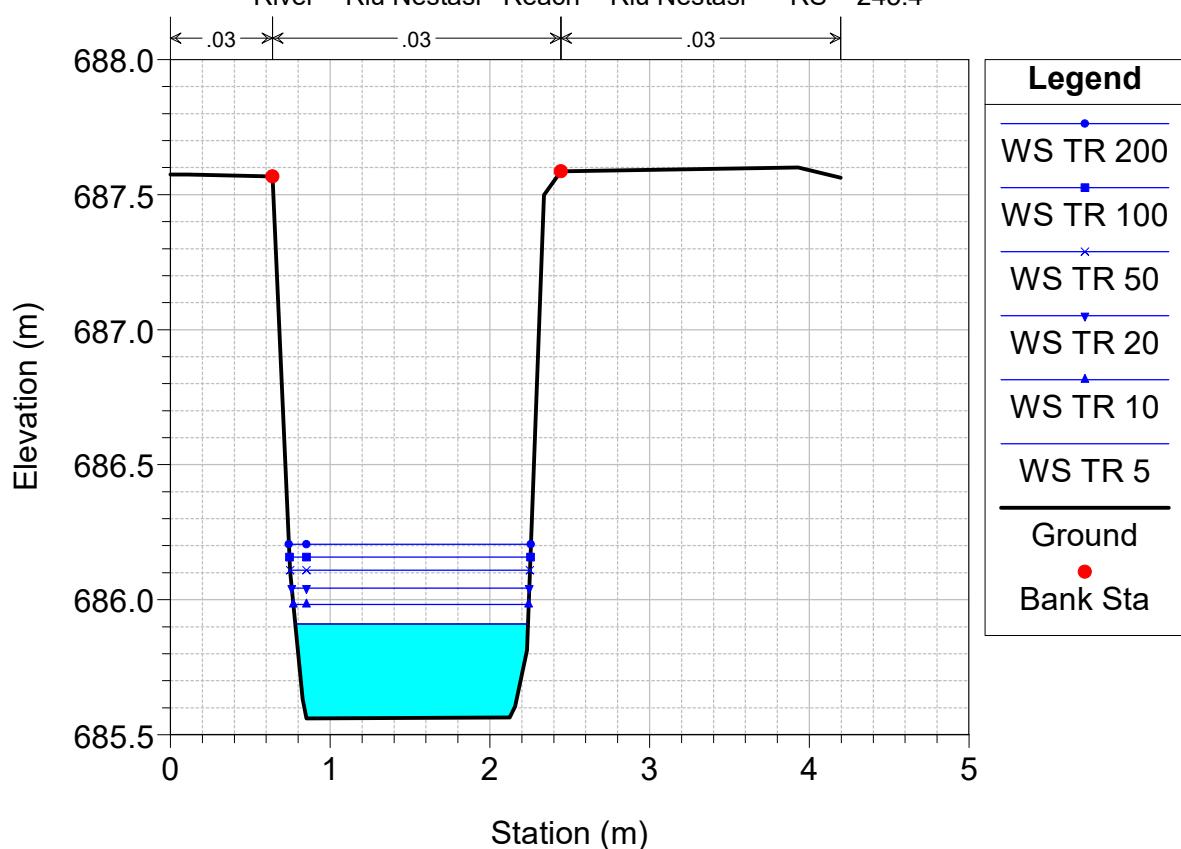
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 251.7



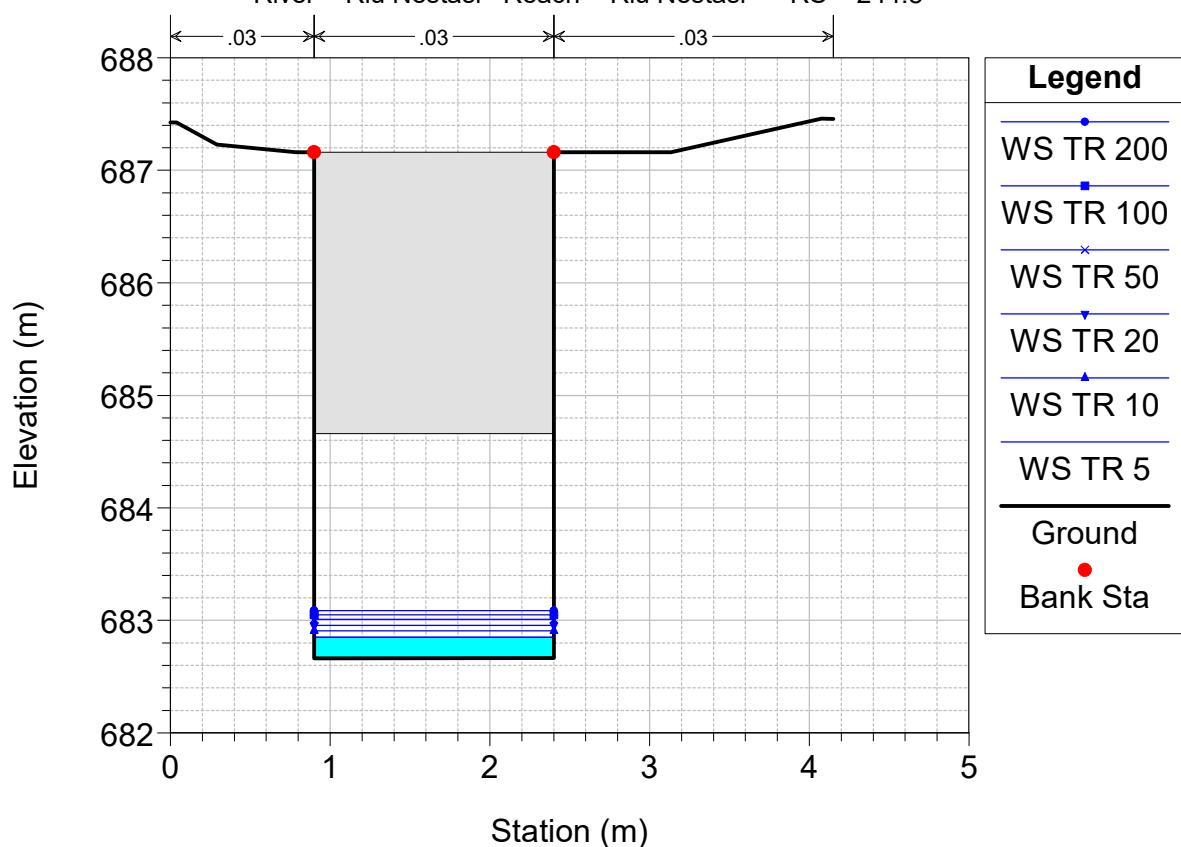
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 245.4



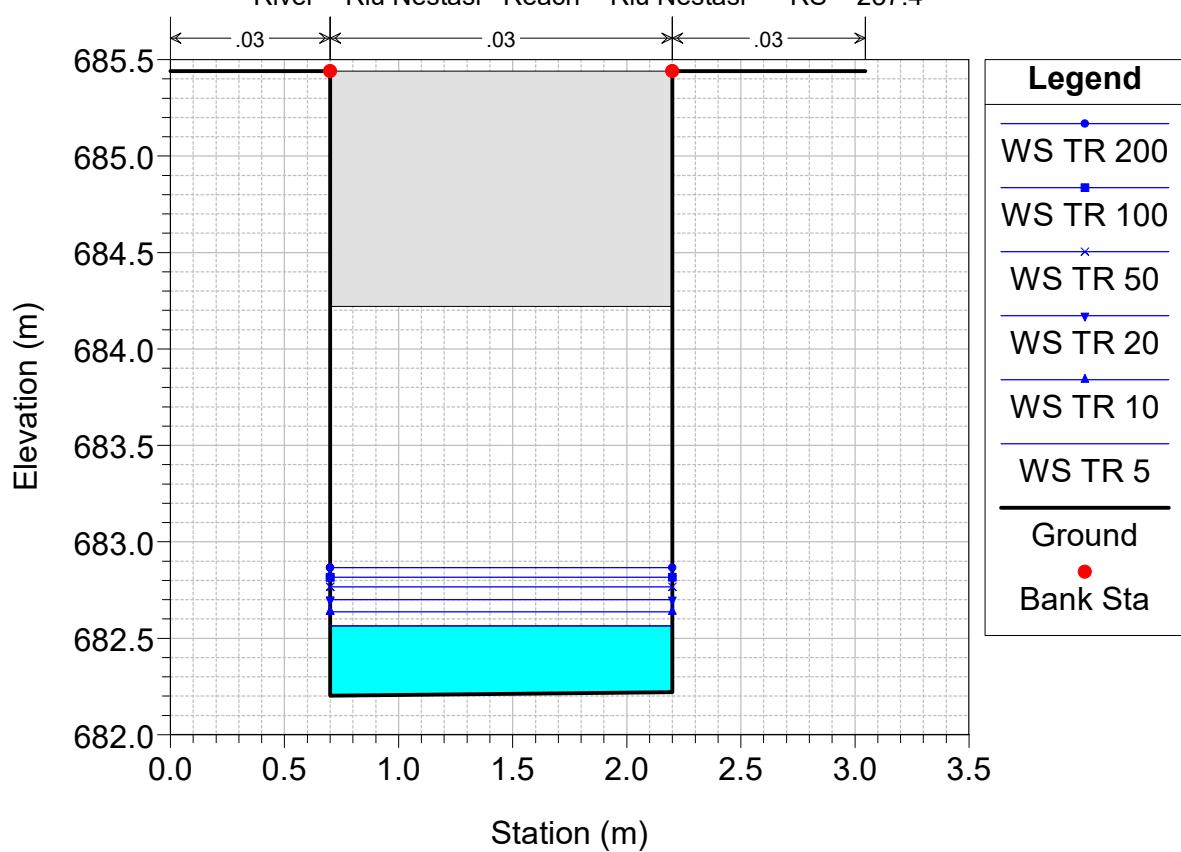
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 244.8



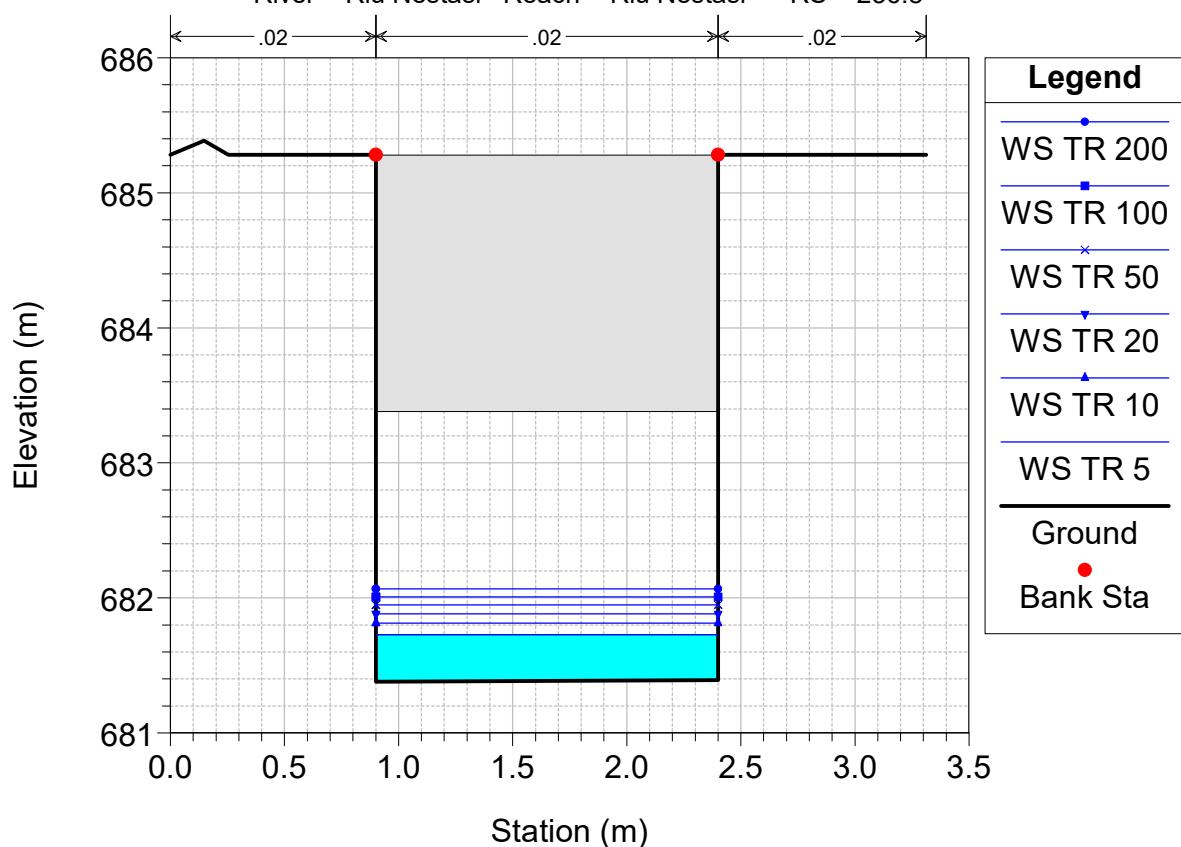
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 237.4



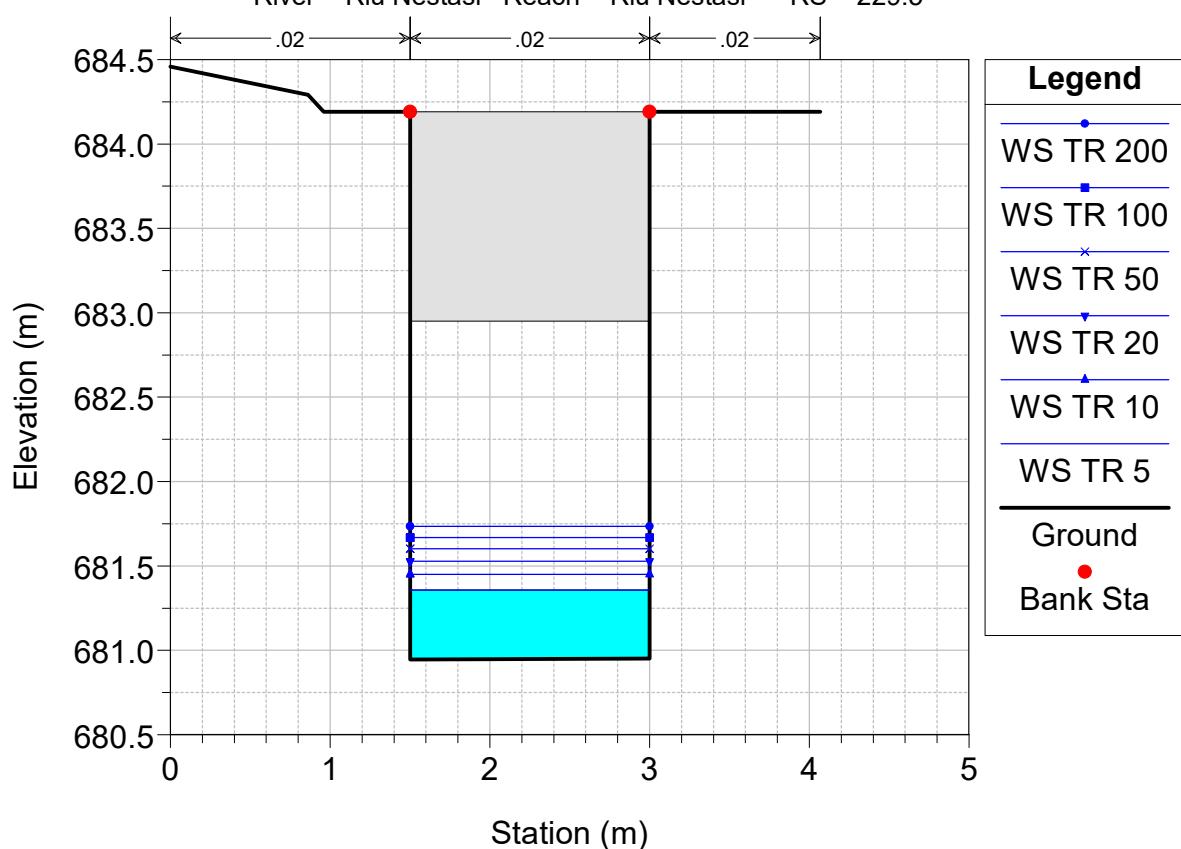
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 236.8



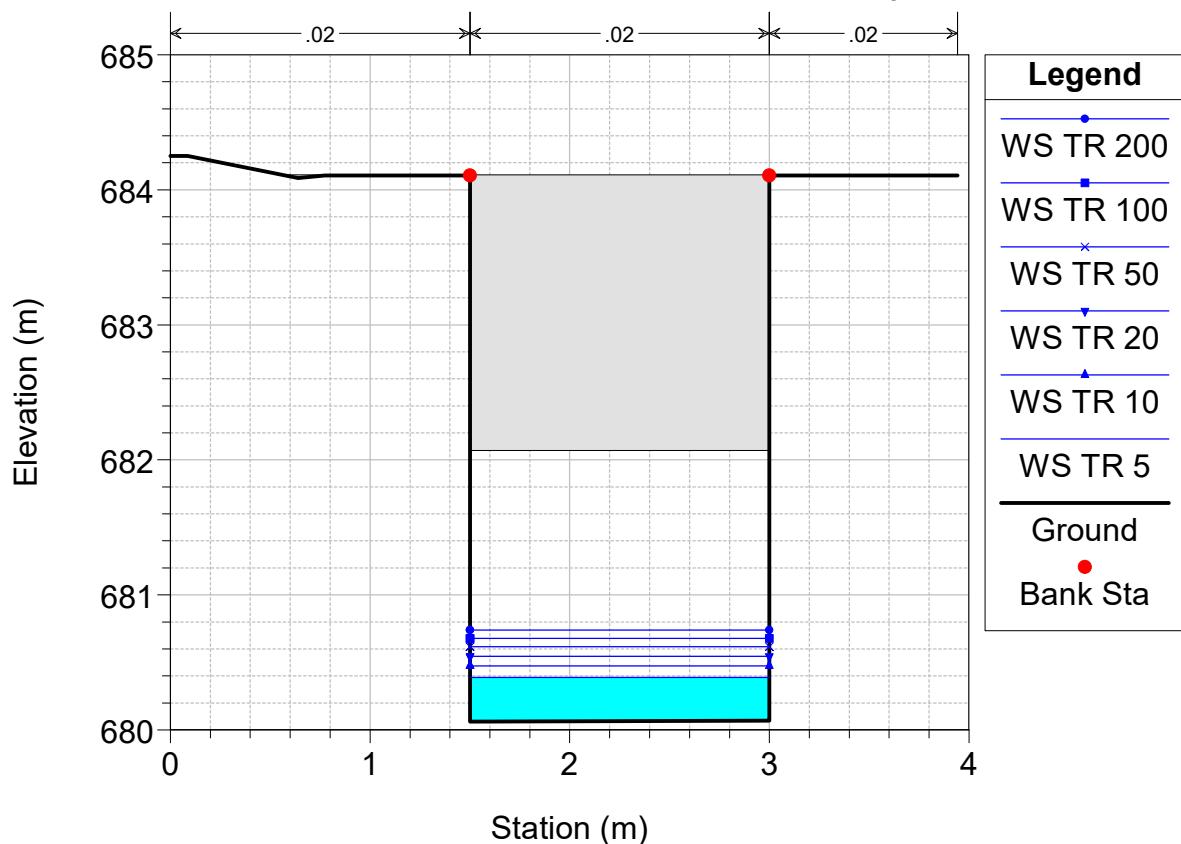
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 229.5



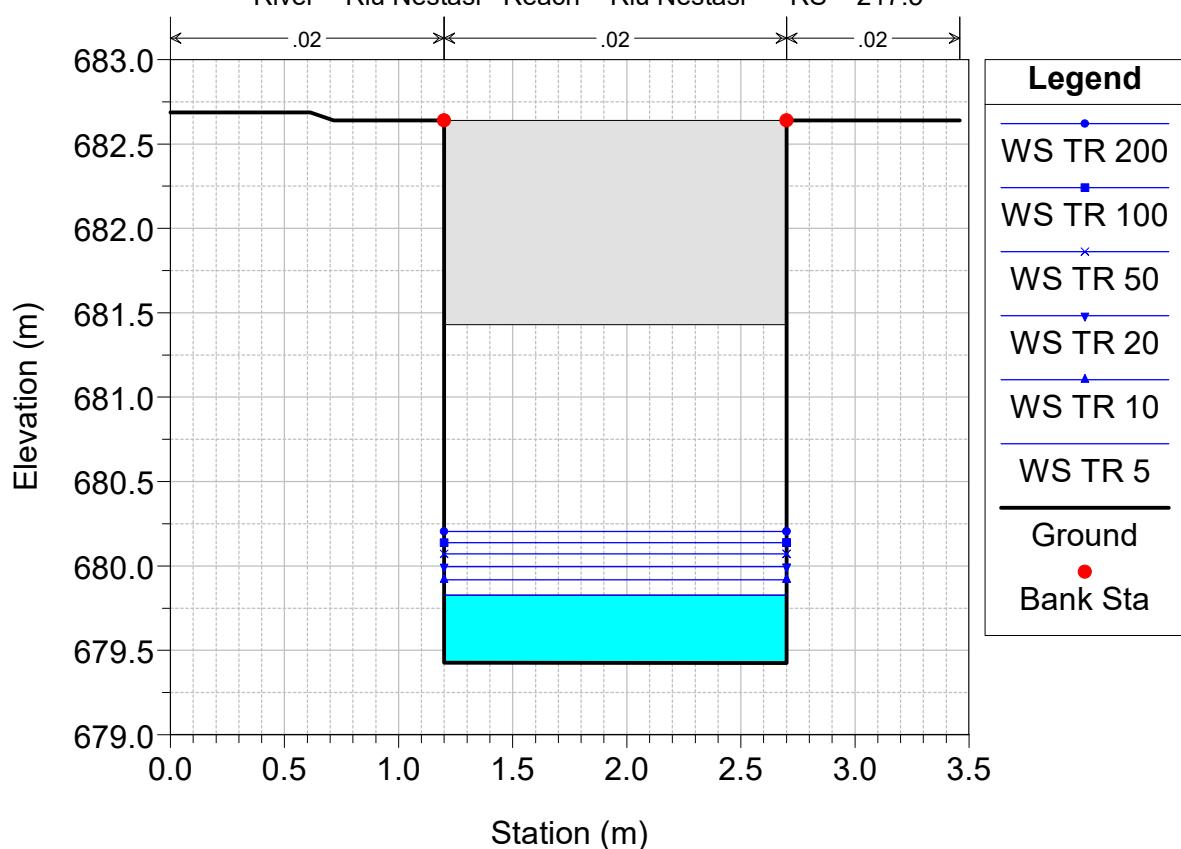
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 228.2



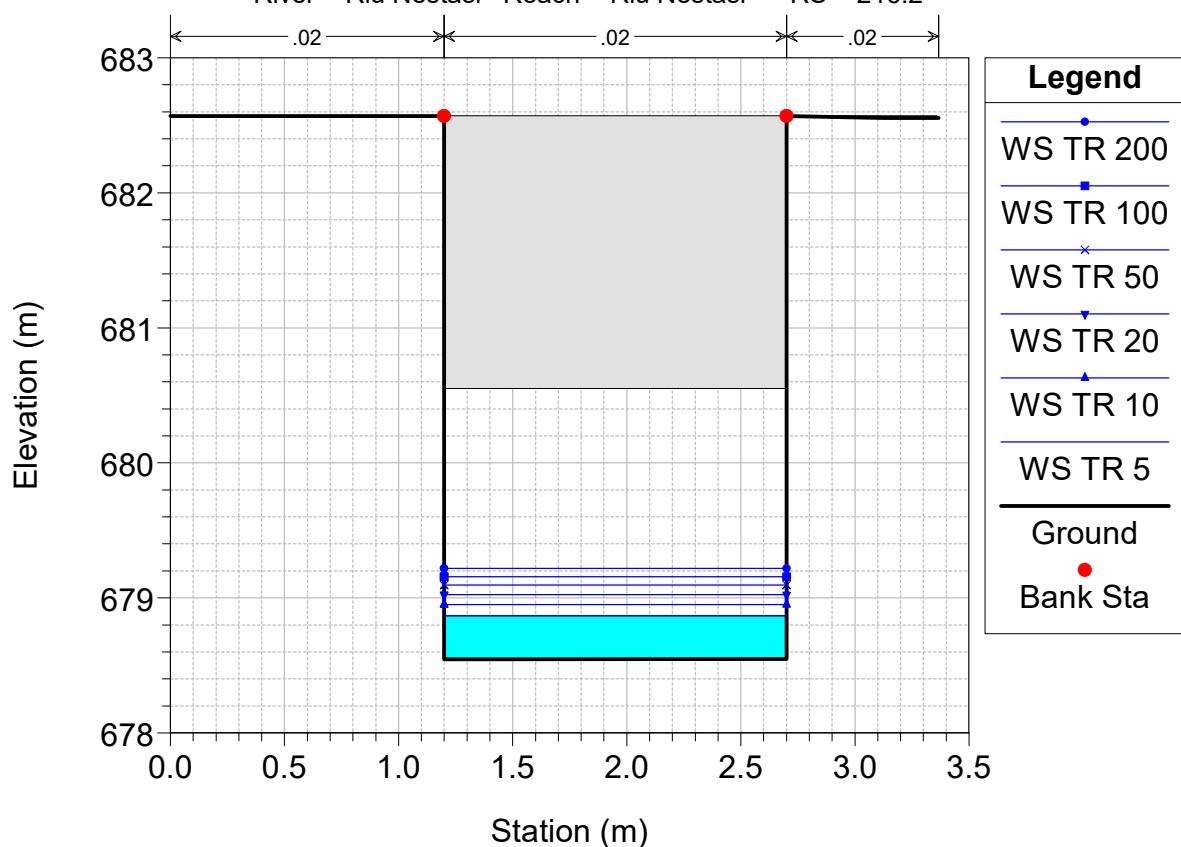
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 217.5



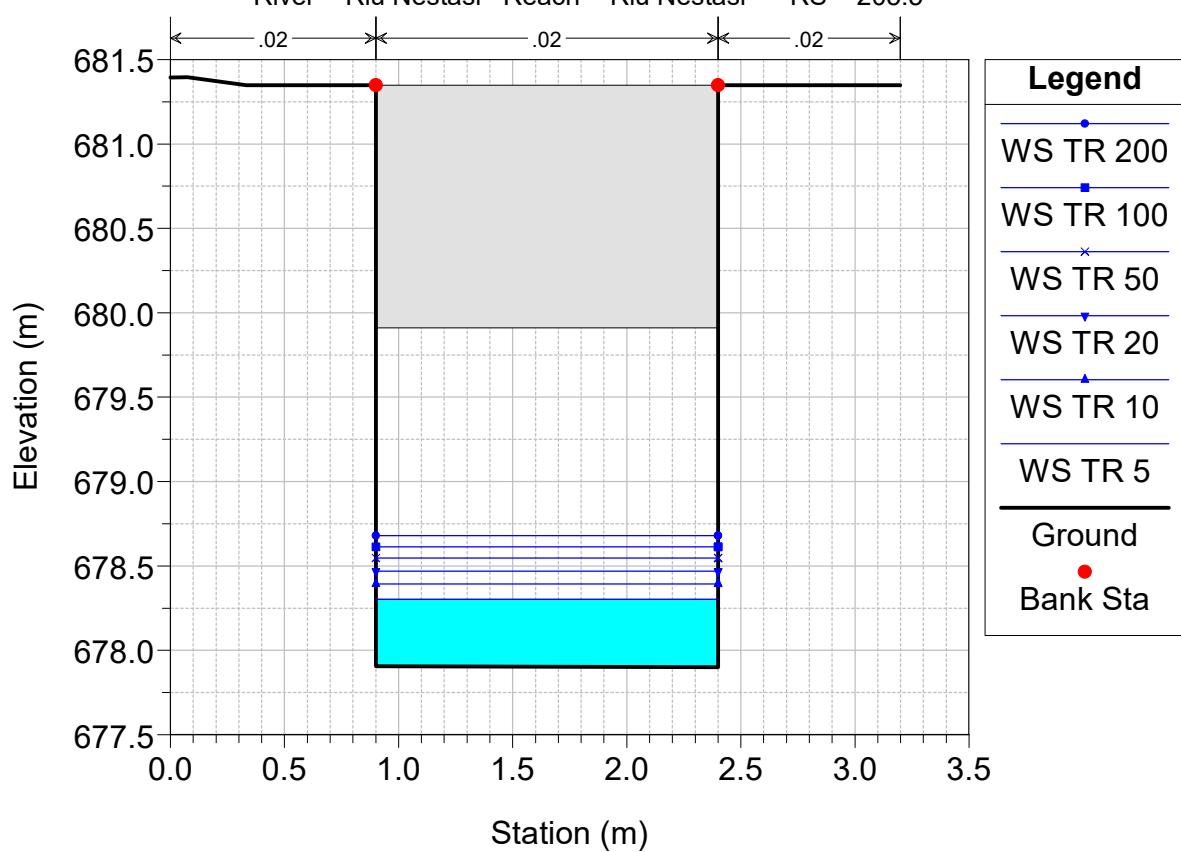
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

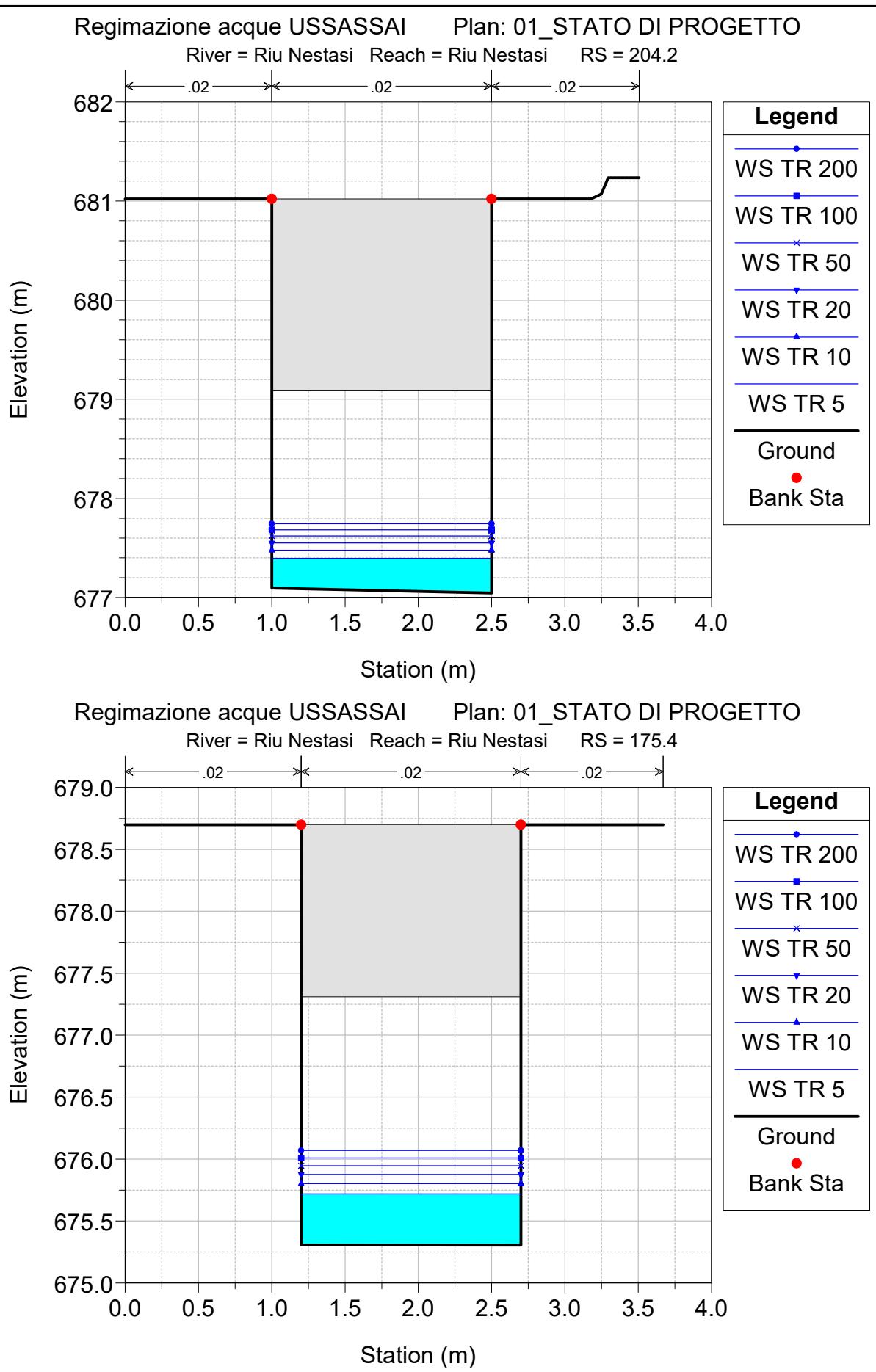
River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 216.2



Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

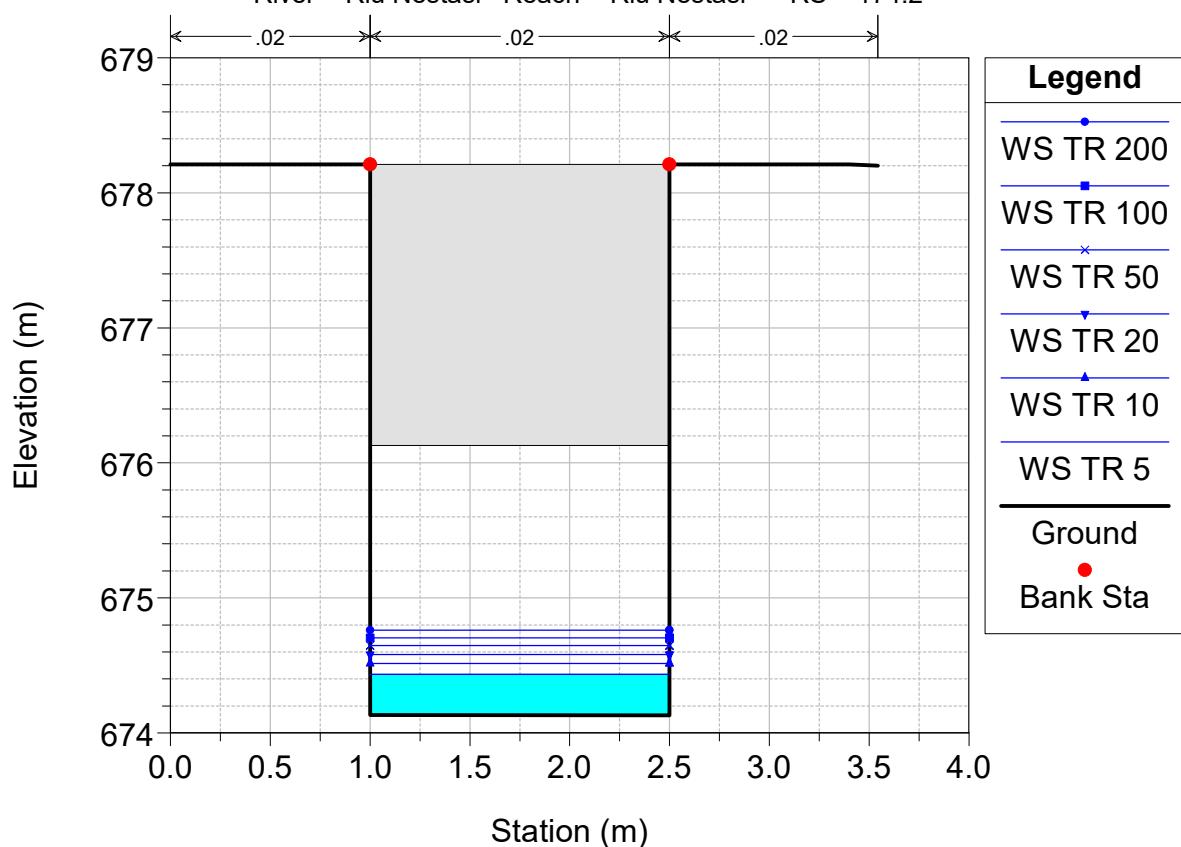
River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 205.5





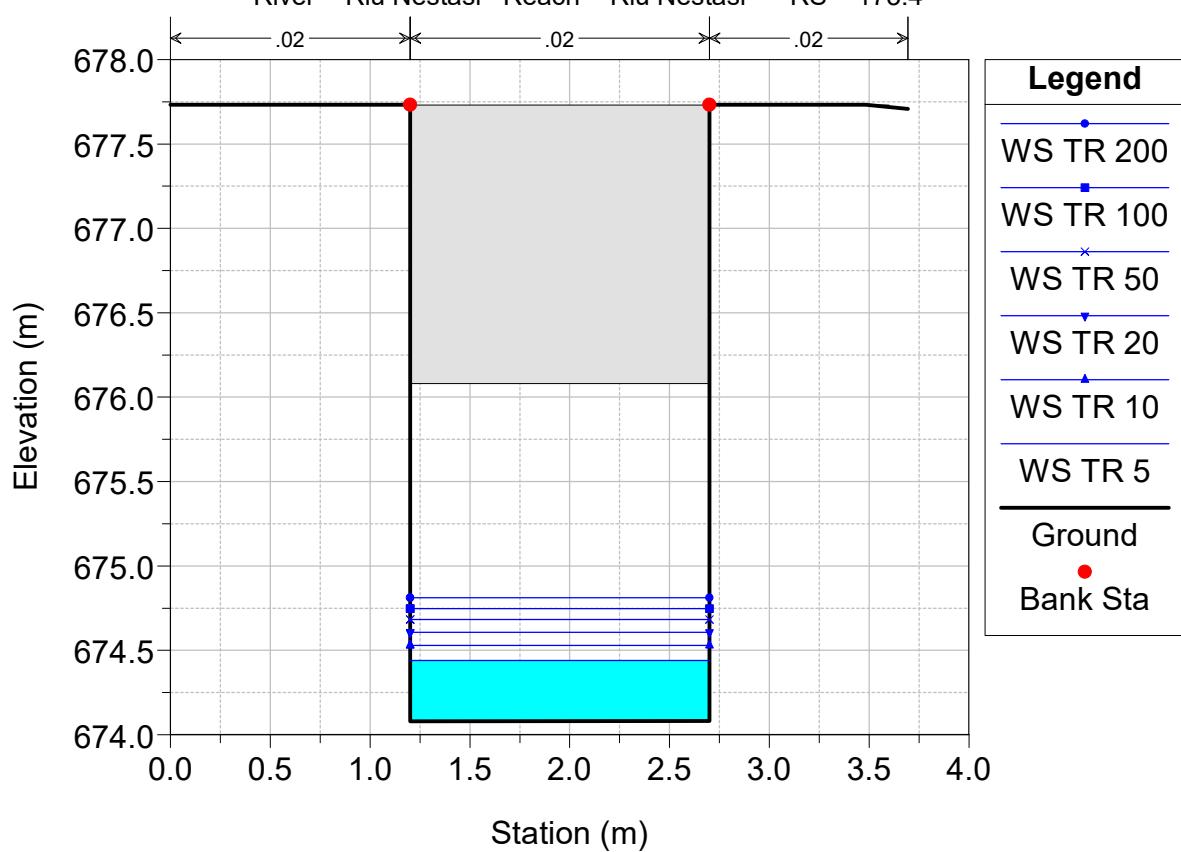
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 174.2



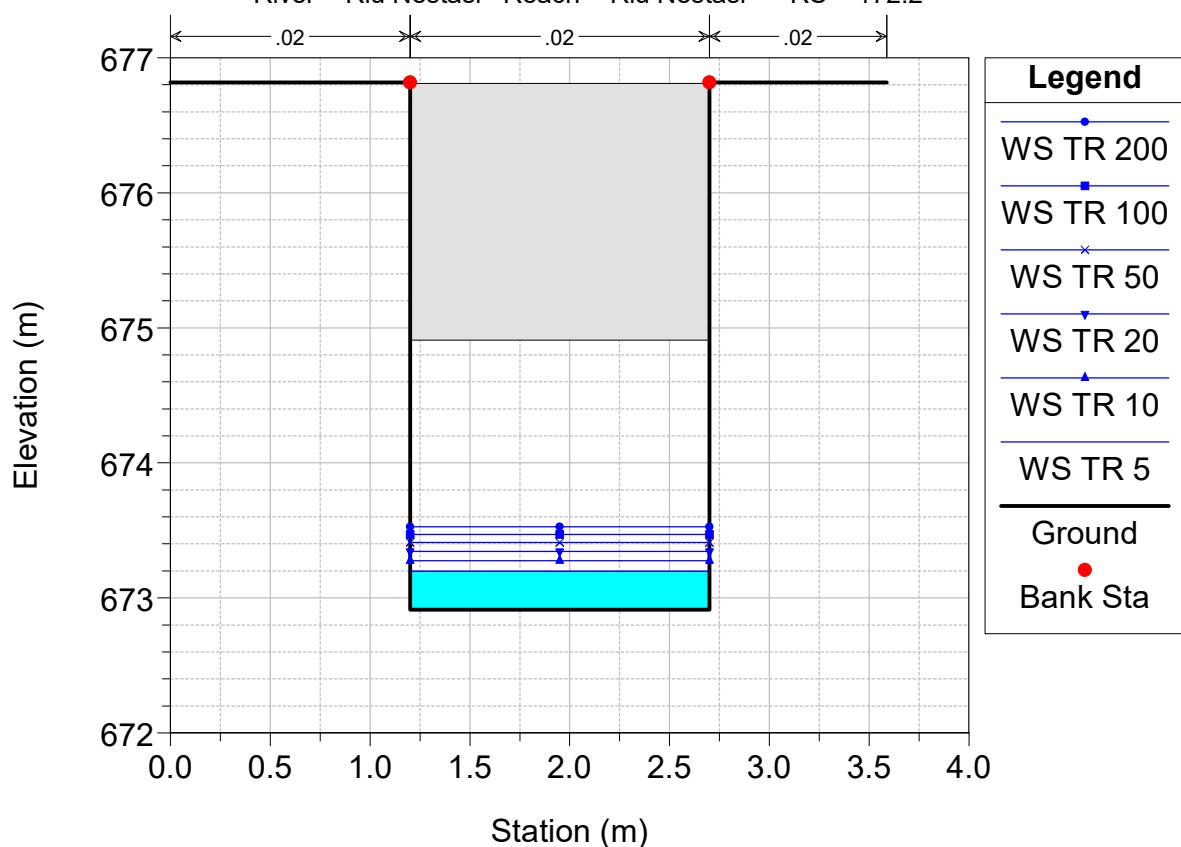
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 173.4



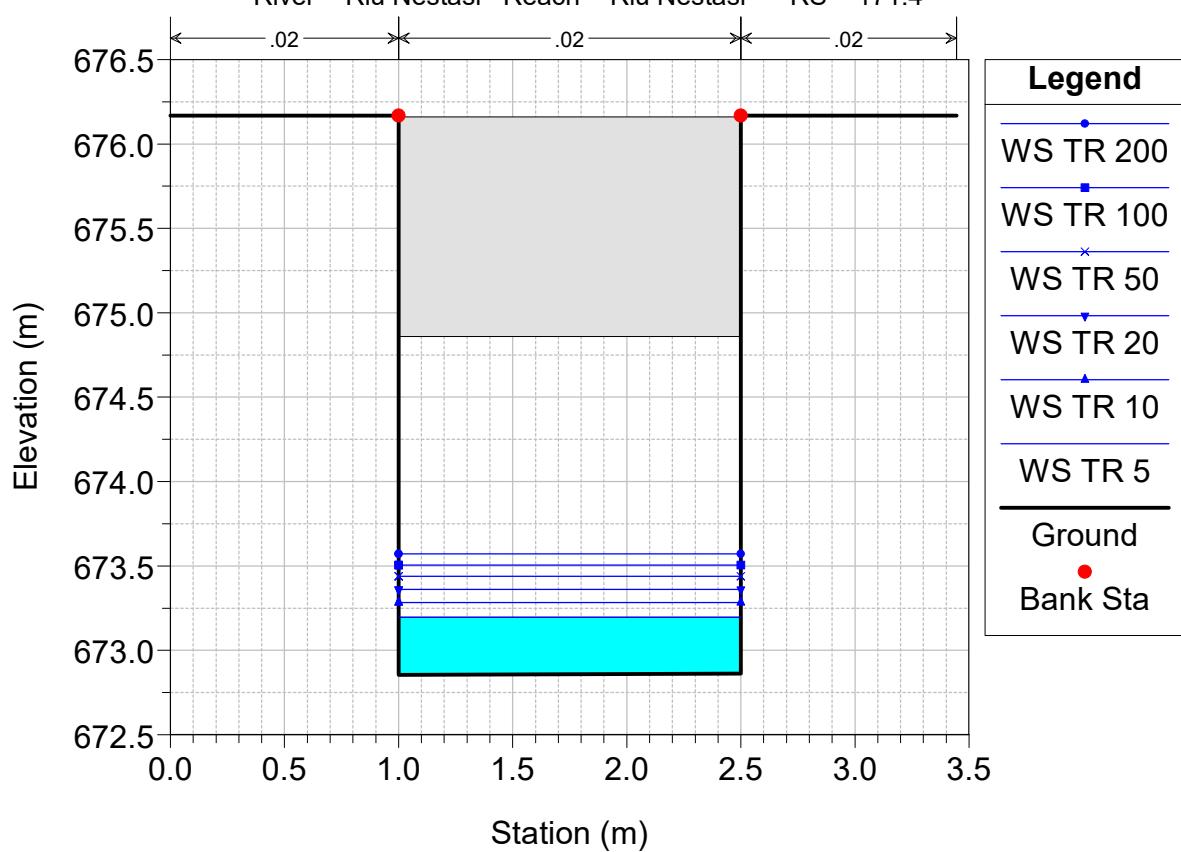
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 172.2



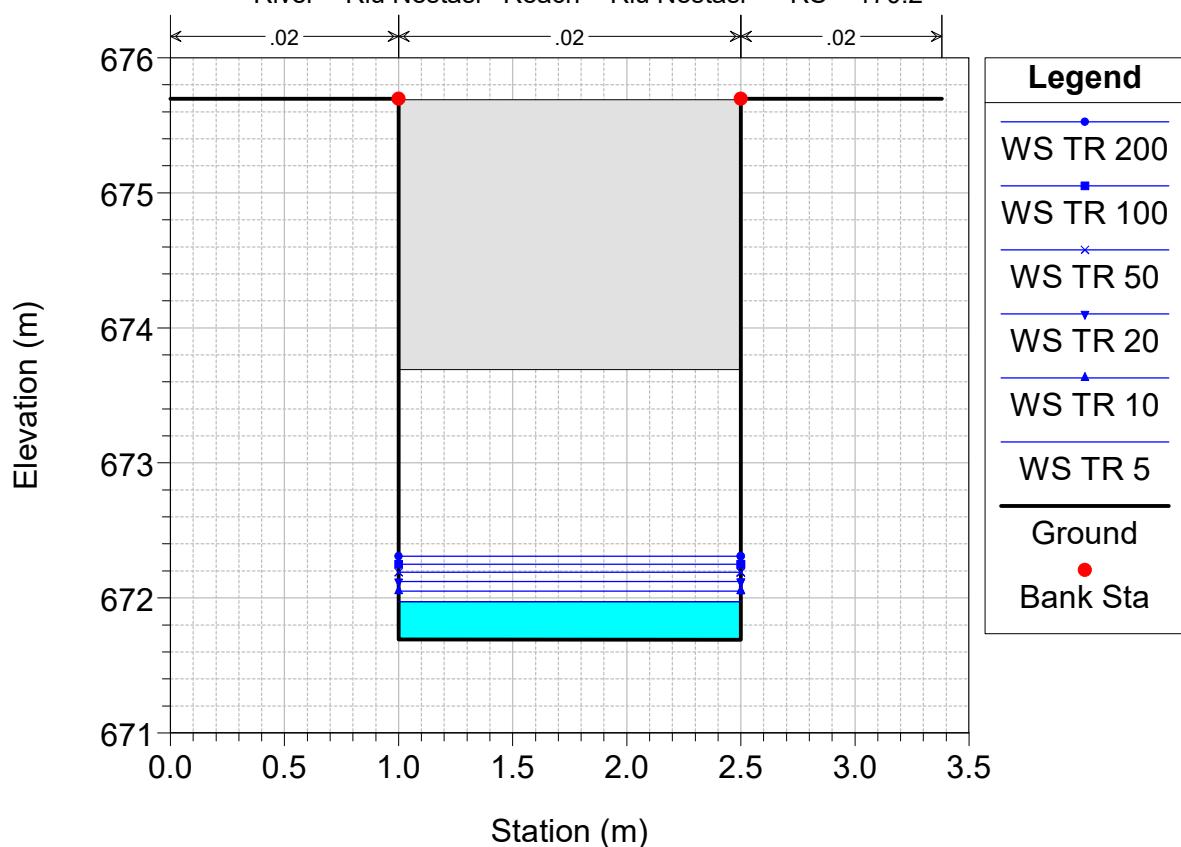
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 171.4



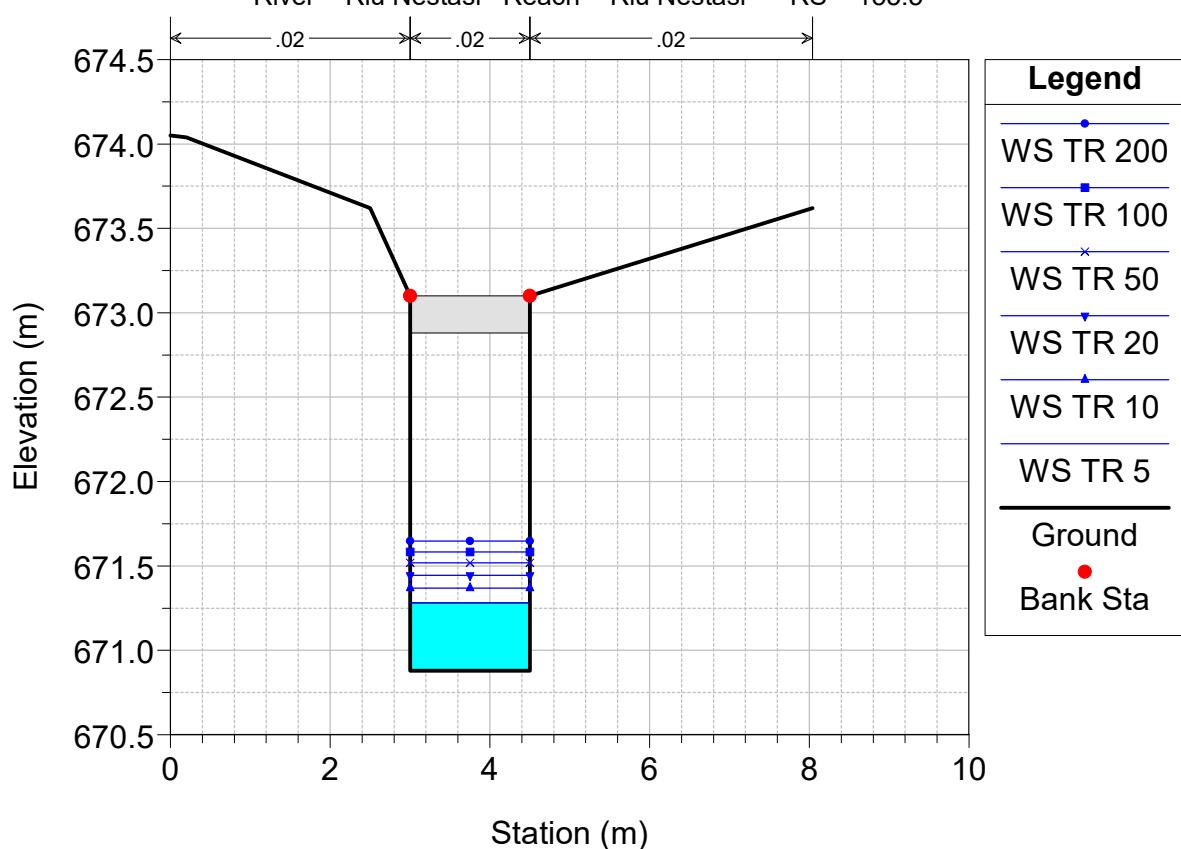
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 170.2



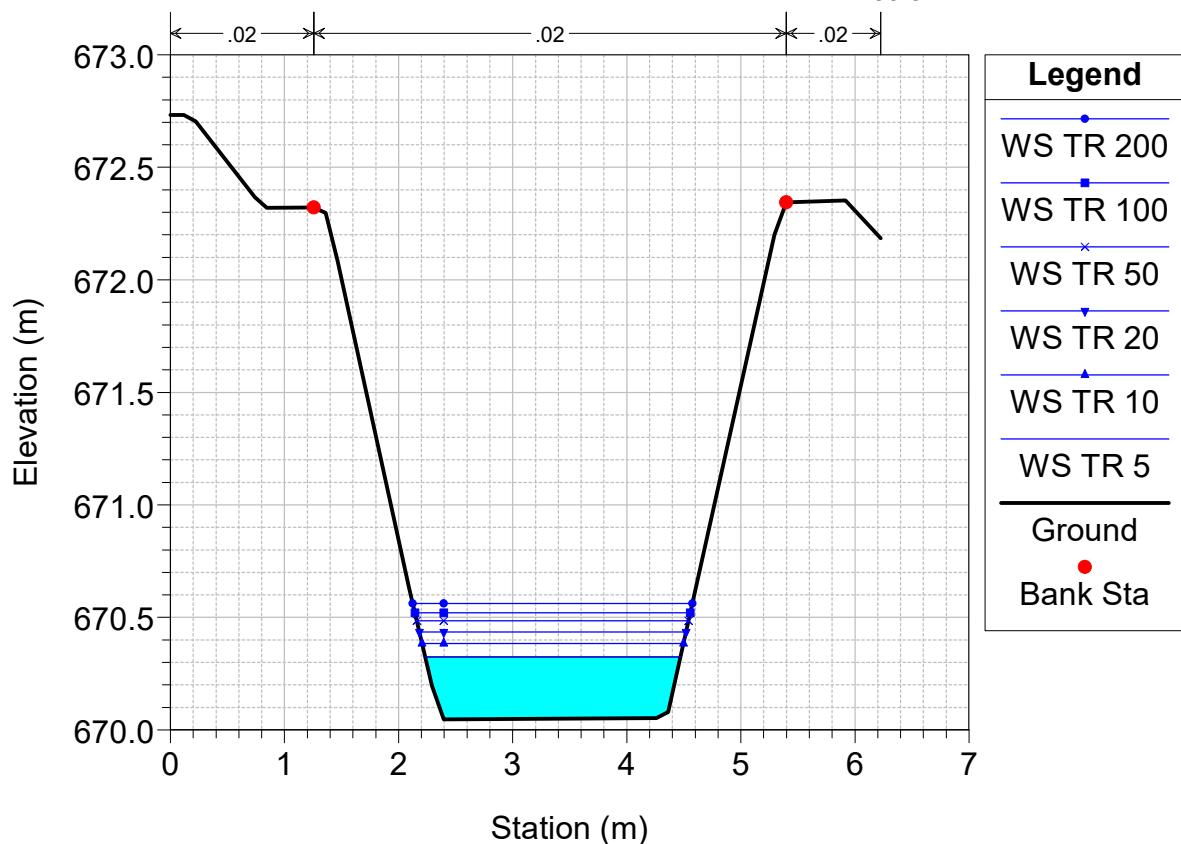
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 155.5



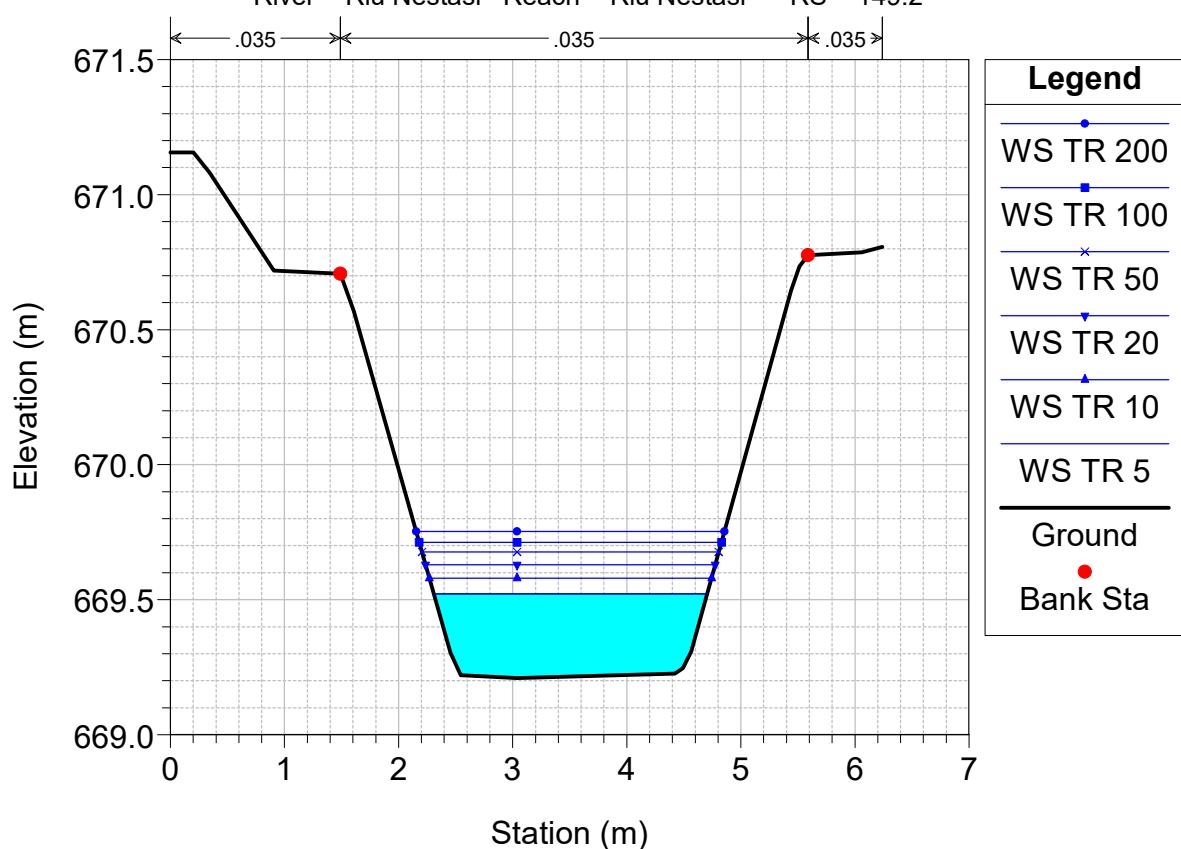
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 153.8



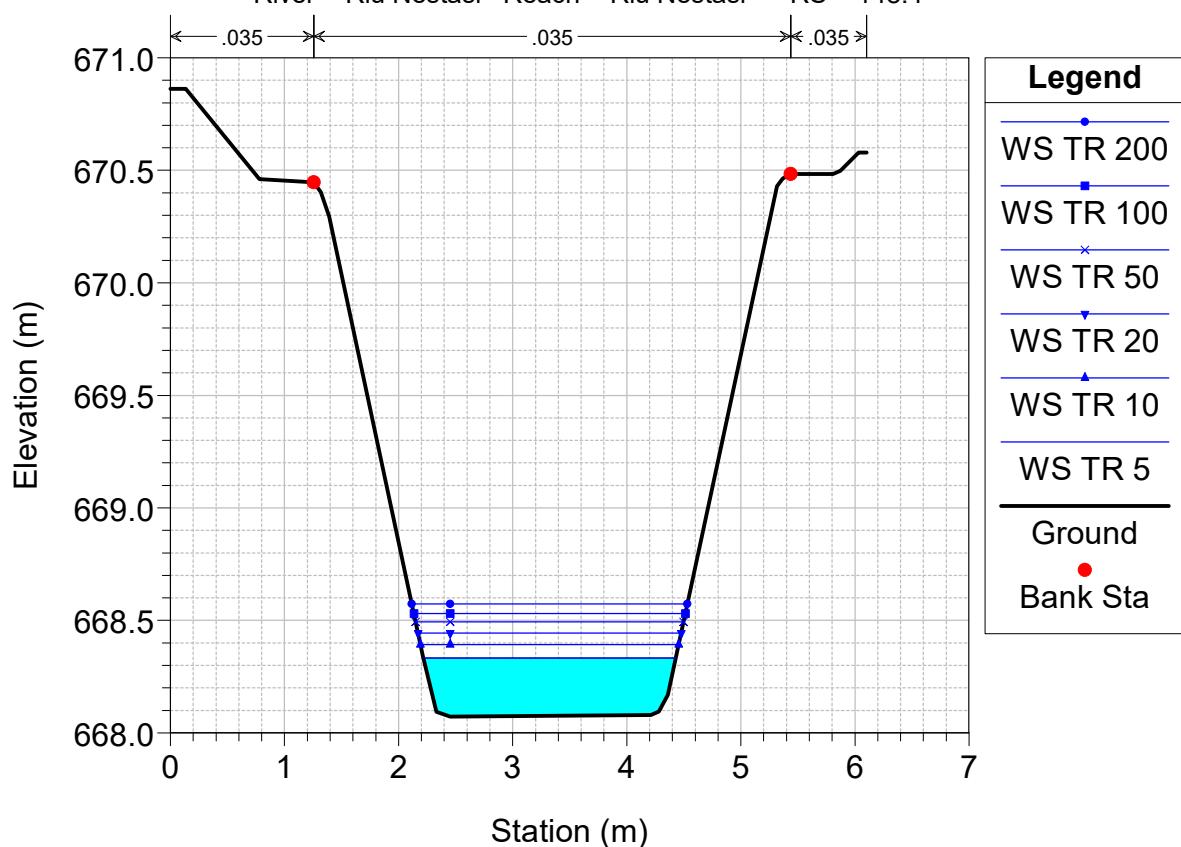
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 149.2



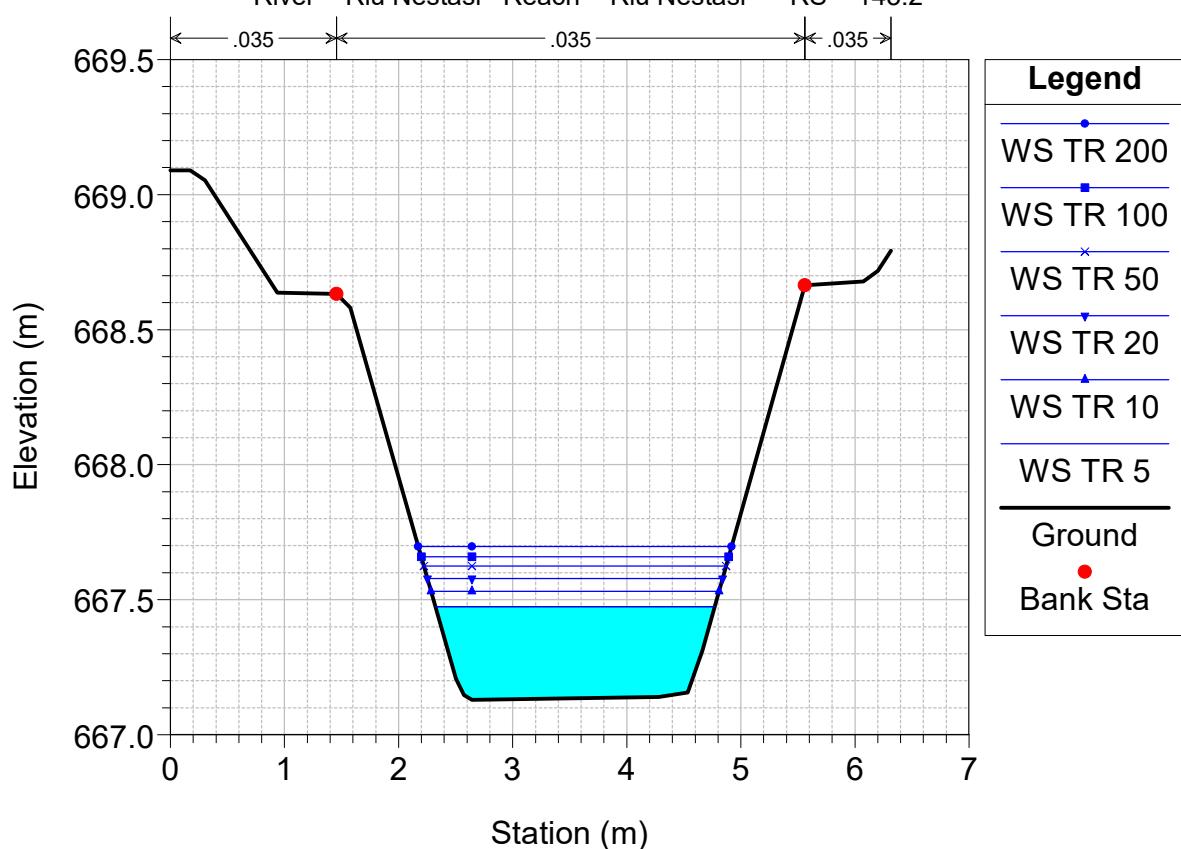
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 148.4



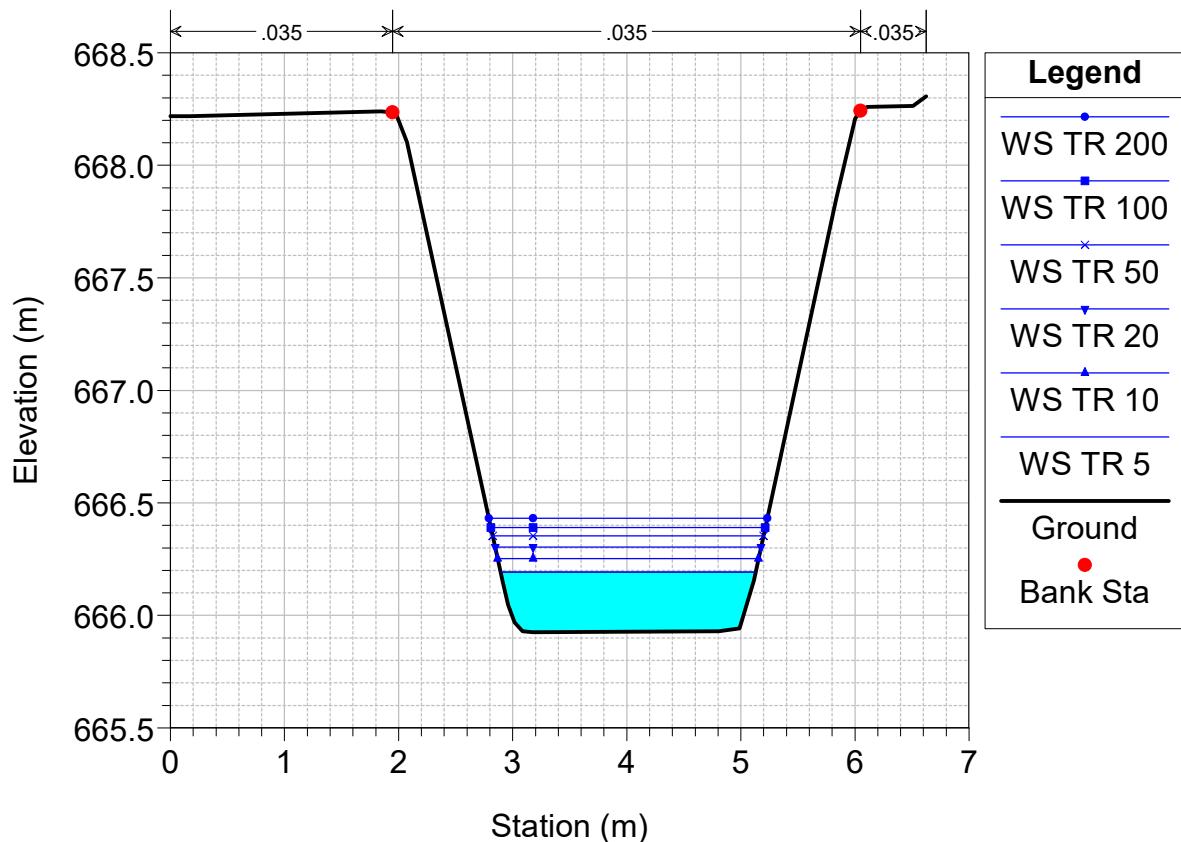
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 143.2



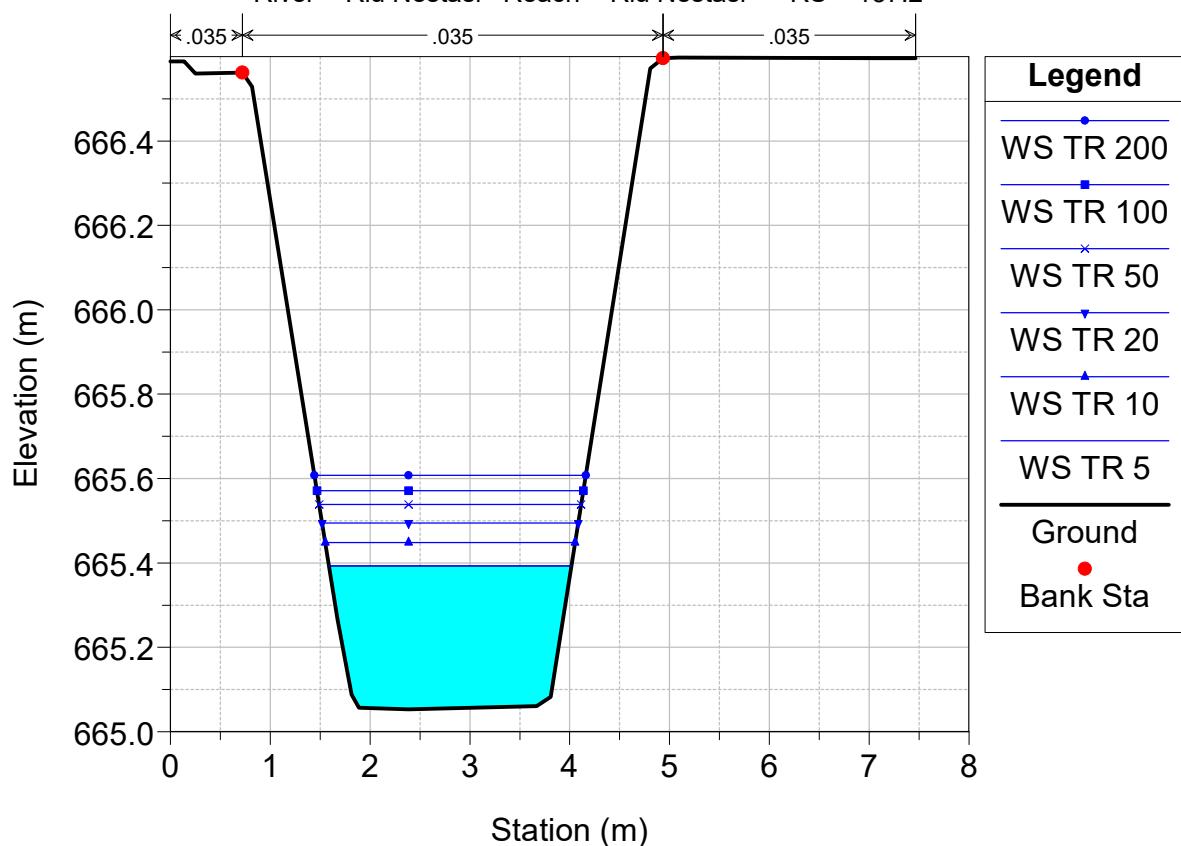
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 142.1



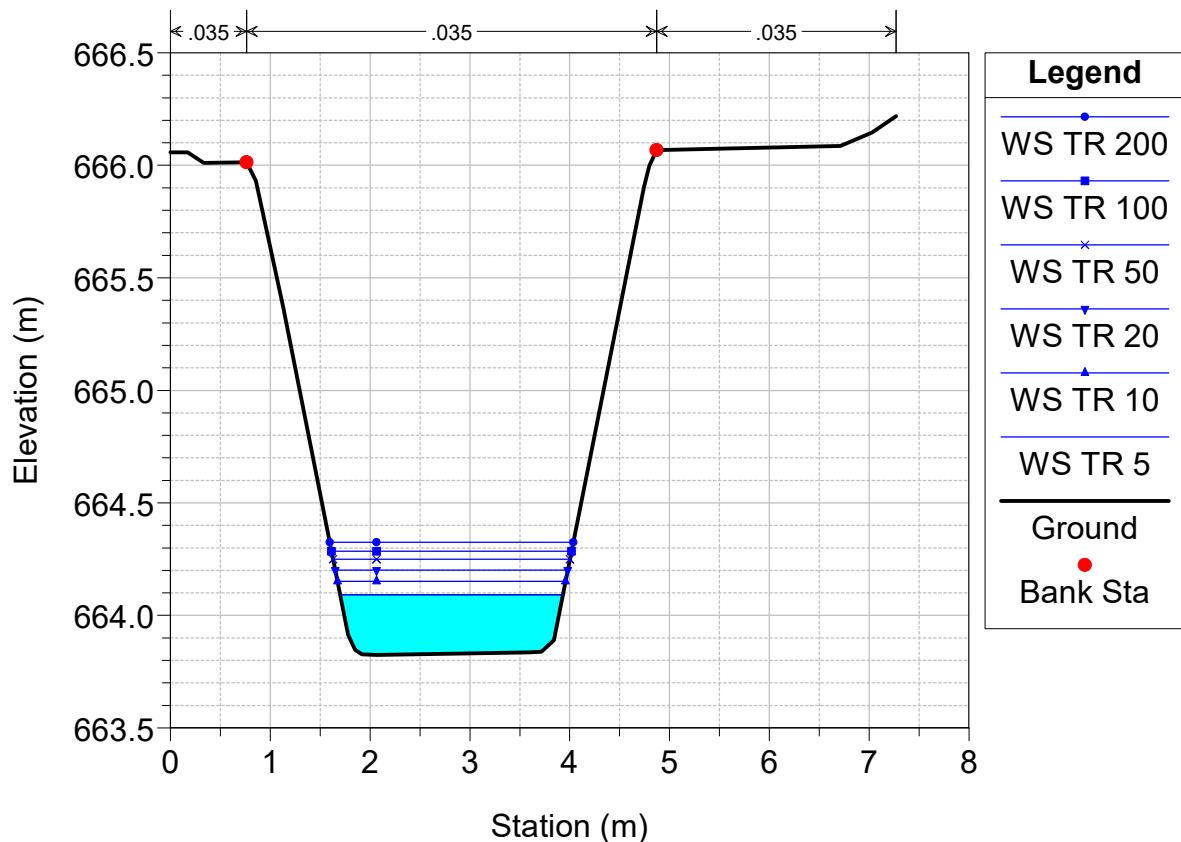
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 137.2



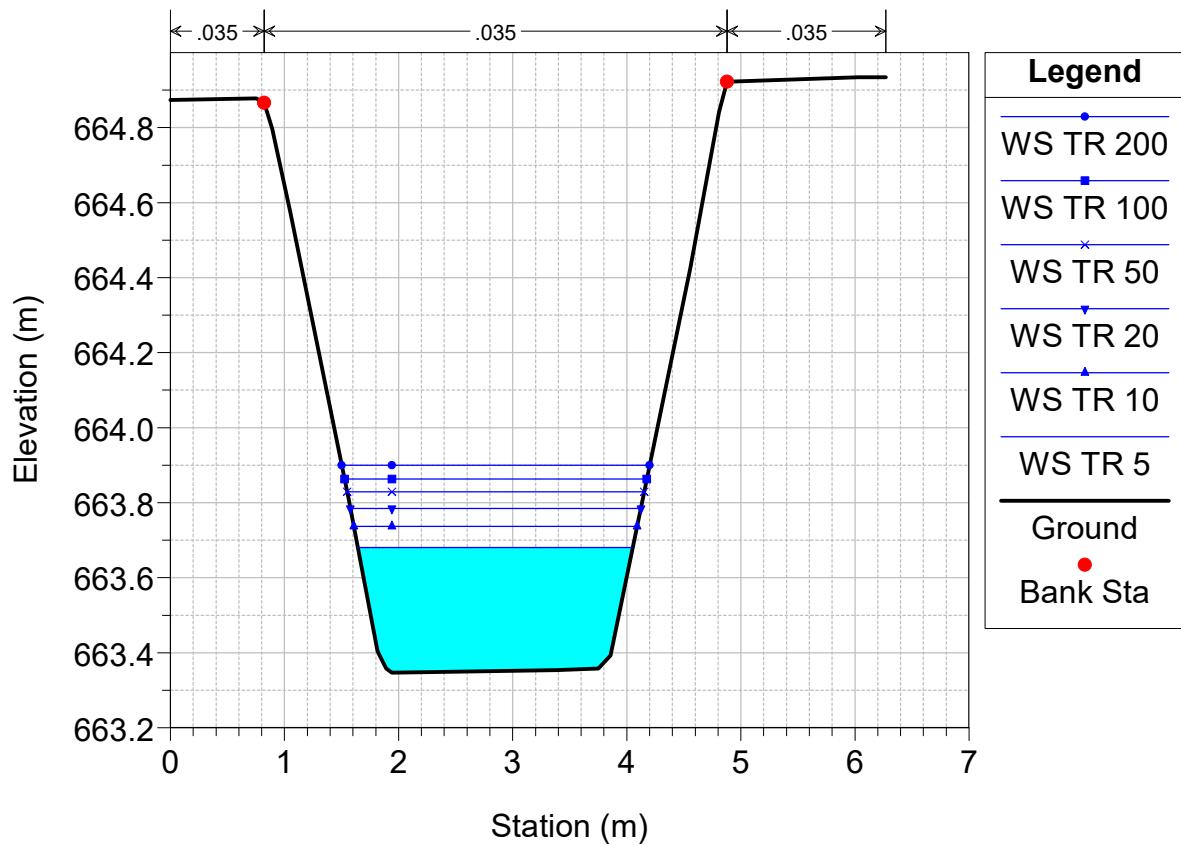
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 136



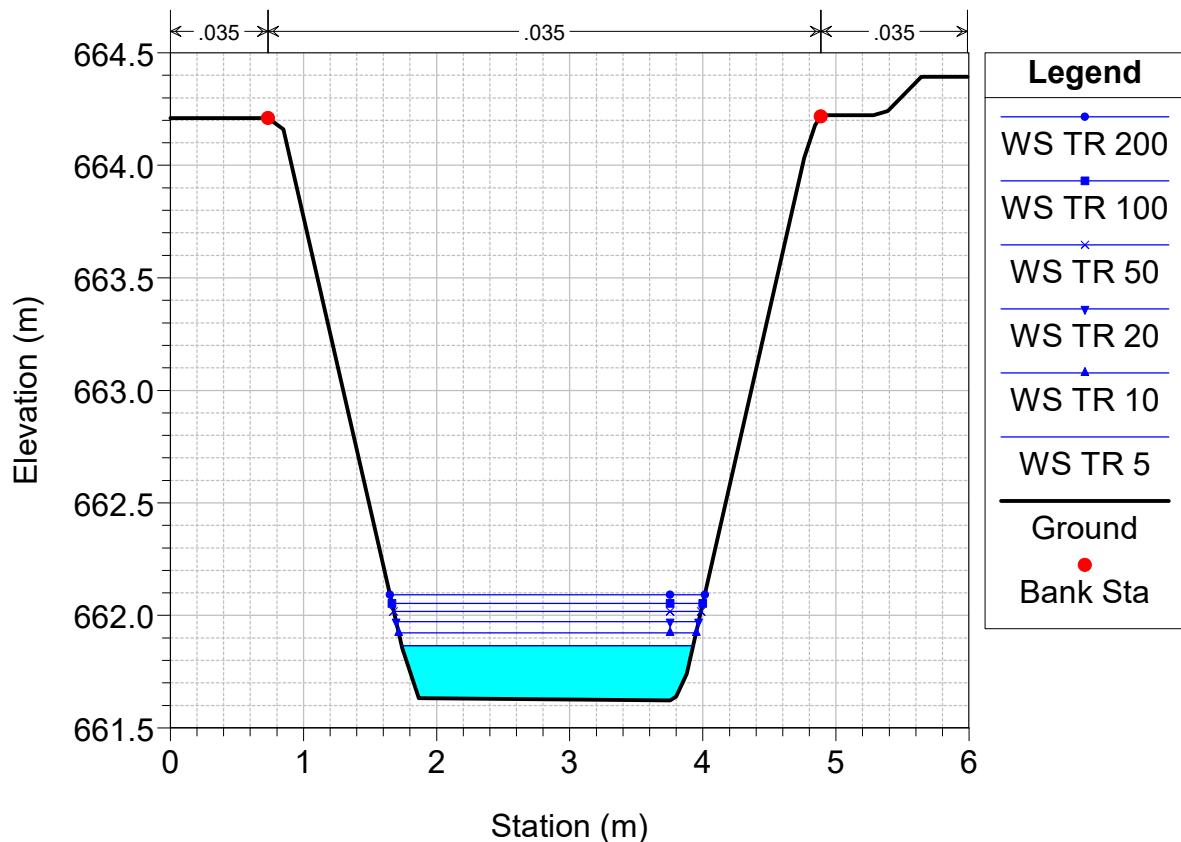
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 133.3



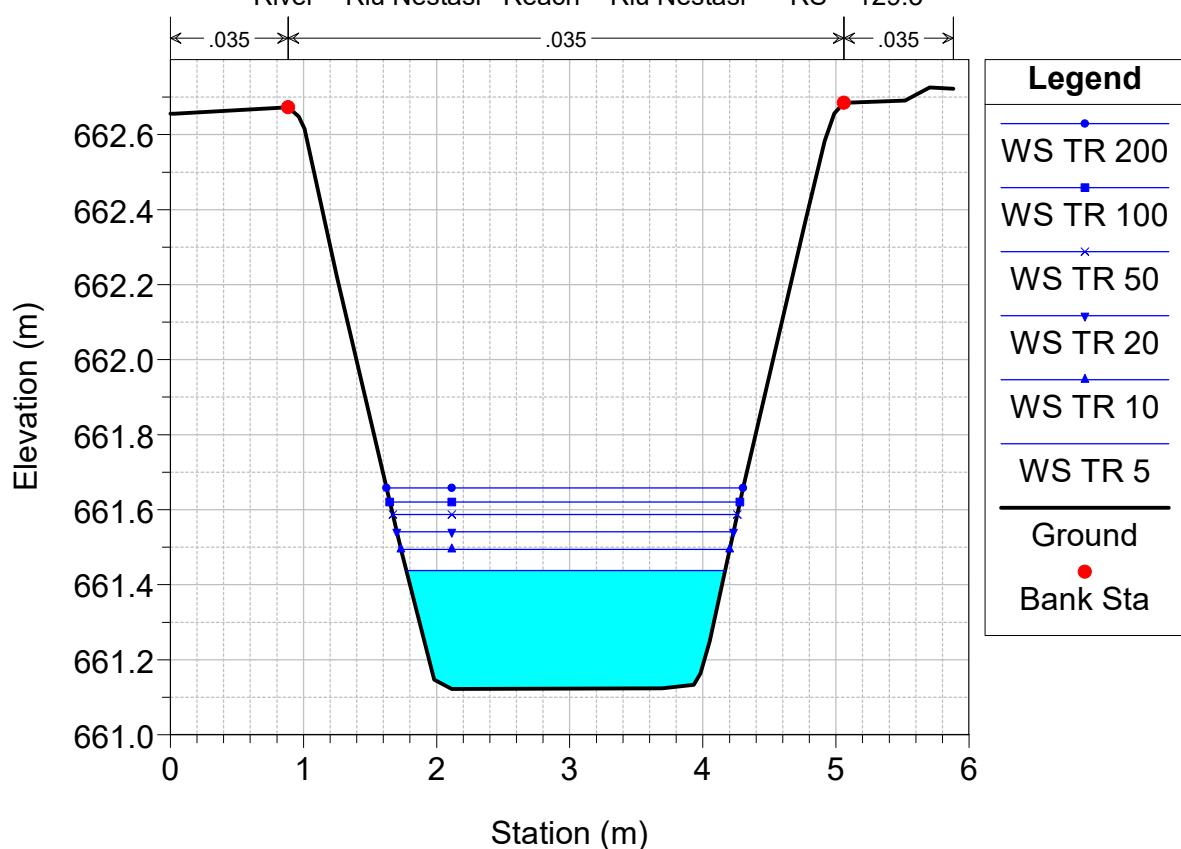
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 132



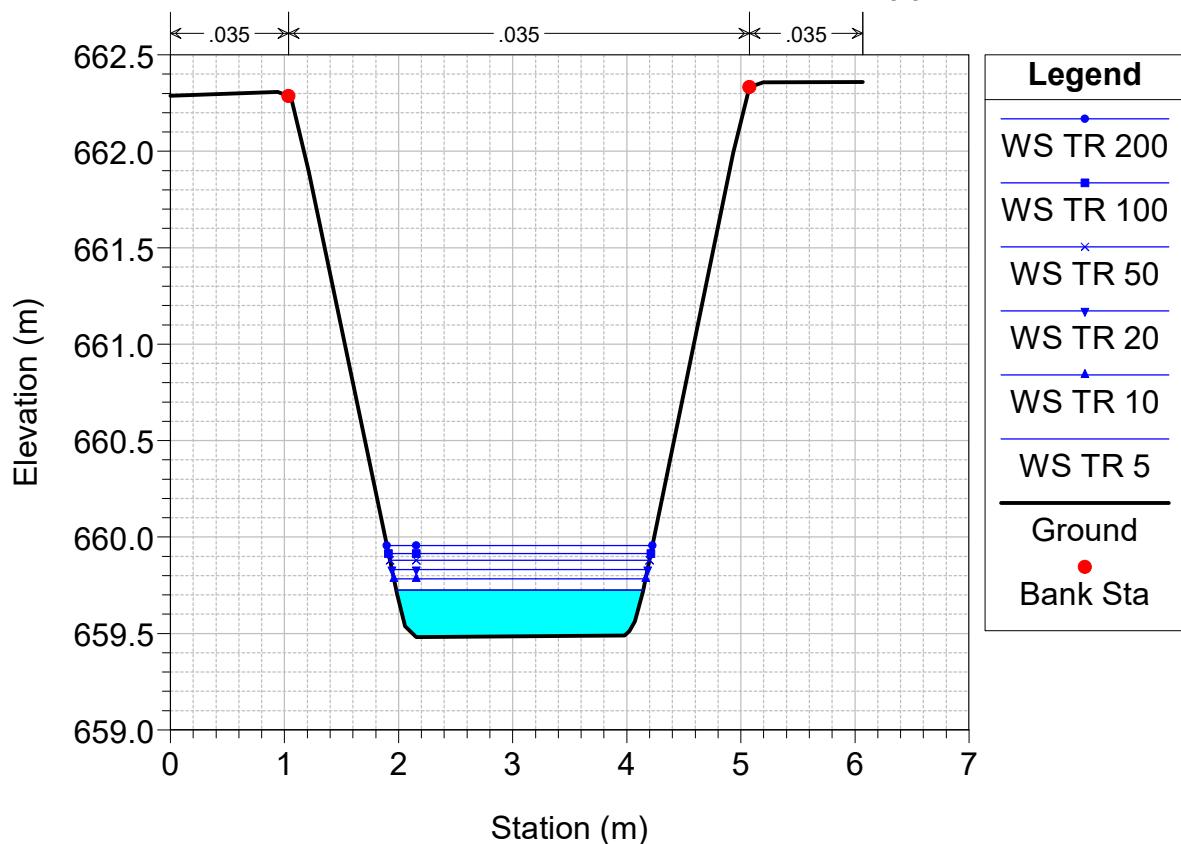
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 129.3



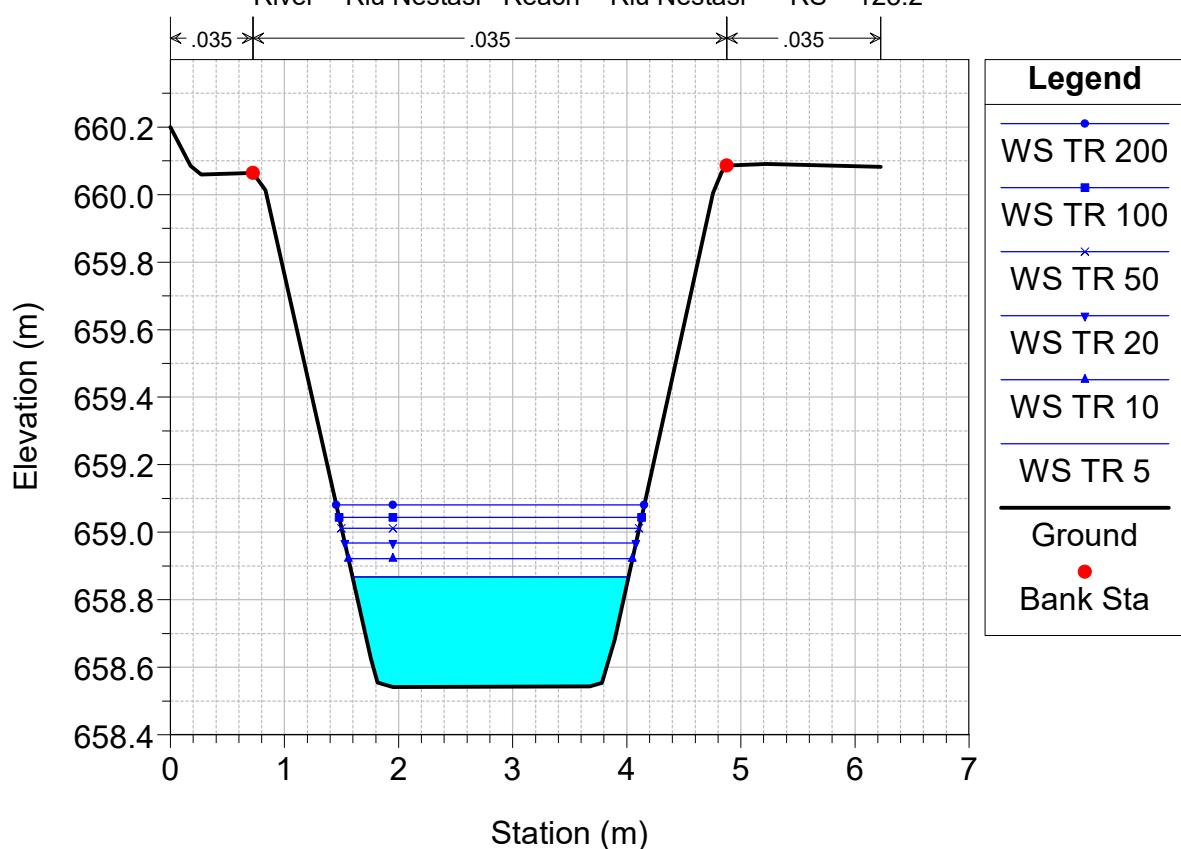
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 128.5



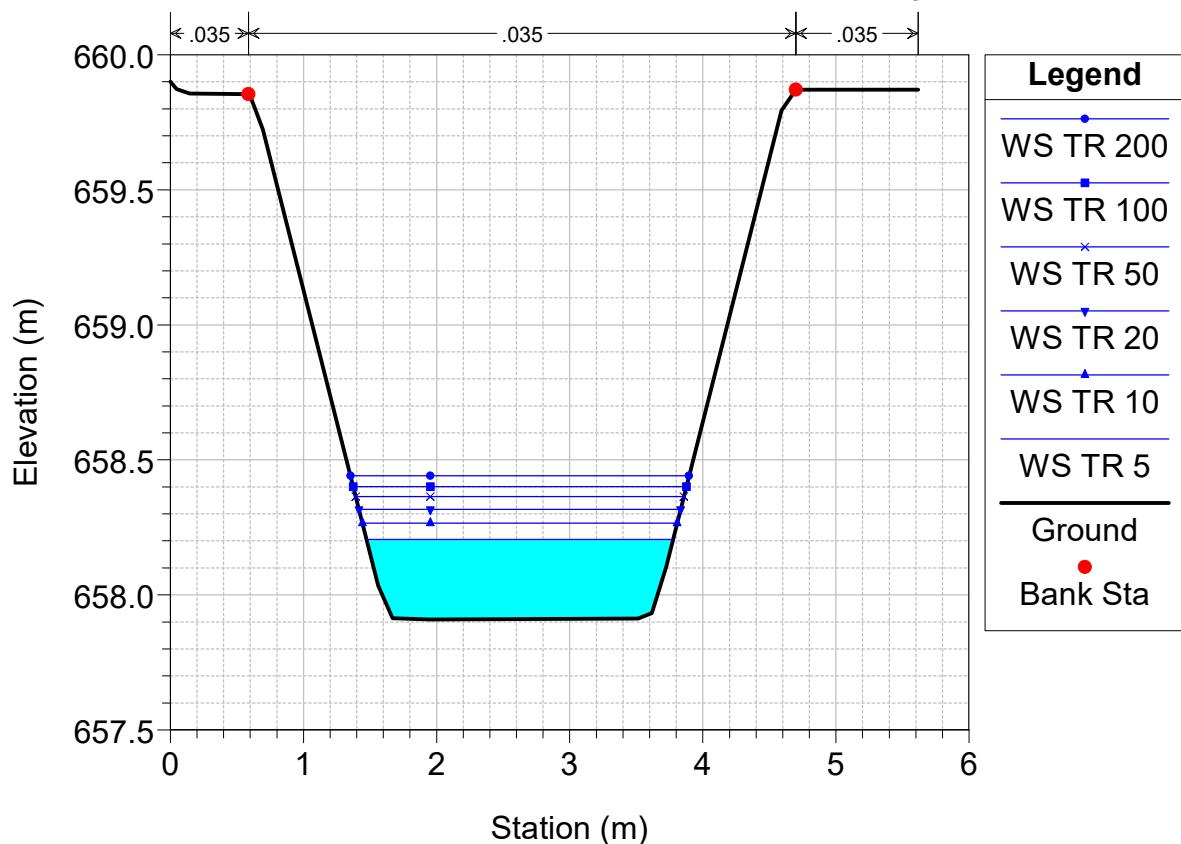
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 123.2



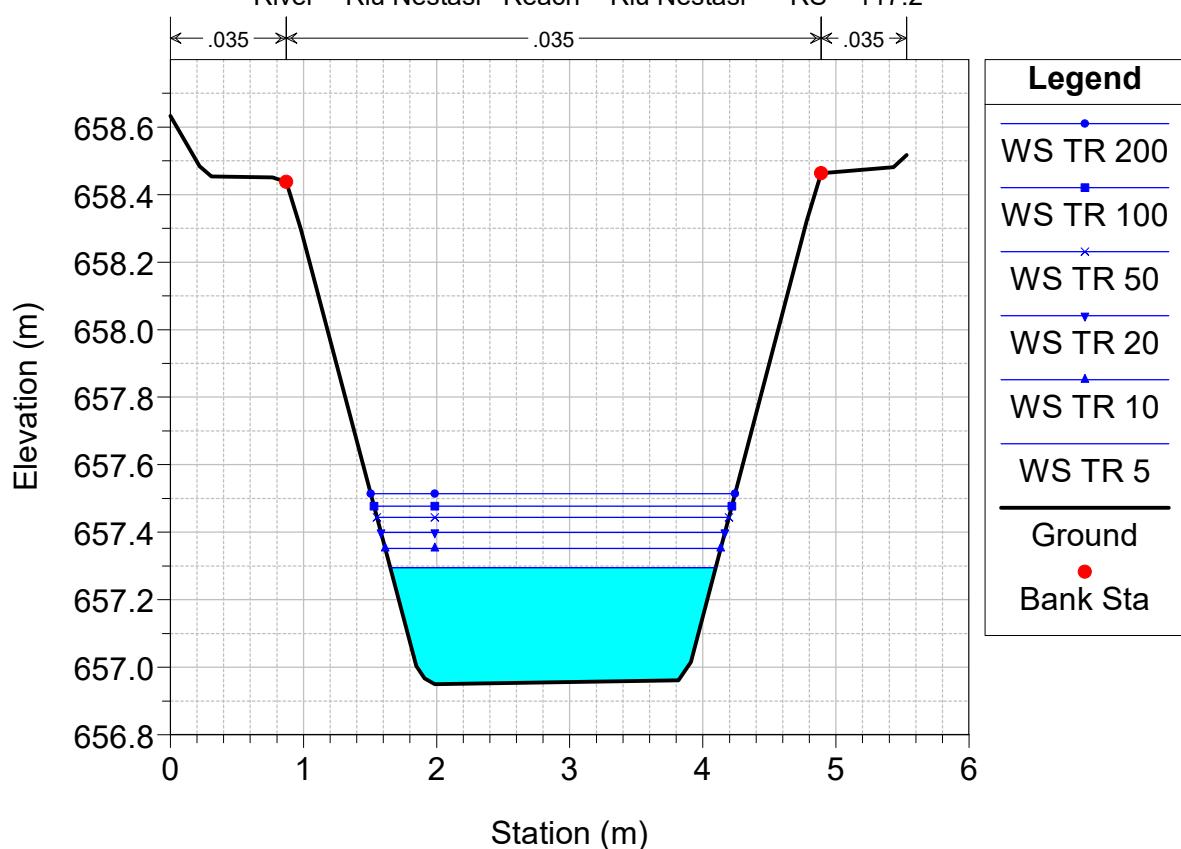
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 122.5



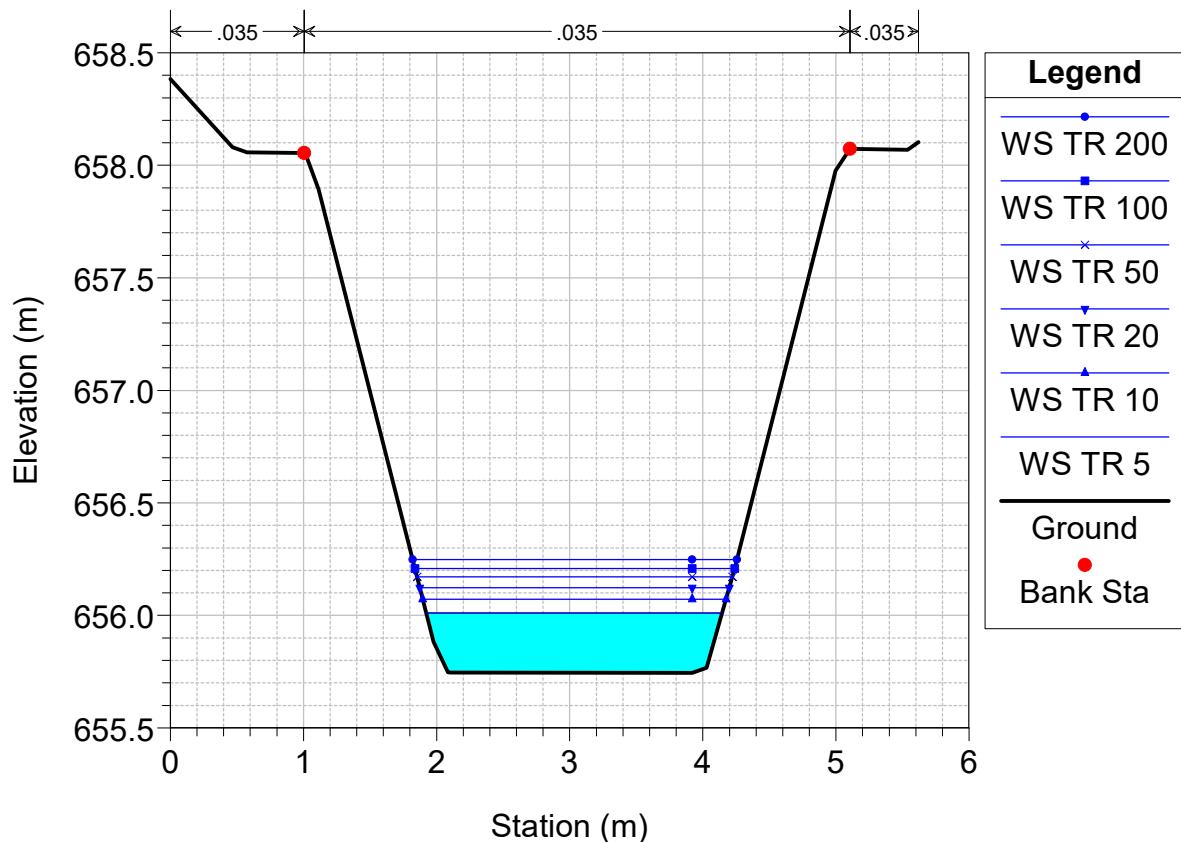
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 117.2



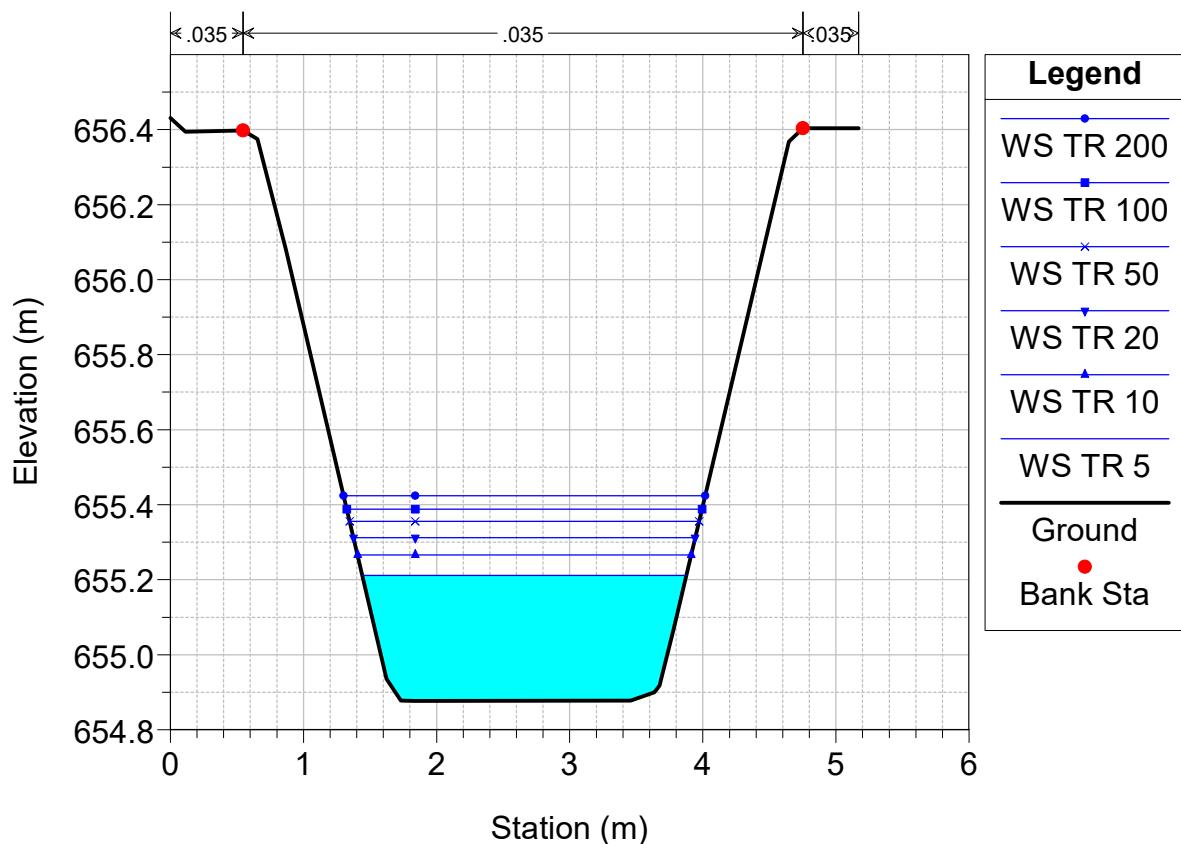
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

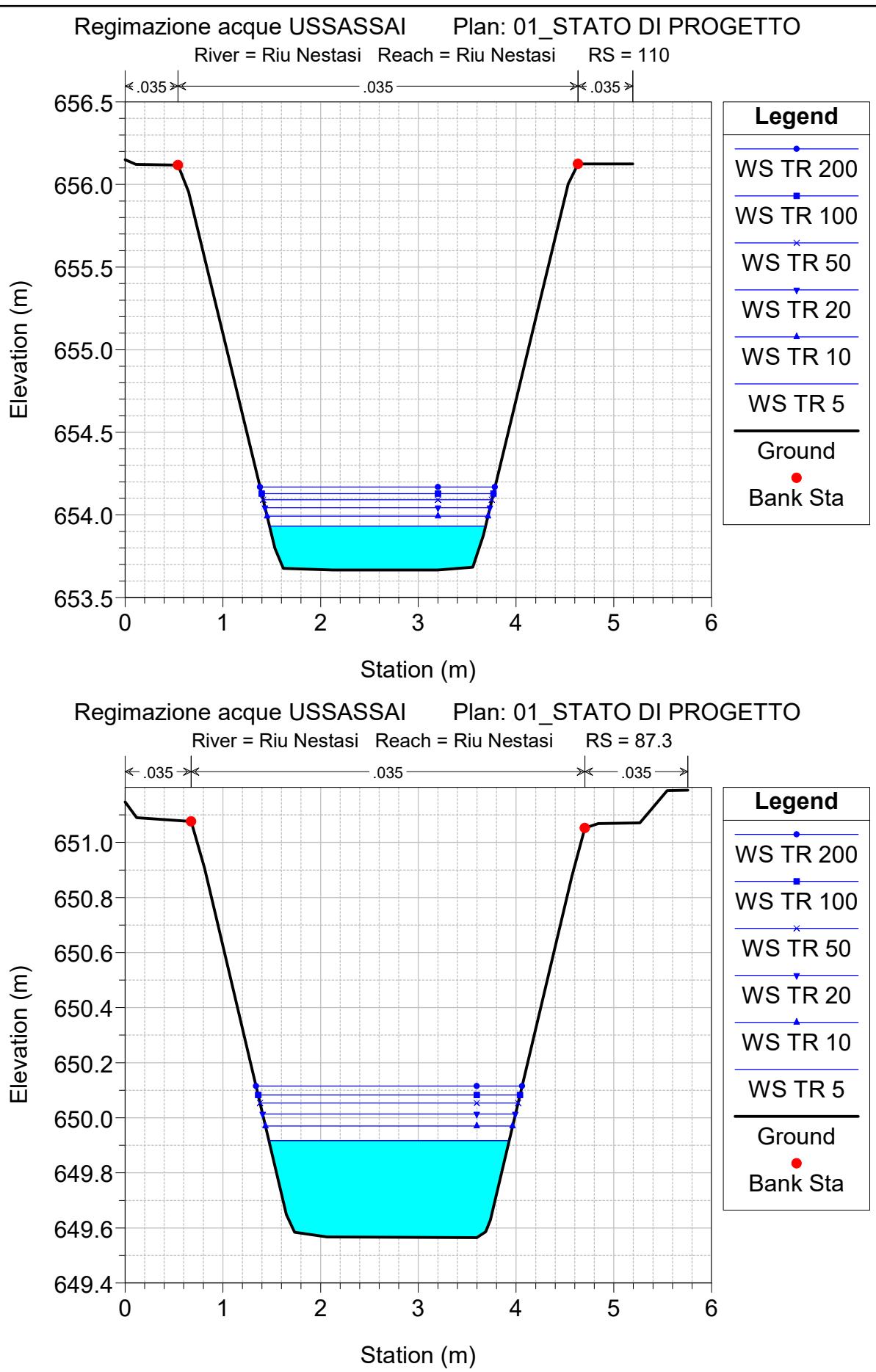
River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 116



Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

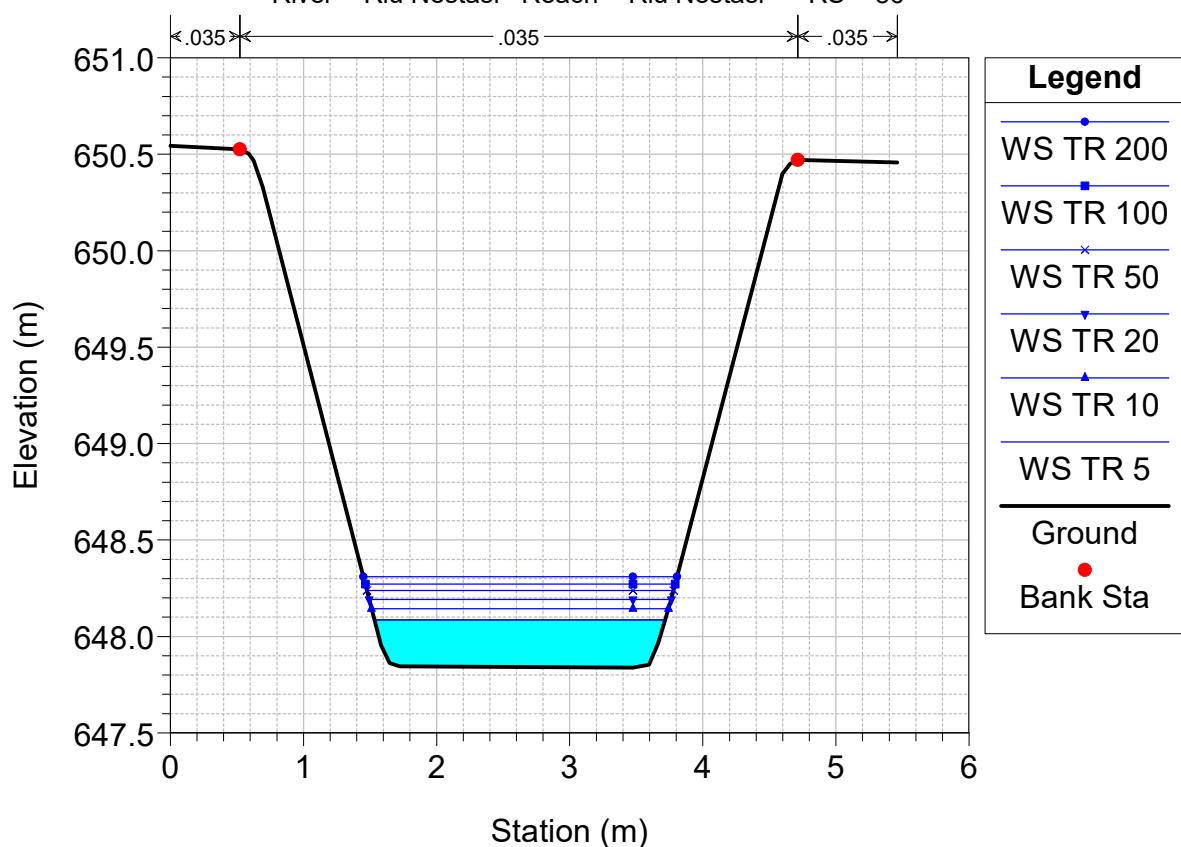
River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 111.2





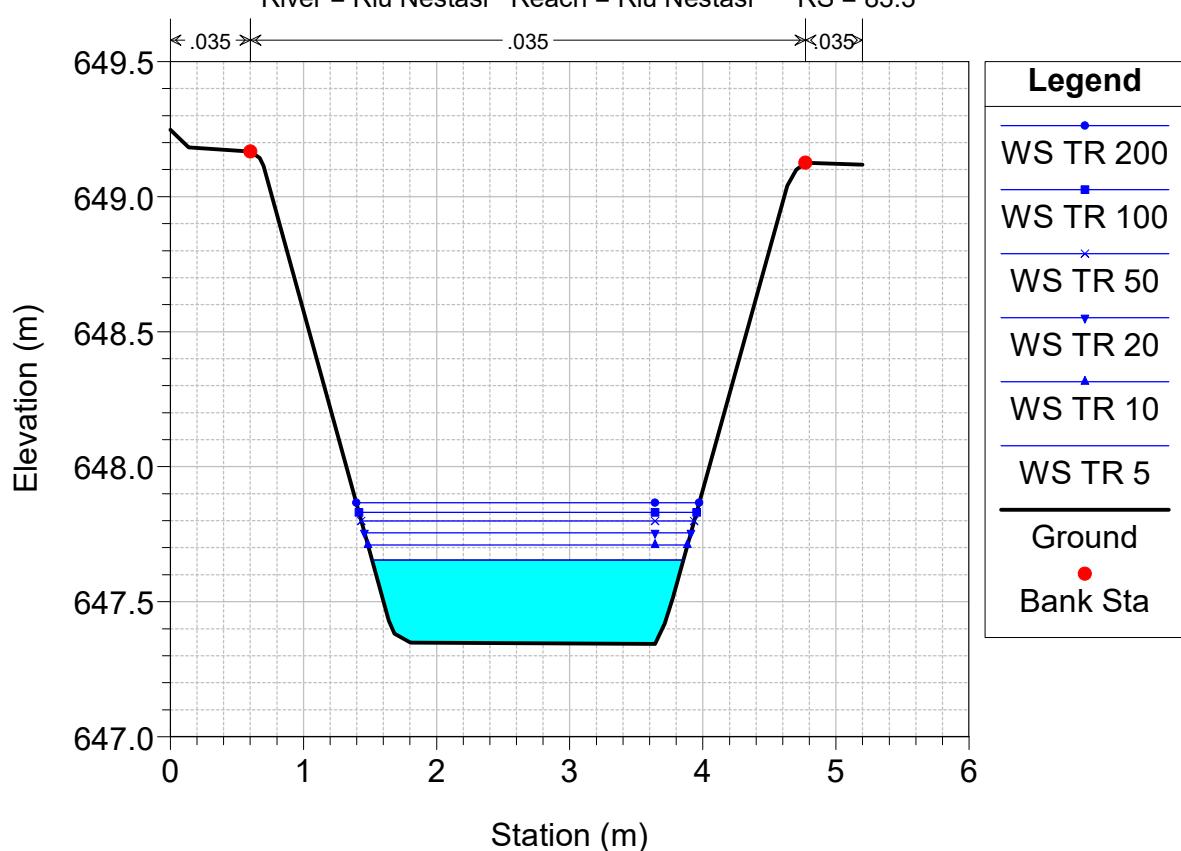
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 86



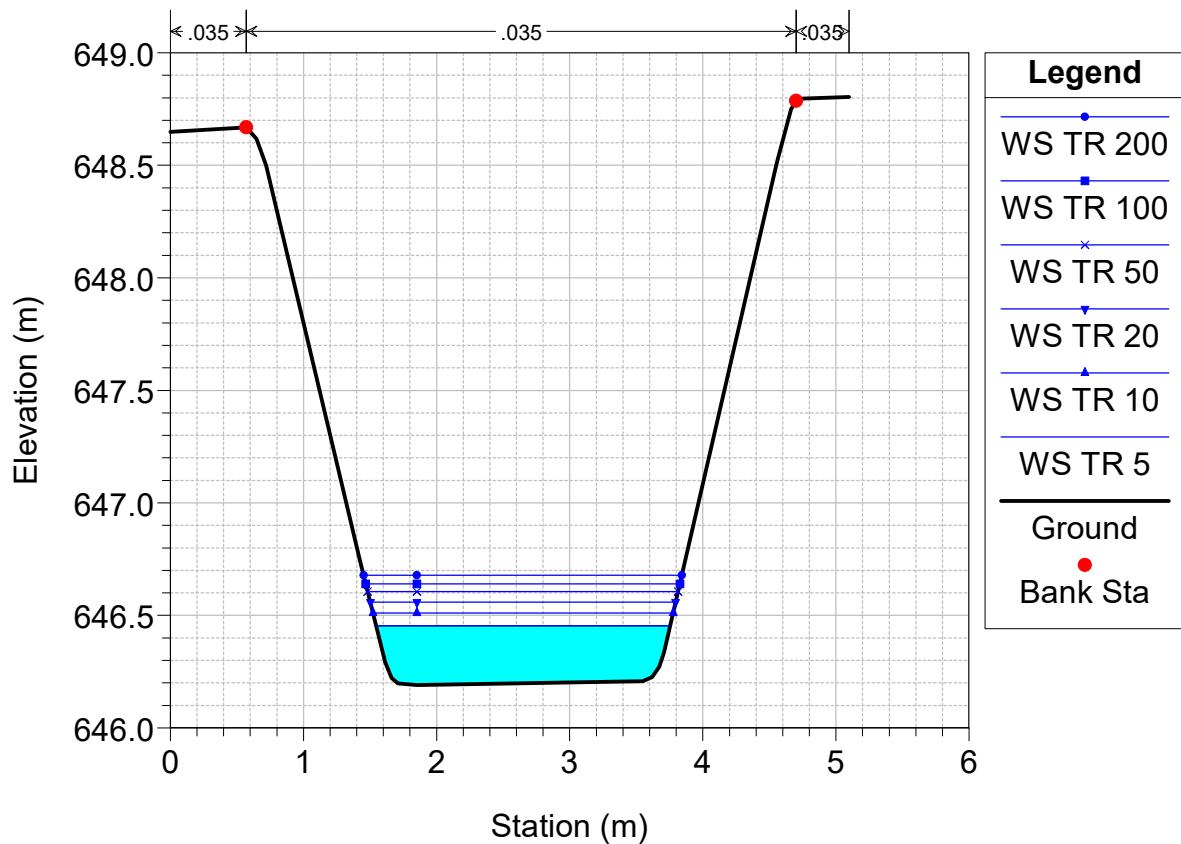
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 83.3



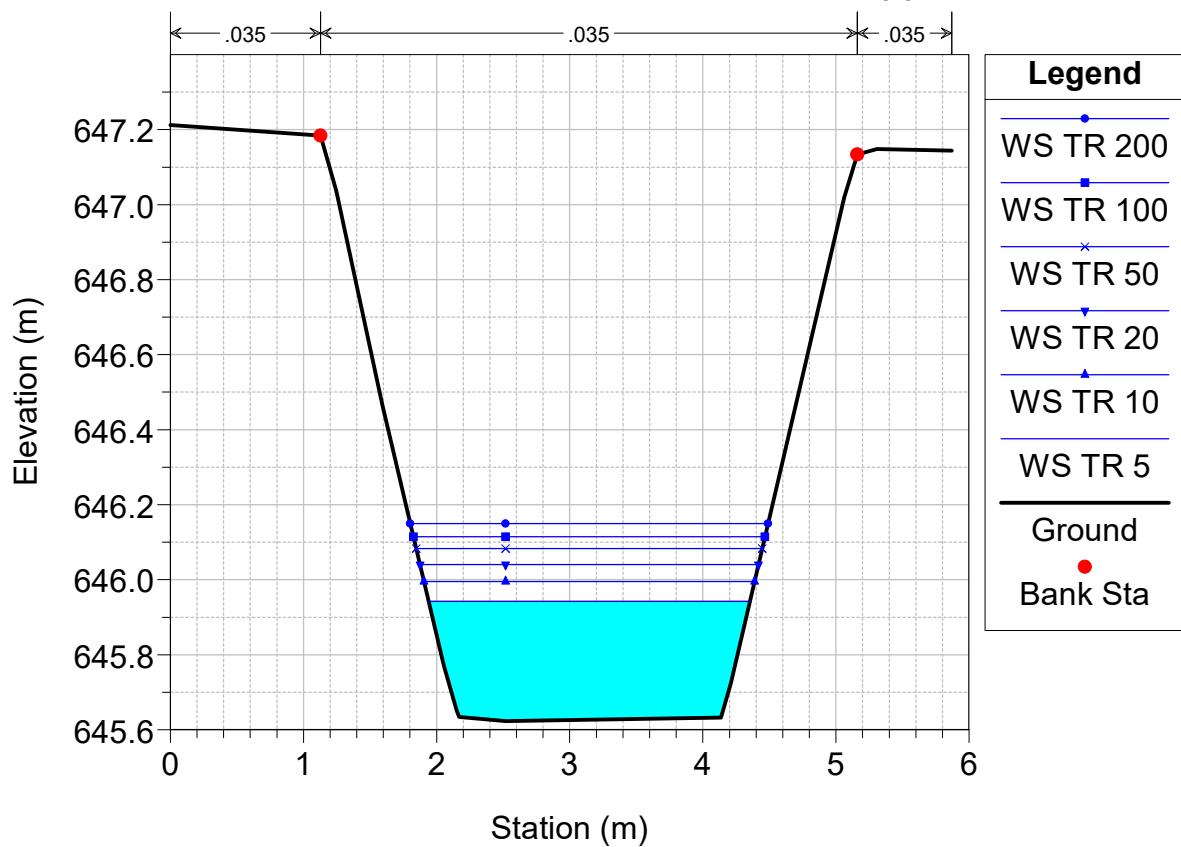
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 82.5



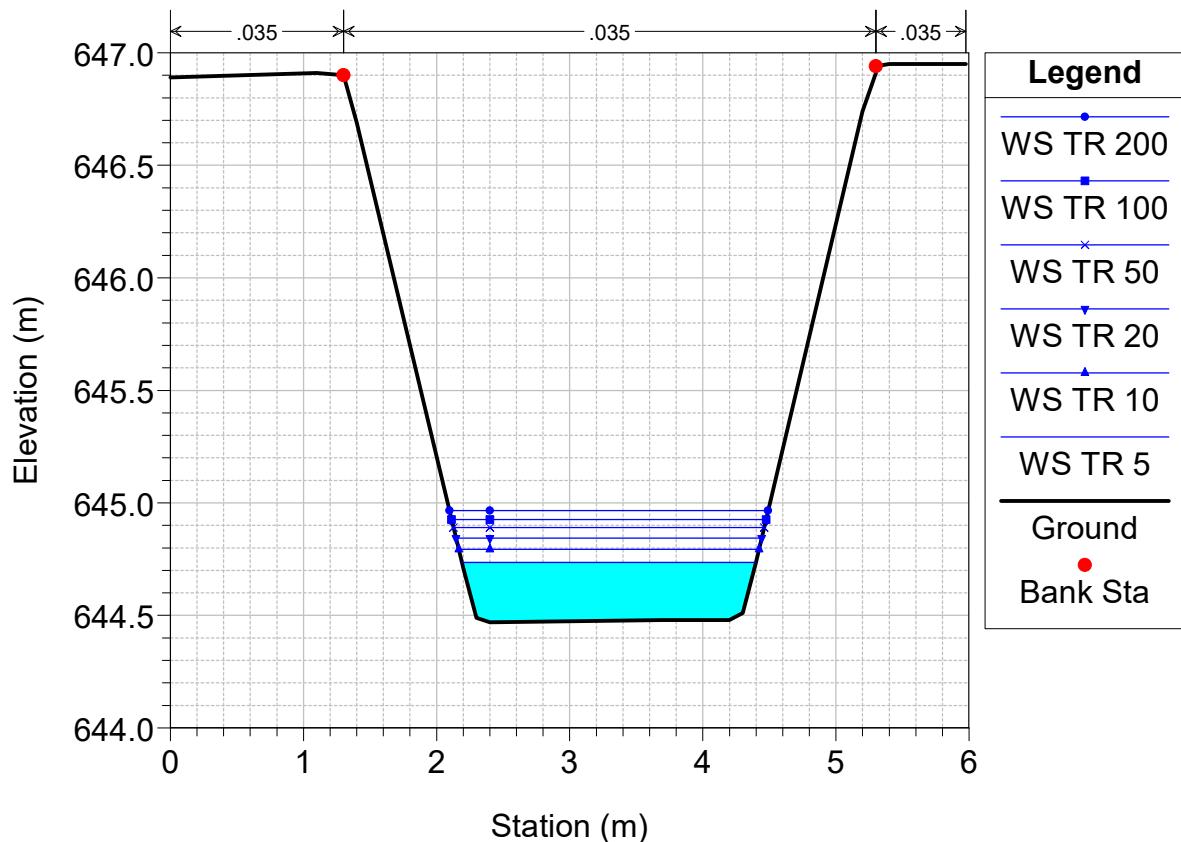
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 79.3



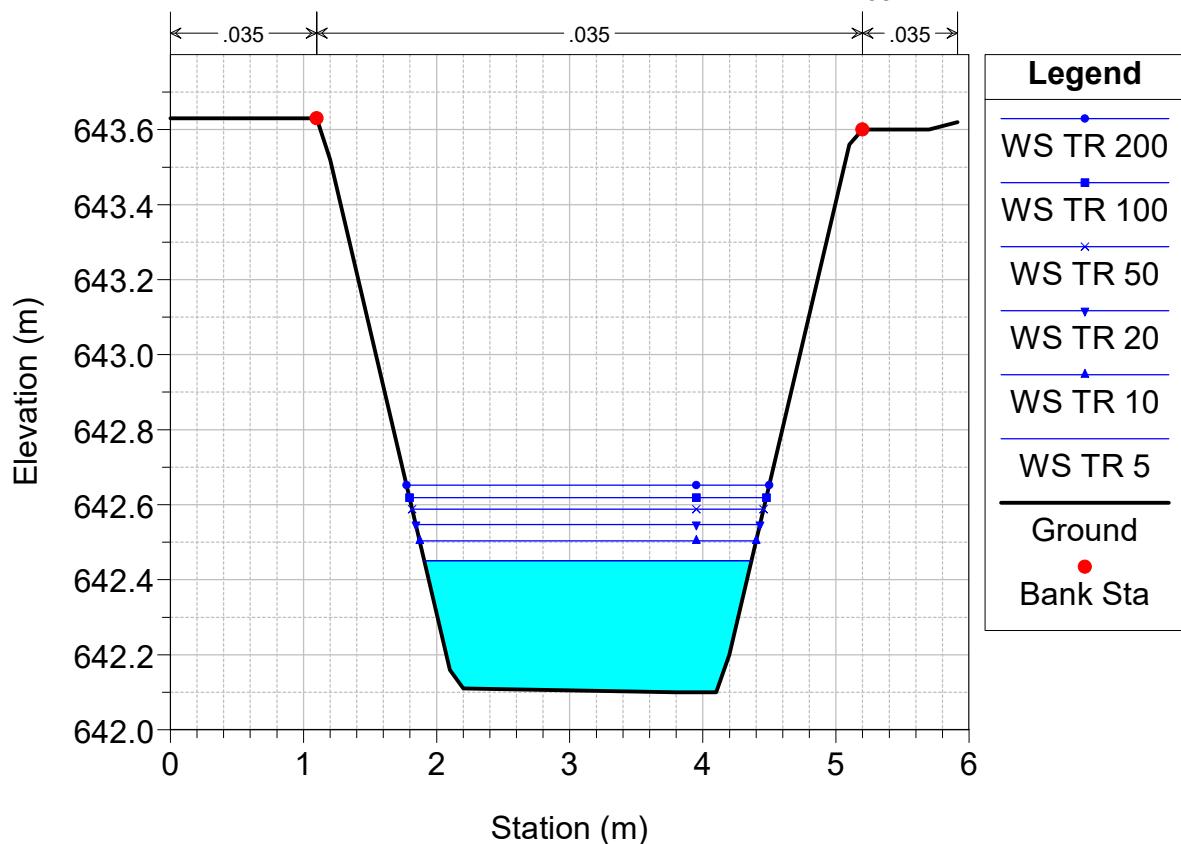
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 78.5



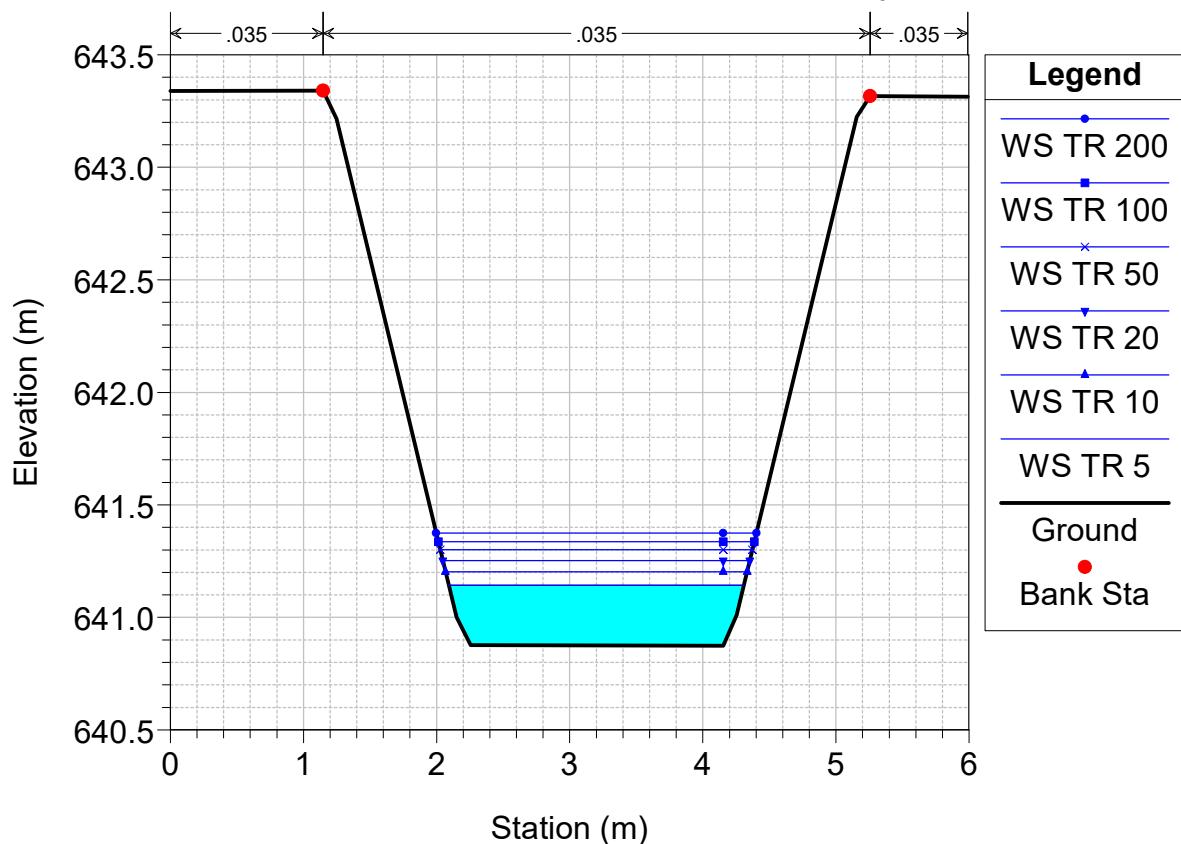
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 65.2



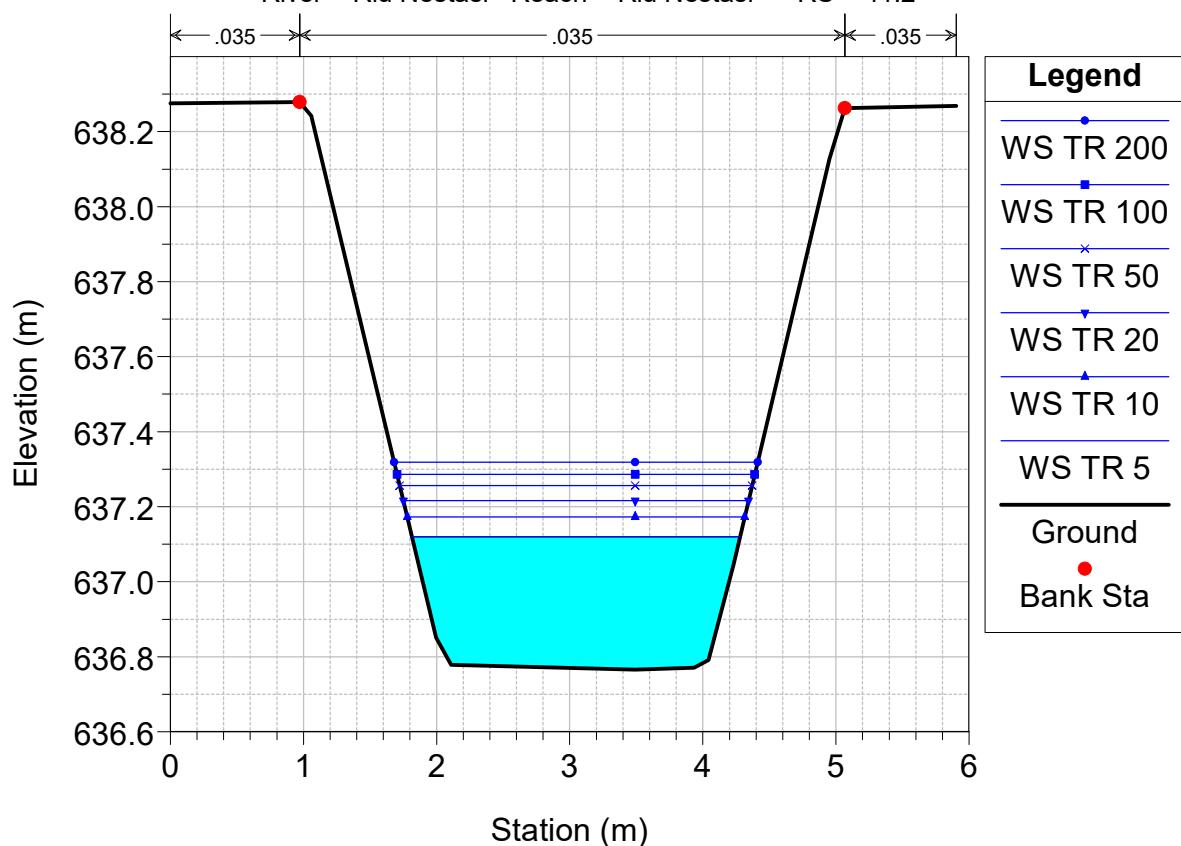
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 64



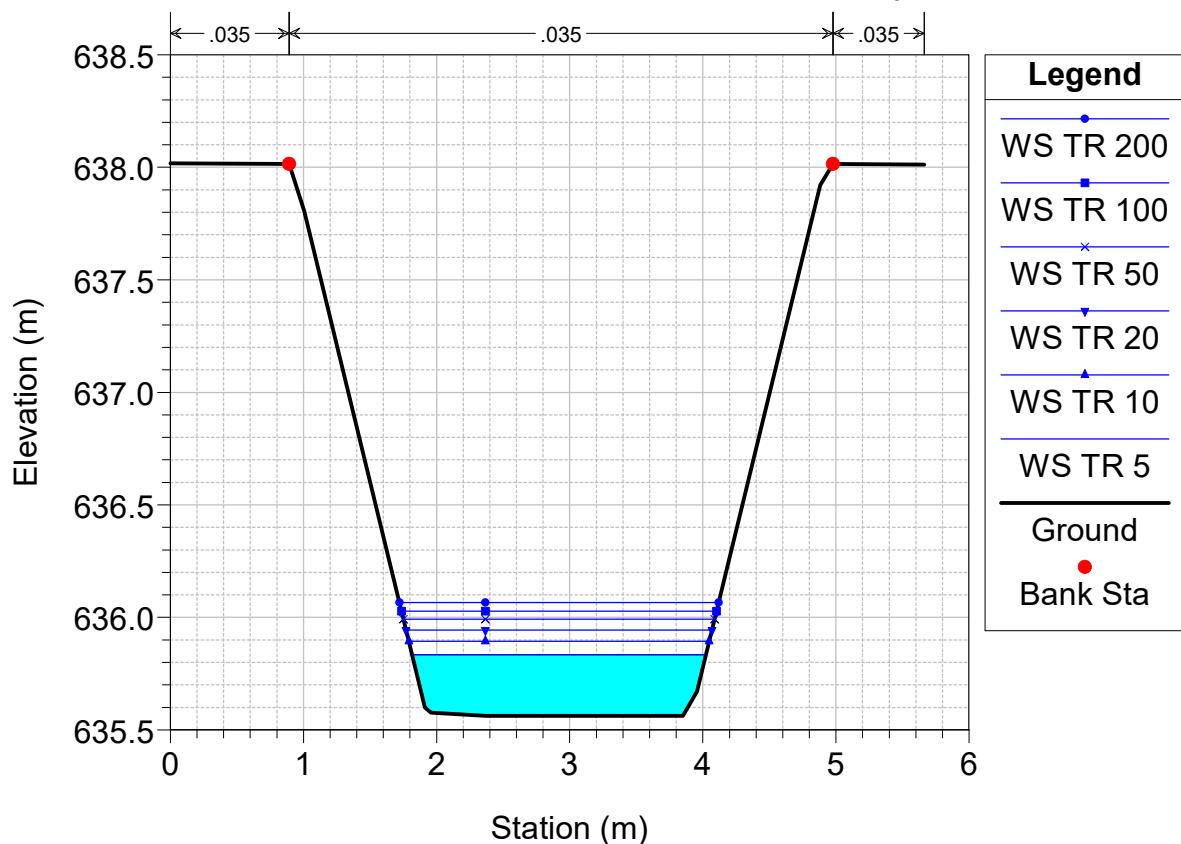
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 41.2



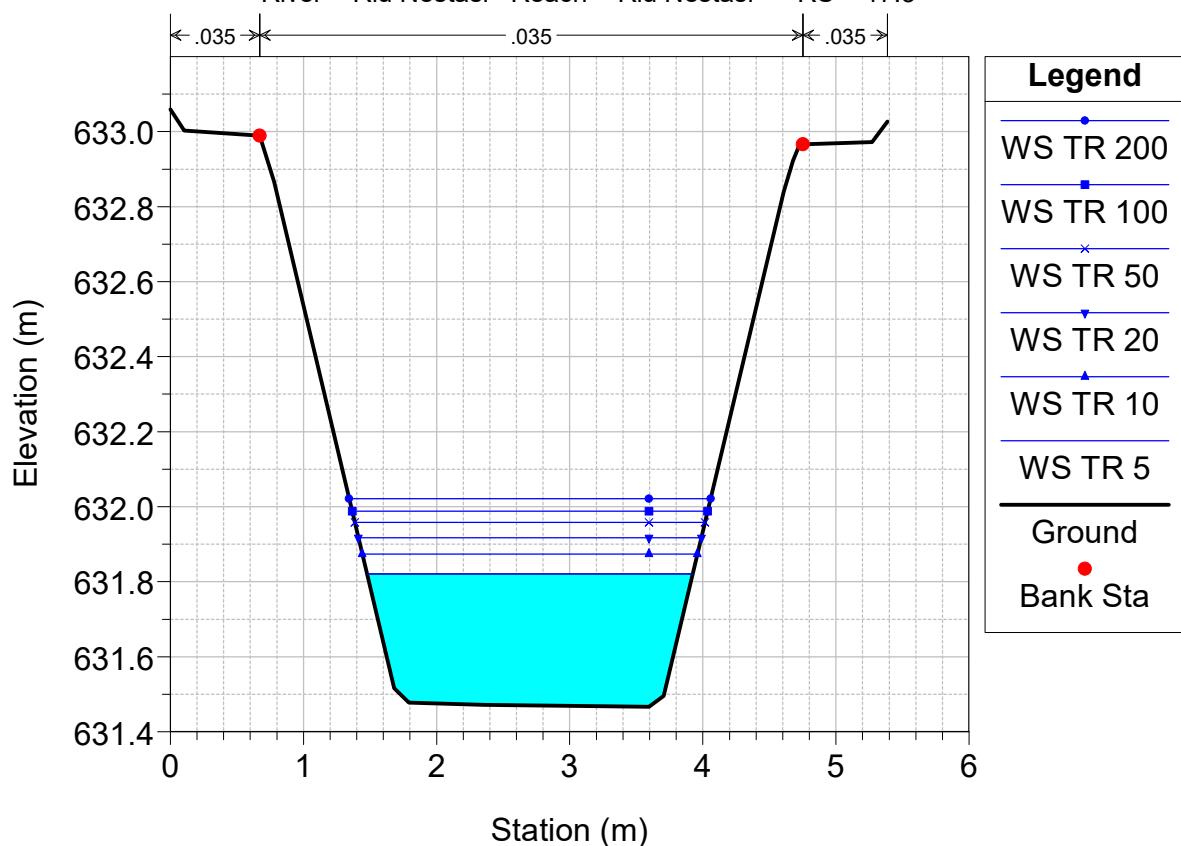
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 40



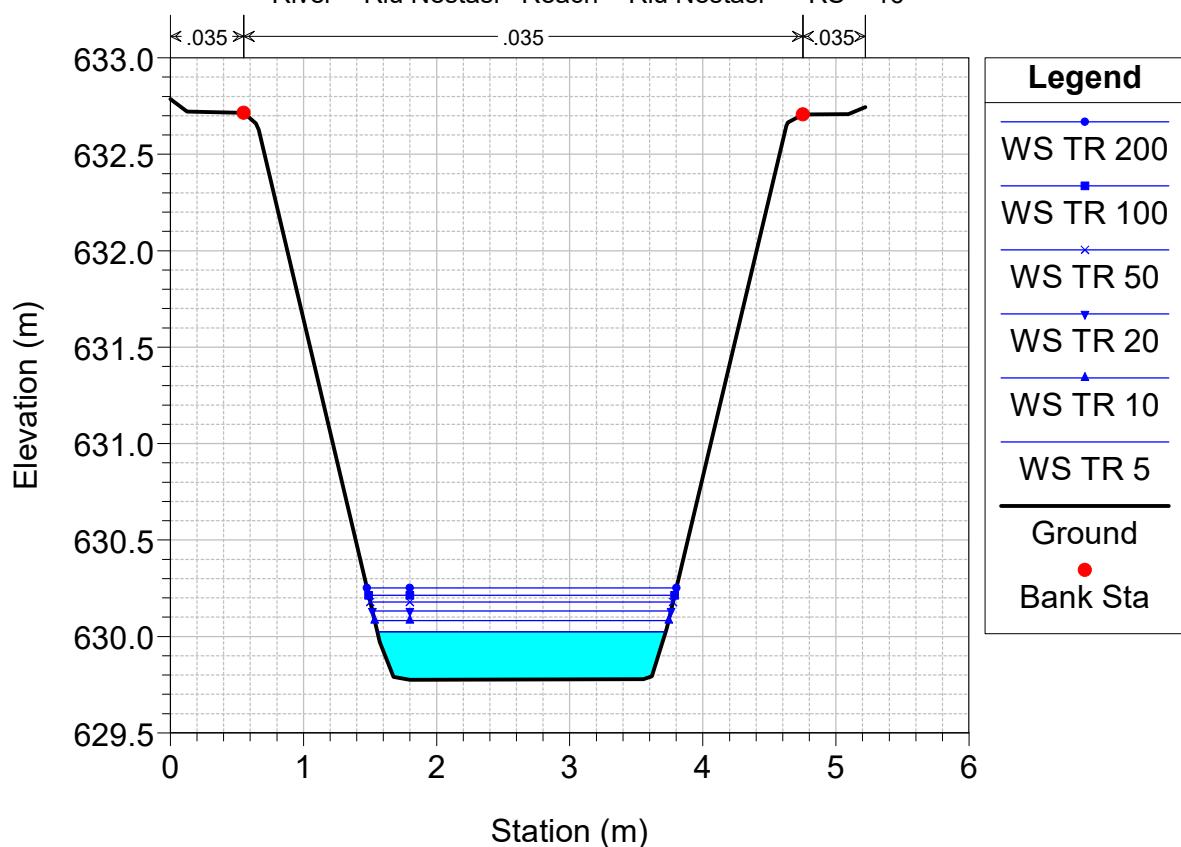
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 17.3



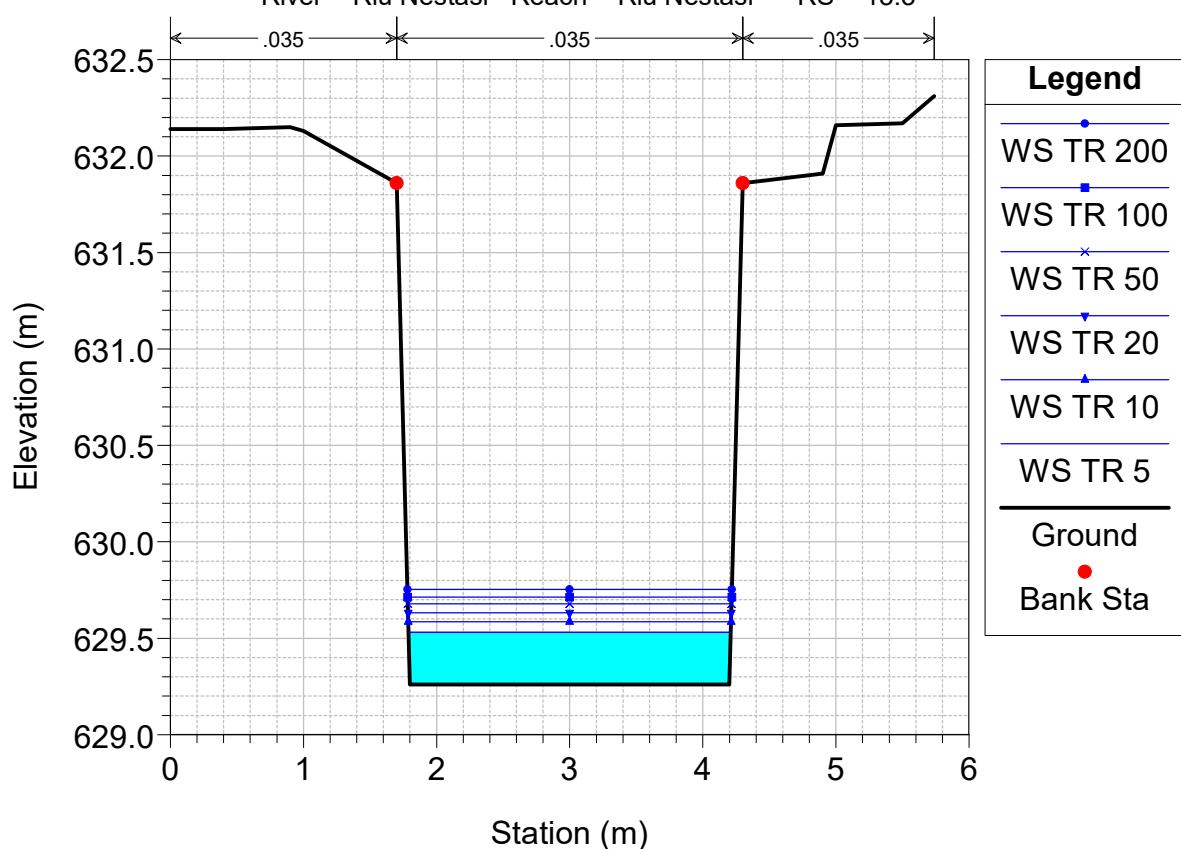
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 16



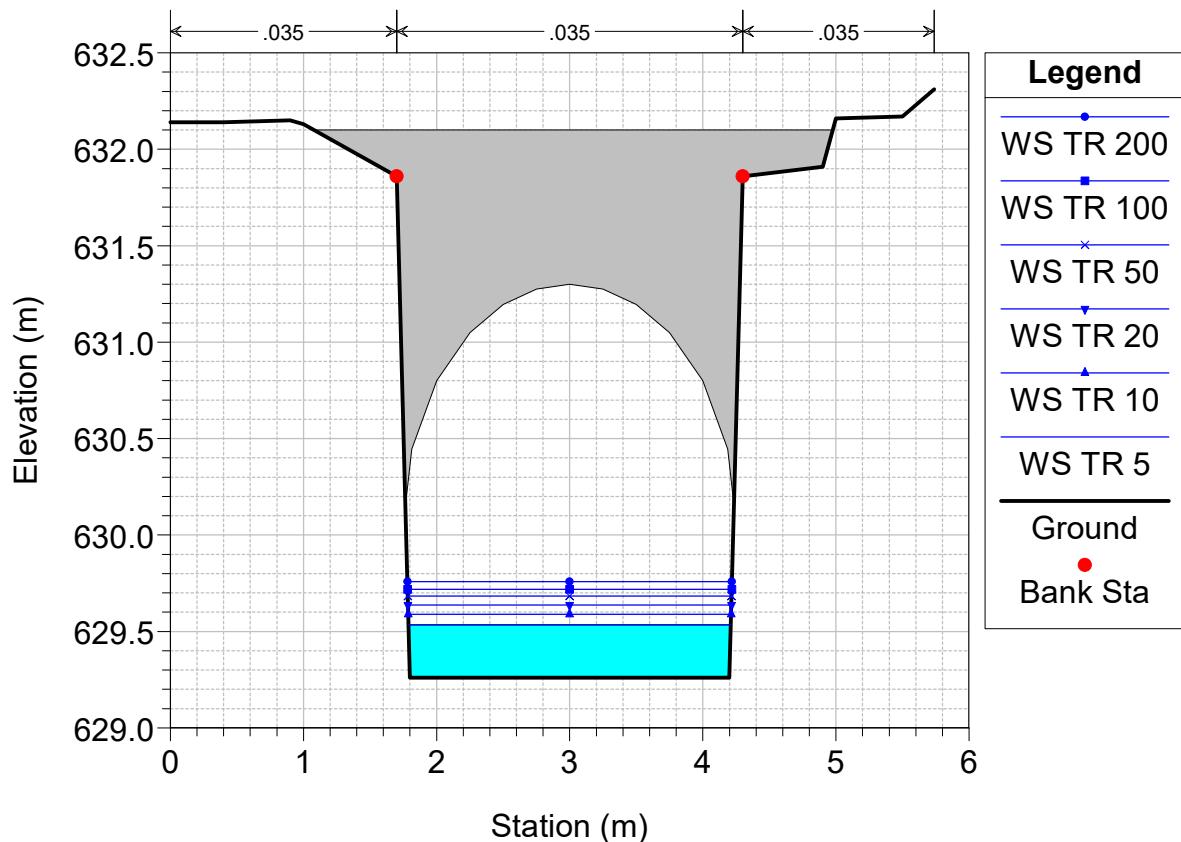
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 13.3



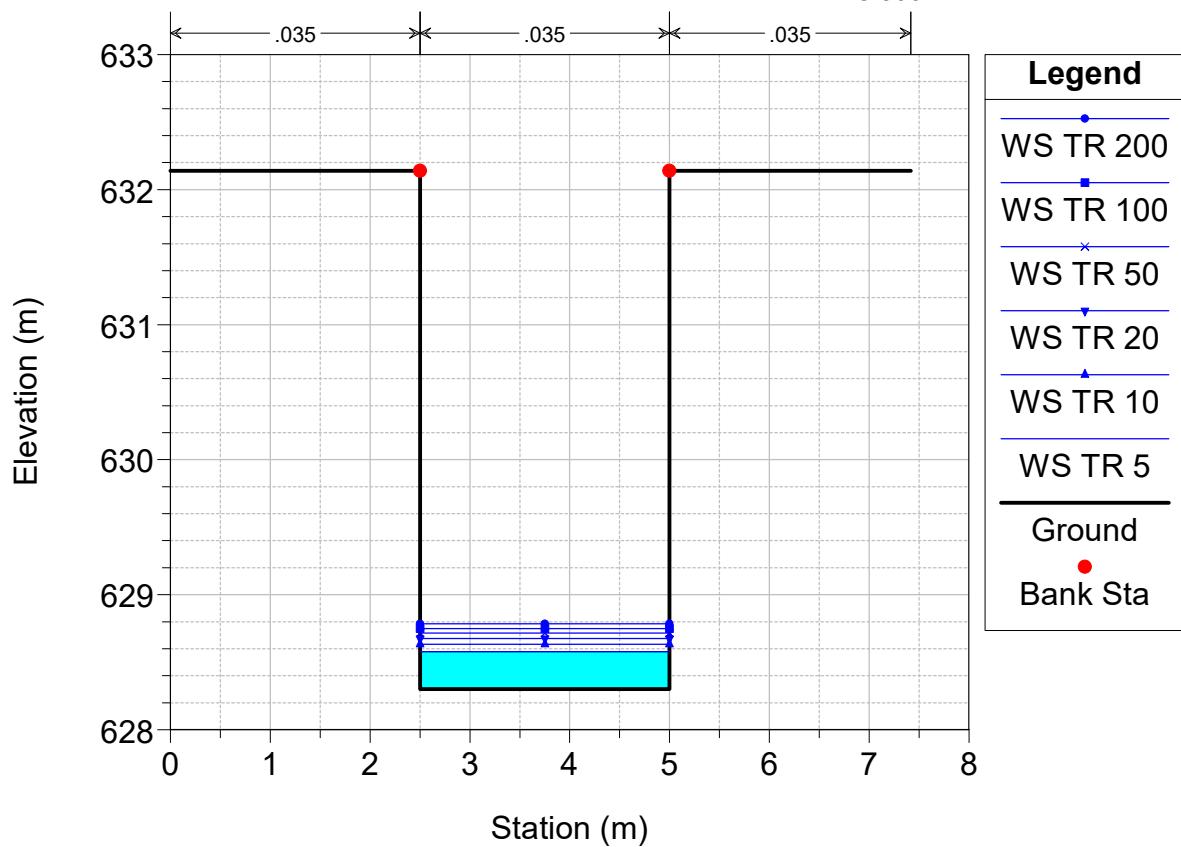
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 10 BR



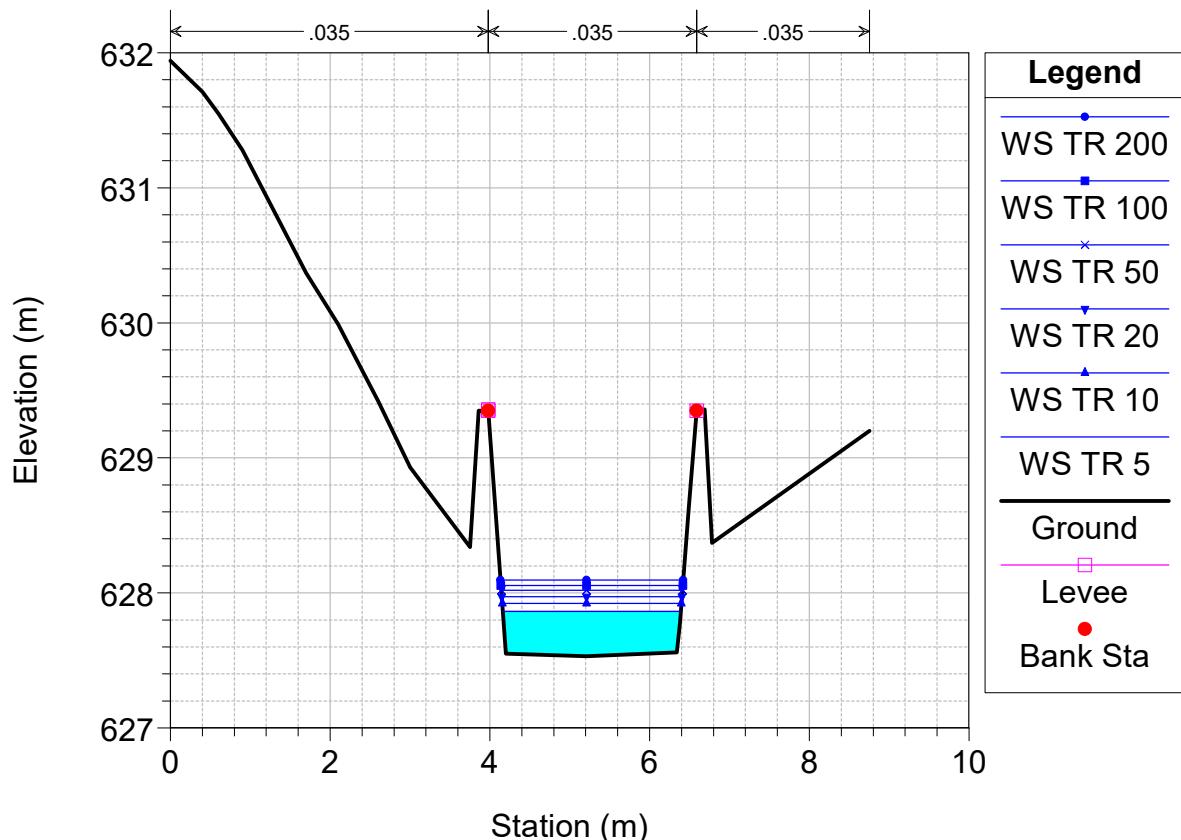
Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 8.300



Regimazione acque USSASSAI Plan: 01_STATO DI PROGETTO

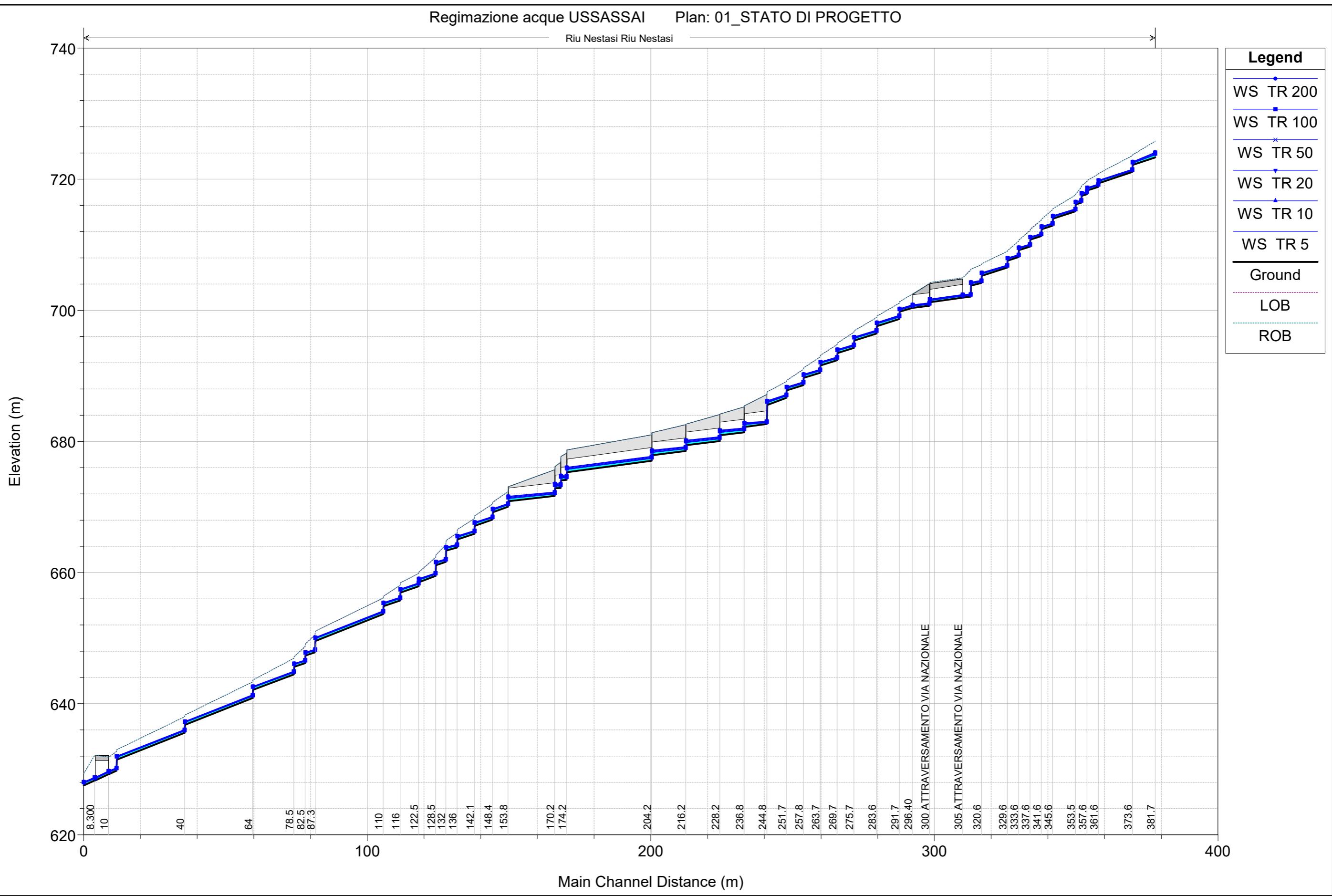
River = Riu Nestasi Reach = Riu Nestasi RS = 4.4



Regimazione acque USSASSAI

Plan: 01_STATO DI PROGETTO

Riu Nestasi Riu Nestasi



Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	LOB Elev (m)
Riu Nestasi	381.7	TR 5	1.50	723.32	723.71	723.82	724.10	0.059997	2.78	0.54	1.42	1.44		725.81
Riu Nestasi	381.7	TR 10	2.10	723.32	723.81	723.94	724.29	0.060113	3.07	0.68	1.43	1.41		725.81
Riu Nestasi	381.7	TR 20	2.60	723.32	723.89	724.03	724.43	0.060074	3.25	0.80	1.44	1.39		725.81
Riu Nestasi	381.7	TR 50	3.20	723.32	723.98	724.13	724.59	0.060065	3.44	0.93	1.44	1.37		725.81
Riu Nestasi	381.7	TR 100	3.70	723.32	724.06	724.21	724.71	0.060050	3.57	1.04	1.45	1.35		725.81
Riu Nestasi	381.7	TR 200	4.10	723.32	724.12	724.28	724.80	0.060008	3.66	1.12	1.46	1.33		725.81
Riu Nestasi	374.1	TR 5	1.50	722.19	722.43	722.64	723.27	0.188620	4.08	0.37	1.68	2.78		723.70
Riu Nestasi	374.1	TR 10	2.10	722.19	722.49	722.75	723.48	0.171746	4.41	0.48	1.73	2.69		723.70
Riu Nestasi	374.1	TR 20	2.60	722.19	722.54	722.83	723.63	0.162720	4.64	0.56	1.77	2.64		723.70
Riu Nestasi	374.1	TR 50	3.20	722.19	722.59	722.92	723.80	0.155049	4.86	0.66	1.82	2.59		723.70
Riu Nestasi	374.1	TR 100	3.70	722.19	722.63	722.98	723.92	0.149982	5.02	0.74	1.86	2.55		723.70
Riu Nestasi	374.1	TR 200	4.10	722.19	722.67	723.04	724.02	0.146961	5.14	0.80	1.89	2.53		723.70
Riu Nestasi	373.6	TR 5	1.50	721.11	721.30	721.57	722.86	0.468955	5.54	0.27	1.58	4.27		723.59
Riu Nestasi	373.6	TR 10	2.10	721.11	721.36	721.68	723.05	0.373779	5.76	0.36	1.63	3.89		723.59
Riu Nestasi	373.6	TR 20	2.60	721.11	721.40	721.77	723.19	0.327776	5.92	0.44	1.66	3.67		723.59
Riu Nestasi	373.6	TR 50	3.20	721.11	721.45	721.86	723.33	0.290990	6.07	0.53	1.69	3.47		723.59
Riu Nestasi	373.6	TR 100	3.70	721.11	721.50	721.93	723.44	0.268466	6.18	0.60	1.71	3.34		723.59
Riu Nestasi	373.6	TR 200	4.10	721.11	721.53	721.98	723.53	0.254712	6.27	0.65	1.73	3.25		723.59
Riu Nestasi	362	TR 5	1.50	719.37	719.65	719.82	720.23	0.107112	3.37	0.45	1.76	2.13		720.88
Riu Nestasi	362	TR 10	2.10	719.37	719.71	719.93	720.47	0.117555	3.87	0.54	1.81	2.26		720.88
Riu Nestasi	362	TR 20	2.60	719.37	719.75	720.01	720.66	0.124464	4.22	0.62	1.85	2.34		720.88
Riu Nestasi	362	TR 50	3.20	719.37	719.79	720.09	720.86	0.130761	4.58	0.70	1.90	2.41		720.88
Riu Nestasi	362	TR 100	3.70	719.37	719.83	720.16	721.02	0.134894	4.83	0.77	1.93	2.45		720.88
Riu Nestasi	362	TR 200	4.10	719.37	719.85	720.21	721.14	0.137708	5.02	0.82	1.96	2.48		720.88
Riu Nestasi	361.6	TR 5	1.50	718.82	719.04	719.27	719.99	0.224202	4.32	0.35	1.67	3.02		720.79
Riu Nestasi	361.6	TR 10	2.10	718.82	719.10	719.38	720.20	0.199781	4.64	0.45	1.72	2.89		720.79
Riu Nestasi	361.6	TR 20	2.60	718.82	719.15	719.46	720.37	0.189277	4.89	0.53	1.75	2.83		720.79
Riu Nestasi	361.6	TR 50	3.20	718.82	719.20	719.55	720.55	0.181317	5.14	0.62	1.79	2.78		720.79
Riu Nestasi	361.6	TR 100	3.70	718.82	719.24	719.61	720.69	0.176663	5.32	0.70	1.82	2.75		720.79
Riu Nestasi	361.6	TR 200	4.10	718.82	719.27	719.67	720.79	0.174167	5.46	0.75	1.85	2.74		720.79
Riu Nestasi	358	TR 5	1.50	718.28	718.53	718.73	719.23	0.141752	3.70	0.41	1.75	2.45		719.79
Riu Nestasi	358	TR 10	2.10	718.28	718.59	718.83	719.48	0.147433	4.18	0.50	1.80	2.53		719.79
Riu Nestasi	358	TR 20	2.60	718.28	718.63	718.91	719.66	0.149280	4.49	0.58	1.84	2.56		719.79
Riu Nestasi	358	TR 50	3.20	718.28	718.68	719.00	719.86	0.150949	4.81	0.67	1.89	2.59		719.79
Riu Nestasi	358	TR 100	3.70	718.28	718.71	719.06	720.01	0.151796	5.04	0.73	1.93	2.60		719.79
Riu Nestasi	358	TR 200	4.10	718.28	718.74	719.11	720.11	0.151573	5.19	0.79	1.96	2.61		719.79
Riu Nestasi	357.6	TR 5	1.50	717.71	717.93	718.17	718.97	0.256177	4.52	0.33	1.66	3.23		719.62
Riu Nestasi	357.6	TR 10	2.10	717.71	717.99	718.27	719.19	0.227244	4.86	0.43	1.71	3.08		719.62
Riu Nestasi	357.6	TR 20	2.60	717.71	718.03	718.35	719.35	0.211231	5.08	0.51	1.74	2.99		719.62
Riu Nestasi	357.6	TR 50	3.20	717.71	718.09	718.44	719.52	0.198849	5.31	0.60	1.78	2.92		719.62
Riu Nestasi	357.6	TR 100	3.70	717.71	718.13	718.51	719.66	0.191194	5.48	0.68	1.81	2.87		719.62
Riu Nestasi	357.6	TR 200	4.10	717.71	718.16	718.56	719.76	0.186045	5.60	0.73	1.84	2.83		719.62
Riu Nestasi	355.9	TR 5	1.50	717.46	717.70	717.91	718.50	0.173768	3.95	0.38	1.74	2.70		719.00
Riu Nestasi	355.9	TR 10	2.10	717.46	717.76	718.02	718.75	0.174212	4.41	0.48	1.80	2.74		719.00
Riu Nestasi	355.9	TR 20	2.60	717.46	717.80	718.09	718.93	0.172613	4.71	0.55	1.84	2.75		719.00
Riu Nestasi	355.9	TR 50	3.20	717.46	717.85	718.18	719.13	0.170811	5.01	0.64	1.89	2.75		719.00
Riu Nestasi	355.9	TR 100	3.70	717.46	717.88	718.24	719.27	0.168590	5.22	0.71	1.92	2.74		719.00
Riu Nestasi	355.9	TR 200	4.10	717.46	717.91	718.29	719.38	0.167558	5.37	0.76	1.95	2.74		719.00
Riu Nestasi	355.6	TR 5	1.50	716.42	716.60	716.87	718.10</							

HEC-RAS Plan: 01_PRJ_NESTASI River: Riu Nestasi Reach: Riu Nestasi (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	LOB Elev (m)
Riu Nestasi	341.6	TR 50	3.20	711.31	711.64	712.05	713.60	0.309672	6.19	0.52	1.70	3.59		713.76
Riu Nestasi	341.6	TR 100	3.70	711.31	711.68	712.12	713.74	0.293492	6.36	0.58	1.72	3.50		713.76
Riu Nestasi	341.6	TR 200	4.10	711.31	711.71	712.18	713.86	0.283562	6.49	0.63	1.74	3.44		713.76
Riu Nestasi	338.1	TR 5	1.50	710.79	711.04	711.24	711.79	0.160927	3.85	0.39	1.74	2.59		712.42
Riu Nestasi	338.1	TR 10	2.10	710.79	711.09	711.34	712.07	0.171940	4.40	0.48	1.78	2.71		712.42
Riu Nestasi	338.1	TR 20	2.60	710.79	711.12	711.42	712.28	0.177492	4.76	0.55	1.82	2.77		712.42
Riu Nestasi	338.1	TR 50	3.20	710.79	711.17	711.51	712.50	0.181682	5.12	0.62	1.86	2.82		712.42
Riu Nestasi	338.1	TR 100	3.70	710.79	711.20	711.57	712.67	0.183906	5.38	0.69	1.89	2.85		712.42
Riu Nestasi	338.1	TR 200	4.10	710.79	711.23	711.62	712.80	0.185176	5.56	0.74	1.92	2.86		712.42
Riu Nestasi	337.6	TR 5	1.50	709.71	709.90	710.17	711.39	0.441954	5.42	0.28	1.60	4.16		712.20
Riu Nestasi	337.6	TR 10	2.10	709.71	709.95	710.28	711.64	0.374181	5.75	0.37	1.64	3.89		712.20
Riu Nestasi	337.6	TR 20	2.60	709.71	709.99	710.36	711.82	0.341657	5.99	0.43	1.67	3.75		712.20
Riu Nestasi	337.6	TR 50	3.20	709.71	710.04	710.45	712.02	0.315169	6.23	0.51	1.70	3.62		712.20
Riu Nestasi	337.6	TR 100	3.70	709.71	710.08	710.52	712.17	0.299235	6.41	0.58	1.73	3.54		712.20
Riu Nestasi	337.6	TR 200	4.10	709.71	710.11	710.57	712.28	0.289033	6.54	0.63	1.74	3.48		712.20
Riu Nestasi	334	TR 5	1.50	709.17	709.42	709.62	710.18	0.164836	3.88	0.39	1.74	2.63		710.70
Riu Nestasi	334	TR 10	2.10	709.17	709.47	709.73	710.47	0.176257	4.43	0.47	1.79	2.75		710.70
Riu Nestasi	334	TR 20	2.60	709.17	709.50	709.80	710.68	0.181999	4.80	0.54	1.83	2.81		710.70
Riu Nestasi	334	TR 50	3.20	709.17	709.55	709.89	710.90	0.186436	5.16	0.62	1.87	2.87		710.70
Riu Nestasi	334	TR 100	3.70	709.17	709.58	709.95	711.08	0.188884	5.42	0.68	1.90	2.89		710.70
Riu Nestasi	334	TR 200	4.10	709.17	709.60	710.00	711.21	0.190161	5.61	0.73	1.93	2.91		710.70
Riu Nestasi	333.6	TR 5	1.50	708.12	708.30	708.58	709.79	0.439296	5.40	0.28	1.61	4.15		710.55
Riu Nestasi	333.6	TR 10	2.10	708.12	708.36	708.69	710.04	0.372947	5.74	0.37	1.64	3.89		710.55
Riu Nestasi	333.6	TR 20	2.60	708.12	708.40	708.77	710.22	0.340873	5.98	0.43	1.67	3.74		710.55
Riu Nestasi	333.6	TR 50	3.20	708.12	708.45	708.86	710.42	0.315248	6.23	0.51	1.70	3.62		710.55
Riu Nestasi	333.6	TR 100	3.70	708.12	708.48	708.93	710.58	0.299768	6.41	0.58	1.72	3.53		710.55
Riu Nestasi	333.6	TR 200	4.10	708.12	708.51	708.98	710.69	0.289688	6.54	0.63	1.74	3.48		710.55
Riu Nestasi	330	TR 5	1.50	707.57	707.82	708.02	708.59	0.164618	3.88	0.39	1.74	2.62		709.12
Riu Nestasi	330	TR 10	2.10	707.57	707.87	708.13	708.87	0.176232	4.43	0.47	1.78	2.75		709.12
Riu Nestasi	330	TR 20	2.60	707.57	707.91	708.21	709.08	0.182105	4.80	0.54	1.82	2.81		709.12
Riu Nestasi	330	TR 50	3.20	707.57	707.95	708.29	709.31	0.186716	5.17	0.62	1.86	2.86		709.12
Riu Nestasi	330	TR 100	3.70	707.57	707.98	708.36	709.48	0.189169	5.43	0.68	1.89	2.89		709.12
Riu Nestasi	330	TR 200	4.10	707.57	708.01	708.41	709.61	0.190520	5.62	0.73	1.92	2.91		709.12
Riu Nestasi	329.6	TR 5	1.50	706.51	706.70	706.97	708.19	0.440677	5.41	0.28	1.61	4.16		709.00
Riu Nestasi	329.6	TR 10	2.10	706.51	706.75	707.08	708.44	0.374425	5.75	0.37	1.64	3.89		709.00
Riu Nestasi	329.6	TR 20	2.60	706.51	706.80	707.16	708.62	0.342197	5.99	0.43	1.67	3.75		709.00
Riu Nestasi	329.6	TR 50	3.20	706.51	706.84	707.25	708.83	0.316501	6.24	0.51	1.70	3.62		709.00
Riu Nestasi	329.6	TR 100	3.70	706.51	706.88	707.32	708.98	0.301006	6.42	0.58	1.72	3.54		709.00
Riu Nestasi	329.6	TR 200	4.10	706.51	706.91	707.38	709.10	0.291103	6.55	0.63	1.74	3.48		709.00
Riu Nestasi	321.3	TR 5	1.50	705.27	705.55	705.73	706.15	0.111194	3.42	0.44	1.72	2.16		707.10
Riu Nestasi	321.3	TR 10	2.10	705.27	705.61	705.83	706.39	0.121625	3.92	0.54	1.77	2.28		707.10
Riu Nestasi	321.3	TR 20	2.60	705.27	705.65	705.91	706.58	0.128146	4.27	0.61	1.80	2.35		707.10
Riu Nestasi	321.3	TR 50	3.20	705.27	705.69	706.00	706.79	0.134182	4.63	0.69	1.84	2.41		707.10
Riu Nestasi	321.3	TR 100	3.70	705.27	705.73	706.07	706.95	0.138440	4.89	0.76	1.87	2.45		707.10
Riu Nestasi	321.3	TR 200	4.10	705.27	705.76	706.12	707.07	0.141186	5.07	0.81	1.89	2.48		707.10
Riu Nestasi	320.6	TR 5	1.50	704.16	704.35	704.62	705.76	0.397131	5.26	0.29	1.59	3.96		706.91
Riu Nestasi	320.6	TR 10	2.10	704.16	704.41	704.73	705.98	0.330512	5.55	0.38	1.62	3.67		706.91
Riu Nestasi	320.6	TR 20	2.60	704.16	704.46	704.82	706.15	0.299439	5.76	0.45	1.65	3.51		706.91
Riu Nestasi	320.6	TR 50	3.20	704.16	704.51	704.91	706.3							

HEC-RAS Plan: 01_PRJ_NESTASI River: Riu Nestasi Reach: Riu Nestasi (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	LOB Elev (m)
Riu Nestasi	296.40	TR 20	2.60	700.38	700.73	701.05	701.97	0.065855	4.94	0.53	1.50	2.66		702.49
Riu Nestasi	296.40	TR 50	3.20	700.38	700.78	701.15	702.18	0.065003	5.24	0.61	1.50	2.62		702.49
Riu Nestasi	296.40	TR 100	3.70	700.38	700.83	701.22	702.34	0.064361	5.46	0.68	1.50	2.59		702.49
Riu Nestasi	296.40	TR 200	4.10	700.38	700.86	701.28	702.46	0.063832	5.60	0.73	1.50	2.56		702.49
Riu Nestasi	292.5	TR 5	1.50	699.80	700.03	700.27	700.98	0.219393	4.30	0.35	1.54	2.89		701.33
Riu Nestasi	292.5	TR 10	2.10	699.80	700.09	700.38	701.26	0.215332	4.78	0.44	1.56	2.88		701.33
Riu Nestasi	292.5	TR 20	2.60	699.80	700.14	700.47	701.46	0.212914	5.10	0.51	1.58	2.86		701.33
Riu Nestasi	292.5	TR 50	3.20	699.80	700.19	700.56	701.68	0.210025	5.41	0.59	1.60	2.84		701.33
Riu Nestasi	292.5	TR 100	3.70	699.80	700.23	700.64	701.85	0.207603	5.63	0.66	1.61	2.82		701.33
Riu Nestasi	292.5	TR 200	4.10	699.80	700.26	700.70	701.97	0.205766	5.79	0.71	1.62	2.80		701.33
Riu Nestasi	291.7	TR 5	2.30	698.67	698.95	699.29	700.56	0.311683	5.62	0.41	1.54	3.49		701.09
Riu Nestasi	291.7	TR 10	3.10	698.67	699.02	699.42	700.81	0.274718	5.92	0.52	1.57	3.28		701.09
Riu Nestasi	291.7	TR 20	3.80	698.67	699.08	699.53	701.00	0.252626	6.12	0.62	1.59	3.13		701.09
Riu Nestasi	291.7	TR 50	4.60	698.67	699.15	699.64	701.19	0.236695	6.33	0.73	1.62	3.02		701.09
Riu Nestasi	291.7	TR 100	5.20	698.67	699.20	699.72	701.34	0.229453	6.49	0.80	1.63	2.95		701.09
Riu Nestasi	291.7	TR 200	5.80	698.67	699.25	699.79	701.45	0.219605	6.58	0.88	1.65	2.87		701.09
Riu Nestasi	284.5	TR 5	2.30	697.59	697.93	698.17	698.80	0.133089	4.15	0.55	1.83	2.41		699.12
Riu Nestasi	284.5	TR 10	3.10	697.59	697.99	698.29	699.09	0.141663	4.65	0.67	1.89	2.50		699.12
Riu Nestasi	284.5	TR 20	3.80	697.59	698.03	698.38	699.31	0.146783	5.01	0.76	1.93	2.56		699.12
Riu Nestasi	284.5	TR 50	4.60	697.59	698.09	698.48	699.55	0.150701	5.35	0.86	1.99	2.60		699.12
Riu Nestasi	284.5	TR 100	5.20	697.59	698.12	698.55	699.71	0.153034	5.58	0.93	2.02	2.62		699.12
Riu Nestasi	284.5	TR 200	5.80	697.59	698.16	698.61	699.86	0.154538	5.78	1.00	2.06	2.64		699.12
Riu Nestasi	283.6	TR 5	2.30	696.47	696.73	697.07	698.38	0.327575	5.68	0.40	1.65	3.66		698.90
Riu Nestasi	283.6	TR 10	3.10	696.47	696.80	697.20	698.63	0.288401	5.99	0.52	1.69	3.46		698.90
Riu Nestasi	283.6	TR 20	3.80	696.47	696.85	697.29	698.83	0.267568	6.23	0.61	1.73	3.34		698.90
Riu Nestasi	283.6	TR 50	4.60	696.47	696.91	697.40	699.04	0.251033	6.45	0.71	1.76	3.24		698.90
Riu Nestasi	283.6	TR 100	5.20	696.47	696.95	697.47	699.18	0.242465	6.61	0.79	1.79	3.18		698.90
Riu Nestasi	283.6	TR 200	5.80	696.47	697.00	697.54	699.31	0.234474	6.74	0.86	1.82	3.13		698.90
Riu Nestasi	276.4	TR 5	2.30	695.38	695.72	695.97	696.59	0.131370	4.13	0.56	1.83	2.39		696.91
Riu Nestasi	276.4	TR 10	3.10	695.38	695.78	696.08	696.88	0.139839	4.63	0.67	1.89	2.48		696.91
Riu Nestasi	276.4	TR 20	3.80	695.38	695.83	696.18	697.10	0.144923	4.99	0.76	1.94	2.54		696.91
Riu Nestasi	276.4	TR 50	4.60	695.38	695.88	696.27	697.33	0.149111	5.33	0.86	1.99	2.58		696.91
Riu Nestasi	276.4	TR 100	5.20	695.38	695.92	696.34	697.49	0.151583	5.56	0.94	2.02	2.61		696.91
Riu Nestasi	276.4	TR 200	5.80	695.38	695.95	696.41	697.64	0.153407	5.76	1.01	2.06	2.63		696.91
Riu Nestasi	275.7	TR 5	2.30	694.27	694.53	694.87	696.17	0.324531	5.66	0.41	1.65	3.65		696.67
Riu Nestasi	275.7	TR 10	3.10	694.27	694.60	694.99	696.42	0.286087	5.97	0.52	1.70	3.46		696.67
Riu Nestasi	275.7	TR 20	3.80	694.27	694.65	695.09	696.62	0.265353	6.20	0.61	1.74	3.34		696.67
Riu Nestasi	275.7	TR 50	4.60	694.27	694.71	695.19	696.82	0.249372	6.43	0.72	1.78	3.24		696.67
Riu Nestasi	275.7	TR 100	5.20	694.27	694.75	695.27	696.97	0.240691	6.59	0.79	1.81	3.19		696.67
Riu Nestasi	275.7	TR 200	5.80	694.27	694.79	695.34	697.10	0.233549	6.73	0.86	1.84	3.14		696.67
Riu Nestasi	270.4	TR 5	2.30	693.48	693.81	694.07	694.75	0.145158	4.28	0.54	1.81	2.51		695.02
Riu Nestasi	270.4	TR 10	3.10	693.48	693.88	694.19	695.04	0.152709	4.78	0.65	1.87	2.59		695.02
Riu Nestasi	270.4	TR 20	3.80	693.48	693.92	694.28	695.27	0.156858	5.14	0.74	1.91	2.64		695.02
Riu Nestasi	270.4	TR 50	4.60	693.48	693.98	694.38	695.50	0.159970	5.48	0.84	1.97	2.67		695.02
Riu Nestasi	270.4	TR 100	5.20	693.48	694.01	694.45	695.67	0.161676	5.70	0.91	2.00	2.69		695.02
Riu Nestasi	270.4	TR 200	5.80	693.48	694.05	694.51	695.82	0.163025	5.90	0.98	2.04	2.71		695.02
Riu Nestasi	269.7	TR 5	2.30	692.38	692.64	692.98	694.32	0.340026	5.74	0.40	1.66	3.73		694.78
Riu Nestasi	269.7	TR 10	3.10	692.38	692.70	693.10	694.58	0.299487	6.06	0.51	1.70	3.53		694.78
Riu Nestasi	269.7	TR 20	3.80	692.38										

HEC-RAS Plan: 01_PRJ_NESTASI River: Riu Nestasi Reach: Riu Nestasi (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	LOB Elev (m)
Riu Nestasi	251.7	TR 200	5.80	686.66	687.19	687.74	689.57	0.242753	6.83	0.85	1.78	3.16		689.12
Riu Nestasi	245.4	TR 5	2.30	685.56	685.91	686.21	687.07	0.136055	4.76	0.48	1.46	2.64		687.57
Riu Nestasi	245.4	TR 10	3.10	685.56	685.98	686.35	687.39	0.139482	5.26	0.59	1.47	2.65		687.57
Riu Nestasi	245.4	TR 20	3.80	685.56	686.04	686.46	687.64	0.141176	5.60	0.68	1.49	2.65		687.57
Riu Nestasi	245.4	TR 50	4.60	685.56	686.11	686.58	687.89	0.141552	5.91	0.78	1.50	2.62		687.57
Riu Nestasi	245.4	TR 100	5.20	685.56	686.16	686.66	688.06	0.141609	6.11	0.85	1.51	2.60		687.57
Riu Nestasi	245.4	TR 200	5.80	685.56	686.20	686.74	688.22	0.141530	6.29	0.92	1.52	2.58		687.57
Riu Nestasi	244.8	TR 5	2.30	682.66	682.85	683.29	686.29	0.766596	8.22	0.28	1.50	6.08		684.66
Riu Nestasi	244.8	TR 10	3.10	682.66	682.91	683.43	686.59	0.621926	8.49	0.36	1.50	5.50		684.66
Riu Nestasi	244.8	TR 20	3.80	682.66	682.96	683.54	686.81	0.545671	8.70	0.44	1.50	5.14		684.66
Riu Nestasi	244.8	TR 50	4.60	682.66	683.01	683.65	687.04	0.486737	8.89	0.52	1.50	4.83		684.66
Riu Nestasi	244.8	TR 100	5.20	682.66	683.05	683.74	687.19	0.454557	9.02	0.58	1.50	4.64		684.66
Riu Nestasi	244.8	TR 200	5.80	682.66	683.09	683.82	687.34	0.428277	9.13	0.64	1.50	4.48		684.66
Riu Nestasi	237.4	TR 5	2.30	682.20	682.56	682.83	683.53	0.114014	4.35	0.53	1.50	2.34		684.22
Riu Nestasi	237.4	TR 10	3.10	682.20	682.64	682.97	683.83	0.119875	4.84	0.64	1.50	2.37		684.22
Riu Nestasi	237.4	TR 20	3.80	682.20	682.70	683.08	684.07	0.123090	5.19	0.73	1.50	2.37		684.22
Riu Nestasi	237.4	TR 50	4.60	682.20	682.77	683.20	684.32	0.125445	5.52	0.83	1.50	2.36		684.22
Riu Nestasi	237.4	TR 100	5.20	682.20	682.82	683.28	684.49	0.126655	5.72	0.91	1.50	2.35		684.22
Riu Nestasi	237.4	TR 200	5.80	682.20	682.87	683.37	684.64	0.127377	5.90	0.98	1.50	2.33		684.22
Riu Nestasi	236.8	TR 5	2.80	681.38	681.73	682.10	683.24	0.081272	5.44	0.52	1.50	2.96		683.38
Riu Nestasi	236.8	TR 10	3.70	681.38	681.81	682.24	683.52	0.076008	5.78	0.64	1.50	2.83		683.38
Riu Nestasi	236.8	TR 20	4.50	681.38	681.88	682.36	683.74	0.072790	6.03	0.75	1.50	2.73		683.38
Riu Nestasi	236.8	TR 50	5.30	681.38	681.95	682.47	683.96	0.071864	6.29	0.84	1.50	2.68		683.38
Riu Nestasi	236.8	TR 100	6.00	681.38	682.01	682.57	684.12	0.069788	6.43	0.93	1.50	2.61		683.38
Riu Nestasi	236.8	TR 200	6.70	681.38	682.07	682.65	684.26	0.068039	6.56	1.02	1.50	2.54		683.38
Riu Nestasi	229.5	TR 5	2.80	680.95	681.36	681.66	682.42	0.048817	4.56	0.61	1.50	2.27		682.95
Riu Nestasi	229.5	TR 10	3.70	680.95	681.45	681.81	682.68	0.048158	4.92	0.75	1.50	2.22		682.95
Riu Nestasi	229.5	TR 20	4.50	680.95	681.53	681.92	682.89	0.047525	5.17	0.87	1.50	2.17		682.95
Riu Nestasi	229.5	TR 50	5.30	680.95	681.60	682.04	683.09	0.047501	5.40	0.98	1.50	2.13		682.95
Riu Nestasi	229.5	TR 100	6.00	680.95	681.67	682.13	683.24	0.046824	5.55	1.08	1.50	2.09		682.95
Riu Nestasi	229.5	TR 200	6.70	680.95	681.74	682.22	683.38	0.046187	5.68	1.18	1.50	2.04		682.95
Riu Nestasi	228.2	TR 5	2.80	680.06	680.39	680.77	682.09	0.097182	5.78	0.48	1.50	3.25		682.07
Riu Nestasi	228.2	TR 10	3.70	680.06	680.47	680.92	682.34	0.086181	6.04	0.61	1.50	3.02		682.07
Riu Nestasi	228.2	TR 20	4.50	680.06	680.55	681.04	682.53	0.079832	6.23	0.72	1.50	2.87		682.07
Riu Nestasi	228.2	TR 50	5.30	680.06	680.62	681.16	682.71	0.075710	6.41	0.83	1.50	2.76		682.07
Riu Nestasi	228.2	TR 100	6.00	680.06	680.68	681.25	682.85	0.072622	6.53	0.92	1.50	2.66		682.07
Riu Nestasi	228.2	TR 200	6.70	680.06	680.74	681.33	682.98	0.069852	6.63	1.01	1.50	2.58		682.07
Riu Nestasi	217.5	TR 5	2.80	679.42	679.83	680.13	680.93	0.051435	4.64	0.60	1.50	2.34		681.43
Riu Nestasi	217.5	TR 10	3.70	679.42	679.92	680.28	681.20	0.050640	5.01	0.74	1.50	2.28		681.43
Riu Nestasi	217.5	TR 20	4.50	679.42	680.00	680.40	681.41	0.049743	5.26	0.86	1.50	2.22		681.43
Riu Nestasi	217.5	TR 50	5.30	679.42	680.07	680.51	681.59	0.048957	5.47	0.97	1.50	2.17		681.43
Riu Nestasi	217.5	TR 100	6.00	679.42	680.14	680.61	681.74	0.048192	5.61	1.07	1.50	2.12		681.43
Riu Nestasi	217.5	TR 200	6.70	679.42	680.20	680.70	681.88	0.047386	5.73	1.17	1.50	2.07		681.43
Riu Nestasi	216.2	TR 5	2.80	678.55	678.87	679.25	680.60	0.099396	5.82	0.48	1.50	3.28		680.55
Riu Nestasi	216.2	TR 10	3.70	678.55	678.95	679.40	680.85	0.088261	6.10	0.61	1.50	3.06		680.55
Riu Nestasi	216.2	TR 20	4.50	678.55	679.02	679.52	681.04	0.081654	6.28	0.72	1.50	2.90		680.55
Riu Nestasi	216.2	TR 50	5.30	678.55	679.09	679.64	681.21	0.076908	6.44	0.82	1.50	2.78		680.55
Riu Nestasi	216.2	TR 100	6.00	678.55	679.16	679.73	681.35	0.073622	6.56	0.91	1.50	2.68		680.55
Riu Nestasi	216.2	TR 200	6.70	678.55	67									

HEC-RAS Plan: 01_PRJ_NESTASI River: Riu Nestasi Reach: Riu Nestasi (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	LOB Elev (m)
Riu Nestasi	171.4	TR 10	3.70	672.85	673.28	673.71	674.99	0.076159	5.79	0.64	1.50	2.83		674.86
Riu Nestasi	171.4	TR 20	4.50	672.85	673.36	673.83	675.17	0.070288	5.96	0.76	1.50	2.68		674.86
Riu Nestasi	171.4	TR 50	5.30	672.85	673.44	673.94	675.33	0.065879	6.09	0.87	1.50	2.55		674.86
Riu Nestasi	171.4	TR 100	6.00	672.85	673.50	674.04	675.45	0.062665	6.18	0.97	1.50	2.46		674.86
Riu Nestasi	171.4	TR 200	6.70	672.85	673.57	674.13	675.57	0.059993	6.26	1.07	1.50	2.37		674.86
Riu Nestasi	170.2	TR 5	2.80	671.69	671.97	672.40	674.23	0.147147	6.65	0.42	1.50	4.01		673.69
Riu Nestasi	170.2	TR 10	3.70	671.69	672.05	672.55	674.44	0.123123	6.84	0.54	1.50	3.64		673.69
Riu Nestasi	170.2	TR 20	4.50	671.69	672.12	672.66	674.60	0.109572	6.97	0.65	1.50	3.39		673.69
Riu Nestasi	170.2	TR 50	5.30	671.69	672.19	672.78	674.75	0.100003	7.08	0.75	1.50	3.20		673.69
Riu Nestasi	170.2	TR 100	6.00	671.69	672.25	672.87	674.86	0.093392	7.15	0.84	1.50	3.05		673.69
Riu Nestasi	170.2	TR 200	6.70	671.69	672.31	672.96	674.97	0.088139	7.22	0.93	1.50	2.93		673.69
Riu Nestasi	155.5	TR 5	2.80	670.88	671.28	671.59	672.38	0.051558	4.64	0.60	1.50	2.34		672.88
Riu Nestasi	155.5	TR 10	3.70	670.88	671.37	671.74	672.67	0.051719	5.05	0.73	1.50	2.31		672.88
Riu Nestasi	155.5	TR 20	4.50	670.88	671.44	671.85	672.89	0.051307	5.32	0.85	1.50	2.26		672.88
Riu Nestasi	155.5	TR 50	5.30	670.88	671.52	671.97	673.08	0.050642	5.53	0.96	1.50	2.21		672.88
Riu Nestasi	155.5	TR 100	6.00	670.88	671.58	672.06	673.23	0.049915	5.68	1.06	1.50	2.16		672.88
Riu Nestasi	155.5	TR 200	6.70	670.88	671.65	672.15	673.37	0.049268	5.82	1.15	1.50	2.12		672.88
Riu Nestasi	153.8	TR 5	3.30	670.05	670.32	670.67	671.99	0.094881	5.71	0.58	2.24	3.59		672.32
Riu Nestasi	153.8	TR 10	4.30	670.05	670.38	670.78	672.24	0.085474	6.03	0.71	2.29	3.45		672.32
Riu Nestasi	153.8	TR 20	5.20	670.05	670.44	670.88	672.43	0.078982	6.25	0.83	2.34	3.34		672.32
Riu Nestasi	153.8	TR 50	6.10	670.05	670.49	670.96	672.60	0.073958	6.43	0.95	2.38	3.26		672.32
Riu Nestasi	153.8	TR 100	6.80	670.05	670.52	671.03	672.73	0.071439	6.58	1.03	2.41	3.21		672.32
Riu Nestasi	153.8	TR 200	7.60	670.05	670.56	671.10	672.85	0.068156	6.70	1.13	2.45	3.15		672.32
Riu Nestasi	149.2	TR 5	3.30	669.21	669.52	669.83	670.79	0.196788	4.98	0.66	2.40	3.03		670.71
Riu Nestasi	149.2	TR 10	4.30	669.21	669.58	669.94	671.04	0.187218	5.35	0.80	2.47	3.00		670.71
Riu Nestasi	149.2	TR 20	5.20	669.21	669.63	670.02	671.23	0.178576	5.60	0.93	2.54	2.95		670.71
Riu Nestasi	149.2	TR 50	6.10	669.21	669.68	670.10	671.39	0.170965	5.80	1.05	2.60	2.91		670.71
Riu Nestasi	149.2	TR 100	6.80	669.21	669.71	670.16	671.51	0.166400	5.94	1.14	2.65	2.89		670.71
Riu Nestasi	149.2	TR 200	7.60	669.21	669.75	670.23	671.63	0.160725	6.07	1.25	2.70	2.85		670.71
Riu Nestasi	148.4	TR 5	3.30	668.07	668.33	668.70	670.30	0.372133	6.21	0.53	2.21	4.04		670.45
Riu Nestasi	148.4	TR 10	4.30	668.07	668.39	668.82	670.52	0.320040	6.46	0.67	2.26	3.80		670.45
Riu Nestasi	148.4	TR 20	5.20	668.07	668.44	668.91	670.69	0.287157	6.64	0.78	2.31	3.64		670.45
Riu Nestasi	148.4	TR 50	6.10	668.07	668.49	668.99	670.84	0.262698	6.78	0.90	2.35	3.50		670.45
Riu Nestasi	148.4	TR 100	6.80	668.07	668.53	669.06	670.95	0.247989	6.88	0.99	2.38	3.41		670.45
Riu Nestasi	148.4	TR 200	7.60	668.07	668.57	669.13	671.06	0.233166	6.98	1.09	2.42	3.32		670.45
Riu Nestasi	143.2	TR 5	3.30	667.13	667.47	667.75	668.47	0.137238	4.41	0.75	2.45	2.55		668.63
Riu Nestasi	143.2	TR 10	4.30	667.13	667.53	667.85	668.73	0.139925	4.84	0.89	2.52	2.61		668.63
Riu Nestasi	143.2	TR 20	5.20	667.13	667.58	667.94	668.93	0.140088	5.15	1.01	2.59	2.63		668.63
Riu Nestasi	143.2	TR 50	6.10	667.13	667.62	668.02	669.11	0.139227	5.40	1.13	2.65	2.64		668.63
Riu Nestasi	143.2	TR 100	6.80	667.13	667.66	668.08	669.24	0.138306	5.57	1.22	2.69	2.64		668.63
Riu Nestasi	143.2	TR 200	7.60	667.13	667.70	668.14	669.37	0.136767	5.74	1.32	2.75	2.64		668.63
Riu Nestasi	142.1	TR 5	3.30	665.93	666.19	666.55	668.00	0.329189	5.96	0.55	2.24	3.82		668.24
Riu Nestasi	142.1	TR 10	4.30	665.93	666.25	666.66	668.23	0.287200	6.23	0.69	2.29	3.62		668.24
Riu Nestasi	142.1	TR 20	5.20	665.93	666.30	666.76	668.41	0.261754	6.43	0.81	2.33	3.49		668.24
Riu Nestasi	142.1	TR 50	6.10	665.93	666.35	666.84	668.57	0.242478	6.60	0.92	2.37	3.38		668.24
Riu Nestasi	142.1	TR 100	6.80	665.93	666.39	666.91	668.69	0.230604	6.71	1.01	2.40	3.30		668.24
Riu Nestasi	142.1	TR 200	7.60	665.93	666.43	666.98	668.81	0.218893	6.83	1.11	2.44	3.23		668.24
Riu Nestasi	137.2	TR 5	3.30	665.05	665.39	665.67	666.42	0.143382	4.49	0.74	2.43	2.60		666.56
Riu Nestasi	137.2	TR 10	4.30	665.05	665									

HEC-RAS Plan: 01_PRJ_NESTASI River: Riu Nestasi Reach: Riu Nestasi (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	LOB Elev (m)
Riu Nestasi	123.2	TR 100	6.80	658.54	659.04	659.49	660.79	0.159835	5.86	1.16	2.65	2.82		660.06
Riu Nestasi	123.2	TR 200	7.60	658.54	659.08	659.55	660.94	0.158450	6.04	1.26	2.70	2.82		660.06
Riu Nestasi	122.5	TR 5	3.30	657.91	658.20	658.53	659.62	0.229480	5.27	0.63	2.30	3.23		659.85
Riu Nestasi	122.5	TR 10	4.30	657.91	658.27	658.64	659.87	0.211760	5.61	0.77	2.36	3.14		659.85
Riu Nestasi	122.5	TR 20	5.20	657.91	658.32	658.73	660.06	0.200127	5.85	0.89	2.42	3.08		659.85
Riu Nestasi	122.5	TR 50	6.10	657.91	658.36	658.82	660.24	0.190827	6.06	1.01	2.47	3.03		659.85
Riu Nestasi	122.5	TR 100	6.80	657.91	658.40	658.88	660.36	0.184949	6.20	1.10	2.50	2.99		659.85
Riu Nestasi	122.5	TR 200	7.60	657.91	658.44	658.94	660.49	0.178919	6.35	1.20	2.54	2.95		659.85
Riu Nestasi	117.2	TR 5	3.30	656.95	657.29	657.56	658.28	0.136088	4.40	0.75	2.44	2.54		658.44
Riu Nestasi	117.2	TR 10	4.30	656.95	657.35	657.67	658.54	0.138692	4.83	0.89	2.52	2.59		658.44
Riu Nestasi	117.2	TR 20	5.20	656.95	657.40	657.76	658.75	0.139692	5.14	1.01	2.58	2.62		658.44
Riu Nestasi	117.2	TR 50	6.10	656.95	657.44	657.84	658.93	0.139860	5.41	1.13	2.64	2.64		658.44
Riu Nestasi	117.2	TR 100	6.80	656.95	657.48	657.90	659.07	0.139673	5.59	1.22	2.69	2.65		658.44
Riu Nestasi	117.2	TR 200	7.60	656.95	657.51	657.97	659.21	0.139190	5.77	1.32	2.74	2.66		658.44
Riu Nestasi	116	TR 5	3.30	655.74	656.01	656.37	657.82	0.328490	5.96	0.55	2.22	3.81		658.05
Riu Nestasi	116	TR 10	4.30	655.74	656.07	656.48	658.05	0.286550	6.23	0.69	2.28	3.61		658.05
Riu Nestasi	116	TR 20	5.20	655.74	656.12	656.57	658.23	0.261999	6.43	0.81	2.32	3.48		658.05
Riu Nestasi	116	TR 50	6.10	655.74	656.17	656.66	658.40	0.243717	6.61	0.92	2.37	3.38		658.05
Riu Nestasi	116	TR 100	6.80	655.74	656.21	656.72	658.52	0.232581	6.73	1.01	2.40	3.31		658.05
Riu Nestasi	116	TR 200	7.60	655.74	656.25	656.79	658.65	0.221831	6.86	1.11	2.44	3.25		658.05
Riu Nestasi	111.2	TR 5	3.30	654.88	655.21	655.49	656.25	0.145708	4.51	0.73	2.43	2.62		656.40
Riu Nestasi	111.2	TR 10	4.30	654.88	655.27	655.60	656.52	0.149237	4.95	0.87	2.51	2.69		656.40
Riu Nestasi	111.2	TR 20	5.20	654.88	655.31	655.68	656.73	0.150710	5.28	0.98	2.57	2.72		656.40
Riu Nestasi	111.2	TR 50	6.10	654.88	655.36	655.77	656.93	0.150978	5.55	1.10	2.63	2.74		656.40
Riu Nestasi	111.2	TR 100	6.80	654.88	655.39	655.83	657.07	0.150736	5.74	1.18	2.67	2.75		656.40
Riu Nestasi	111.2	TR 200	7.60	654.88	655.42	655.89	657.22	0.150188	5.93	1.28	2.72	2.76		656.40
Riu Nestasi	110	TR 5	3.30	653.67	653.93	654.29	655.78	0.337018	6.01	0.55	2.21	3.85		656.12
Riu Nestasi	110	TR 10	4.30	653.67	653.99	654.41	656.02	0.295715	6.30	0.68	2.26	3.66		656.12
Riu Nestasi	110	TR 20	5.20	653.67	654.04	654.50	656.21	0.271360	6.52	0.80	2.30	3.53		656.12
Riu Nestasi	110	TR 50	6.10	653.67	654.09	654.59	656.38	0.253176	6.70	0.91	2.34	3.43		656.12
Riu Nestasi	110	TR 100	6.80	653.67	654.13	654.65	656.51	0.241640	6.83	1.00	2.37	3.36		656.12
Riu Nestasi	110	TR 200	7.60	653.67	654.17	654.72	656.64	0.230834	6.96	1.09	2.40	3.30		656.12
Riu Nestasi	87.3	TR 5	3.30	649.57	649.92	650.18	650.84	0.122898	4.26	0.78	2.46	2.42		651.08
Riu Nestasi	87.3	TR 10	4.30	649.57	649.97	650.28	651.12	0.131358	4.74	0.91	2.53	2.53		651.08
Riu Nestasi	87.3	TR 20	5.20	649.57	650.01	650.37	651.35	0.137210	5.11	1.02	2.59	2.60		651.08
Riu Nestasi	87.3	TR 50	6.10	649.57	650.05	650.45	651.56	0.141898	5.44	1.12	2.64	2.66		651.08
Riu Nestasi	87.3	TR 100	6.80	649.57	650.08	650.51	651.72	0.144999	5.66	1.20	2.68	2.70		651.08
Riu Nestasi	87.3	TR 200	7.60	649.57	650.12	650.58	651.89	0.147894	5.90	1.29	2.72	2.74		651.08
Riu Nestasi	86	TR 5	3.30	647.84	648.09	648.47	650.26	0.433124	6.53	0.51	2.18	4.34		650.53
Riu Nestasi	86	TR 10	4.30	647.84	648.14	648.58	650.50	0.372110	6.80	0.63	2.23	4.08		650.53
Riu Nestasi	86	TR 20	5.20	647.84	648.19	648.68	650.70	0.337890	7.02	0.74	2.27	3.92		650.53
Riu Nestasi	86	TR 50	6.10	647.84	648.24	648.76	650.89	0.314270	7.22	0.85	2.30	3.80		650.53
Riu Nestasi	86	TR 100	6.80	647.84	648.27	648.83	651.03	0.300270	7.36	0.92	2.33	3.73		650.53
Riu Nestasi	86	TR 200	7.60	647.84	648.31	648.90	651.18	0.287289	7.51	1.01	2.36	3.66		650.53
Riu Nestasi	83.3	TR 5	3.30	647.34	647.65	647.96	648.92	0.193696	4.98	0.66	2.34	2.98		649.17
Riu Nestasi	83.3	TR 10	4.30	647.34	647.71	648.07	649.21	0.192866	5.43	0.79	2.40	3.01		649.17
Riu Nestasi	83.3	TR 20	5.20	647.34	647.76	648.16	649.44	0.191075	5.75	0.90	2.45	3.02		649.17
Riu Nestasi	83.3	TR 50	6.10	647.34	647.80	648.25	649.65	0.189104	6.03	1.01	2.50	3.03		649.17
Riu Nestasi	83.3	TR 100	6.80	647.34	647.83	648.31	649.80	0.187621	6.22					

HEC-RAS Plan: 01_PRJ_NESTASI River: Riu Nestasi Reach: Riu Nestasi (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	LOB Elev (m)
Riu Nestasi	40	TR 5	3.30	635.56	635.83	636.19	637.60	0.314141	5.88	0.56	2.21	3.72		638.02
Riu Nestasi	40	TR 10	4.30	635.56	635.89	636.30	637.84	0.278769	6.18	0.70	2.26	3.55		638.02
Riu Nestasi	40	TR 20	5.20	635.56	635.94	636.40	638.04	0.258647	6.42	0.81	2.30	3.45		638.02
Riu Nestasi	40	TR 50	6.10	635.56	635.99	636.49	638.23	0.244208	6.62	0.92	2.34	3.37		638.02
Riu Nestasi	40	TR 100	6.80	635.56	636.03	636.55	638.37	0.235771	6.77	1.00	2.37	3.32		638.02
Riu Nestasi	40	TR 200	7.60	635.56	636.07	636.62	638.52	0.227913	6.93	1.10	2.40	3.27		638.02
Riu Nestasi	17.3	TR 5	3.30	631.47	631.82	632.08	632.76	0.125265	4.28	0.77	2.45	2.44		632.99
Riu Nestasi	17.3	TR 10	4.30	631.47	631.87	632.19	633.03	0.133463	4.77	0.90	2.52	2.54		632.99
Riu Nestasi	17.3	TR 20	5.20	631.47	631.92	632.28	633.26	0.138831	5.13	1.01	2.58	2.61		632.99
Riu Nestasi	17.3	TR 50	6.10	631.47	631.96	632.36	633.47	0.143072	5.45	1.12	2.63	2.67		632.99
Riu Nestasi	17.3	TR 100	6.80	631.47	631.99	632.42	633.63	0.145669	5.67	1.20	2.67	2.70		632.99
Riu Nestasi	17.3	TR 200	7.60	631.47	632.02	632.48	633.80	0.148102	5.90	1.29	2.72	2.74		632.99
Riu Nestasi	16	TR 5	3.30	629.78	630.02	630.41	632.18	0.426270	6.51	0.51	2.17	4.29		632.72
Riu Nestasi	16	TR 10	4.30	629.78	630.08	630.52	632.43	0.366670	6.78	0.63	2.21	4.04		632.72
Riu Nestasi	16	TR 20	5.20	629.78	630.13	630.62	632.63	0.332803	6.99	0.74	2.24	3.88		632.72
Riu Nestasi	16	TR 50	6.10	629.78	630.18	630.71	632.81	0.309215	7.19	0.85	2.28	3.76		632.72
Riu Nestasi	16	TR 100	6.80	629.78	630.21	630.78	632.95	0.295323	7.33	0.93	2.30	3.68		632.72
Riu Nestasi	16	TR 200	7.60	629.78	630.25	630.84	633.10	0.282229	7.47	1.02	2.33	3.61		632.72
Riu Nestasi	13.3	TR 5	3.30	629.26	629.53	629.83	630.83	0.233320	5.06	0.65	2.42	3.11		631.86
Riu Nestasi	13.3	TR 10	4.30	629.26	629.59	629.94	631.11	0.224419	5.48	0.79	2.43	3.07		631.86
Riu Nestasi	13.3	TR 20	5.20	629.26	629.63	630.04	631.33	0.216481	5.77	0.90	2.43	3.03		631.86
Riu Nestasi	13.3	TR 50	6.10	629.26	629.68	630.12	631.53	0.209387	6.02	1.01	2.43	2.98		631.86
Riu Nestasi	13.3	TR 100	6.80	629.26	629.71	630.19	631.67	0.204382	6.19	1.10	2.43	2.94		631.86
Riu Nestasi	13.3	TR 200	7.60	629.26	629.75	630.26	631.82	0.199194	6.36	1.19	2.44	2.90		631.86
Riu Nestasi	10	Bridge												
Riu Nestasi	8.300	TR 5	3.30	628.30	628.58	628.86	629.72	0.196163	4.73	0.70	2.50	2.86		632.14
Riu Nestasi	8.300	TR 10	4.30	628.30	628.63	628.97	630.00	0.195733	5.18	0.83	2.50	2.87		632.14
Riu Nestasi	8.300	TR 20	5.20	628.30	628.68	629.06	630.24	0.197903	5.55	0.94	2.50	2.89		632.14
Riu Nestasi	8.300	TR 50	6.10	628.30	628.72	629.14	630.46	0.197707	5.85	1.04	2.50	2.89		632.14
Riu Nestasi	8.300	TR 100	6.80	628.30	628.75	629.21	630.62	0.196849	6.06	1.12	2.50	2.89		632.14
Riu Nestasi	8.300	TR 200	7.60	628.30	628.79	629.28	630.78	0.194989	6.26	1.21	2.50	2.87		632.14
Riu Nestasi	4.4	TR 5	3.30	627.53	627.86	628.16	629.00	0.171697	4.73	0.70	2.23	2.70	629.36	629.35
Riu Nestasi	4.4	TR 10	4.30	627.53	627.92	628.27	629.29	0.171945	5.17	0.83	2.24	2.71	629.36	629.35
Riu Nestasi	4.4	TR 20	5.20	627.53	627.97	628.38	629.52	0.172240	5.51	0.94	2.26	2.72	629.36	629.35
Riu Nestasi	4.4	TR 50	6.10	627.53	628.02	628.46	629.73	0.172536	5.80	1.05	2.27	2.72	629.36	629.35
Riu Nestasi	4.4	TR 100	6.80	627.53	628.06	628.53	629.89	0.172573	6.00	1.13	2.28	2.72	629.36	629.35
Riu Nestasi	4.4	TR 200	7.60	627.53	628.10	628.61	630.06	0.172295	6.21	1.22	2.29	2.71	629.36	629.35