

COMUNE DI BRESCIA - *Assessorato all'Urbanistica e Pianificazione per lo sviluppo sostenibile - Area Pianificazione urbana e Mobilità - Settore Urbanistica*

SINDACO

Dott. Emilio Del Bono

ASSESSORE

Prof. Ing. Michela Tiboni

DIRIGENTE

Arch. Gianpiero Ribolla

UFFICIO DI PIANO

Arch. Fabio Gavazzi

Arch. Laura Treccani

CONSULENTI

Dott. Geol. Davide Gasparetti

Dott. Geol. Gianantonio Quassoli

Ing. Giuseppe Rossi

ADEGUAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT AL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (P.G.R.A.) (D.G.R. 19 GIUGNO 2017 N. 9/6738)



**V.I.-ALALL
04L-01B**

**RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA
(GARZA SUD)**

Scala

Data

GENNAIO 2018

Elaborazioni eseguite mediante l'uso di dati geografici ottenuti tramite rilievo LIDAR di proprietà del MATTM

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	3
2	AMBITO TERRITORIALE	3
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E IDROGRAFICO.....	3
2.2	CARATTERISTICHE DELLA RETE IDROGRAFICA E DEL BACINO	6
2.2.1.	Origini, percorso e caratteristiche del torrente Garza	6
2.2.2.	Bacino idrografico	7
2.2.3.	Assetto idraulico attuale del t. Garza	9
2.3	INDIVIDUAZIONE E CARATTERISTICHE DEL TRONCO FLUVIALE OGGETTO DELLO STUDIO IDRAULICO	11
2.4	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE ALLAGABILI OGGETTO DELLO STUDIO IDRAULICO.....	13
3	ANALISI IDROLOGICA	16
3.1	PROCEDIMENTO.....	16
3.2	TEMPO DI RITORNO.....	16
3.3	DATI IDROLOGICI.....	16
4	STUDIO IDRAULICO	25
4.1	PREMESSA	25
4.2	MODELLO DI CALCOLO.....	25
4.3	SCABREZZE E COEFFICIENTI DI EFFLUSSO	32
4.4	CONDIZIONI AL CONTORNO. FLUSSI IN INGRESSO	32
4.5	MODELLAZIONE IDRAULICA	35
4.6	RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI.....	46
5	ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ	47
6	ZONAZIONE DEL RISCHIO	49
7	SCHEMI GRAFICI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA - T. GARZA	50

1 INTRODUZIONE

La presente relazione illustra l'analisi idrologica e lo studio idraulico compiuti nell'ambito territoriale del Comune di Brescia – Zona Est, Quartieri S. Polo Case e S. Polo Parco, interessato dalle possibili esondazione delle piene del torrente Garza, lungo il tronco compreso fra via S. Polo e via Casotti, al fine di accertare il livello di pericolosità idraulica esistente nelle aree esondabili ed il rischio idraulico cui sono soggette le zone edificate.

L'analisi idrologica e lo studio idraulico sono svolti secondo il procedimento illustrato nella relazione di inquadramento metodologico (all. V.I.-Alall041-00). Nel seguito di questa relazione, si riportano gli sviluppi delle varie fasi degli studi, in forma sintetica e schematica, riassuntiva delle numerose e complesse elaborazioni eseguite.

2 AMBITO TERRITORIALE

2.1 Inquadramento territoriale e idrografico

Il presente studio riguarda la parte del territorio comunale di Brescia, Zona Est – Quartieri San Polo Case e San Polo Parco (Rif. Fig. 2.1.1 – Planimetria d'inquadramento).

Il tronco del torrente Garza interessato è quello immediatamente seguente il percorso del canale artificiale nel centro cittadino, scavato anticamente per allontanare le piene provenienti dal proprio bacino montano, unitamente a quelle del Naviglio Grande Bresciano, verso la brughiera della pianura orientale bresciana (Rif. Carta della rete idrografica e dei bacini - allegato V.I.-ALall041-02b).

Nella pianificazione di bacino vigente, il t. Garza appartiene al Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP), non interessato dalla delimitazione delle fasce fluviali.

Il tempo di ritorno della piena di riferimento è quello corrispondente allo scenario di pericolosità poco frequente (P2), come definito nel PGRA.

Per il torrente Garza, il tempo di ritorno è pari a 100 anni, come chiarito dalla Regione Lombardia - U.O. Difesa del suolo - Struttura pianificazione dell'assetto idrogeologico, e la perimetrazione delle aree allagabili per l'evento poco frequente (P2/M) è quella fornita dalla predetta U.O. regionale, e non quella attualmente contenuta nella cartografia del PGRA pubblicata.

Figura n° 2.1.1 - Planimetria d'inquadramento

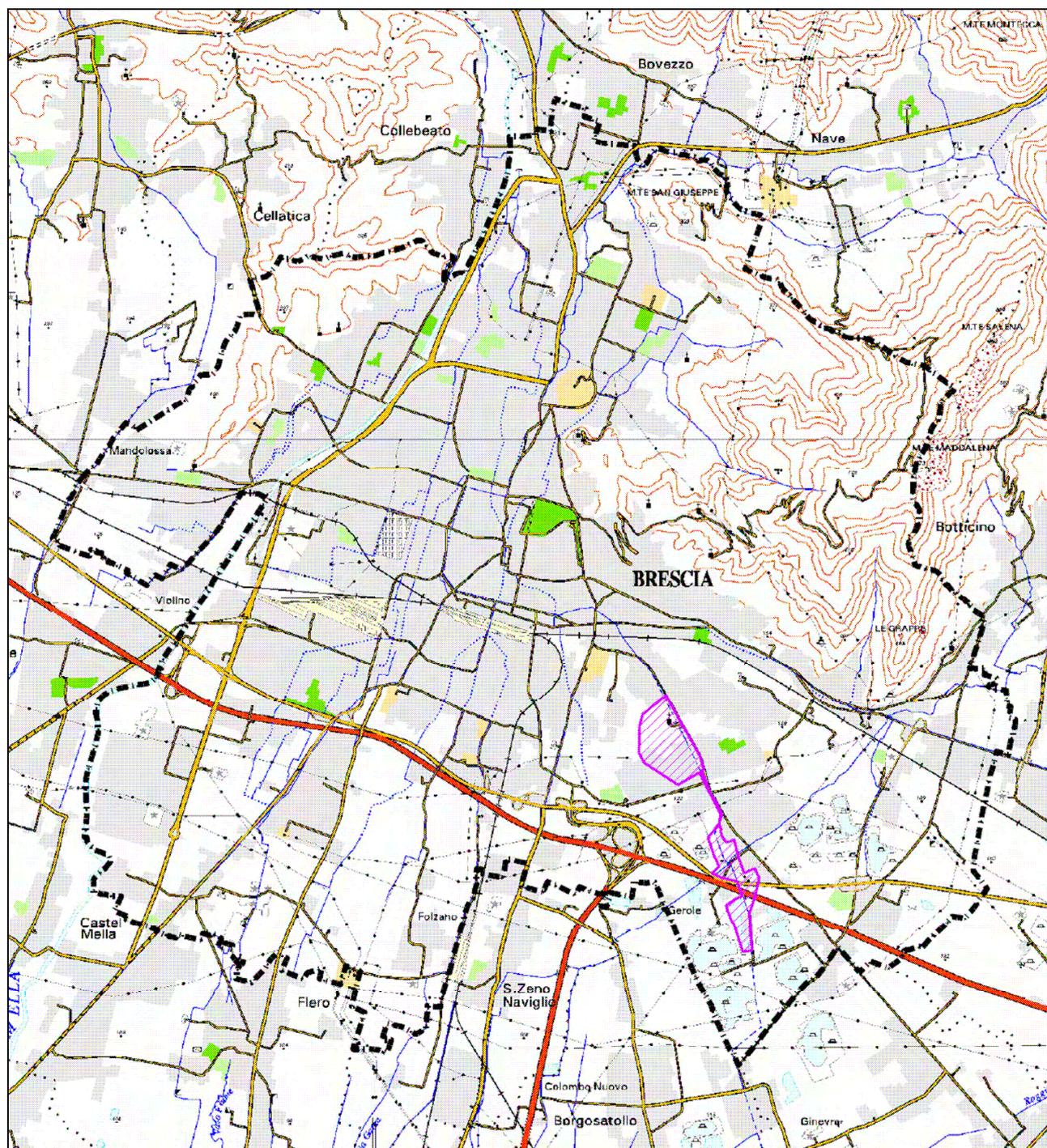


Figura n° 2.1.2 – Stralcio carta rete idrografica locale



2.2 Caratteristiche della rete idrografica e del bacino

2.2.1. Origini, percorso e caratteristiche del torrente Garza

Il Torrente Garza nasce in comune di Lumezzane, dal versante sud del monte Prealpa, alla quota massima di 1270 msm.

Percorre la Valle Bertone fino a Caino e, successivamente, solca l'omonima valle, attraversando i territori e gli abitati di Nave, Caino e Bovezzo, fino alla località Crocevia Nave del Comune di Brescia, ove sbocca in pianura, contestualmente alla valle del Mella.

Dalle origini fino alla piana di Nave, il torrente presenta le caratteristiche tipiche di un corso d'acqua montano naturale, localmente provvisto di difese longitudinali e trasversali, e di opere per lo sfruttamento della forza motrice dell'acqua, in parte di antica costruzione ed ora dismesse, di importanza crescente lungo il percorso, specialmente in corrispondenza degli abitati.

Da Nave a Crocevia, il corso d'acqua ha conservato solo parzialmente l'aspetto naturale, a causa delle numerose opere di canalizzazione e diversione del tracciato originale.

In località Prada del Comune di Nave, sono in corso di completamento i lavori di costruzione e le operazioni di collaudo idraulico di una vasca di laminazione delle piene del Garza, della capacità massima di 144'000 m³.

A Crocevia Nave, un'importante opera idraulica, completata nel 1963, consente lo scarico delle piene del Garza nel F. Mella, per mezzo di un ampio canale sotterraneo.

Da Crocevia Nave in poi, il Garza scorre entro un canale artificiale. Dapprima attraversa il territorio urbano di Brescia, circondando il Centro Storico, per dirigersi verso il quartiere San Polo alla periferia sud-est del Capoluogo, a seguito dell'antica deviazione dal suo naturale percorso, originariamente diretto verso Bagnolo Mella e Manerbio, fino al Mella.

Da San Polo procede in aperta campagna, nei territori dei comuni di Borgosatollo, Montirone e Ghedi, ove attualmente termina in località Belvedere, all'interno di una zona urbanizzata, in prevalenza a destinazione produttiva, al limite di una vasta cava d'inerti.

In questo luogo, fino ad una quindicina di anni fa, il Garza sfociava in un'area di "spaglio", a ridosso della zona urbanizzata, dell'estensione di oltre 5 ettari, con scarico dell'emissario, dopo la laminazione e la deposizione delle torbide e del materiale solido trasportato dalla corrente, nel seguente cavo capofonte del fontanile del Vaso Campagna.

Detta area di "spaglio" è stata sostituita da una vasca di laminazione, realizzata in località Motta, circa 900 m a monte, al confine fra i territori comunali di Ghedi e di Montichiari, dell'estensione di circa 43'000 m², e capienza massima di 180'000 m³, ad efflusso regolato mediante una paratoia.

Il Vaso Campagna funge tuttora da ricettore e scaricatore delle acque del Garza, inizialmente con percorso coincidente con i limiti nord ed est del villaggio Belvedere, e seguente sottopasso della S.P. n° 668

2.2.2. Bacino idrografico

La determinazione del bacino tributario del Garza da Brescia in poi è assai difficile ed incerta, a causa delle interferenze e dei collegamenti idraulici fra questo corso d'acqua ed altre reti idrografiche artificiali del territorio attraversato lungo il percorso.

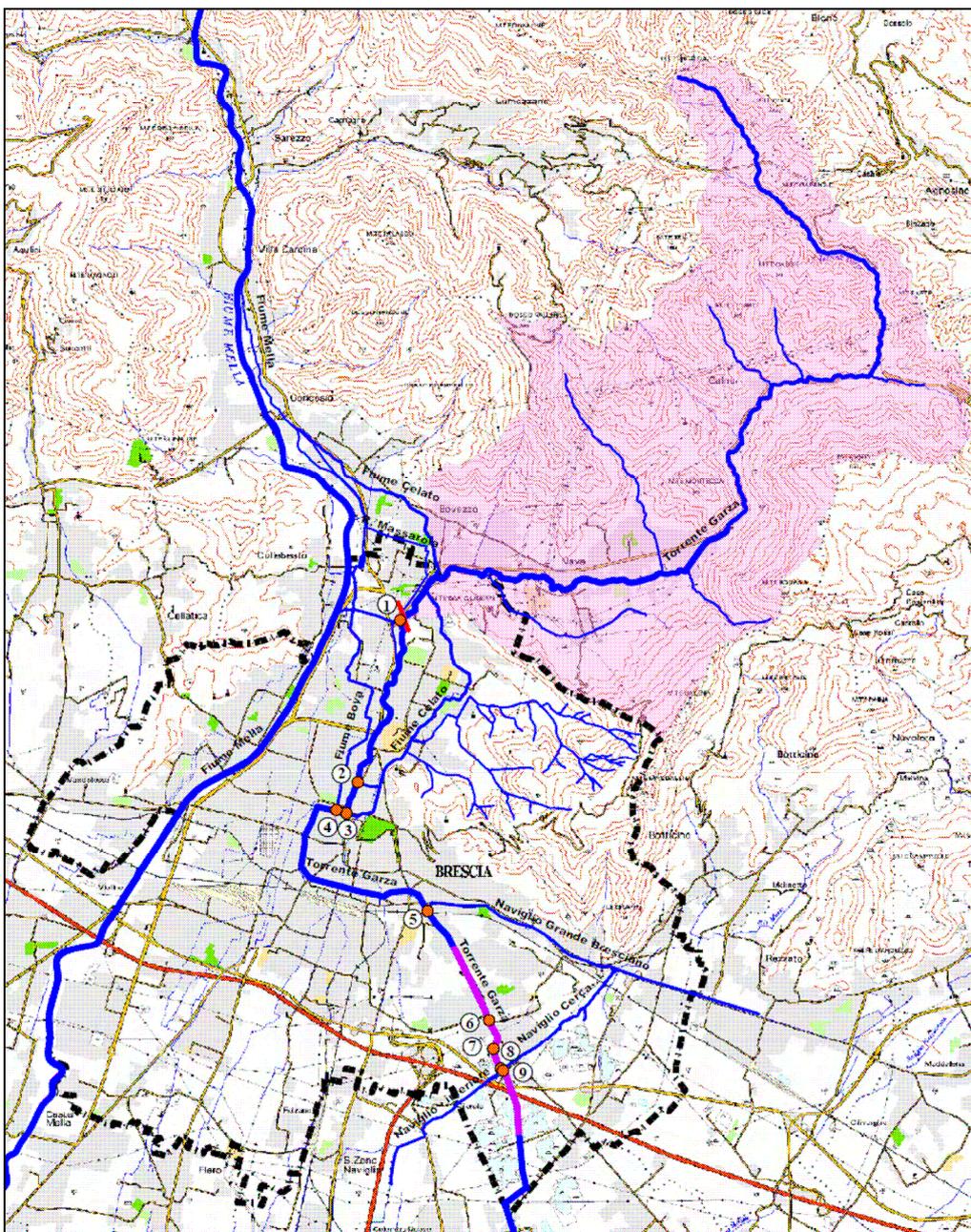
Se si esclude il bacino montano, chiuso a Crocevia Nave in Comune di Brescia, ben definito nell'estensione e nelle caratteristiche morfologiche e idrologiche, risulta difficilmente individuabile quanta parte delle portate afferenti ai bacini degli altri sistemi idrografici interferenti, specialmente durante gli eventi di piena, venga scaricato in Garza e con quali modalità e tempistiche.

Nella tavola grafica allegato V.I.-ALall04I-02b "Carta della rete idrografica e dei bacini", è rappresentato il percorso del Garza dalle origini fino a tutto il territorio comunale di Brescia, e sono individuati i nodi idraulici più importanti e le intersezioni con i corsi d'acqua delle reti idrografiche interferenti, descritti nel seguito.

A nord della Città, in località Crocevia Nave (nodo idraulico n.1), un canale scolmatore consente lo scarico delle piene del Garza verso il Mella; in Città (nodi idraulici n. 2, 3, 4) il Garza riceve gli scaricatori dei canali irrigui derivati dal Mella, alcuni dei quali, a loro volta, ricettori delle acque dei bacini collinari dei Ronchi di Brescia; a Sud della Città, in località Sant' Alessandro (nodo idraulico n. 5), confluisce in Garza il tratto di canale terminale del Naviglio Grande Bresciano (c.d. Fognolo) con il carico idraulico della Val Carobbio (Sant'Eufemia). Seguono le confluenze delle tubazioni del drenaggio urbano (nodi idraulici n. 6 e n. 7). A San Polo, periferia Est di Brescia (nodo idraulico n. 8), il Garza interseca il Naviglio Cerca, principale scaricatore delle acque del Naviglio Grande Bresciano, e ne riceve le portate di piena eccedenti la capienza della botte a sifone e del seguente Naviglio Inferiore; da San Polo a Castenedolo, il Garza riceve gli scarichi della fitta rete di canali derivati dal Naviglio Grande Bresciano, dopo la confluenza dei torrenti provenienti dalla vasta area collinare di Botticino, Nuvolera e Nuvolento.

La situazione della rete idrografica sopra illustrata, dà conto del fatto che, a valle della località Crocevia Nave del Comune di Brescia, non può essere individuato per il Garza un bacino imbrifero direttamente ed interamente contribuente alla formazione delle proprie piene, poiché gli apporti idrici maggiormente significativi provengono dalla confluenza di scaricatori di reti idrografiche artificiali a portata regolata.

Figura 2.2.2.1 - Stralcio carta della rete idrografica e dei bacini



Legenda:

-  Confine Comune di Brescia
-  Bacino montano del Torrente Garza
-  Sezione di chiusura bacino montano del T. Garza
-  Rete idrografica
-  Tratto del Torrente Garza oggetto dello studio
-  Nodi idraulici significativi :
 - ① Manufatto di scarico piene del T. Garza nel F. Mella - loc. crocevia Nave
 - ② Manufatto di scarico del Fiume Celato nel T. Garza - loc. via Pisacane
 - ③ Manufatto di scarico del F. Celato nel T. Garza - loc. Fossa Bagni
 - ④ Manufatto di scarico Fiume Bova nel T. Garza - loc. via Leonardo Da Vinci
 - ⑤ Manufatto di scarico Naviglio Grande nel T. Garza - loc. via Ferri
 - ⑥ Manufatto di scarico fognatura - loc. via San Polo
 - ⑦ Manufatto di scarico fognatura - loc. via Cadizzoni
 - ⑧ Manufatto di scarico del Naviglio Cerca nel T. Garza - loc. via Chioderolo
 - ⑨ Manufatto di scarico in sponda destra del T. Garza nel Naviglio inferiore

2.2.3. Assetto idraulico attuale del t. Garza

L'attuale assetto idraulico del Garza e le previsioni di sviluppo della sistemazione, derivano dalle iniziative intraprese dagli enti locali, in primo luogo dai Comuni di Brescia e di Ghedi, e dalle autorità idrauliche statali e regionali, a partire dalla metà del secolo scorso.

Nel seguito si illustrano sinteticamente i principali progetti e le opere eseguite, dagli anni sessanta del secolo scorso ad oggi, per la sistemazione strutturale del T. Garza, aventi effetto nei riguardi della formazione e della propagazione delle piene lungo l'asta fluviale.

- Canale scolmatore Garza/Mella

Questa è la principale opera idraulica per la difesa dei centri abitati e delle infrastrutture pubbliche, dalla Città di Brescia in poi. Fu realizzato dal Ministero dei Lavori Pubblici – Magistrato per il Po nel 1963, e classificata come opera di “terza categoria” ai sensi del R.D. 25.07.1904, n. 523. Lo scolmatore consente la diversione dei colmi di piena del bacino montano del Garza, in località Crocevia Nave del Comune di Brescia, con scarico nel Fiume Mella, mediante opere di sbarramento e regolazione dei deflussi all'incile e canale sotterraneo, progettato per la portata massima di 90 m³/s.

- Recapito in Chiese

Già dalla fine degli anni '60, fu proposta, quale soluzione del recapito finale delle acque del Garza, la realizzazione di un canale scaricatore, in prosecuzione del Vaso Campagna, dal Belvedere di Ghedi al F. Chiese.

Fu pertanto redatto il progetto a cura del Consorzio di Bonifica “Agro Bresciano Fra Mella e Chiese”, ed avviata l'esecuzione dei lavori, suddivisi in più lotti.

Dell'intera opera, ad oggi, è stata realizzata la parte maggiore e più onerosa, nel periodo dal 1970 al 1982. Con i lavori, suddivisi in tre lotti, è stato scavato un canale nuovo, in terra, della lunghezza di 4448 m, in comune di Calvisano, dalla località Pozzo Rovata al F. Chiese, nel cui argine destro è pure stata realizzata l'opera di scarico, circa 1500 metri a monte del ponte di Mezzane.

Allo stato attuale, il canale non è in grado di essere posto in funzione. Manca infatti un breve tratto (circa 500 metri) di collegamento fra il canale eseguito ed il Vaso Campagna, ed il rizezionamento dello stesso vaso verso monte, fino alla C.na Fortuna, per lo sviluppo di circa 2400 metri.

- Progetto generale della sistemazione idraulica del Ministero LL.PP. Magistrato per il Po

Nel 1988 fu redatto, a cura del Magistrato per il Po, uno Studio di massima per la sistemazione dell'intero corso del T. Garza.

Lungo l'intera asta fluviale fu prevista una serie di opere di sistemazione dell'alveo e di regimazione delle piene, fra le quali, ad oggi, sono state realizzate le seguenti:

- Una vasca di sghiaimento, posta immediatamente a monte del manufatto scolmatore Garza/Mella, a Crocevia Nave in Comune di Brescia, finalizzata alla decantazione ed all'accumulo, per la successiva rimozione, dell'ingente quantità di trasporto solido del torrente, a salvaguardia dell'officiosità del predetto canale scolmatore, soggetto ad ostruzione durante gli eventi di piena.
- Una vasca di laminazione in località C.na Motta in Comune di Montichiari, circa 1'400 m a monte del villaggio Belvedere di Ghedi, dell'estensione di circa 68'000 m² in grado di contenere un volume utile per l'invaso di circa 280'000 m³.

L'opera idraulica fu progettata con riferimento alla piena relativa la tempo di ritorno di 50 anni, al fine di limitare la portata effluente al valore massimo di 11 m³/s, compatibile con la capienza del canale di valle.

- Scolmatore di Nuvolera

Il predetto progetto generale del Magistrato per il Po, individuava, oltre agli interventi lungo l'asta del Garza, la necessità di realizzare uno scolmatore di piena del Naviglio Grande Bresciano a Nuvolera, al fine di ridurre le portate dirette verso la città di Brescia, allo scarico in Garza a San Polo.

Negli anni seguenti, l'ipotesi di un intervento atto a ridurre il carico idraulico del Naviglio Grande Bresciano, fu delineato nello studio della "Sistemazione idraulica dei bacini idrografici afferenti al territorio del Comune di Brescia" (Direzione Generale OO.PP. e Protezione Civile – Servizio difesa del Suolo e gestione AA.PP. della Regione Lombardia – Settembre 1999), ed ammesso al finanziamento regionale della D.G. Territorio ed Urbanistica, con fondi ministeriali nell'ambito dei Progetti Strategici di cui all'art. 1 comma 1 DPR 27.07.1999.

Il progetto prevede la costruzione di un canale scolmatore delle acque dei sistemi idrografici dei Torrenti Rudone, Prospesio, Abate e Giava, nei Comuni di Nuvolento e Nuvolera, per il recapito in Chiese della portata di circa 30 m³/s, sottraendola al carico idraulico gravante sul Naviglio Grande Bresciano.

Detta opera è attualmente in corso di realizzazione a cura dell'ente attuatore Comune di Nuvolera.

- Vasca volano in Comune di Nave

La realizzazione di questa opera rientra fra gli interventi finanziati dalla Regione Lombardia, D.G. Territorio, Urbanistica e Difesa del Suolo, ai sensi dell'Accordo di Programma con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Il progetto prevede la costruzione di una vasca di laminazione, situata in località Prada del Comune di Nave, del volume complessivo di 144'000 m³, sulla superficie di circa 45'000 m², finalizzata alla laminazione dell'onda di piena del Torrente Garza, per eventi con tempo di ritorno di 100 anni, tale da garantire a valle una portata massima non superiore a 80 m³/s, compatibile con la capacità del successivo canale scolmatore Garza/Mella di Crocevia Nave. Allo stato attuale i lavori di costruzione sono terminati e sono in via di ultimazione le operazioni di collaudo idraulico per la messa in esercizio dell'opera.

L'opera costituisce un'efficace difesa dalle esondazione del Garza, in primo luogo, per le aree nei comuni di Nave, Bovezzo e Brescia, situate a monte di Crocevia Nave, ed inoltre anche per la parte valliva del Garza, poiché, come verificato durante i maggiori eventi recenti, le onde di piena del Garza possono superare la capacità dello scolmatore Garza/Mella, con conseguente deflusso verso la Città di Brescia e la pianura, di portate critiche.

2.3 Individuazione e caratteristiche del tronco fluviale oggetto dello studio idraulico

La sezione d'inizio per la modellazione 1/D è individuata in corrispondenza del termine del lungo tratto tombato a fianco di via San Polo, fra l'edificio della Questura e l'attraversamento di via Brunelleschi.

Il tronco del t. Garza allo studio inizia dalla sezione al termine del predetto tratto tombato e termina nella zona delle cave in via Casotti, dopo un percorso di 3284 m.

Rispetto alla documentazione del PGRA e dello Studio di fattibilità dell'AdBPO, questo tronco inizia in corrispondenza della sezione n. 049 del PAI, a partire dalla quale le mappe del PGRA evidenziano l'esondazione delle acque del Garza dall'alveo, e termina alla sezione PAI n. 033.

Il corso d'acqua è un canale artificiale composto da lunghi tratti rettilinei, raccordati da curve regolari e geometriche, per la maggior parte a cielo libero, interessato da numerose strutture trasversali interferenti distribuite lungo il percorso. In genere si tratta di ponti d'attraversamento stradale, di tombotti e coperture, di attraversamenti di tubazioni varie, di strettoie.

Iniziando da monte, le principali strutture interferenti lungo il tronco sono:

- Un ponte in c.a. per il sostegno e la manovra di una paratoia di sbarramento per una derivazione irrigua (sezione n. 3252,00) ad unica luce;
- Una strettoia del canale, causata dall'edificio di un vecchio mulino (da sezione n. 3127,50 a sezione n. 3118,00) e successivo ponte carraio (sezione n. 3103,00);
- Un ponte carraio in c.a. per l'accesso all'area del Convento delle Suore Missionarie della Società di Maria (sezione n. 2194,00) ad unica luce;
- Un ponte in c.a. per l'attraversamento della linea ferroviaria della Metropolitana (sezione n. 2824,00) ad unica luce;
- N°5 ponticelli in serie (sezioni n. 2707,00, n. 2643,00, n. 2574,00, n. 2495,00 e n. 2435,00) ad unica luce, fino all'area del centro commerciale Margherita d'Este, e due successivi tratti coperti (da sezione n. 2422,00 a sezione n. 2394,00 e da sezione n. 2348,00 a sezione n. 2267,00);
- Un ponticello di attraversamento carraio con due pile in alveo alla sezione n. 2193,00 e la successiva copertura in corrispondenza dell'attraversamento di via Maggia (da sezione n. 2137,00 a sezione n. 2108,00);
- Due ponticelli carrabili per l'accesso a proprietà private alle sezioni n. 2507,00 (con pila in alveo) e n. 2037,00 (ad unica luce);
- N° 5 ponti carrabili (sezioni n. 1965,00, n. 1888,00, n. 1788,00, n. 1755,00 e n. 1693,00) tutti ad unica luce tranne il penultimo avente una pila in alveo, lungo il tratto confinante con l'area dello stabilimento industriale Alfa Acciai;
- Un ponticello carraio, in via Cadizzoni (sezione n. 1390,00) con due pile in alveo;
- Un ponte carraio in via Chioderolo (sezione n. 1034,00) con due pile in alveo;
- Un ponte carraio in via Ponte (sezione n. 955,00) con due pile in alveo;
- Il ponte di attraversamento della Tangenziale Sud di Brescia (sezione n. 709) ad unica luce;
- Il ponte dell'Autostrada A4 (sezione n. 615,00), con luce centrale e fornici laterali;
- Un ponte carraio in via Casotti (sezione n. 318,00) con due pile in alveo;
- Un ponte carraio presso discoteca Paradiso (sezione n. 107,00) ad unica luce.

Le sezioni aperte presentano tipologia diversa: quelle all'interno delle zone edificate hanno generalmente fondo piano naturale e sponde verticali in muratura, mentre in campagna le sezioni sono di forma trapezia a superfici naturali, con fondo piano e sponde ricoperte dalla vegetazione.

I tombotti presentano sezione rettangolare di varia ampiezza, sia trasversale che in altezza, con pareti verticali in calcestruzzo e fondo naturale o ricoperto dalle alluvioni fini. In taluni casi essi riducono la sezione del canale soprattutto in altezza.

I ponti di attraversamento di vecchia costruzione riducono la sezione di deflusso in larghezza fra i muri d'ala ed in taluni casi anche a causa della presenza di pile in alveo.

Il principale nodo idraulico presente lungo questo tronco fluviale è costituito dall'intersezione fra i canali artificiali del t. Garza e del Naviglio Cerca (Seriola Resegotta), in via Chioderolo a San Polo Case, già descritto nel precedente paragrafo 2.2.2. (nodo idraulico n. 7).

2.4 Individuazione delle aree allagabili oggetto dello studio idraulico

Il territorio interessato dalle esondazione del Garza, lungo il tronco in oggetto, è suddiviso in n. 7 aree di allagamento collegate all'asta fluviale, fra loro distinte nei riguardi dei fenomeni di scorrimento superficiale e di espansione delle acque esondate, ed in taluni casi collegate da strutture laterali, ove risulta possibile il flusso da un'area all'altra.

Le aree allagabili, considerate in prima analisi nel calcolo idraulico, sono quelle relative allo scenario di pericolosità poco frequente (P2/M) per la piena di riferimento con TR 100 anni, secondo la delimitazione fornita dalla Regione, come precisato nel precedente paragrafo 2.1.

Nel corso dello studio della modellazione idraulica bidimensionale, si è riscontrata la necessità di ampliare le aree allagabili di prima analisi, in maggior misura nella prima parte a monte (quartiere S. Polo Parco) ed in misura minore nella seconda parte (quartiere S. Polo Case), come illustrato nella seguente figura n. 2.4.1.

In entrambi i casi, gli ampliamenti derivano dall'utilizzo, nel modello di calcolo, del rilievo LiDAR, i cui dati forniscono una dettagliata ed aggiornata configurazione plano altimetrica del suolo, e dagli accertamenti sopralluogo.

In particolare, nella prima parte, l'ampliamento riguarda il limite ad ovest dell'area a pericolosità P2 (area di allagamento 01), per effetto della presenza del rilevato ferroviario della Metropolitana, realizzato successivamente allo studio di approfondimento dell'AdBPo.

Nel quartiere San Polo Case, l'ampliamento riguarda una parte dell'area edificata in destra del Garza, in località Cadizzoni (area di allagamento 03), fino al limite del possibile scorrimento delle acque, costituito dal rilevato della Tangenziale Sud di Brescia. L'ampliamento riguarda inoltre una vasta area depressa in sinistra del Garza, a nord di via Chioderolo (parte dell'area di allagamento 04), ove l'allagamento non può che espandersi fino al limite del gradino morfologico al contorno.

Figura n°2.4.1 - Planimetria di individuazione delle aree allagabili oggetto dello studio idraulico - torrente Garza località San Polo (BS)

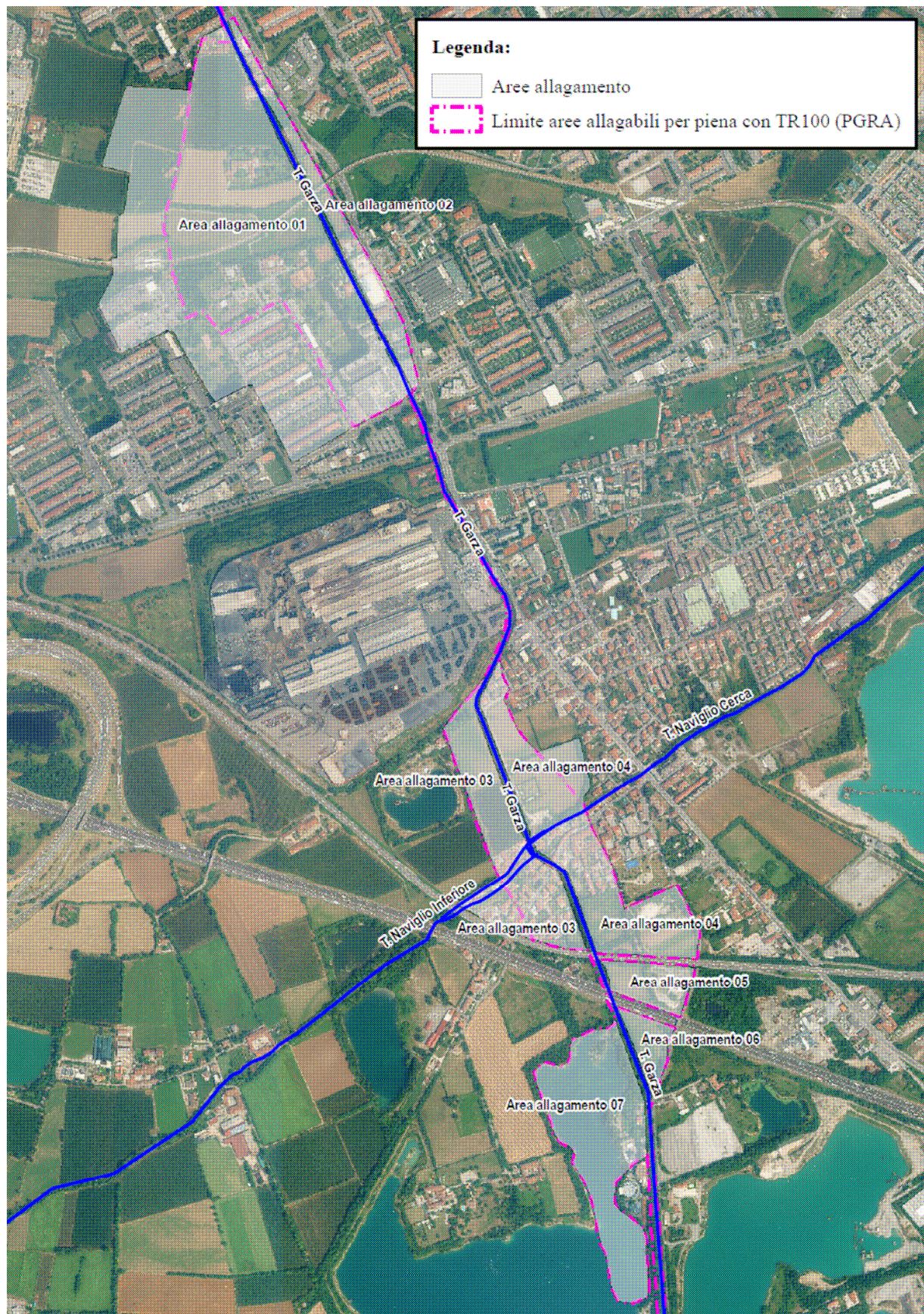
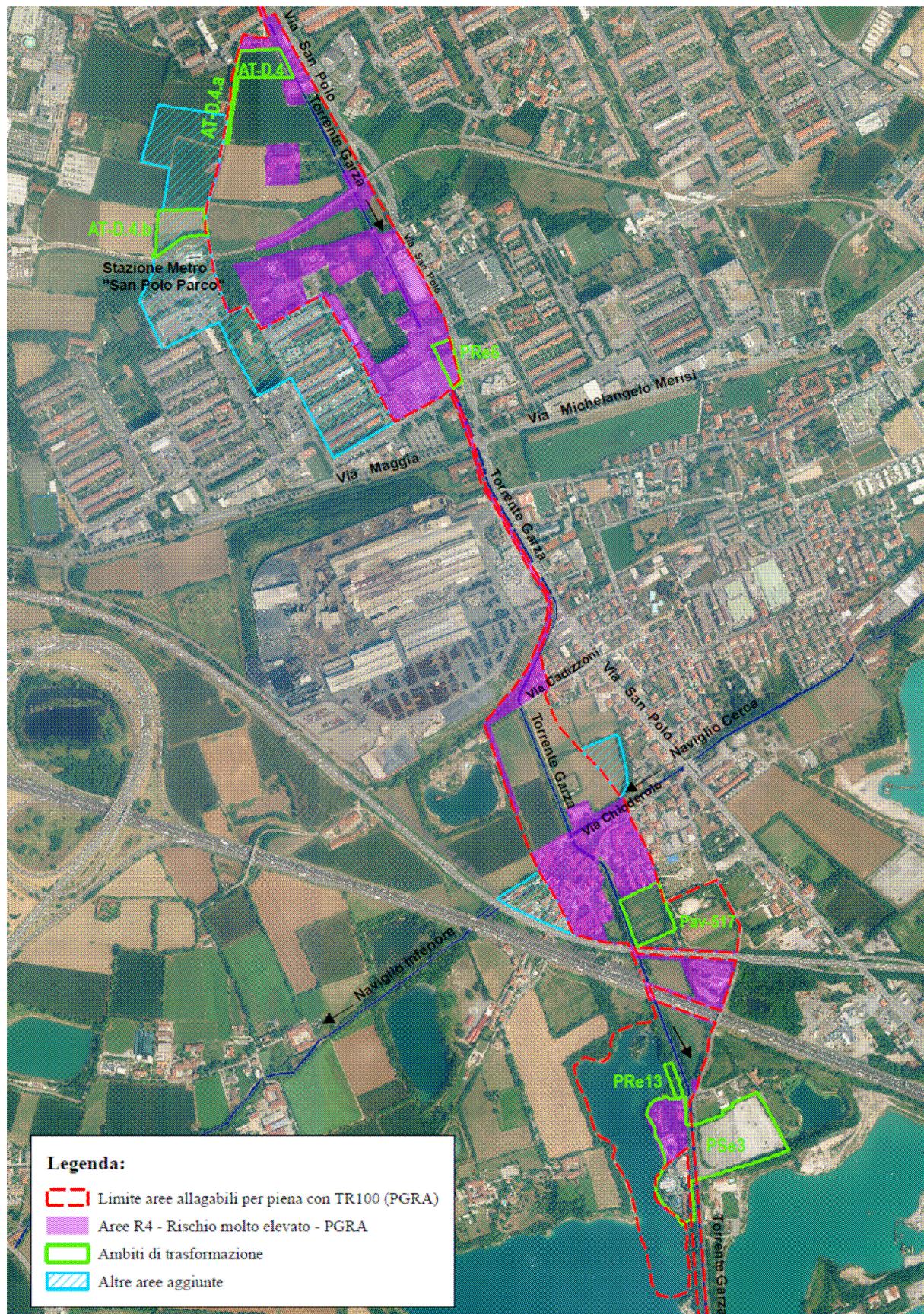


Figura n°2.4.2 - Planimetria di individuazione delle aree oggetto dello studio idraulico - torrente Garza località San Polo (BS)



3 ANALISI IDROLOGICA

3.1 Procedimento

I dati della piena di riferimento per il calcolo idraulico sono ottenuti dalla documentazione contenuta nello “*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Oglio nel tratto da Sonico alla confluenza in Po e del suo affluente Cherio dal lago di Endine alla confluenza, del fiume Mella da Brozzo alla confluenza in Oglio, del fiume Garza dalla confluenza Valle del Loc alla confluenza in Chiese e del fiume Chiese da Gavardo alla confluenza in Oglio*”, predisposto a cura dell’Autorità di Bacino, elaborati come illustrato nel seguito.

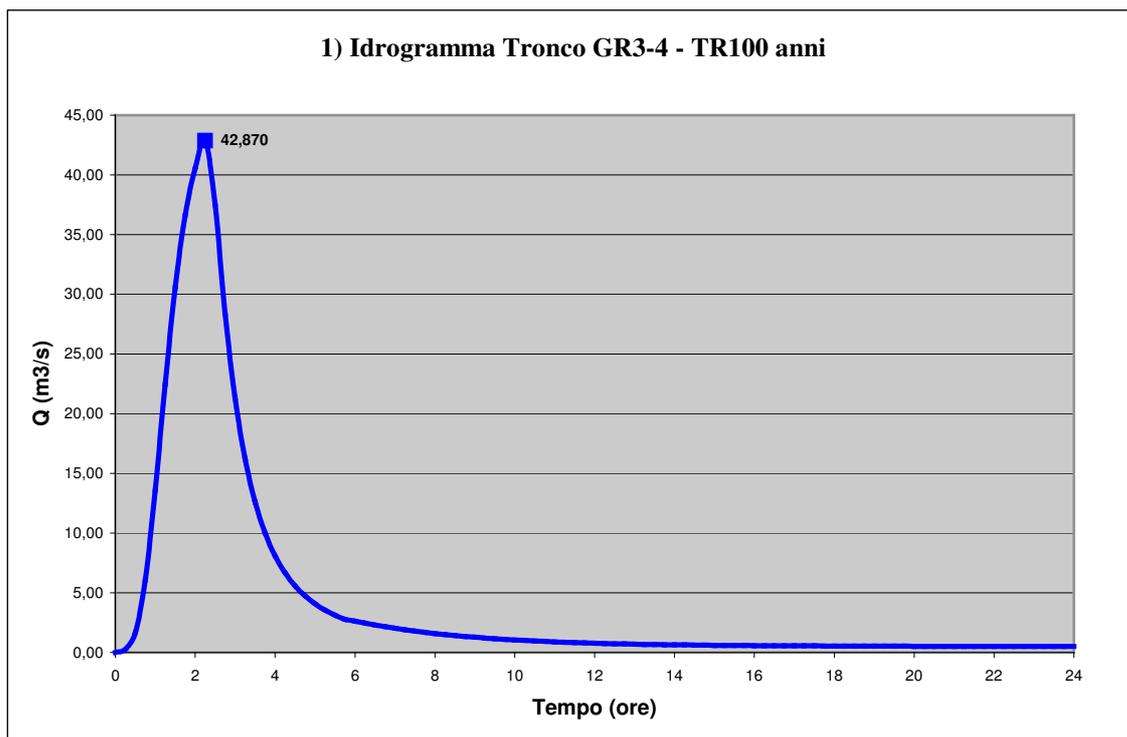
3.2 Tempo di ritorno

Il tempo di ritorno della piena di riferimento è pari a 100 anni, come chiarito dalla Regione Lombardia - U.O. Difesa del suolo - Struttura pianificazione dell’assetto idrogeologico.

3.3 Dati idrologici

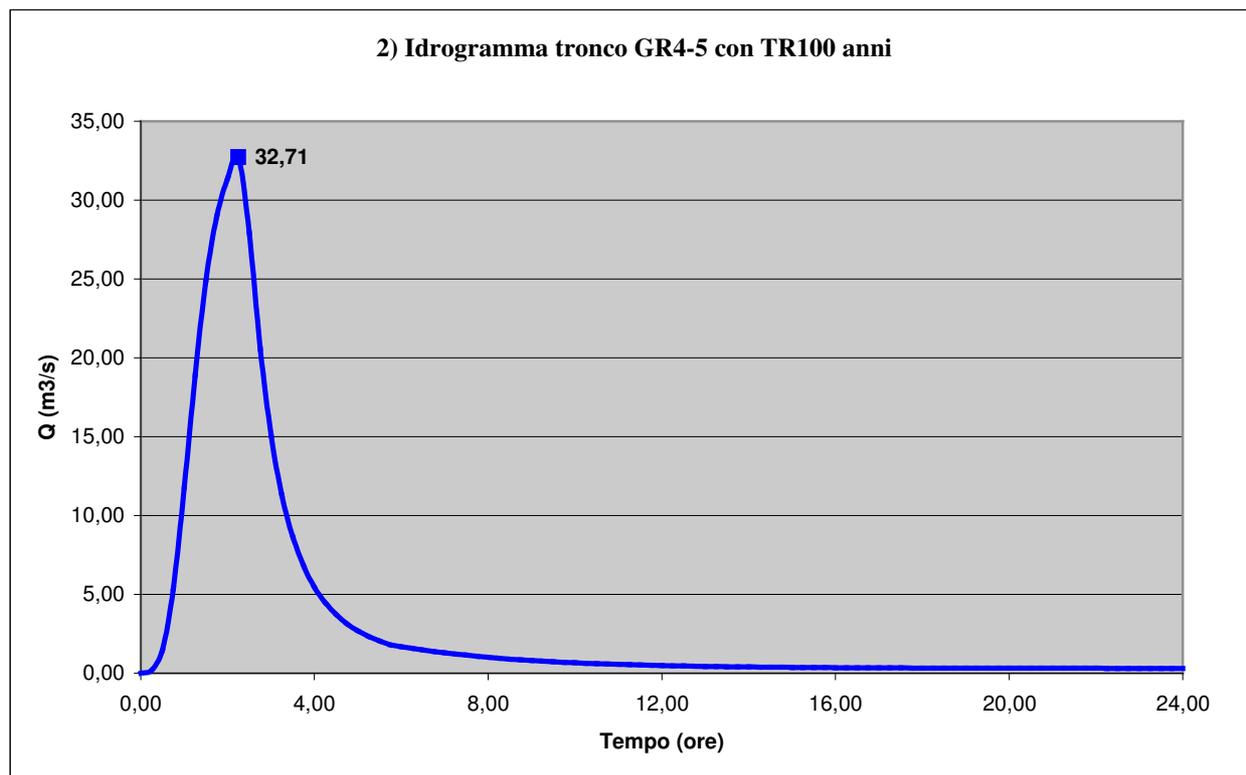
Si fa riferimento allo schema idrologico fornito dal “Tabellone” contenuto nella relazione idrologica dello Studio di fattibilità (elaborato n. 3.1.2.2/5/1D) ed agli idrogrammi dell’elaborato 3.1.2.1/1/1R - 3.2.2.1/1/1R – allegato 6 “Relazione descrittiva dell’attività di definizione delle portate di piena di riferimento” del medesimo Studio.

Come condizione al contorno di monte, in corrispondenza della sezione del modello di calcolo n. 3284,00 (sezione PAI n. 049), si applica l’idrogramma TR 100 del tronco “GR 3-4” (Crocevia Nave – Porta Trento), sommato all’idrogramma corrispondente ad 1/3 degli apporti lungo il seguente tronco “GR 4-5” (Porta Trento – Chioderolo), che lo Studio di fattibilità considera distribuiti da sezione PAI n. 052 (ponte FFSS) a Chioderolo (confluenza Naviglio Cerca), in corrispondenza della sezione PAI n. 039 (sezione del modello di calcolo n. 1250,00). Questo apporto è sommato quindi in modo concentrato all’inizio del tratto poiché in questo punto confluisce effettivamente il “fognolo”, ultimo tratto del canale Naviglio.



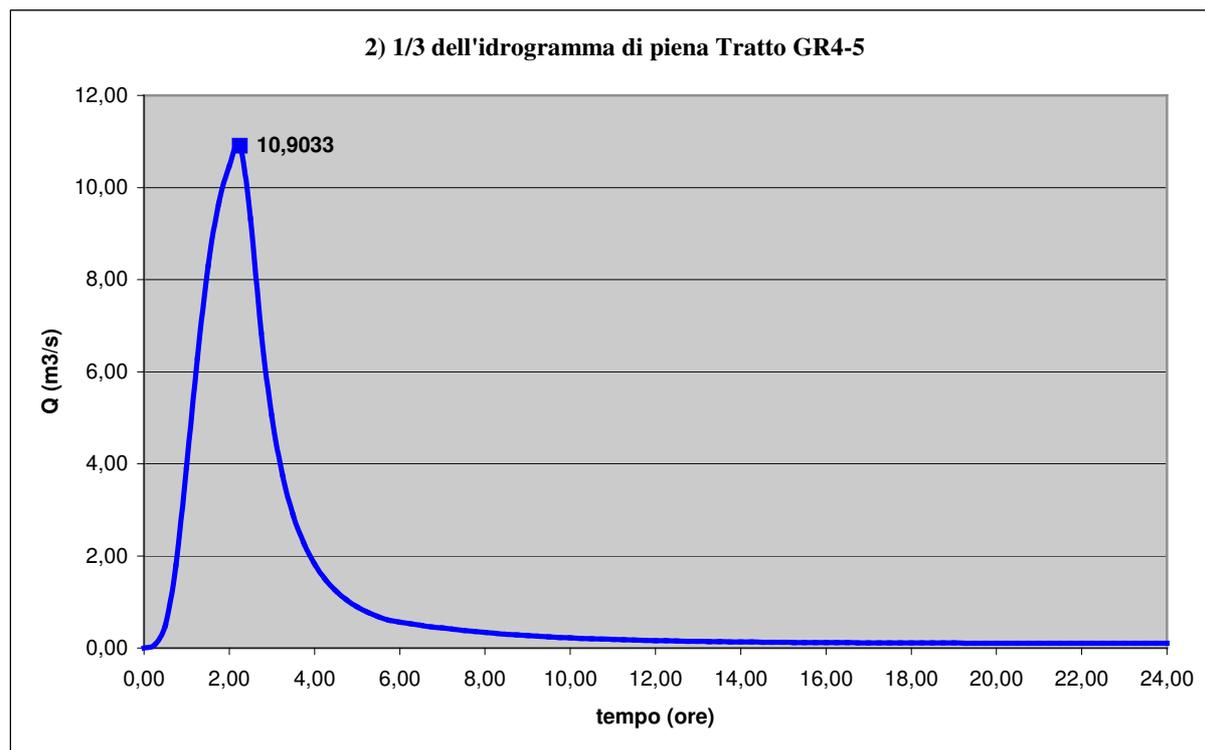
1) Idrogramma tabellare del tronco GR 3-4 con TR100 anni

Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)
0,00	0,000		8,25	1,500		16,25	0,570
0,25	0,270		8,50	1,420		16,50	0,560
0,50	1,670		8,75	1,350		16,75	0,560
0,75	6,060		9,00	1,280		17,00	0,550
1,00	13,600		9,25	1,210		17,25	0,550
1,25	22,490		9,50	1,160		17,50	0,550
1,50	30,550		9,75	1,100		17,75	0,540
1,75	36,600		10,00	1,050		18,00	0,540
2,00	40,540		10,25	1,010		18,25	0,540
2,25	42,870		10,50	0,960		18,50	0,540
2,50	37,510		10,75	0,930		18,75	0,530
2,75	28,400		11,00	0,890		19,00	0,530
3,00	21,310		11,25	0,860		19,25	0,530
3,25	16,240		11,50	0,830		19,50	0,530
3,50	12,630		11,75	0,800		19,75	0,530
3,75	10,020		12,00	0,780		20,00	0,520
4,00	8,110		12,25	0,750		20,25	0,520
4,25	6,690		12,50	0,730		20,50	0,520
4,50	5,600		12,75	0,710		20,75	0,520
4,75	4,750		13,00	0,700		21,00	0,520
5,00	4,090		13,25	0,680		21,25	0,520
5,25	3,560		13,50	0,670		21,50	0,520
5,50	3,130		13,75	0,650		21,75	0,520
5,75	2,790		14,00	0,640		22,00	0,520
6,00	2,610		14,25	0,630		22,25	0,510
6,25	2,450		14,50	0,620		22,50	0,510
6,50	2,300		14,75	0,610		22,75	0,510
6,75	2,160		15,00	0,600		23,00	0,510
7,00	2,030		15,25	0,590		23,25	0,512
7,25	1,910		15,50	0,590		23,50	0,511
7,50	1,790		15,75	0,580		23,75	0,510
8,00	1,590		16,00	0,570		24,00	0,510



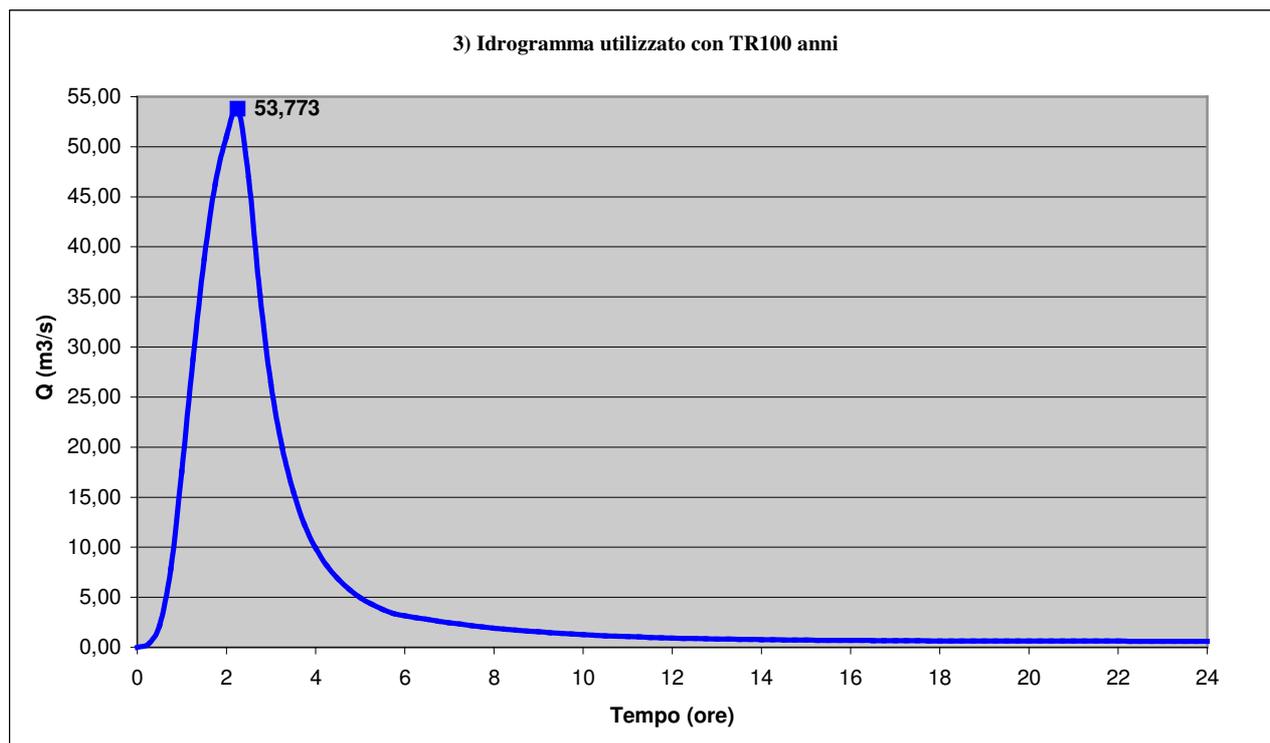
2) Idrogramma tabellare del tronco GR 4-5 con TR100 anni

Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m ³ /s)	Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m ³ /s)	Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m ³ /s)
0,00	0,00	8,25	0,96	16,25	0,35
0,25	0,20	8,50	0,90	16,50	0,35
0,50	1,45	8,75	0,85	16,75	0,34
0,75	5,37	9,00	0,81	17,00	0,34
1,00	11,80	9,25	0,77	17,25	0,34
1,25	18,90	9,50	0,73	17,50	0,34
1,50	24,86	9,75	0,69	17,75	0,33
1,75	28,96	10,00	0,66	18,00	0,33
2,00	31,40	10,25	0,63	18,25	0,33
2,25	32,71	10,50	0,61	18,50	0,33
2,50	27,94	10,75	0,58	18,75	0,33
2,75	20,57	11,00	0,56	19,00	0,33
3,00	15,09	11,25	0,54	19,25	0,32
3,25	11,30	11,50	0,52	19,50	0,32
3,50	8,67	11,75	0,50	19,75	0,32
3,75	6,81	12,00	0,48	20,00	0,32
4,00	5,46	12,25	0,47	20,25	0,32
4,25	4,47	12,50	0,46	20,50	0,32
4,50	3,72	12,75	0,44	20,75	0,32
4,75	3,14	13,00	0,43	21,00	0,32
5,00	2,69	13,25	0,42	21,25	0,32
5,25	2,33	13,50	0,41	21,50	0,32
5,50	2,04	13,75	0,40	21,75	0,32
5,75	1,81	14,00	0,40	22,00	0,32
6,00	1,68	14,25	0,39	22,25	0,31
6,25	1,58	14,50	0,38	22,50	0,31
6,50	1,48	14,75	0,38	22,75	0,31
6,75	1,38	15,00	0,37	23,00	0,31
7,00	1,30	15,25	0,36	23,25	0,31
7,25	1,22	15,50	0,36	23,50	0,31
7,50	1,15	15,75	0,36	23,75	0,31



2) 1/3 dell'idrogramma tabellare del tronco GR 4-5 con TR100 anni

Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m³/s)	Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m³/s)	Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m³/s)
0,00	0,0000	8,25	0,3200	16,25	0,1167
0,25	0,0667	8,50	0,3000	16,50	0,1167
0,50	0,4833	8,75	0,2833	16,75	0,1133
0,75	1,7900	9,00	0,2700	17,00	0,1133
1,00	3,9333	9,25	0,2567	17,25	0,1133
1,25	6,3000	9,50	0,2433	17,50	0,1133
1,50	8,2867	9,75	0,2300	17,75	0,1100
1,75	9,6533	10,00	0,2200	18,00	0,1100
2,00	10,4667	10,25	0,2100	18,25	0,1100
2,25	10,9033	10,50	0,2033	18,50	0,1100
2,50	9,3133	10,75	0,1933	18,75	0,1100
2,75	6,8567	11,00	0,1867	19,00	0,1100
3,00	5,0300	11,25	0,1800	19,25	0,1067
3,25	3,7667	11,50	0,1733	19,50	0,1067
3,50	2,8900	11,75	0,1667	19,75	0,1067
3,75	2,2700	12,00	0,1600	20,00	0,1067
4,00	1,8200	12,25	0,1567	20,25	0,1067
4,25	1,4900	12,50	0,1533	20,50	0,1067
4,50	1,2400	12,75	0,1467	20,75	0,1067
4,75	1,0467	13,00	0,1433	21,00	0,1067
5,00	0,8967	13,25	0,1400	21,25	0,1067
5,25	0,7767	13,50	0,1367	21,50	0,1067
5,50	0,6800	13,75	0,1333	21,75	0,1067
5,75	0,6033	14,00	0,1333	22,00	0,1067
6,00	0,5600	14,25	0,1300	22,25	0,1033
6,25	0,5267	14,50	0,1267	22,50	0,1033
6,50	0,4933	14,75	0,1267	22,75	0,1033
6,75	0,4600	15,00	0,1233	23,00	0,1033
7,00	0,4333	15,25	0,1200	23,25	0,1033
7,25	0,4067	15,50	0,1200	23,50	0,1033
7,50	0,3833	15,75	0,1200	23,75	0,1033
8,00	0,3600	16,00	0,1167	24,00	0,1033

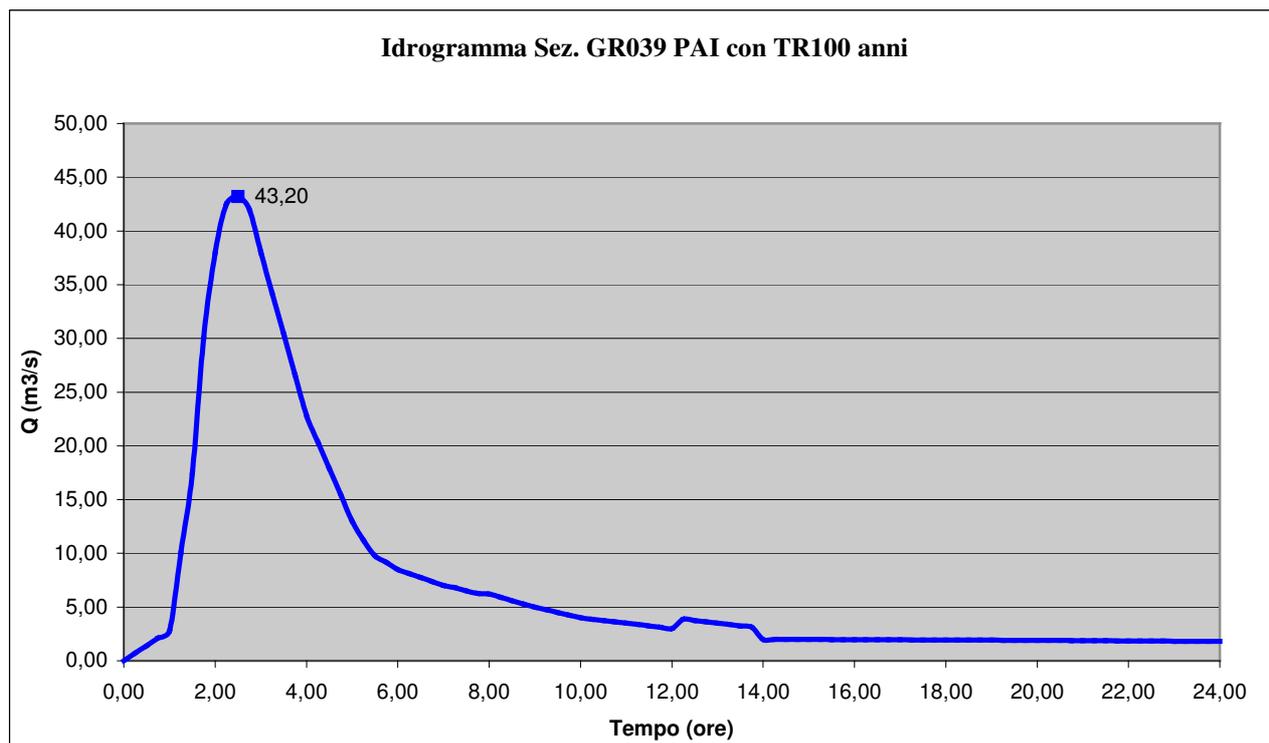


3) Idrogramma utilizzato con TR100 anni

Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m³/s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m³/s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m³/s)
0,00	0,000		8,25	1,820		16,25	0,687
0,25	0,337		8,50	1,720		16,50	0,677
0,50	2,153		8,75	1,633		16,75	0,673
0,75	7,850		9,00	1,550		17,00	0,663
1,00	17,533		9,25	1,467		17,25	0,663
1,25	28,790		9,50	1,403		17,50	0,663
1,50	38,837		9,75	1,330		17,75	0,650
1,75	46,253		10,00	1,270		18,00	0,650
2,00	51,007		10,25	1,220		18,25	0,650
2,25	53,773		10,50	1,163		18,50	0,650
2,50	46,823		10,75	1,123		18,75	0,640
2,75	35,257		11,00	1,077		19,00	0,640
3,00	26,340		11,25	1,040		19,25	0,637
3,25	20,007		11,50	1,003		19,50	0,637
3,50	15,520		11,75	0,967		19,75	0,637
3,75	12,290		12,00	0,940		20,00	0,627
4,00	9,930		12,25	0,907		20,25	0,627
4,25	8,180		12,50	0,883		20,50	0,627
4,50	6,840		12,75	0,857		20,75	0,627
4,75	5,797		13,00	0,843		21,00	0,627
5,00	4,987		13,25	0,820		21,25	0,627
5,25	4,337		13,50	0,807		21,50	0,627
5,50	3,810		13,75	0,783		21,75	0,627
5,75	3,393		14,00	0,773		22,00	0,627
6,00	3,170		14,25	0,760		22,25	0,613
6,25	2,977		14,50	0,747		22,50	0,613
6,50	2,793		14,75	0,737		22,75	0,613
6,75	2,620		15,00	0,723		23,00	0,613
7,00	2,463		15,25	0,710		23,25	0,615
7,25	2,317		15,50	0,710		23,50	0,614
7,50	2,173		15,75	0,700		23,75	0,613

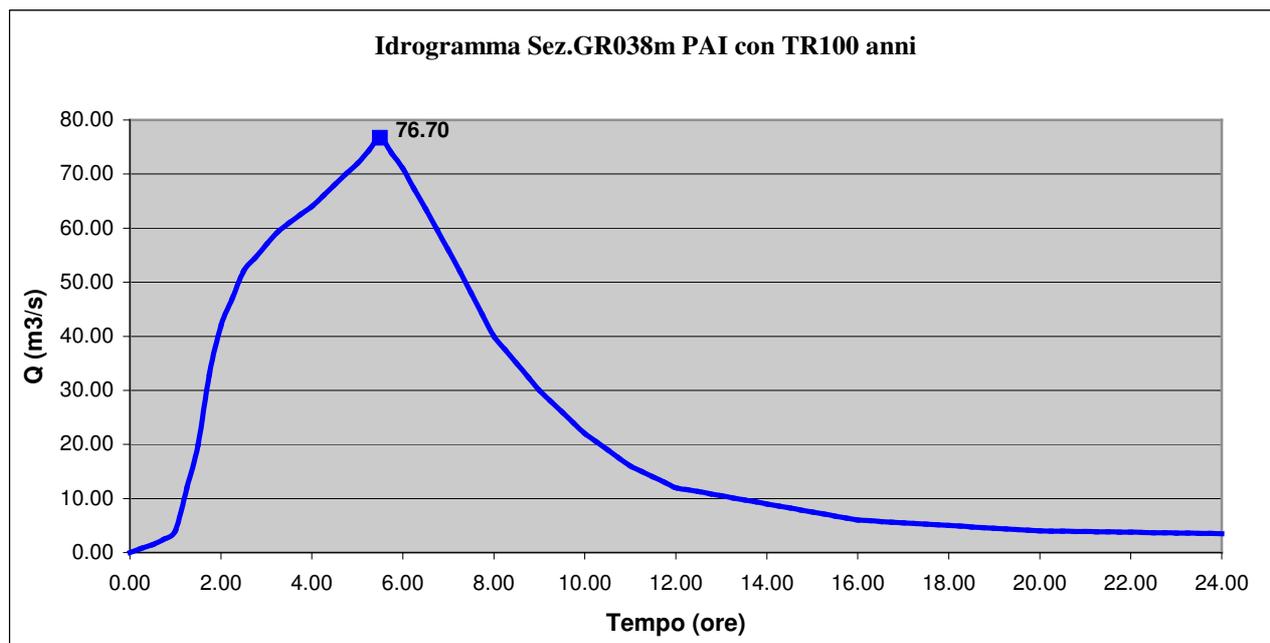
Lungo la successiva asta del Garza, fino a Chioderolo, si considerano confluenti, sempre in forma di idrogrammi, i restanti 2/3 degli apporti del tratto “GR 4-5”, concentrati in due punti ed in parti uguali, in corrispondenza dei due scaricatori della fognatura bianca del territorio, rispettivamente presso le sezioni PAI n. 067 (sezione del modello di calcolo n. 1976,00) e n. 063 (sezione del modello di calcolo n. 1375,00).

L'idrogramma relativo alla confluenza del Naviglio Cerca (Resegotta) in Garza, sezione PAI n. 038 (sezione del modello di calcolo n. 1040,00), è determinato come differenza fra gli idrogrammi TR100, forniti dallo Studio di fattibilità solo in forma grafica, per le sezioni PAI “GR 039” e “GR 038m” (elaborato 3.2.2.2/2/1R), rispettivamente subito a monte ed a valle della confluenza del Naviglio. I dati numerici sono ottenuti dai grafici.



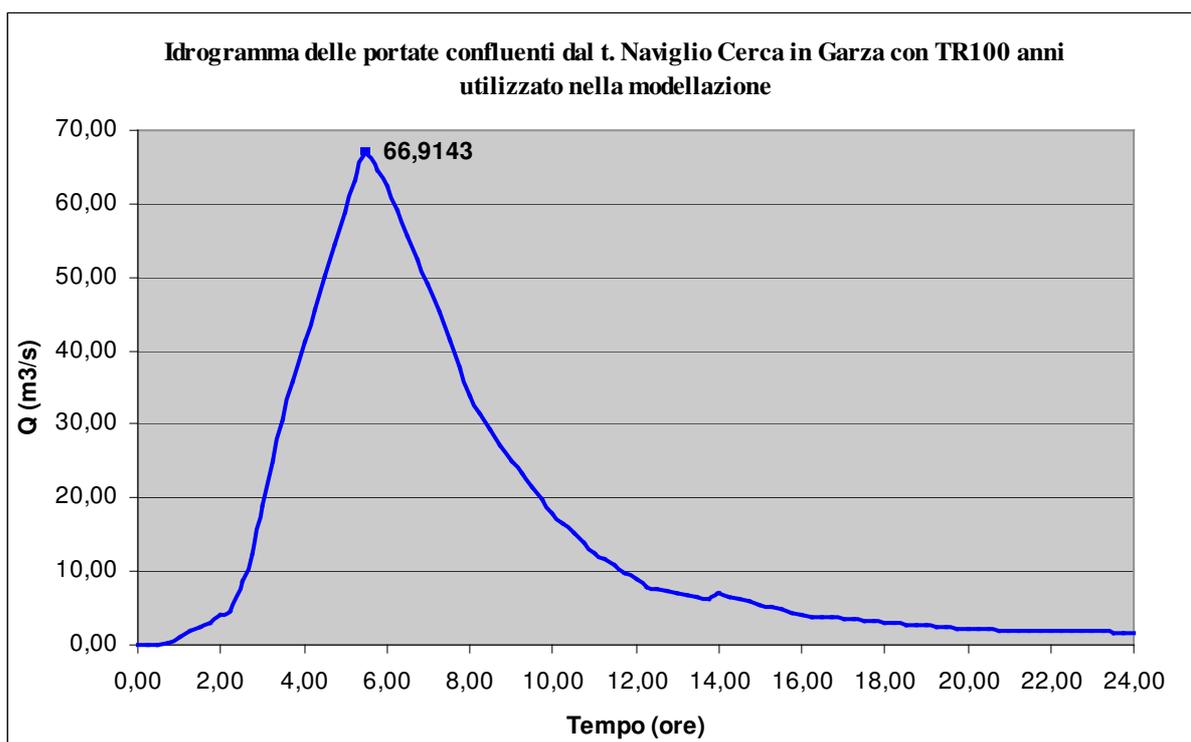
Idrogramma tabellare sez. GR039 PAI con TR100

Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m ³ /s)	Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m ³ /s)	Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m ³ /s)
0,00	0,00	8,25	5,90	16,25	1,96
0,25	0,70	8,50	5,60	16,50	1,96
0,50	1,40	8,75	5,30	16,75	1,95
0,75	2,10	9,00	5,00	17,00	1,95
1,00	2,80	9,25	4,75	17,25	1,95
1,25	10,00	9,50	4,50	17,50	1,94
1,50	17,50	9,75	4,25	17,75	1,94
1,75	30,00	10,00	4,00	18,00	1,93
2,00	38,00	10,25	3,88	18,25	1,93
2,25	42,50	10,50	3,75	18,50	1,93
2,50	43,20	10,75	3,63	18,75	1,92
2,75	42,00	11,00	3,50	19,00	1,92
3,00	38,00	11,25	3,38	19,25	1,91
3,25	34,20	11,50	3,25	19,50	1,91
3,50	30,40	11,75	3,13	19,75	1,90
3,75	26,60	12,00	3,00	20,00	1,90
4,00	22,80	12,25	3,88	20,25	1,89
4,25	20,35	12,50	3,75	20,50	1,89
4,50	17,90	12,75	3,63	20,75	1,88
4,75	15,45	13,00	3,50	21,00	1,88
5,00	13,00	13,25	3,38	21,25	1,87
5,25	11,20	13,50	3,25	21,50	1,86
5,50	9,79	13,75	3,13	21,75	1,86
5,75	9,14	14,00	2,00	22,00	1,85
6,00	8,50	14,25	2,00	22,25	1,84
6,25	8,13	14,50	1,99	22,50	1,84
6,50	7,75	14,75	1,99	22,75	1,83
6,75	7,38	15,00	1,98	23,00	1,83
7,00	7,00	15,25	1,98	23,25	1,82
7,25	6,80	15,50	1,98	23,50	1,81
7,50	6,50	15,75	1,97	23,75	1,81
8,00	6,28	16,00	1,97	24,00	1,80



Idrogramma tabellare sez. GR038m PAI con TR100

Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m ³ /s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m ³ /s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m ³ /s)
0,00	0,00		8,25	37,50		16,25	5,88
0,25	0,75		8,50	35,00		16,50	5,75
0,50	1,50		8,75	32,50		16,75	5,63
0,75	2,50		9,00	30,00		17,00	5,50
1,00	4,00		9,25	28,00		17,25	5,38
1,25	12,00		9,50	26,00		17,50	5,25
1,50	20,00		9,75	24,00		17,75	5,13
1,75	33,00		10,00	22,00		18,00	5,00
2,00	42,00		10,25	20,50		18,25	4,88
2,25	47,00		10,50	19,00		18,50	4,75
2,50	52,00		10,75	17,50		18,75	4,63
2,75	54,50		11,00	16,00		19,00	4,50
3,00	57,00		11,25	15,00		19,25	4,38
3,25	59,25		11,50	14,00		19,50	4,25
3,50	61,00		11,75	13,00		19,75	4,13
3,75	62,50		12,00	12,00		20,00	4,00
4,00	64,00		12,25	11,63		20,25	3,97
4,25	66,00		12,50	11,25		20,50	3,94
4,50	68,00		12,75	10,88		20,75	3,91
4,75	70,00		13,00	10,50		21,00	3,88
5,00	72,00		13,25	10,13		21,25	3,84
5,25	74,35		13,50	9,75		21,50	3,81
5,50	76,70		13,75	9,38		21,75	3,78
5,75	73,85		14,00	9,00		22,00	3,75
6,00	71,00		14,25	8,63		22,25	3,72
6,25	67,25		14,50	8,25		22,50	3,69
6,50	63,50		14,75	7,88		22,75	3,66
6,75	59,75		15,00	7,50		23,00	3,63
7,00	56,00		15,25	7,13		23,25	3,59
7,25	52,00		15,50	6,75		23,50	3,56
7,50	48,00		15,75	6,38		23,75	3,53
8,00	44,00		16,00	6,00		24,00	3,50



Idrogramma tabellare delle portate confluenti dal t. Naviglio Cerca in Garza con TR100 anni

Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m ³ /s)	Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m ³ /s)	Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m ³ /s)
0,00	0,0000	8,25	31,6000	16,25	3,9125
0,25	0,0500	8,50	29,4000	16,50	3,7917
0,50	0,1000	8,75	27,2000	16,75	3,6708
0,75	0,4000	9,00	25,0000	17,00	3,5500
1,00	1,2000	9,25	23,2500	17,25	3,4292
1,25	2,0000	9,50	21,5000	17,50	3,3083
1,50	2,5000	9,75	19,7500	17,75	3,1875
1,75	3,0000	10,00	18,0000	18,00	3,0667
2,00	4,0000	10,25	16,6250	18,25	2,9458
2,25	4,5000	10,50	15,2500	18,50	2,8250
2,50	8,8000	10,75	13,8750	18,75	2,7042
2,75	12,5000	11,00	12,5000	19,00	2,5833
3,00	19,0000	11,25	11,6250	19,25	2,4625
3,25	25,0500	11,50	10,7500	19,50	2,3417
3,50	30,6000	11,75	9,8750	19,75	2,2208
3,75	35,9000	12,00	9,0000	20,00	2,1000
4,00	41,2000	12,25	7,7500	20,25	2,0750
4,25	45,6500	12,50	7,5000	20,50	2,0500
4,50	50,1000	12,75	7,2500	20,75	2,0250
4,75	54,5500	13,00	7,0000	21,00	2,0000
5,00	59,0000	13,25	6,7500	21,25	1,9750
5,25	63,1500	13,50	6,5000	21,50	1,9500
5,50	66,9143	13,75	6,2500	21,75	1,9250
5,75	64,7071	14,00	7,0000	22,00	1,9000
6,00	62,5000	14,25	6,6292	22,25	1,8750
6,25	59,1250	14,50	6,2583	22,50	1,8500
6,50	55,7500	14,75	5,8875	22,75	1,8250
6,75	52,3750	15,00	5,5167	23,00	1,8000
7,00	49,0000	15,25	5,1458	23,25	1,7750
7,25	45,2000	15,50	4,7750	23,50	1,7500
7,50	41,5000	15,75	4,4042	23,75	1,7250
8,00	37,7250	16,00	4,0333	24,00	1,7000

4 STUDIO IDRAULICO

4.1 Premessa

Lo studio è condotto conformemente alle metodologie definite nell'Allegato 4 alla DGR 30 novembre 2011, n. IX/2616 e nella direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, approvate dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con deliberazione n. 2/99 del 11 maggio 1999 e n. 10/06 del 5 aprile 2006.

La valutazione delle condizioni di pericolosità e rischio locali, all'interno delle aree allagabili, è basata sui risultati della modellazione idraulica bidimensionale del deflusso delle acque esondate dal Torrente Garza durante il transito della piena di riferimento.

La modellazione idraulica è stata eseguita mediante l'utilizzo del codice di calcolo HEC-RAS versione 5.0.3 e dei più recenti rilievi topografici ad alta precisione, ottenuti con tecnologia Laser Scanning LiDAR- Light Detection And Ranging, resi disponibili dal MATTM tramite Regione Lombardia.

Il procedimento dello studio e la spiegazione delle basi teoriche del programma di modellazione idraulica utilizzato, sono illustrati nell'allegato V.I.-Alall041-00 Relazione idrologica e idraulica – Inquadramento metodologico.

4.2 Modello di calcolo

Il modello geometrico implementato nel programma di calcolo HEC-RAS ver. 5.0.3 è composto come segue:

Geometria del corso d'acqua

- Torrente Garza:
 - lunghezza 3284 m, da inizio modellazione (sezione n. 3284.00) in corrispondenza del termine del lungo tratto tombato a fianco di via San Polo, fra l'edificio della Questura e l'attraversamento di via Brunelleschi, e termina nella zona delle cave in via Casotti (sezione n. 0.00)
 - sezioni del modello: n. 117
 - Strutture trasversali: n. 23 ponti (bridge), n. 2 coperture e n. 1 tombotto (culvert).

Aree di allagamento e collegamenti idraulici

Le aree allagabili, considerate in prima analisi nel calcolo idraulico, sono quelle relative allo scenario di pericolosità poco frequente (P2/M) per la piena di riferimento con TR 100 anni,

secondo la delimitazione fornita dalla Regione, come precisato nel precedente paragrafo 2.1.

Nel corso dello studio della modellazione idraulica bidimensionale, si è riscontrata la necessità di ampliare le aree allagabili di prima analisi, in maggior misura nella prima parte a monte (quartiere S. Polo Parco) ed in misura minore nella seconda parte (quartiere S. Polo Case), come illustrato nella figura n. 4.2.2

Area n. 01

- Posizione: a lato della sponda destra del Torrente Garza da inizio modellazione fino a via Giorgine.
- Superficie: 434'718 m², area di allagamento TR100 del PGRA in sponda destra del t. Garza ampliata verso ovest.
- Uso del suolo: area prevalentemente agricola e a verde nella parte a nord del tracciato della metropolitana, mentre a sud dello stesso si presenta un'area edificata a destinazione residenziale e ricreativa.
- Rilievo: copertura LiDAR.
- Griglia di calcolo: 2x2 m.
- Collegamenti idraulici fra area di allagamento e corso d'acqua (laterl structure):
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda destra da inizio tratto fino al ponte in c.a. in corrispondenza della sez. 3252,00 (30,70m);
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda destra, dal ponte in c.a. in corrispondenza della sez. 3252,00 fino all'edificio di un vecchio mulino (119,16m);
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda destra dal ponte di accesso all'edificio del vecchio mulino fino al ponte di acceso del Convento delle Suore Missionarie della Società di Maria (178,64m);
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda destra dal ponte di accesso al Convento delle Suore Missionarie della Società di Maria fino al ponte della linea ferroviaria della Metropolitana (83,34m);
 - n.3 sfioratori laterali consecutivi lungo la sponda destra, intervallati da n°2 ponti carrabili, dal ponte della linea ferroviaria della Metropolitana fino alla cascina Bredina (209,25m);
 - n. 2 sfioratori laterali consecutivi lungo la sponda destra, intervallati da n°1 ponte pedonale, dalla C.na Bredina fino al ponte carrabile di via Giorgione (105,84m);
 - n.2 sfioratori laterali consecutivi lungo la sponda destra, separati da un tratto di canale coperto dal ponte carrabile di via Giorgione al parcheggio del centro commerciale Margherita d'Este (46,65m);
 - n.1 sfioratore laterale di collegamento fra le aree di allagamento n.01 e n.02, al confine fra le due aree (22,74m);
 - n.1 sfioratore laterale di collegamento fra le aree di allagamento n.01 e n.02, al confine fra le due aree (77,12 m);
- Linee di separazione (Break Line):
 - lungo il confine nord del Convento delle Suore Missionarie della Società di Maria, per simulare il muro di cinta in pietrame e cemento, con apertura in corrispondenza di una porta d'ingresso (231,63m);
 - lungo il confine nord e sud della linea ferroviaria della Metropolitana per simulare la stazione "San Polo parco" e il muretto di recinzione in cemento (linea nord 342,30 m, linea sud 343,75 m);

Area n. 02

- Posizione: a lato della sponda sinistra del Torrente Garza da inizio modellazione fino a via Giorgine.
- Superficie: 38'138 m², compresa fra la sponda del torrente a ovest e via San Polo, stessa perimetrazione dell'area di allagamento TR100 del PGRA.
- Uso del suolo: area parzialmente edificata a destinazione residenziale.
- Rilievo: copertura LiDAR.
- Griglia di calcolo: 2x2 m.
- Collegamenti idraulici fra area esondabile e corso d'acqua (laterl structure):
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda sinistra da inizio tratto fino al ponte in c.a. in corrispondenza della sez. 3252,00 (29,92m);
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda sinistra dal ponte in c.a. in corrispondenza della sez. 3252,00 fino al ponte di accesso all'edificio di un vecchio mulino (141,86m);
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda sinistra dal ponte di accesso all'edificio del vecchio mulino fino al ponte di acceso del Convento delle Suore Missionarie della Società di Maria (178,29m);
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda sinistra dal ponte di accesso al Convento delle Suore Missionarie della Società di Maria fino al ponte della linea ferroviaria della Metropolitana (79,48m);
 - n.5 sfioratori laterali consecutivi lungo la sponda destra, intervallati da n°4 ponti, dal ponte della linea ferroviaria della Metropolitana fino al ponte carrabile di via Giorgione (345,28 m);
 - n.2 sfioratori laterali consecutivi lungo la sponda sinistra, separati da un tratto di canale coperto, dal ponte carrabile di via Giorgione al parcheggio del centro commerciale Margherita d'Este (45,73 m);
 - n.1 sfioratore laterale di collegamento fra le aree di allagamento n.01 e n.02, al confine fra le due aree (22,74 m);
 - n.1 sfioratore laterale di collegamento fra le aree di allagamento n.01 e n.02, al confine fra le due aree (77,12 m).

Area n. 03

- Posizione: a lato della sponda destra del torrente Garza, a partire da 100 m a monte di via Cadizzoni, fino al ponte di attraversamento della Tangenziale sud di Brescia.
- Superficie: 78'949 m², stessa perimetrazione dell'area di allagamento TR100 del PGRA in sponda destra del t. Garza con un ampliamento dell'area a valle di via Chioderolo, in direzione sud-ovest fino al rilevato della Tangenziale sud di Brescia.
- Uso del suolo: area prevalentemente agricola e a verde nella parte a monte di via Chioderolo. A valle di via Chioderolo invece l'area è prevalentemente edificata a destinazione residenziale.
- Rilievo: copertura LiDAR.
- Griglia di calcolo: 2x2 m.
- Collegamenti idraulici fra area esondabile e corso d'acqua (laterl structure):
 - n.1 sfioratore laterale lungo l'intero sviluppo della sponda destra del torrente dall'inizio dell'area di allagamento fino al ponte di via Cadizzoni (89,33m);
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda destra tra il ponte di via Cadizzoni e il ponte di via Chioderolo (348,18m);
 - n.1 sfioratore laterale di scarico nel t. Naviglio Inferiore (5,87m) posizionato circa 22 m a valle del ponte di via Chioderolo;

- n.1 sfioratore laterale lungo la sponda destra tra lo scarico nel t. Naviglio Inferiore e il ponte di via Ponte (47,25m).
- Linee di separazione (Break Line): linea che taglia trasversalmente l'area di allagamento (217,46m) corrispondente all'argine di sponda sinistra del t. Naviglio Inferiore.

Area n. 04

- Posizione: a lato della sponda sinistra del torrente Garza a partire da 140m a monte di Via Cadizzoni, fino al ponte di attraversamento della Tangenziale sud di Brescia.
- Superficie: 112'394 m², stessa perimetrazione dell'area di allagamento TR100 del PGRA con un ampliamento per comprendere l'intera area depressa a nord di via Chioderolo.
- Uso del suolo: area prevalentemente edificata a destinazione residenziale.
- Rilievo: copertura LiDAR.
- Griglia di calcolo: 2x2 m.
- Collegamenti idraulici fra area esondabile e corso d'acqua (laterl structure):
 - n.1 sfioratore laterale lungo l'intero sviluppo della sponda sinistra del torrente dall'inizio dell'area di allagamento fino al ponte di via Cadizzoni (138,77m);
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda sinistra tra il ponte di via Cadizzoni e il ponte di via Chioderolo (346,43m) comprendente la confluenza del t. Naviglio Cerca;
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda sinistra tra il ponte di via Chioderolo inferiore e il ponte di via Ponte (58,63m).
- Linee di separazione (Break Line): linea che taglia trasversalmente l'area di allagamento (153,46m) corrispondente al muro di sponda sinistra del t. Naviglio Cerca.

Area n. 05

- Posizione: a lato della sponda sinistra del torrente Garza tra la Tangenziale sud di Brescia e l'Autostrada A4.
- Superficie: 20'714 m², stessa perimetrazione dell'area di allagamento TR100 del PGRA dalla sponda sinistra del t. Garza fino a via Casotti.
- Uso del suolo: area prevalentemente verde, con la presenza di una pista per veicoli radiocomandati.
- Rilievo: copertura LiDAR.
- Griglia di calcolo: 2x2 m.
- Collegamenti idraulici fra area esondabile e corso d'acqua (laterl structure):
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda sinistra tra il ponte della Tangenziale sud di Brescia e il ponte dell'Autostrada A4 (78,87m).

Area n. 06

- Posizione: area a lato della sponda sinistra del t. Garza tra il ponte dell'Autostrada A4 e il ponte di via Casotti.
- Superficie: 14'386 m², stessa perimetrazione dell'area di allagamento TR100 del PGRA dalla sponda sinistra del t. Garza fino a via Casotti.
- Uso del suolo: area a verde.
- Rilievo: copertura LiDAR.
- Griglia di calcolo: 2x2 m.
- Collegamenti idraulici fra area esondabile e corso d'acqua (laterl structure):
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda sinistra tra il ponte dell'Autostrada A4 e il ponte di via Casotti (247,89 m).

Area n. 07

- Posizione: area a lato della sponda destra del t. Garza tra il ponte dell'Autostrada A4 e parte della cava fino a valle della discoteca Paradiso.
- Superficie: 100'664 m², in sponda sinistra del t. Garza dal ponte dell'Autostrada A4 verso sud stessa perimetrazione dell'area di allagamento TR100 del PGRA.
- Uso del suolo: area edificata adiacente alla sponda sinistra del t. Garza che comprende qualche abitazione e la discoteca Paradiso. La restante superficie è occupata da una cava.
- Rilievo: copertura LiDAR.
- Griglia di calcolo: 2x2 m.
- Collegamenti idraulici fra area esondabile e corso d'acqua (laterl structure):
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda destra tra il ponte dell'Autostrada A4 e la discoteca Paradiso (229,70m).

Figura n°4.2.1.1 - Planimetria del modello geometrico di calcolo (tratto nord)- Torrente Garza

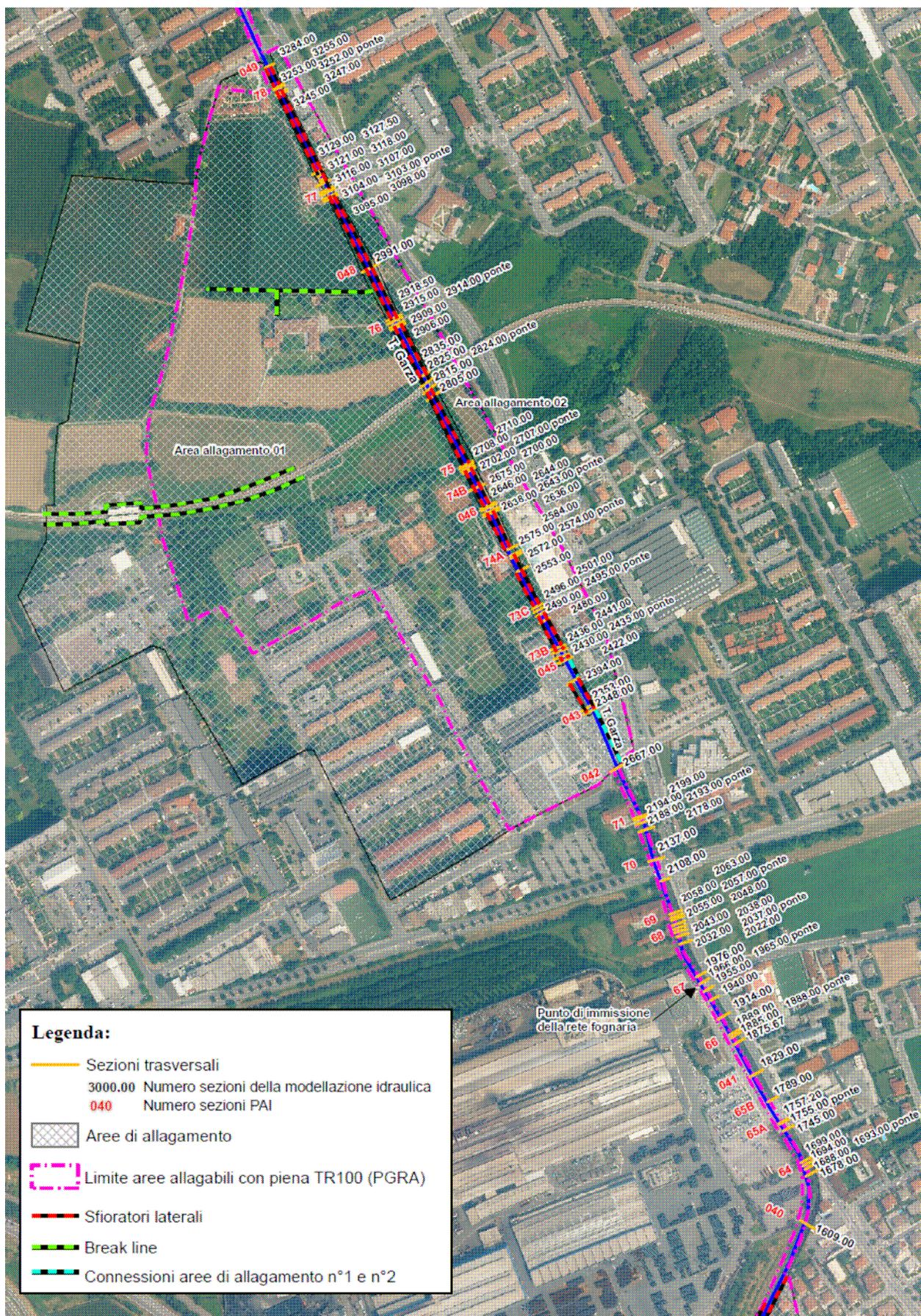
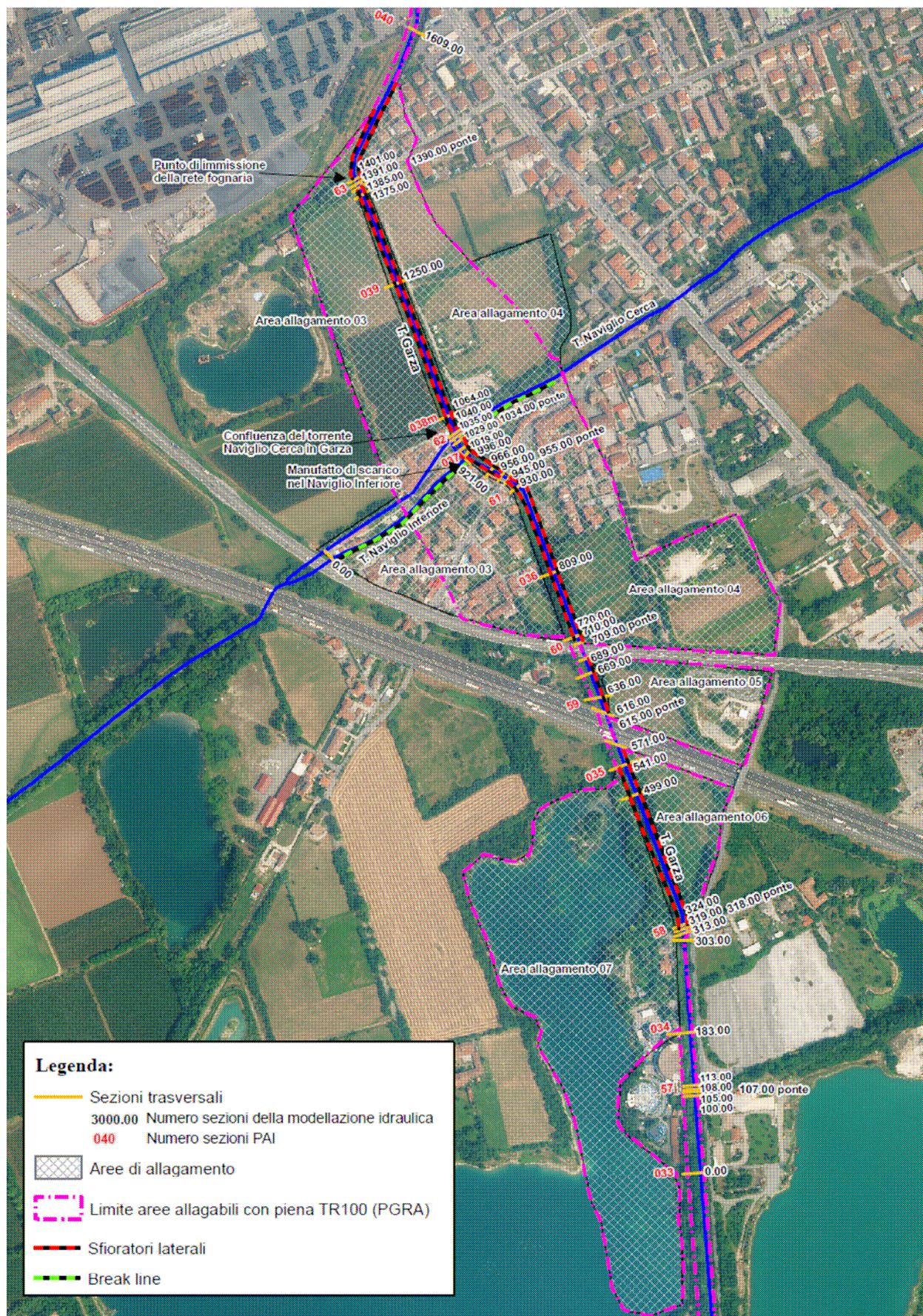


Figura n°4.2.1.2 - Planimetria del modello geometrico di calcolo (tratto Sud)- Torrente Garza



4.3 Scabrezze e coefficienti di efflusso

I coefficienti di scabrezza di Manning (n) sono scelti a seguito di accurate ricognizioni dei luoghi e quantificati secondo il metodo contenuto nella Direttiva “*Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B*” del Piano Stralcio nelle Fasce Fluviali dell’Autorità di Bacino del Fiume Po, con la seguente relazione:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \times m_5$$

in cui i vari coefficienti parziali, variano in funzione dei seguenti aspetti:

- Materiali costituenti l’alveo (n_0)
- Irregolarità della superficie della sezione (n_1)
- Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale (n_2)
- Effetto relativo di ostruzioni (n_3)
- Effetto della vegetazione (n_4)
- Grado di sinuosità dell’alveo (m_5)

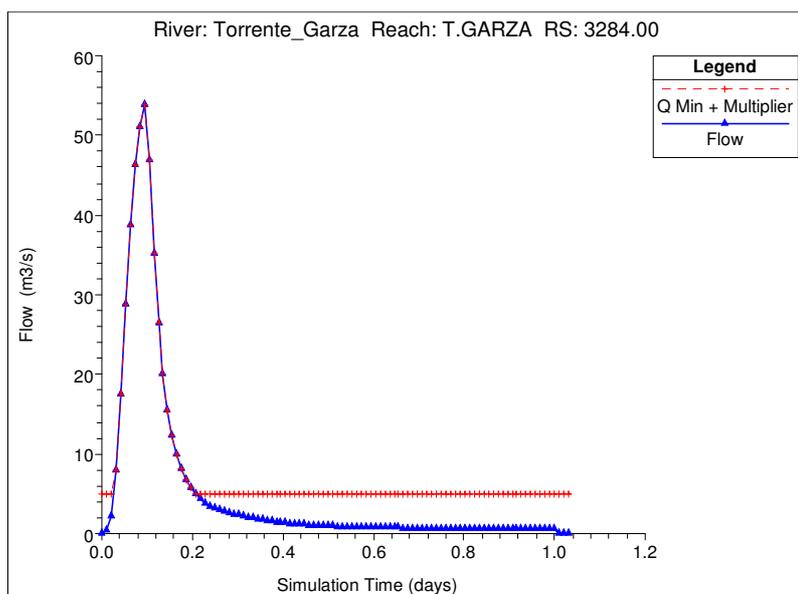
I valori dei coefficienti utilizzati nel calcolo, per le diverse situazioni riscontrate, sono evidenziati negli schemi grafici dei risultati della modellazione allegati nel successivo capitolo 7

I coefficienti di efflusso, determinati come illustrato nella relazione metodologica (elaborato n. Alall041-00), utilizzati nel calcolo idraulico degli sfioratori laterali e degli altri collegamenti fra gli elementi del modello, sono riportati negli schemi grafici allegati nel successivo capitolo 7

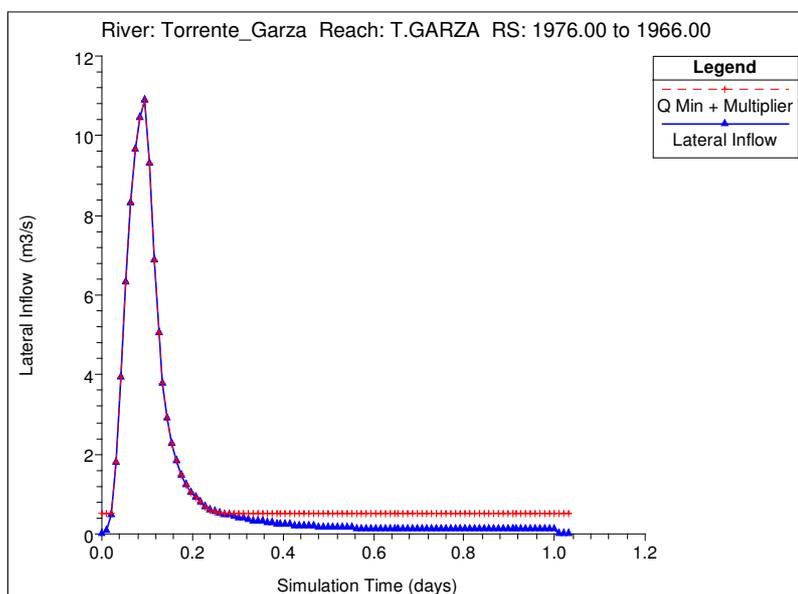
4.4 Condizioni al contorno. Flussi in ingresso

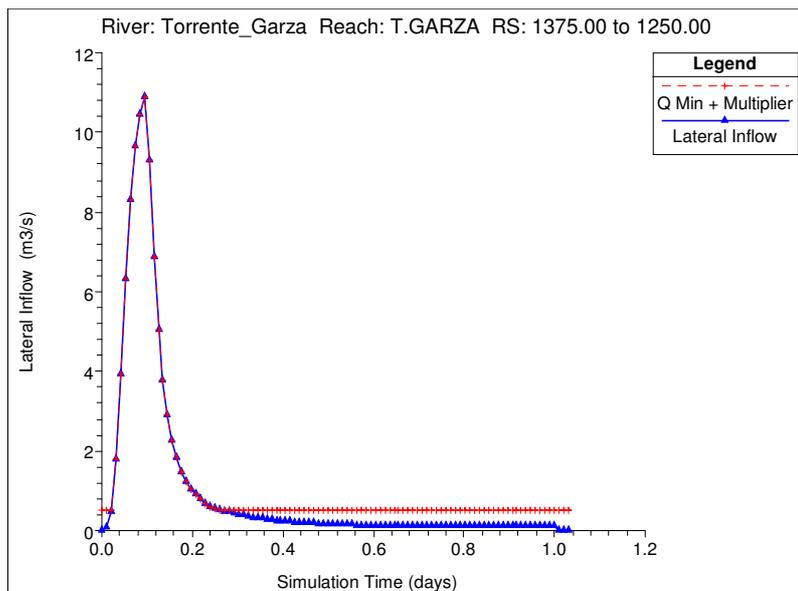
I flussi (flow) delle portate d’acqua in ingresso al sistema idrografico del torrente Garza, schematizzati nel modello di calcolo idraulico per la simulazione del deflusso della piena di progetto in regime di moto vario (unsteady flow analysis), sono specificati ed applicati come segue:

- Come condizione al contorno di monte si utilizza l'idrogramma TR 100 del tronco “GR 3-4” (Crocevia Nave – Porta Trento), sommato all'idrogramma corrispondente ad 1/3 degli apporti lungo il seguente tronco “GR 4-5” (Porta Trento – Chioderolo), che lo Studio di fattibilità considera distribuiti da sezione PAI n. 052 (ponte FFSS) a Chioderolo (confluenza Naviglio Cerca), in corrispondenza della sezione PAI n. 039 (sezione del modello di calcolo n. 1250,00).

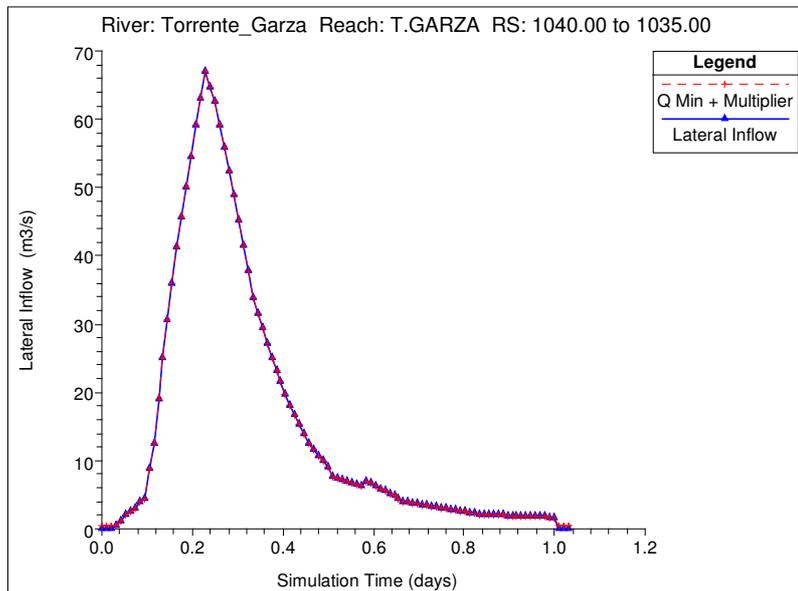


- Lungo la successiva asta del Garza, fino a Chioderolo, si considerano confluenti, sempre in forma di idrogrammi, i restanti 2/3 degli apporti del tratto “GR 4-5”, concentrati in due punti ed in parti uguali, in corrispondenza dei due scaricatori della fognatura bianca del territorio, rispettivamente presso le sezioni PAI n. 067 (sezione del modello di calcolo n. 1976,00) e n. 063 (sezione del modello di calcolo n. 1375,00).





- L'idrogramma relativo alla confluenza del Naviglio Cerca (Resegotta) in Garza, sezione PAI n. 038 (sezione del modello di calcolo n. 1040), è determinato come differenza fra gli idrogrammi TR100, forniti dallo Studio di fattibilità solo in forma grafica, per le sezioni PAI "GR 039" e "GR 038m" (elaborato 3.2.2.2/2/1R), rispettivamente subito a monte ed a valle della confluenza del Naviglio.



All'estremità di valle del t. Garza, sezione n. 0,00, si è posta la cadente (normal depth) pari a 0,00098 m/m.

4.5 Modellazione idraulica

La durata dell'evento di piena simulato mediante la modellazione idraulica 1D/2D è di 24 ore, sufficiente al fine di ottenere dal programma il calcolo dei flussi nelle aree 2D, fino al limite estremo delle aree allagabili.

Flusso monodimensionale (1/D)- Profili idraulici

I risultati del calcolo idraulico, sono riportati nella seguente tabella, in cui, per ciascuna sezione del modello geometrico, costruito come illustrato nel precedente capitolo 4.2.1, sono riportati, i valori dei principali parametri idraulici della corrente (quota del pelo libero, quota dell'altezza critica, quota dell'energia specifica, velocità della corrente nell'alveo, numero di Froude ed altri), relativi al deflusso, in condizioni di moto vario monodimensionale, della portata massima dell'idrogramma di piena di progetto, lungo i singoli tratti del corso d'acqua, nelle condizioni fisiche attuali.

L'andamento e le quote del pelo libero della corrente, risultanti dalla modellazione idraulica eseguita, sono rappresentati negli schemi grafici contenuti nell'allegato capitolo 7, precisando che i profili idraulici rappresentano l'involuppo dei massimi livelli idrici raggiunti dalla piena nelle sezioni, in momenti diversi.

Tabella n° 4.5.1 - Risultati della modellazione idraulica del t. Garza sud - involucro dei massimi livelli idrici raggiunti con TR100 anni

River	River Sta	Q Total	Length Chnl	Cum Ch Len	Min Ch El	Levee El Left	Levee El Right	Max Chl Dpth	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Torrente_Garza	3284	53,66	29,00	3284,00	123,53	126,65	126,63	3,45	126,98		127,21	0,001876	2,13	25,24	12,64	0,37
Torrente_Garza	3283	Lat Struct														
Torrente_Garza	3282	Lat Struct														
Torrente_Garza	3255	47,71	2,00	3255,00	123,48	127,18	126,50	3,25	126,73		127,17	0,006076	2,93	16,28	8,90	0,52
Torrente_Garza	3253	47,51	0,90	3253,00	123,48	127,18	126,50	3,25	126,73	125,58	127,16	0,006037	2,92	16,27	8,90	0,52
Torrente_Garza	3252	Bridge														
Torrente_Garza	3247	47,51	2,00	3247,00	123,46	127,18	126,50	2,98	126,44		126,96	0,005681	3,19	14,90	5,03	0,59
Torrente_Garza	3246	Lat Struct														
Torrente_Garza	3245,5	Lat Struct														
Torrente_Garza	3245	47,45	112,50	3245,00	123,45	127,18	126,25	3,06	126,52		126,94	0,004488	2,90	16,39	8,45	0,63
Torrente_Garza	3129	39,45	5,00	3132,50	123,09	125,85	125,70	3,50	126,59		126,70	0,000662	1,51	26,15	14,58	0,29
Torrente_Garza	3127,5	39,51	6,50	3127,50	123,12	125,84	125,66	2,91	126,03	125,24	126,77	0,018950	3,80	10,40	3,37	0,71
Torrente_Garza	3121	39,19	3,00	3121,00	123,12	125,84	125,66	2,61	125,73	125,19	126,59	0,023957	4,10	9,56	3,12	0,81
Torrente_Garza	3118	39,31	2,00	3118,00	123,10	125,84	125,66	2,50	125,60	125,16	126,52	0,026361	4,25	9,26	3,12	0,86
Torrente_Garza	3116	39,33	9,00	3116,00	123,04	125,92	125,92	3,10	126,14		126,34	0,002335	1,98	19,82	13,29	0,36
Torrente_Garza	3107	38,61	3,00	3107,00	122,96	126,62	126,62	3,14	126,10		126,31	0,002002	2,05	18,82	6,00	0,37
Torrente_Garza	3104	38,03	0,90	3104,00	122,46	126,62	126,62	3,60	126,06	124,41	126,30	0,002389	2,17	17,56	5,12	0,37
Torrente_Garza	3103	Bridge														
Torrente_Garza	3098	38,03	3,00	3098,00	122,47	126,62	126,62	3,52	125,98		126,24	0,002546	2,22	17,13	5,12	0,39
Torrente_Garza	3095	37,81	104,00	3095,00	122,47	125,92	125,92	3,51	125,98		126,23	0,003519	2,21	17,10	16,99	0,39
Torrente_Garza	3094	Lat Struct														
Torrente_Garza	3093	Lat Struct														
Torrente_Garza	2991	34,77	72,50	2991,00	122,92	125,94	125,45	2,89	125,81		125,91	0,000884	1,37	25,41	17,50	0,33
Torrente_Garza	2918,5	37,1	3,50	2918,50	122,68	125,34	124,63	3,04	125,72		125,83	0,000785	1,48	25,00	21,71	0,32
Torrente_Garza	2915	36,98	0,90	2915,00	122,68	125,66	125,58	2,71	125,39	124,71	125,86	0,006785	3,02	12,24	5,00	0,62
Torrente_Garza	2914	Bridge														
Torrente_Garza	2909	40,54	3,00	2909,00	122,66	125,66	125,58	2,51	125,17		125,84	0,010376	3,62	11,20	5,00	0,77
Torrente_Garza	2907	Lat Struct														
Torrente_Garza	2906,5	Lat Struct														
Torrente_Garza	2906	43,93	71,00	2906,00	122,65	125,47	124,43	2,56	125,21		125,35	0,001218	1,69	26,03	15,63	0,40
Torrente_Garza	2835	39,97	10,00	2835,00	122,44	125,30	124,78	2,71	125,15		125,27	0,001077	1,52	26,36	14,76	0,30
Torrente_Garza	2825	39,55	0,10	2825,00	122,41	127,51	127,48	2,73	125,14	123,68	125,25	0,000904	1,49	26,48	10,13	0,29
Torrente_Garza	2824	Bridge														
Torrente_Garza	2815	39,55	10,00	2815,00	122,25	127,45	127,45	2,85	125,10		125,23	0,001055	1,58	25,00	9,77	0,32
Torrente_Garza	2805	39	95,00	2805,00	122,21	124,90	124,80	2,87	125,08		125,20	0,001140	1,55	25,22	20,73	0,31
Torrente_Garza	2804	Lat Struct														
Torrente_Garza	2803	Lat Struct														
Torrente_Garza	2710	36,22	2,00	2710,00	121,78	124,76	124,77	3,15	124,93		125,11	0,001498	1,86	19,51	19,21	0,41
Torrente_Garza	2708	33,5	0,90	2708,00	121,77	125,01	125,18	2,98	124,75	123,66	125,06	0,003665	2,46	13,64	4,93	0,47
Torrente_Garza	2707	Bridge														
Torrente_Garza	2702	33,5	2,00	2702,00	121,77	125,01	125,18	2,94	124,71		125,03	0,003807	2,49	13,45	4,93	0,48
Torrente_Garza	2701	Lat Struct														
Torrente_Garza	2700,5	Lat Struct														
Torrente_Garza	2700	36,12	25,00	2700,00	121,76	124,78	124,51	3,15	124,91		125,05	0,001221	1,65	21,93	18,20	0,38
Torrente_Garza	2675	34,18	29,00	2675,00	122,20	124,48	124,31	2,69	124,89		125,02	0,001044	1,60	21,40	25,95	0,36

River	River Sta	Q Total	Length Chnl	Cum Ch Len	Min Ch El	Levee El Left	Levee El Right	Max Chl Dpth	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Torrente_Garza	2646	33,35	2,00	2646,00	121,71	124,60	125,04	3,17	124,88		125,00	0,001110	1,58	21,16	17,55	0,35
Torrente_Garza	2644	32,76	0,90	2644,00	121,68	124,51	124,52	3,06	124,74	123,39	124,99	0,010397	2,20	14,87	19,27	0,41
Torrente_Garza	2643	Bridge														
Torrente_Garza	2638	32,24	2,00	2638,00	121,65	124,51	124,52	2,96	124,61		124,87	0,011405	2,24	14,37	14,57	0,42
Torrente_Garza	2637	Lat Struct														
Torrente_Garza	2636,5	Lat Struct														
Torrente_Garza	2636	32,98	52,00	2636,00	121,64	124,50	124,27	3,13	124,77		124,84	0,001664	1,17	28,31	22,85	0,27
Torrente_Garza	2584	28,7	9,00	2584,00	121,33	124,50	124,23	3,73	124,65		124,78	0,001583	1,60	17,98	14,60	0,31
Torrente_Garza	2575	28,57	0,90	2575,00	121,28	124,50	124,22	3,72	124,64	122,97	124,77	0,001532	1,57	18,17	14,60	0,30
Torrente_Garza	2574	Bridge														
Torrente_Garza	2572	28,57	19,00	2572,00	121,28	124,50	124,22	3,69	124,61		124,74	0,001593	1,59	17,93	14,60	0,31
Torrente_Garza	2571	Lat Struct														
Torrente_Garza	2553	28,32	52,00	2553,00	121,30	124,50	124,19	3,65	124,57		124,71	0,001646	1,61	17,62	14,60	0,31
Torrente_Garza	2552	Lat Struct														
Torrente_Garza	2501	27,98	5,00	2501,00	121,32	124,54	124,10	3,13	124,45		124,61	0,002180	1,77	15,79	10,17	0,34
Torrente_Garza	2496	27,98	0,90	2496,00	121,35	124,53	124,10	3,09	124,44	122,87	124,60	0,002271	1,80	15,54	10,15	0,35
Torrente_Garza	2495	Bridge														
Torrente_Garza	2490	27,98	10,00	2490,00	121,34	124,52	124,12	3,05	124,39		124,56	0,002385	1,83	15,31	10,09	0,35
Torrente_Garza	2489	Lat Struct														
Torrente_Garza	2488	Lat Struct														
Torrente_Garza	2480	27,97	39,00	2480,00	121,32	124,50	124,15	3,04	124,36		124,53	0,002424	1,83	15,28	10,07	0,35
Torrente_Garza	2441	27,29	5,00	2441,00	121,26	124,03	124,30	3,16	124,42		124,47	0,000525	1,03	26,47	21,40	0,20
Torrente_Garza	2436	27,21	0,90	2436,00	121,25	124,44	124,30	3,16	124,41	122,55	124,47	0,000534	1,03	26,53	16,40	0,20
Torrente_Garza	2435	Bridge														
Torrente_Garza	2430	27,2	8,00	2430,00	121,38	124,44	124,30	3,00	124,38		124,44	0,000630	1,09	25,01	16,40	0,21
Torrente_Garza	2429	Lat Struct														
Torrente_Garza	2428	Lat Struct														
Torrente_Garza	2422	25,27	28,00	2422,00	121,57	123,47	124,23	2,76	124,33	122,57	124,45	0,001910	1,52	16,66		0,29
Torrente_Garza	2394	25,03	41,00	2394,00	121,47	124,44	124,17	2,81	124,28	122,52	124,39	0,001872	1,51	16,58	6,91	0,29
Torrente_Garza	2393	Lat Struct														
Torrente_Garza	2392	Lat Struct														
Torrente_Garza	2353	25,03	5,00	2353,00	121,39	125,29	125,28	2,91	124,30		124,35	0,000248	0,96	26,11	8,99	0,18
Torrente_Garza	2348	25,03	81,00	2348,00	121,35	125,22	125,28	2,89	124,24	122,38	124,34	0,001545	1,40	17,86		0,26
Torrente_Garza	2267	25,01	68,00	2267,00	121,11	124,61	124,04	3,03	124,14	122,08	124,22	0,001705	1,21	20,68	22,38	0,22
Torrente_Garza	2199	24,97	5,00	2199,00	120,88	124,10	126,99	3,23	124,11		124,15	0,000293	0,88	28,22	12,43	0,16
Torrente_Garza	2194	24,97	0,90	2194,00	120,87	124,99	126,99	3,24	124,11	121,88	124,15	0,000291	0,88	28,30	9,00	0,16
Torrente_Garza	2193	Bridge														
Torrente_Garza	2188	24,97	10,00	2188,00	120,85	124,99	124,24	3,23	124,08		124,12	0,000294	0,89	28,22	9,00	0,16
Torrente_Garza	2178	24,97	41,00	2178,00	120,83	124,27	124,21	3,25	124,08		124,12	0,000288	0,88	28,40	9,00	0,16
Torrente_Garza	2137	24,97	29,00	2137,00	120,71	124,16	124,10	3,29	124,00	121,81	124,08	0,001539	1,29	19,37		0,23
Torrente_Garza	2108	24,97	45,00	2108,00	120,85	124,11	124,03	3,08	123,93	121,88	124,03	0,001803	1,35	18,44		0,25
Torrente_Garza	2063	24,94	5,00	2063,00	120,72	124,69	124,05	3,19	123,91		123,97	0,000467	1,07	23,41	7,52	0,19
Torrente_Garza	2058	24,94	0,90	2058,00	120,71	124,69	124,05	3,20	123,91	121,83	123,97	0,000464	1,06	23,47	7,52	0,19
Torrente_Garza	2057	Bridge														
Torrente_Garza	2055	24,94	7,00	2055,00	120,69	124,69	124,03	3,21	123,90		123,96	0,000461	1,06	23,52	7,52	0,19
Torrente_Garza	2048	24,94	5,00	2048,00	120,65	124,69	123,99	3,25	123,90		123,95	0,000446	1,05	23,80	7,52	0,19
Torrente_Garza	2043	24,94	5,00	2043,00	120,62	124,69	123,96	3,28	123,89		123,95	0,000433	1,04	24,06	7,52	0,19

River	River Sta	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Cum Ch Len (m)	Min Ch El (m)	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)	Max Chl Dpth (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
Torrente_Garza	966	52,58	10,00	966,00	118,69	122,60	122,60	3,72	122,41		122,58	0,000943	1,85	28,43	9,14	0,33
Torrente_Garza	956	52,63	0,90	956,00	118,42	122,55	122,83	4,03	122,45	120,17	122,57	0,000694	1,53	34,37	9,07	0,25
Torrente_Garza	955	Bridge														
Torrente_Garza	945	52,58	15,00	945,00	118,46	122,55	122,83	3,89	122,35		122,48	0,000766	1,59	33,16	9,07	0,26
Torrente_Garza	944	Lat Struct														
Torrente_Garza	943	Lat Struct														
Torrente_Garza	930	52,5	121,00	930,00	119,43	122,27	122,34	2,86	122,29		122,46	0,001379	1,83	28,68	19,07	0,38
Torrente_Garza	809	52,5	89,00	809,00	118,97	122,44	122,84	3,21	122,18		122,32	0,001024	1,62	32,42	16,54	0,37
Torrente_Garza	720	52,32	10,00	720,00	118,77	122,36	122,71	3,33	122,10		122,23	0,000973	1,58	33,06	16,54	0,36
Torrente_Garza	710	52,28	0,90	710,00	118,74	121,56	121,56	3,36	122,10	120,34	122,22	0,000873	1,55	33,75	15,43	0,28
Torrente_Garza	709	Bridge														
Torrente_Garza	689	52,28	20,00	689,00	118,71	121,56	121,56	3,30	122,01		122,13	0,000938	1,58	33,10	15,43	0,29
Torrente_Garza	688	Lat Struct														
Torrente_Garza	669	52,51	33,00	669,00	118,68	123,01	122,58	3,26	121,94		122,11	0,001511	1,81	29,00	16,51	0,44
Torrente_Garza	636	52,47	20,00	636,00	118,62	122,59	122,73	3,31	121,93		122,07	0,001136	1,63	32,21	17,26	0,38
Torrente_Garza	616	52,45	4,90	616,00	118,59	120,47	120,35	3,35	121,94	120,09	122,05	0,000604	1,50	35,08	26,23	0,27
Torrente_Garza	615	Bridge														
Torrente_Garza	571	52,45	30,00	571,00	118,60	120,13	120,34	3,29	121,89		122,01	0,000637	1,54	34,10	25,92	0,28
Torrente_Garza	570	Lat Struct														
Torrente_Garza	569	Lat Struct														
Torrente_Garza	541	52,42	42,00	541,00	118,55	122,20	122,04	3,29	121,84		121,98	0,001116	1,66	31,54	15,63	0,37
Torrente_Garza	499	52,42	175,00	499,00	118,47	122,13	121,97	3,32	121,79		121,94	0,001141	1,67	31,42	15,68	0,38
Torrente_Garza	324	52,38	5,00	324,00	118,50	123,49	122,45	3,17	121,67		121,78	0,000673	1,43	36,57	16,15	0,30
Torrente_Garza	319	52,38	0,90	319,00	118,49	123,49	122,45	3,18	121,67	120,16	121,77	0,000671	1,43	36,61	16,14	0,30
Torrente_Garza	318	Bridge														
Torrente_Garza	313	52,38	10,00	313,00	118,48	123,49	122,45	3,15	121,63		121,74	0,000701	1,45	36,02	16,03	0,31
Torrente_Garza	303	52,38	120,00	303,00	118,47	123,47	122,43	3,15	121,62		121,73	0,000695	1,45	36,15	16,07	0,31
Torrente_Garza	183	52,37	70,00	183,00	118,24	123,02	123,00	3,61	121,47		121,62	0,001112	1,70	30,80	14,61	0,37
Torrente_Garza	113	52,37	5,00	113,00	118,23	122,95	122,96	3,13	121,36		121,54	0,001217	1,85	28,24	12,22	0,39
Torrente_Garza	108	52,37	0,90	108,00	118,23	122,95	122,96	3,13	121,36	120,04	121,53	0,001223	1,86	28,19	12,21	0,39
Torrente_Garza	107	Bridge														
Torrente_Garza	105	52,36	5,00	105,00	118,22	122,95	122,96	3,12	121,34		121,52	0,001238	1,87	28,06	12,18	0,39
Torrente_Garza	100	52,36	100,00	100,00	118,21	122,95	122,96	3,13	121,33		121,51	0,001229	1,86	28,13	12,17	0,39
Torrente_Garza	0	52,36			117,90	123,30	121,94	3,73	121,27	119,84	121,40	0,000981	1,62	32,35	15,07	0,35
Naviglio Inferiore	221	0,1	221,00	221,00	118,95	122,27	122,26	0,56	119,51		119,51	0,000001	0,04	2,61	4,81	0,02
Naviglio Inferiore	0	3,42			118,66	121,98	121,98	0,52	119,18	119,03	119,27	0,001323	1,37	2,49	4,81	0,61

Flusso bidimensionale (2/D) nelle aree di allagamento

Il funzionamento delle strutture di collegamento fra i corsi d'acqua e le aree di allagamento, è rappresentato nell'allegato capitolo 7, in cui, per ogni struttura, è riportato l'idrogramma dei flussi tracimati e delle portate transitate lungo il corso d'acqua a monte ed a valle della struttura laterale, nel corso della piena, ed il volume massimo tracimato.

Si descrive nel seguito l'andamento dell'allagamento e dello scorrimento delle acque nelle aree esondate, come risulta dalla simulazione eseguita, riportando gli schemi grafici delle situazioni maggiormente significative.

- L'esondatazione inizia dalla sponda destra del torrente, lungo il primo tratto del tronco allo studio, compreso fra la sezione d'inizio del modello ed il ponte della Metropolitana, verso l'area di allagamento n. 01 del quartiere San Polo Parco, attraverso n. 4 sfioratori da sezione n. 3284 a sezione n. 2825, lunghezza complessiva 411,84m. L'espansione delle acque nell'area di allagamento è rapida ed inizialmente contenuta dal rilevato della Metropolitana, il quale indirizza i flussi verso ovest.
- Subito dopo, in rapida successione, inizia la tracimazione a valle della Metropolitana, sia verso destra, in direzione dell'area urbana e del centro commerciale Margherita d'Este, sia, in minima parte, verso l'area di allagamento n. 02 in sinistra, attraverso n.10 sfioratori da sezione n. 2815 a sezione n. 2348, di fronte al predetto centro commerciale, lunghezza complessiva 356,25m. L'area valliva di San Polo Case è interessata dall'allagamento solo per la parte del terreno depresso confinante a nord con via Chioderolo (area di allagamento n. 04), per effetto del rigurgito del Garza nel tratto confluyente del Naviglio e dell'esondatazione da n.1 sfioratore da sezione n. 1385 a sezione n. 1035, lunghezza complessiva 346,43m.
- La tracimazione delle acque dall'alveo prosegue con la stessa dinamica lungo gli sfioratori predetti, in modo che gli allagamenti interessano le intere aree di San Polo Parco n. 01 (in destra) e n. 02 (in sinistra), e l'area agricola depressa n. 04 di San Polo Case.
- Dopo il passaggio del colmo della piena lungo il tratto nord, nell'area di allagamento n. 01 lo scorrimento delle acque sul terreno si esaurisce spostandosi verso l'area urbana a sud e verso l'area agricola a ovest. Il colmo interessa ora la zona del quartiere San Polo Case, con la tracimazione delle acque anche dalla sponda destra a monte di via Chioderolo, interessando l'area di allagamento n. 03, attraverso n. 1 sfioratore da sezione n. 1385 a sezione n. 1035, lunghezza complessiva 348,18m.
- Proseguendo, il flusso delle acque esondate nell'area di allagamento n. 04, in destra Garza loc. San Polo Case, raggiunge anche l'area urbana a sud di via Chioderolo, fino al rilevato della Tangenziale Sud. In minima parte si verificano tracimazioni dal Garza verso l'area di

allagamento n. 04 in sinistra del Garza a monte della Tangenziale e verso l'area di allagamento n. 05, sempre in sinistra a monte dell'Autostrada A4.

- Le aree di allagamento, a valle dell'Autostrada A4, n. 06 in sinistra del Garza e n. 07 in destra, introdotte nel modello di calcolo in quanto delimitate nelle mappe del PGRA, non risultano interessate da allagamenti.

Gli schemi planimetrici seguenti mostrano l'espansione massima raggiunta dalle acque nelle varie aree di allagamento e l'andamento dei flussi in un istante significativo della simulazione.

Figura n°4.5.1.2 - Planimetria dell'espansione massima dell'allagamento (tratto nord)

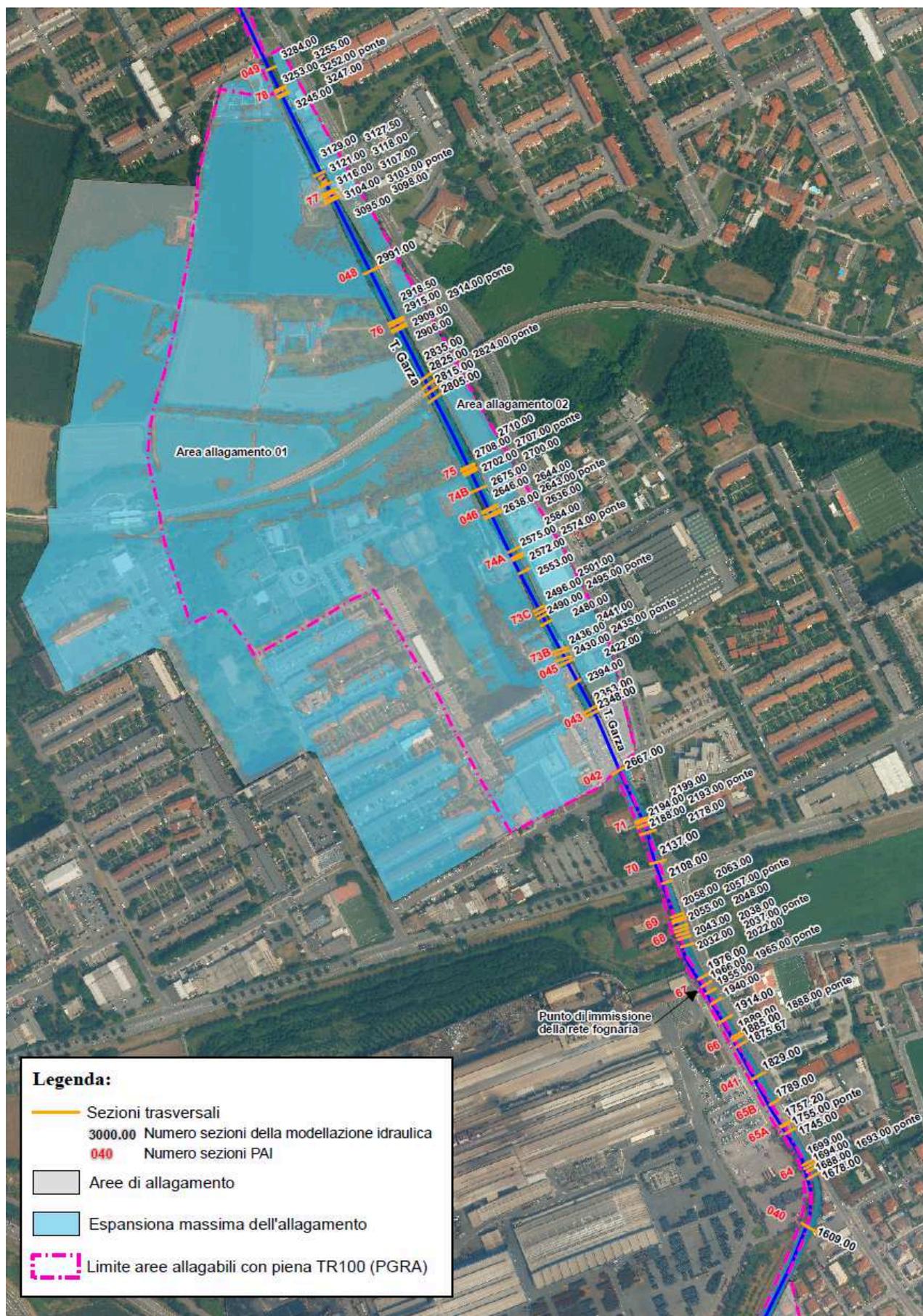


Figura n°4.5.1.3 - Planimetria dell'espansione massima dell'allagamento (tratto Sud)

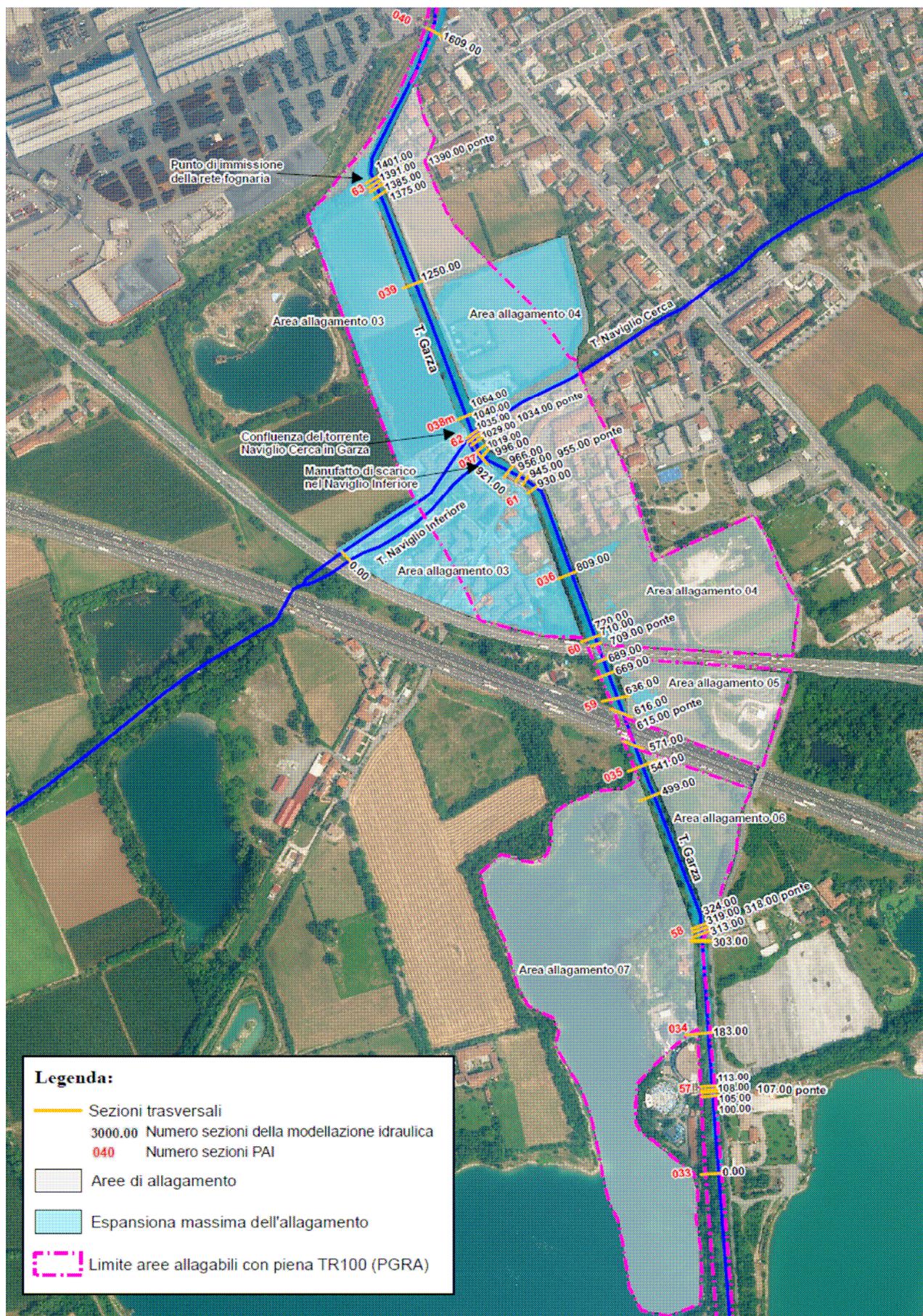


Figura n°4.5.1.4 - Flussi nelle aree di allagamento n°01 e 02 a monte della metropolitana

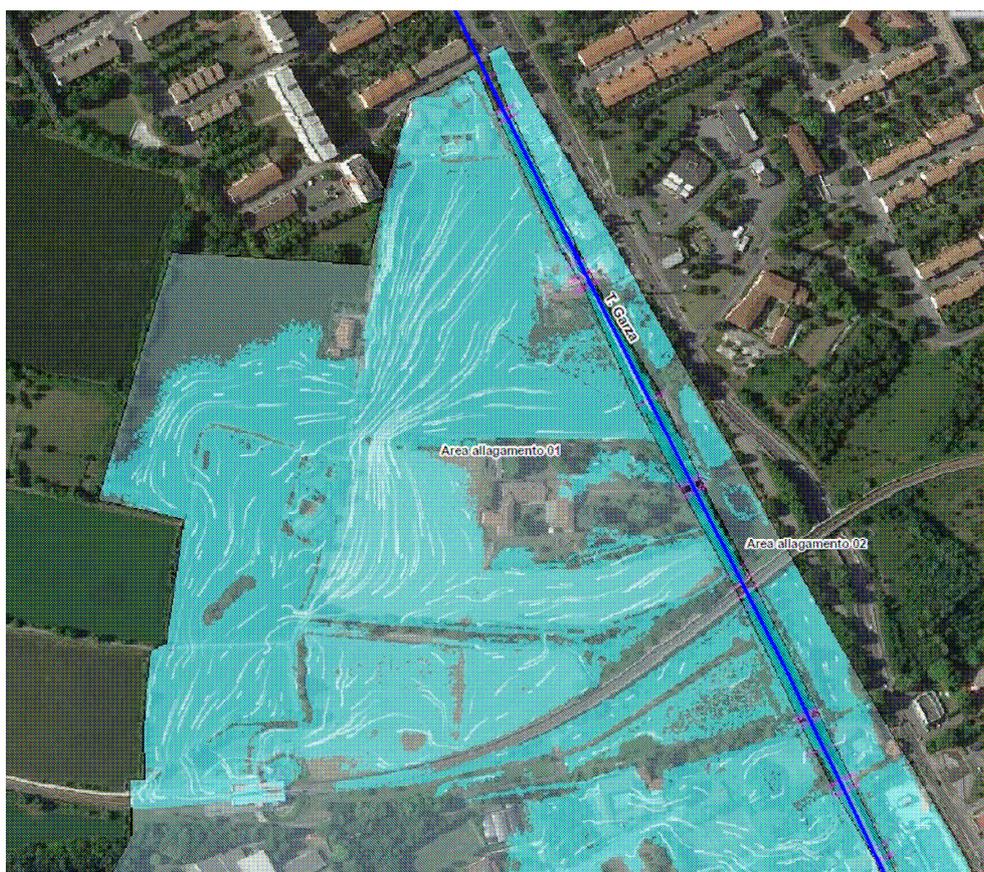


Figura n°4.5.1.5 - Flussi nelle aree di allagamento n°01 e 02 a valle della metropolitana

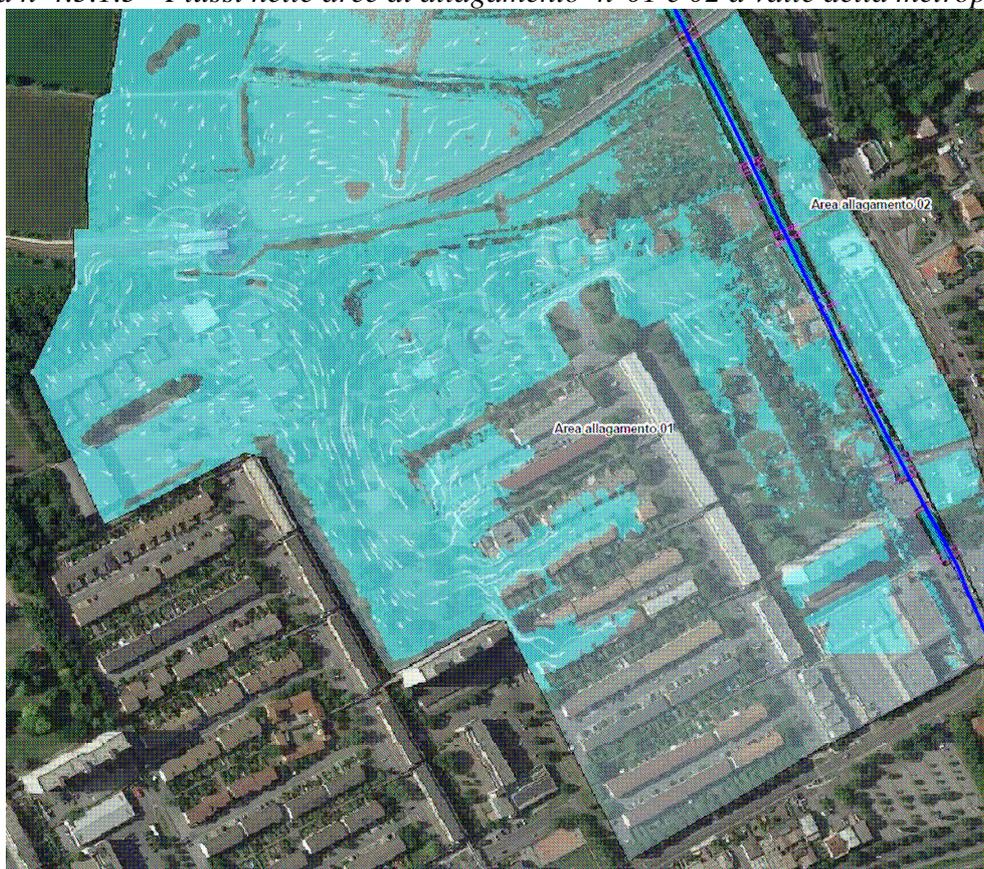
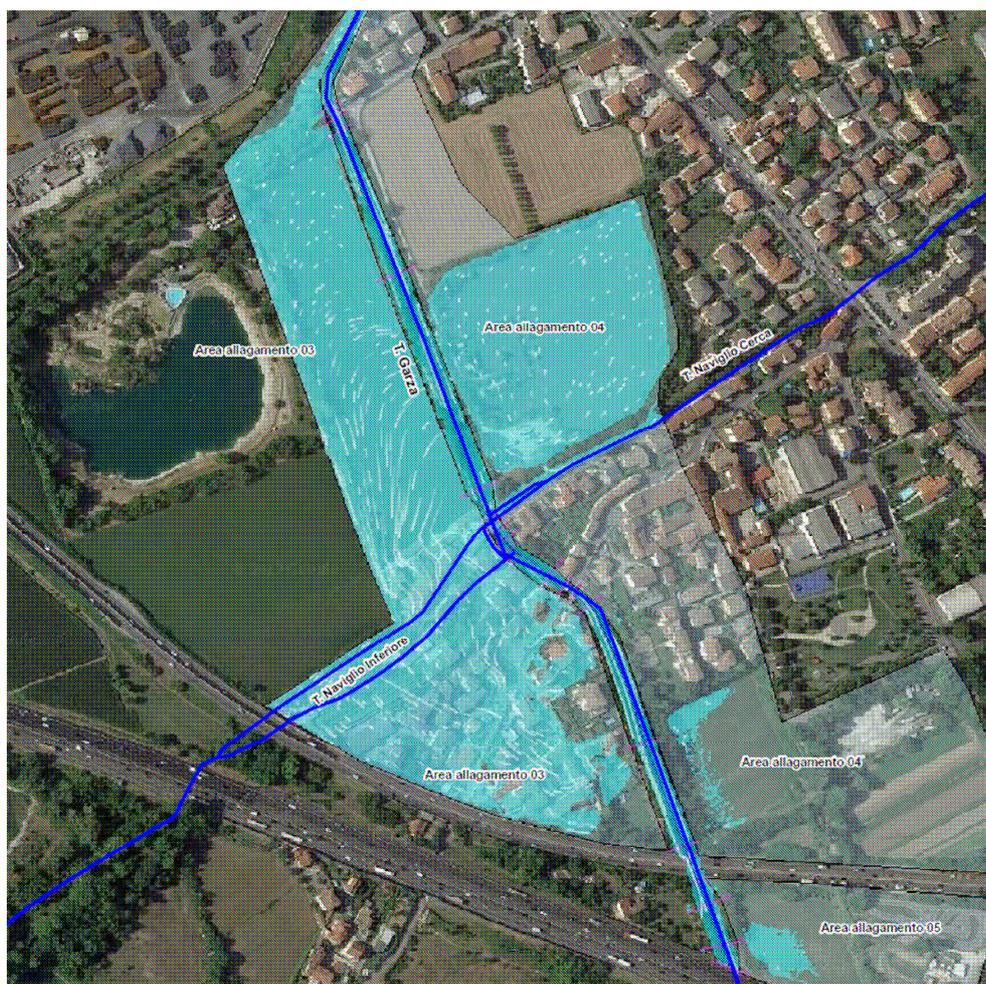


Figura n°4.5.1.6 - Flussi nelle aree di allagamento n°03, 04 e 05



4.6 Rappresentazione grafica dei risultati

Per l'intero ambito dei Quartieri S. Polo Case e S. Polo Parco, interessati dalle possibili esondazione delle piene del torrente Garza, i risultati dello studio idraulico sono rappresentati nelle allegate carte tematiche, elencate e descritte nel seguito:

Tavola n. V.I. - ALall04I-03b – Carta delle aree esondabili – Battente (Garza)

Contenente la delimitazione delle aree esondabili, corrispondente alla massima espansione dell'allagamento risultante dalla modellazione idraulica dell'evento di piena con tempo di ritorno di 100 anni, per il t. Garza, e la mappatura delle altezze massime del battente d'acqua, mediante cromatismo, al fine di distinguere, all'interno delle aree allagate, i valori massimi del battente, espresso in metri, nei seguenti insiemi, per la zonazione della pericolosità, come stabilito nella DGR IX/2616/2011 All. 4, paragrafo 3.4.

$h \leq 0,20$ m

$0,20 < h \leq 0,30$

$0,30 < h \leq 0,50$

$0,50 > h \leq 0,70$

$h > 0,70$ m

Tavola n. V.I. - ALall04I-04b – Carta delle aree esondabili – Velocità (Garza)

Contenente la delimitazione delle aree esondabili, corrispondente alla massima espansione dell'allagamento risultante dalla modellazione idraulica dell'evento di piena con tempo di ritorno di 100 anni, per il t. Garza, e la mappatura delle velocità massime dei flussi d'acqua, mediante cromatismo, al fine di distinguere, all'interno delle aree allagate, i valori massimi delle velocità, espressi in metri/secondo, nei seguenti insiemi, per la zonazione della pericolosità, come stabilito nella DGR IX/2616/2011 All. 4, paragrafo 3.4.

$h \leq 0,40$ m/s

$0,40 < h \leq 0,60$

$0,60 < h \leq 1,50$

$h > 1,50$ m/s

5 ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

La zonazione della pericolosità, all'interno delle aree allagabili, è eseguita secondo il procedimento illustrato nel capitolo 4 dell'allegato n. V.I. - ALall041-00 - Relazione idrologica e idraulica – Inquadramento metodologico, mediante l'analisi del battente e della velocità del flusso idrico, ottenuti dai risultati della modellazione idraulica in ogni punto significativo del terreno, in combinazione con i rispettivi valori massimi, secondo lo schema di cui al paragrafo 3.4 dell'Allegato 4 alla DGR IX/2616/2011, e della loro distribuzione planimetrica.

Le aree allagate sono così suddivise nelle quattro classi di pericolosità:

- H2 o H1 – Media o moderata
- H3 – Elevata
- H4 – Molto elevata

Come rappresentato nella tavola grafica dell'allegato V.I. - ALall041-05b – Carta della pericolosità (Garza)

Casi particolari

La modellazione idraulica 2D mostra che alcune parti delle aree esondabili rappresentate nelle mappe del PGRA, relativamente allo scenario di pericolosità poco frequente (P2/M), non risultano interessate dagli allagamenti.

Per dette aree, si procede ad una valutazione della pericolosità di tipo qualitativo, che consideri i vari aspetti locali specifici inerenti la difesa idraulica (tipologia, consistenza e vulnerabilità degli argini, franco idraulico della piena rispetto alla sommità degli argini, distanza dell'area dal corso d'acqua, quota del piano terra dell'area rispetto al livello della piena, ecc.).

Le aree individuate in tale situazione e le valutazioni compiute sono illustrate nel seguito.

- Area edificata in via Cadizzoni in sinistra del Garza fra le sezioni di calcolo n. 1609,00 e n. 1401,00.

Caratteristiche dell'area: area pianeggiante interamente edificata, adiacente al corso del Garza, fra la sponda sinistra del canale e via Cadizzoni, superficie 4180m²;

Difesa idraulica: muro di difesa spondale radente in c.a. a quota della sommità a p.c.;

Franco idraulico (rif. sez. 1401): livello massimo della piena rispetto alla sommità dell'argine -0,19m, livello massimo della piena rispetto al terreno edificato -0,19m.

Valutazione pericolosità: H3

- Area edificata in via Chioderolo in sinistra del Garza fra le sezioni di calcolo n. 1029,00 e n. 809,00.

Caratteristiche dell'area: area edificata in pendenza verso il corso d'acqua con una differenza di quota pari a 2,00m tra piano stradale di via Casotti (limite esterno dell'area) e il p.c. adiacente al muro d'argine del Garza, superficie 24500m²;

Difesa idraulica: muro d'argine in c.a. di altezza 1,25m rispetto al p.c.;

Franco idraulico (rif. sez. 966,00): livello massimo della piena rispetto alla sommità dell'argine -0,19m, livello massimo della piena rispetto al terreno edificato +1,09m.

Valutazione pericolosità: H3

- Area destinata ad impianto sportivo/ricreativo in sinistra del Garza fra le sezioni di calcolo n. 689,00 e n. 616,00.

Caratteristiche dell'area: area pianeggiante occupata da una pista per veicoli telecomandati lungo via Casotti, a distanza di circa 100m dal corso d'acqua e sopraelevata di circa 4,00m rispetto al terreno a verde interposto fra l'area in oggetto e l'argine del corso d'acqua. Superficie 11480m²;

Difesa idraulica: argine di terra in froldo di altezza 3,14m rispetto al piano del terreno adiacente;

Franco idraulico (rif. sez. 669,00): livello massimo della piena rispetto alla sommità dell'argine in froldo -1,06m, livello massimo della piena rispetto al terreno in oggetto circa -2,00m e livello della piena rispetto al terreno a verde adiacente circa +2,00m.

Valutazione pericolosità: H1

- Area edificata in destra del Garza, occupata dalla discoteca Paradiso, fra le sezioni di calcolo n. 324,00 e n. 183,00.

Caratteristiche dell'area: in due parti pianeggianti a diversa quota: la prima adiacente alla sponda destra avente larghezza di circa 45m, a quota del ciglio spondale non arginato; la seconda parte, a ovest, a quota inferiore di circa 6m rispetto alla prima, separata da una scarpata in terra e collegata con una strada d'accesso asfaltata. superficie complessiva 12130 m²;

Franco idraulico (rif. sez. 319,00): livello massimo della piena rispetto alla sommità dell'argine -0,78m, livello massimo della piena rispetto all'area adiacente -0,78m e di +4,67m rispetto alla zona di area più a ovest.

Valutazione pericolosità: H1

6 ZONAZIONE DEL RISCHIO

La zonazione del rischio, all'interno delle aree allagabili, è eseguita secondo il procedimento illustrato nel capitolo 4 dell'allegato n. V.I. - ALall041-00 - Relazione idrologica e idraulica – Inquadramento metodologico, mediante un'analisi effettuata mettendo in relazione la pericolosità (H) e il danno potenziale (E) temuto per gli elementi a rischio presenti, considerando massima la vulnerabilità, secondo le classi di danno e lo schema di cui al paragrafo 3.5 dell'Allegato 4 alla DGR IX/2616/2011.

Le aree allagate sono così suddivise nelle quattro classi di rischio decrescente: R4, R3, R2, R1, come rappresentato nella tavola grafica dell'allegato V.I. - ALall041-06b – Carta del rischio (Garza).

7 SCHEMI GRAFICI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA - T. GARZA

PLANIMETRIA (Tratto nord – Quartiere San Polo Parco)



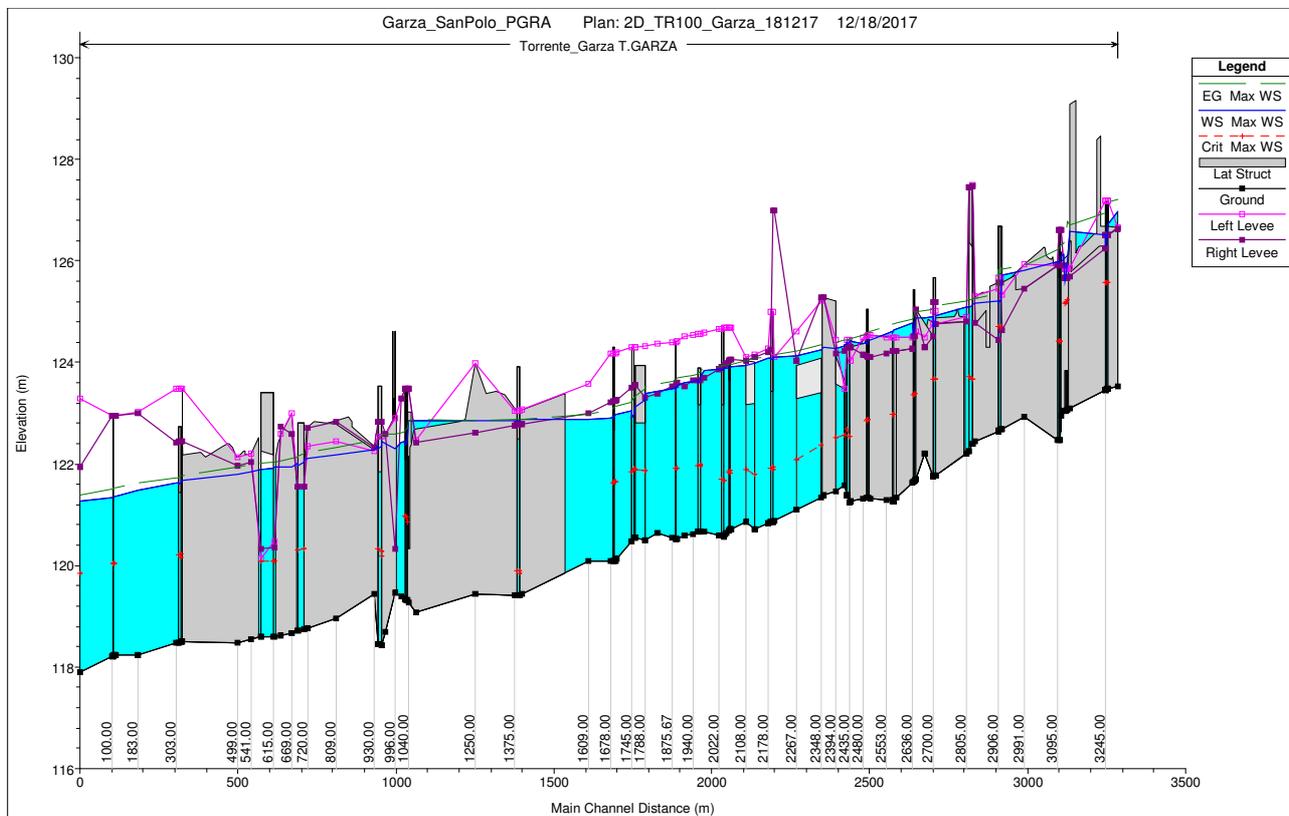
PLANIMETRIA (Tratto Sud – Quartiere San Polo Case)



PROFILO IDRAULICO

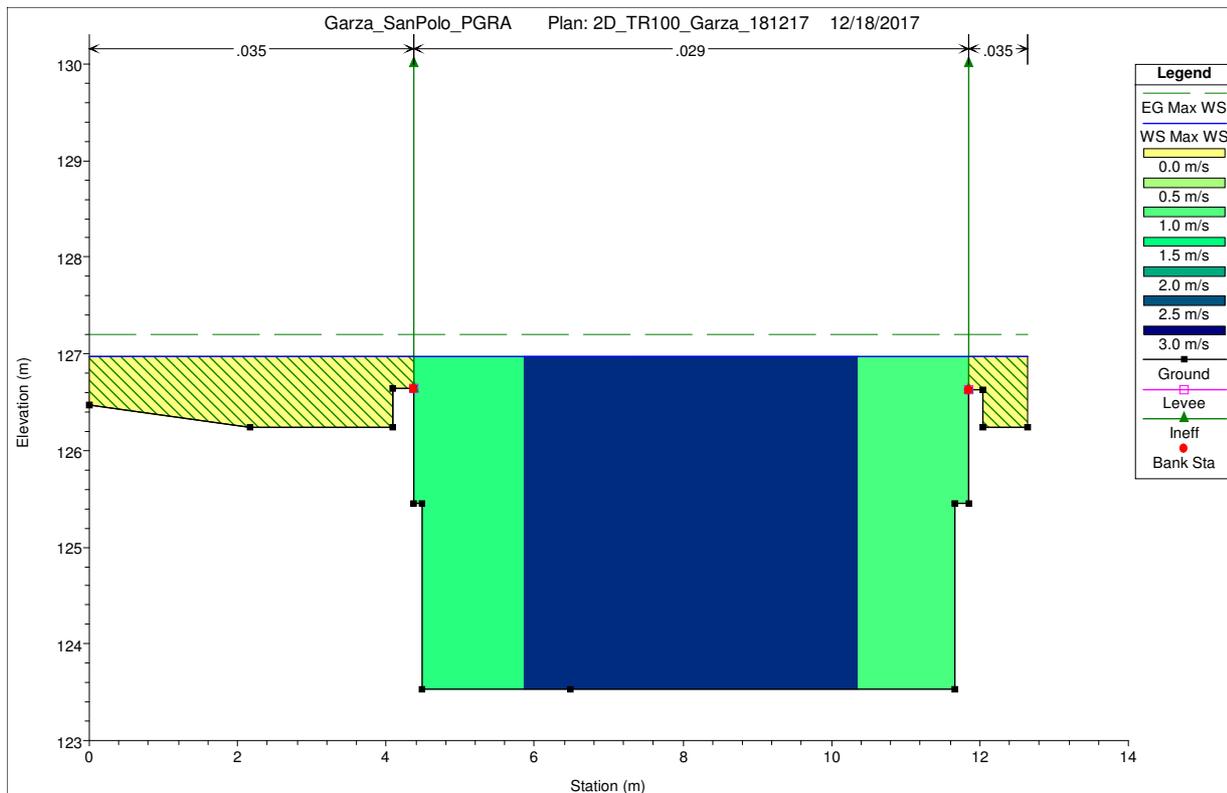
Inviluppo delle altezze massime della piena con TR 100 nelle sezioni

T. Garza (San Polo)

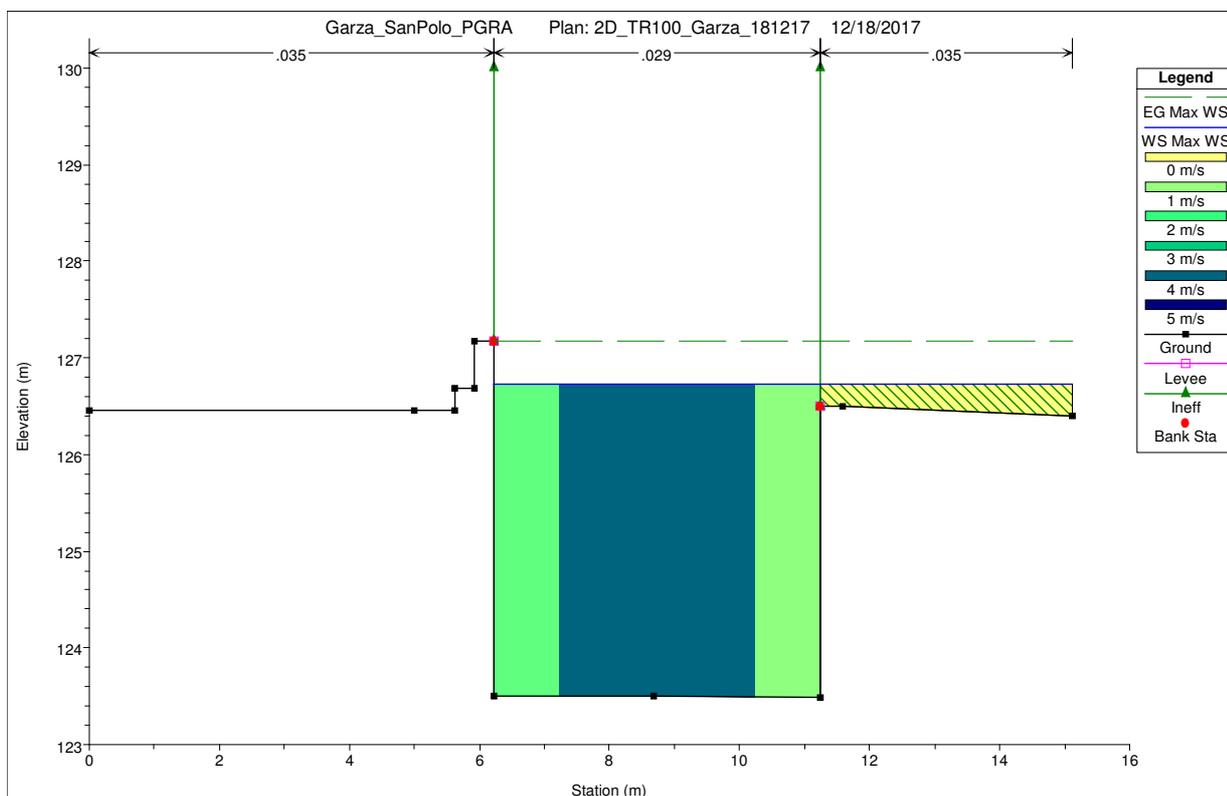


SEZIONI – Altezze massime della piena con TR 100

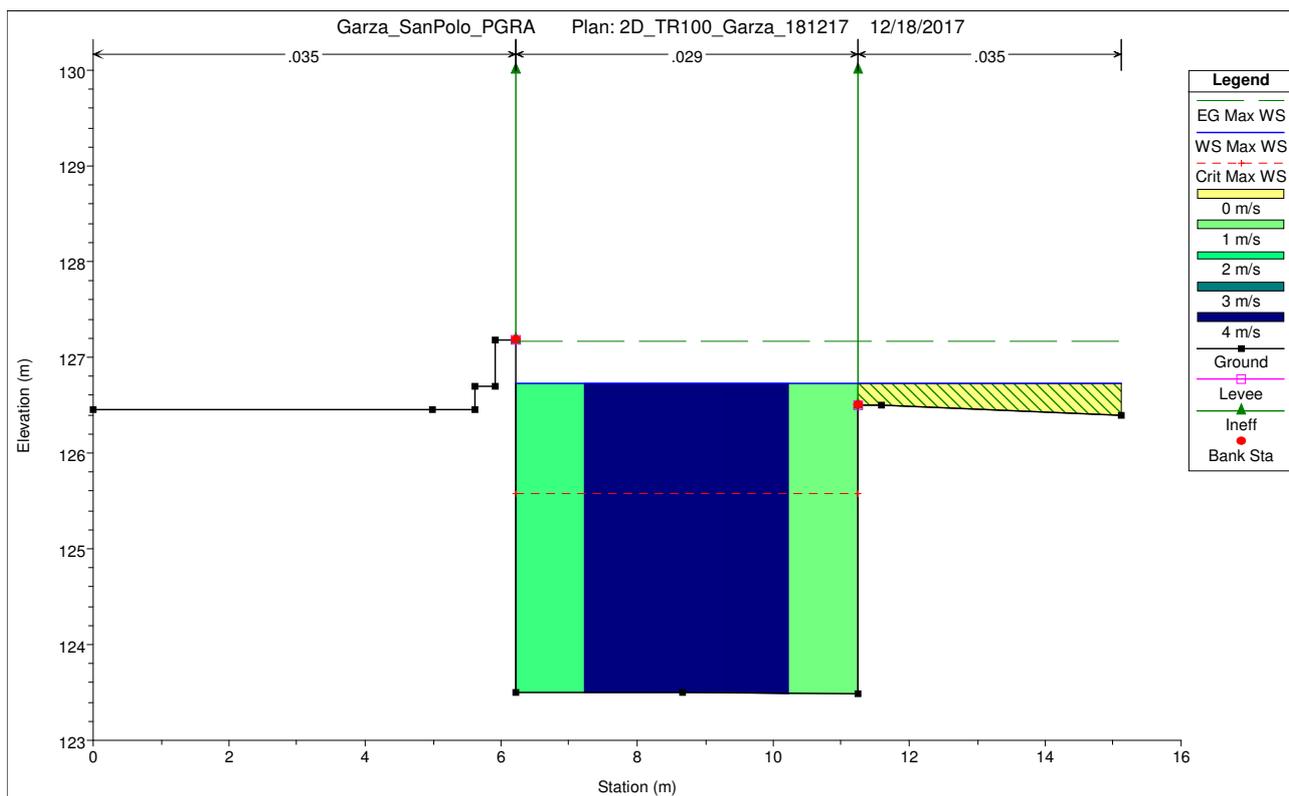
SEZIONE n° 3284.00



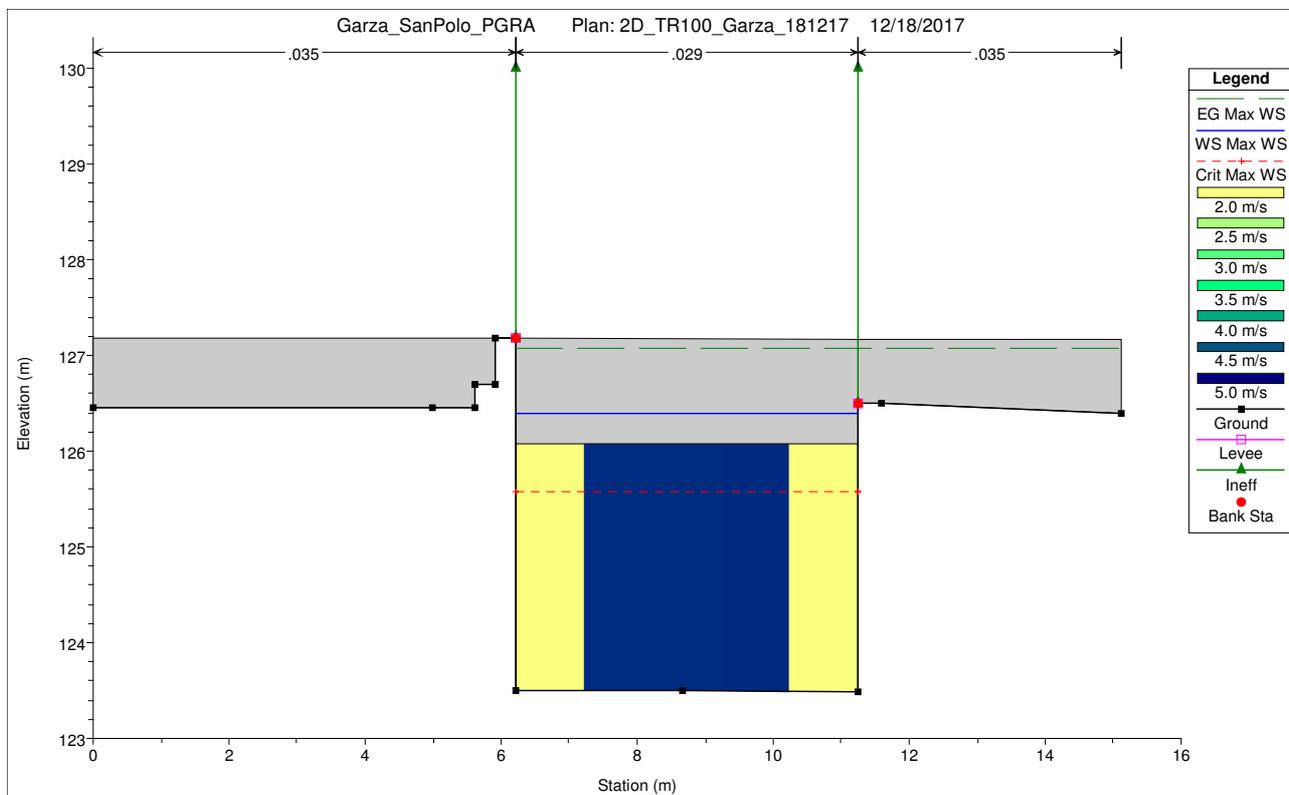
SEZIONE n° 3255.00



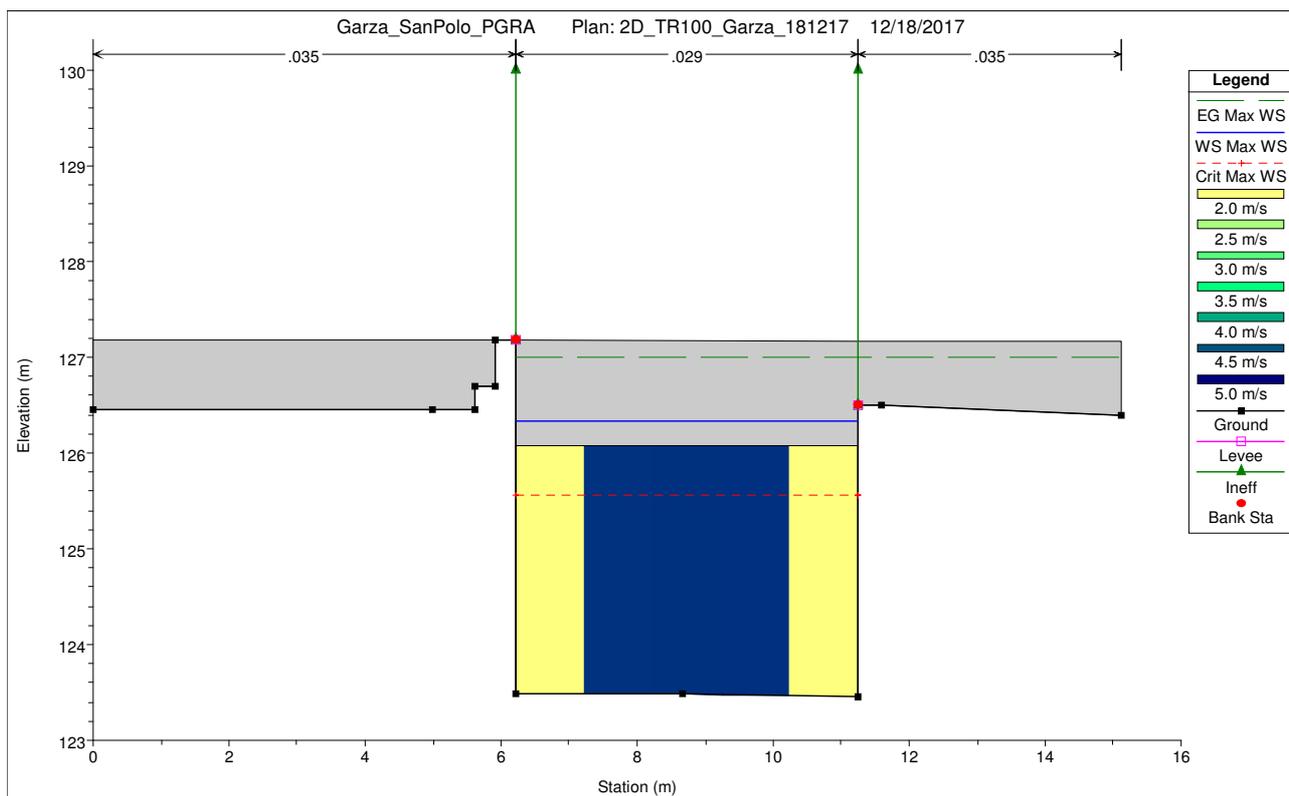
SEZIONE n° 3253.00



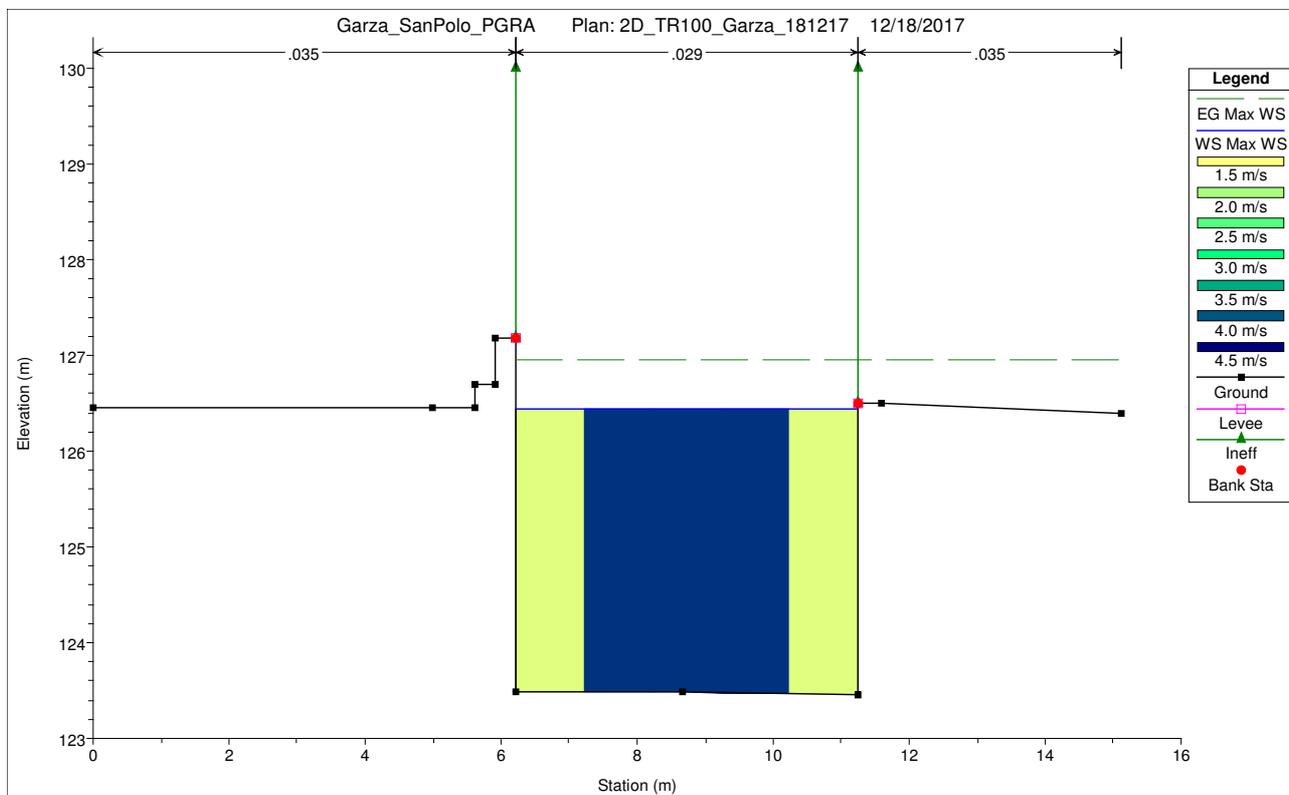
SEZIONE n° 3252.00 Ponte sezione di monte



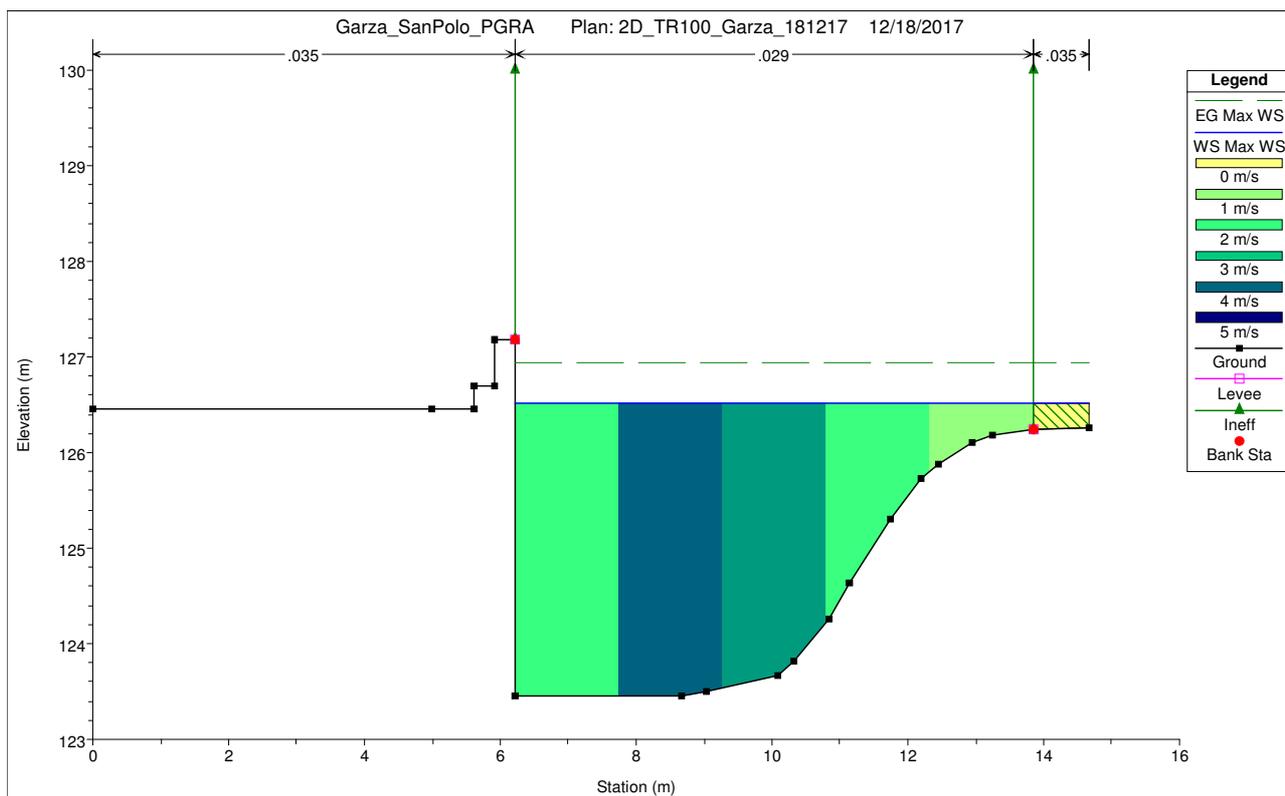
SEZIONE n° 3252.00 Ponte sezione di valle



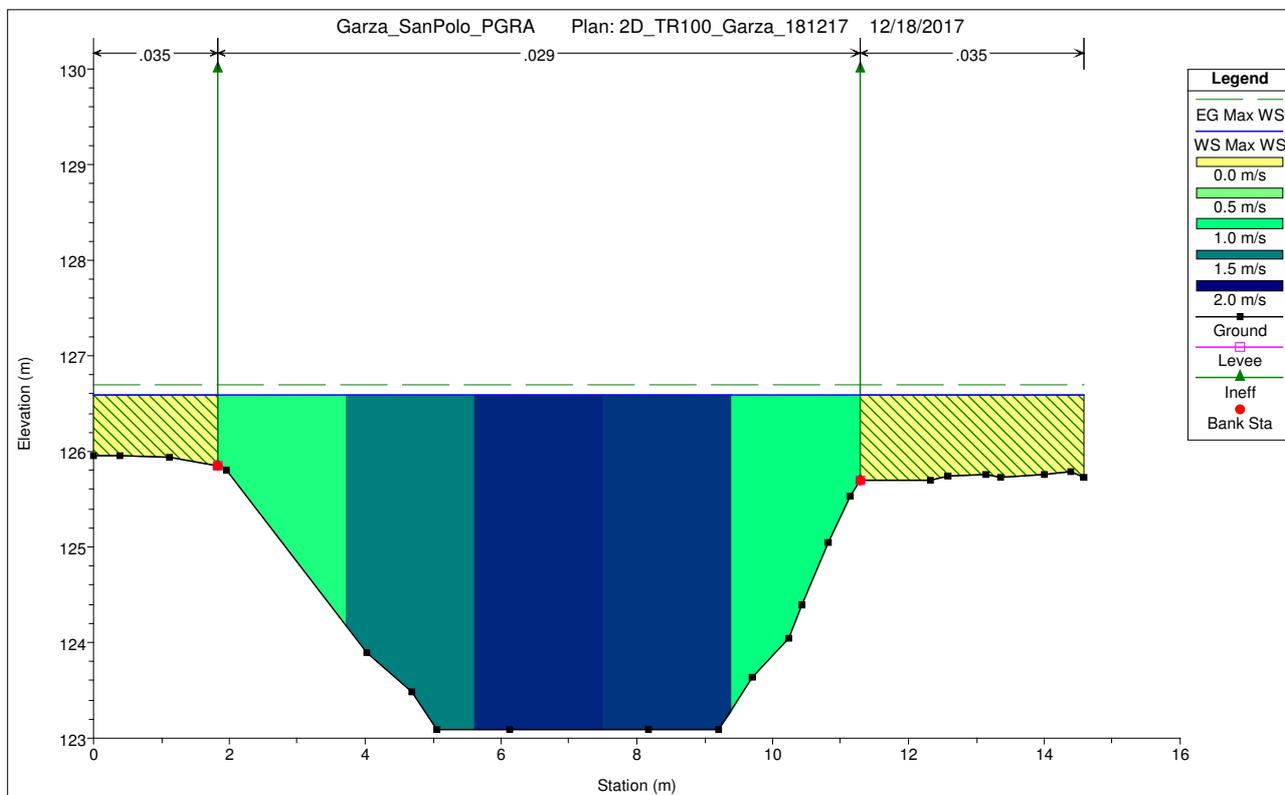
SEZIONE n° 3247.00



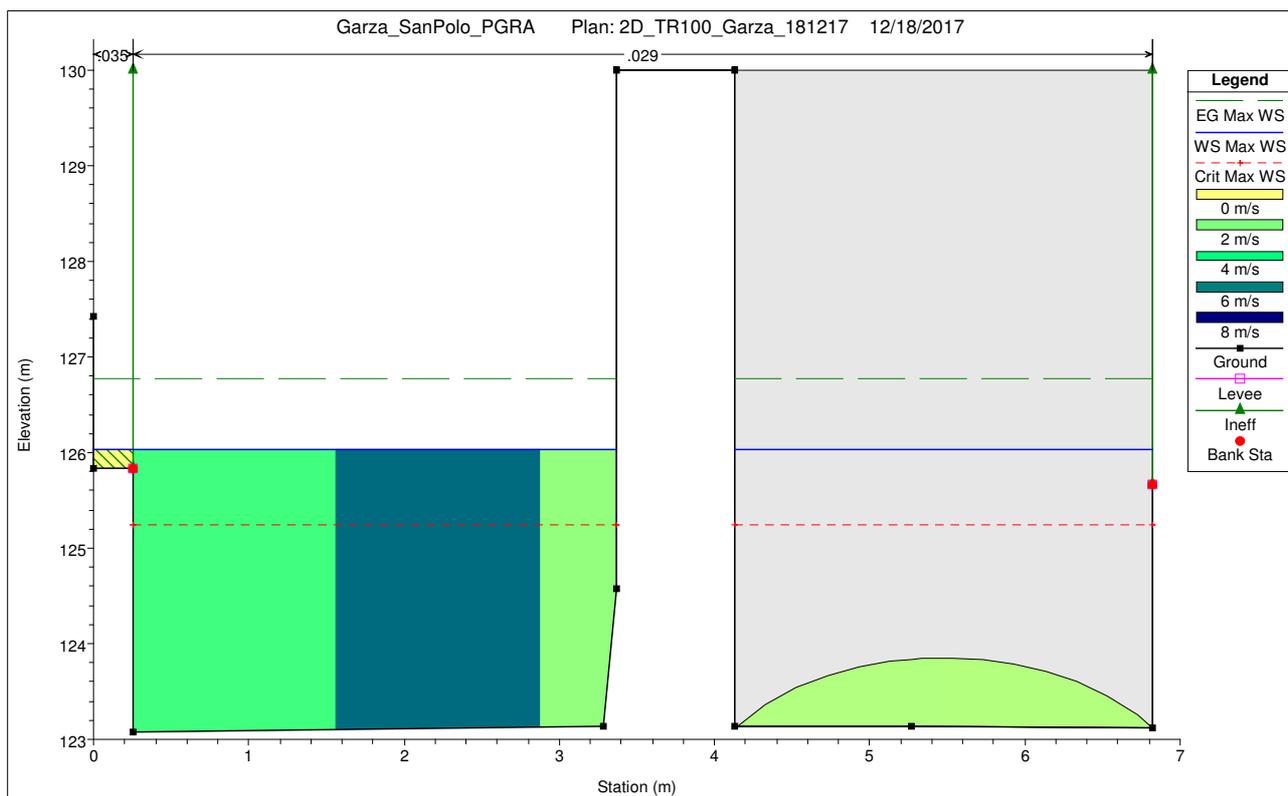
SEZIONE n° 3245.00



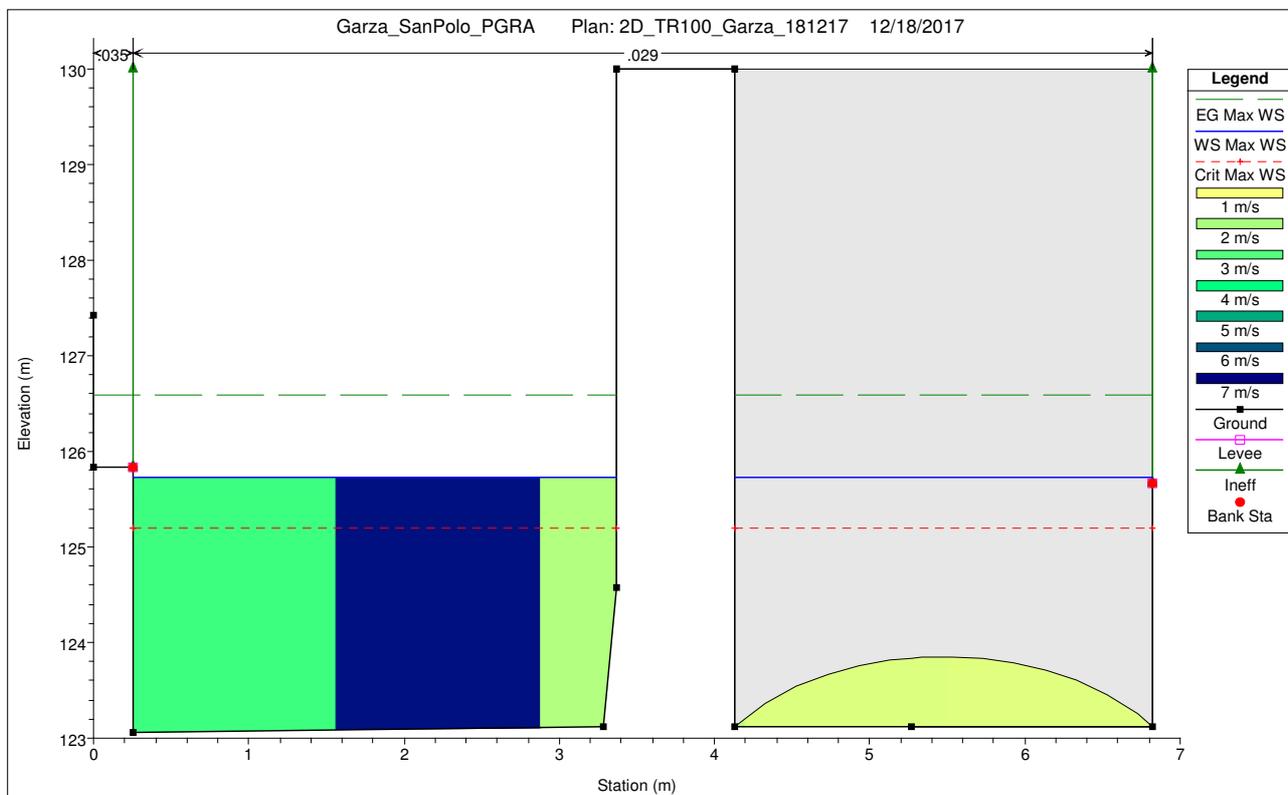
SEZIONE n° 3129.00



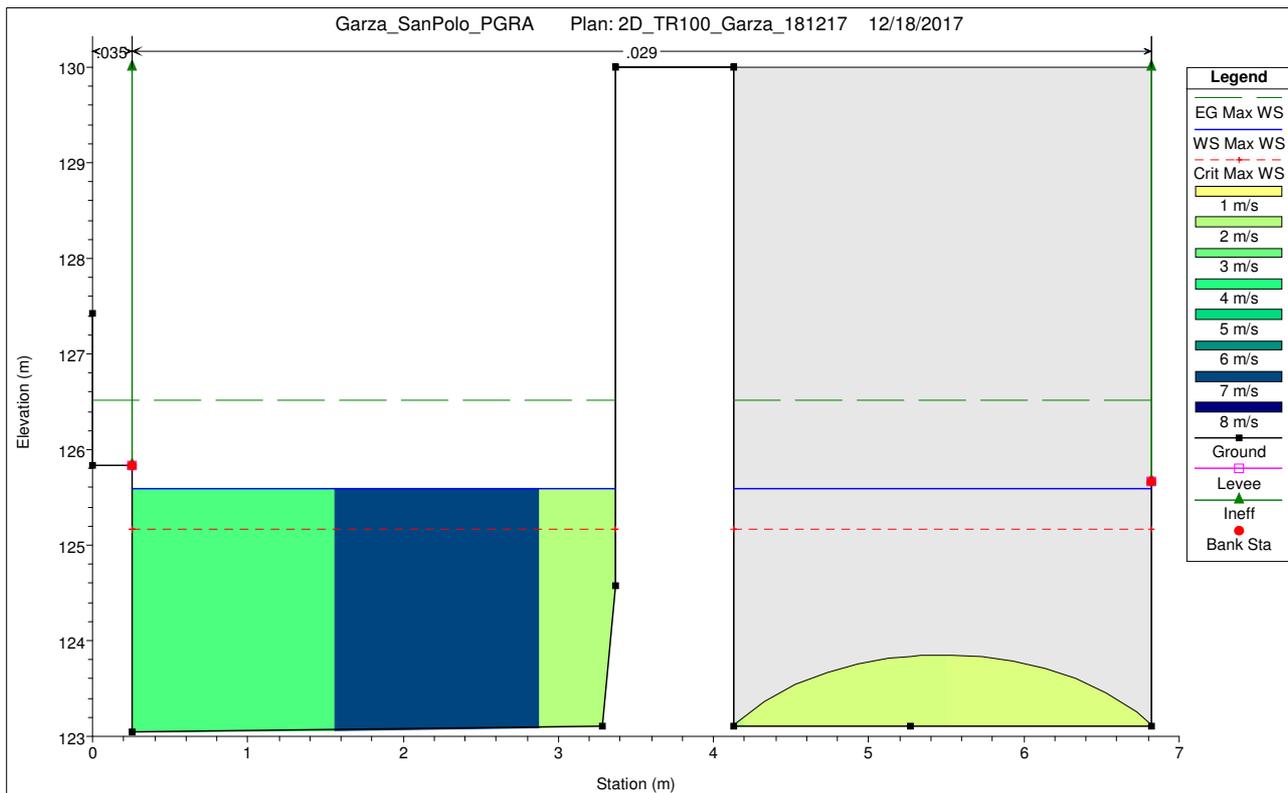
SEZIONE n° 3127.50 Edificio ex mulino



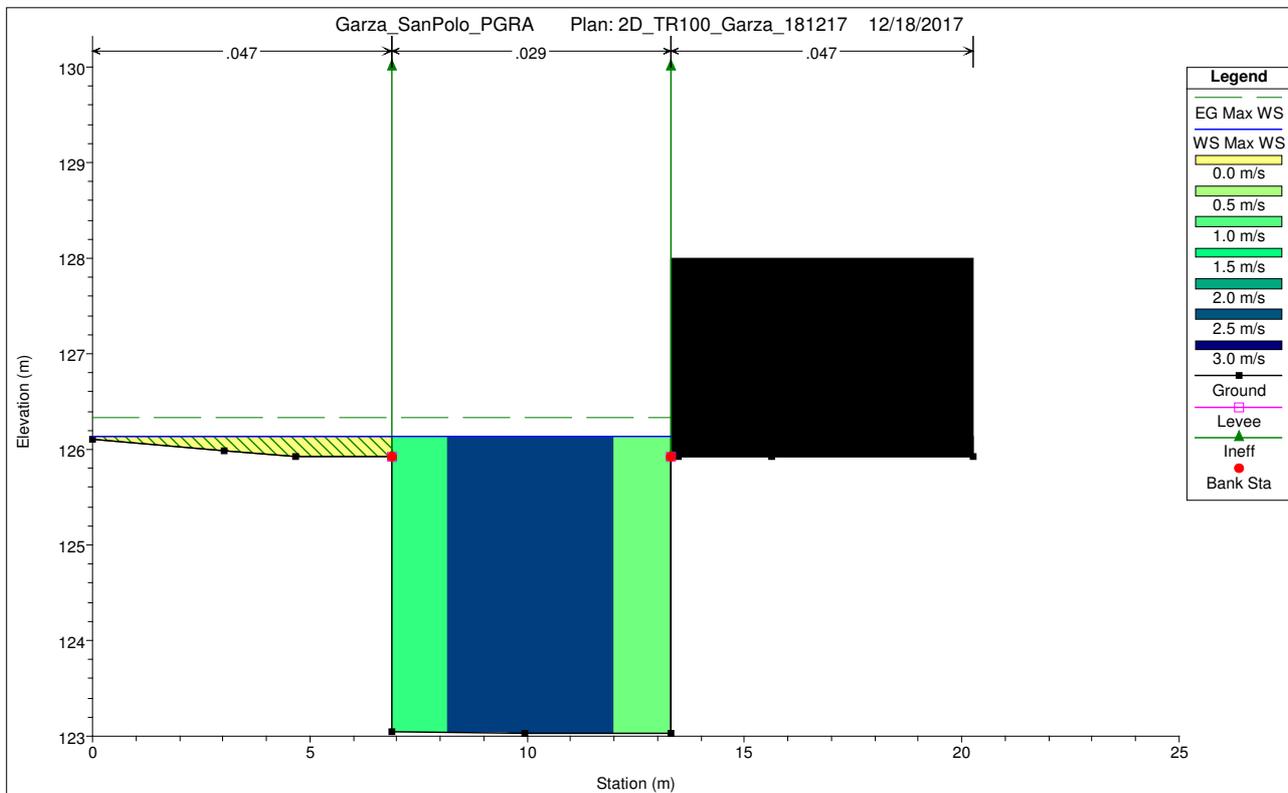
SEZIONE n° 3121.00 Edificio ex mulino



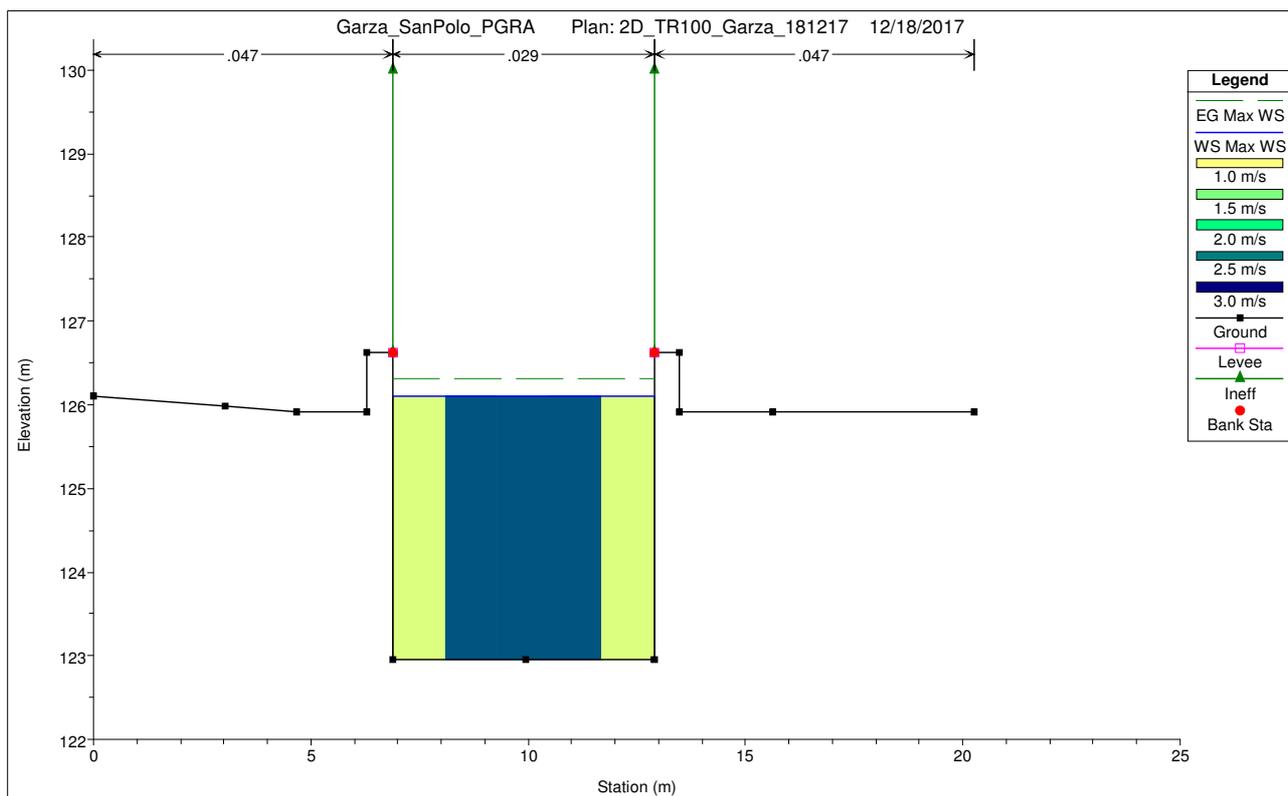
SEZIONE n° 3118.00 Edificio ex mulino



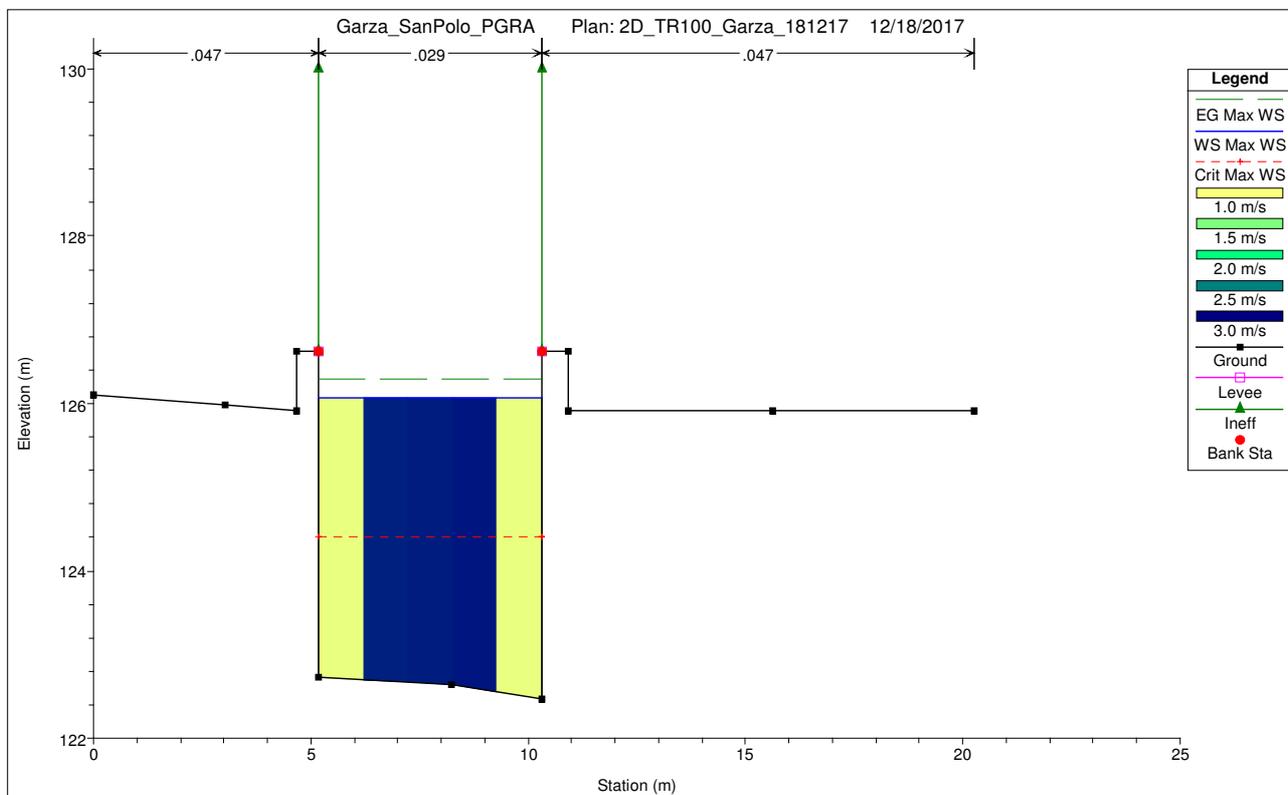
SEZIONE n° 3116.00



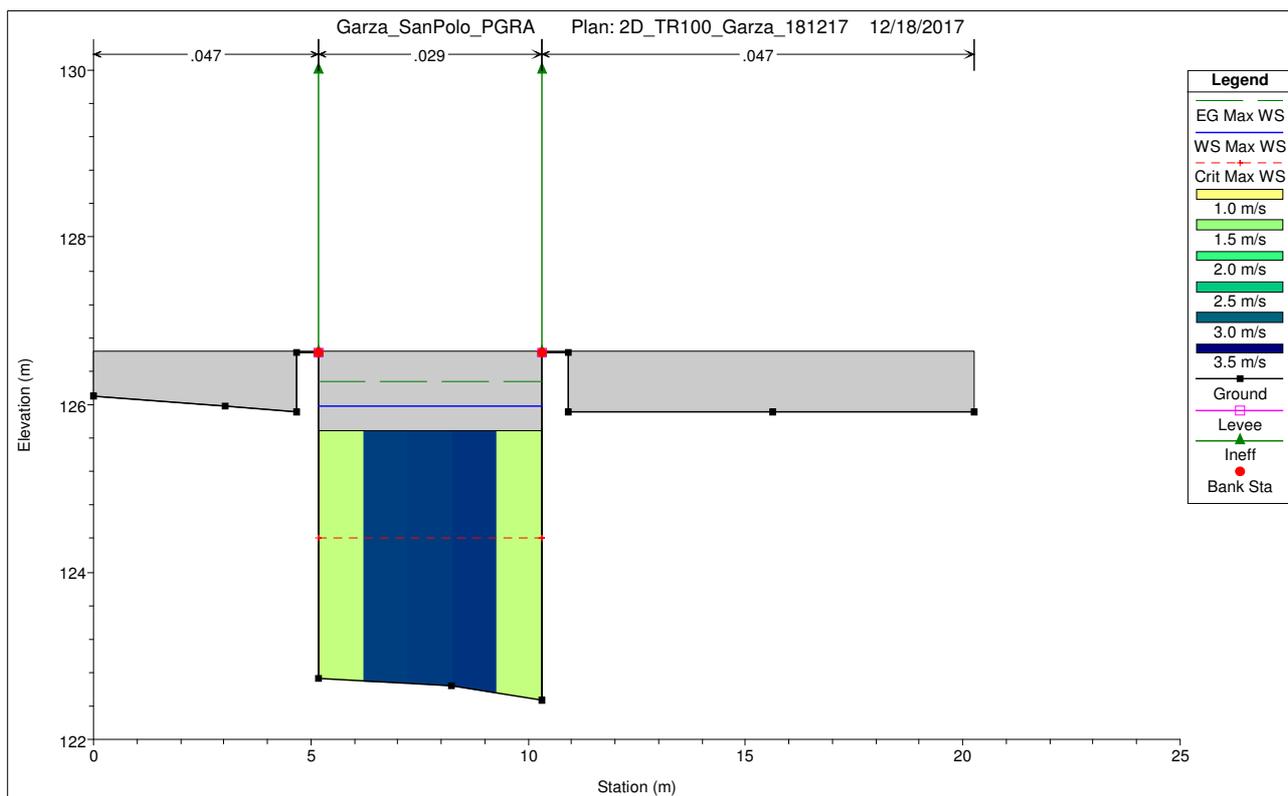
SEZIONE n° 3107.00



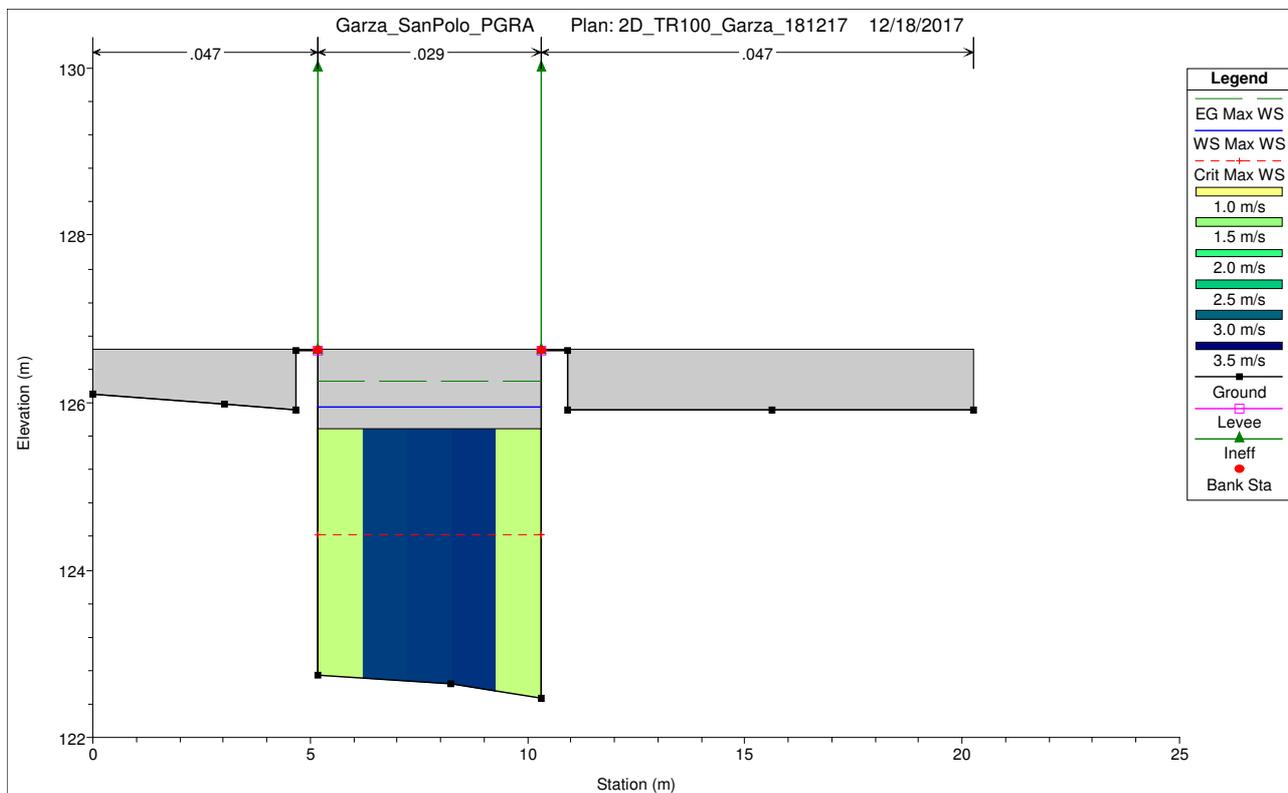
SEZIONE n° 3104.00



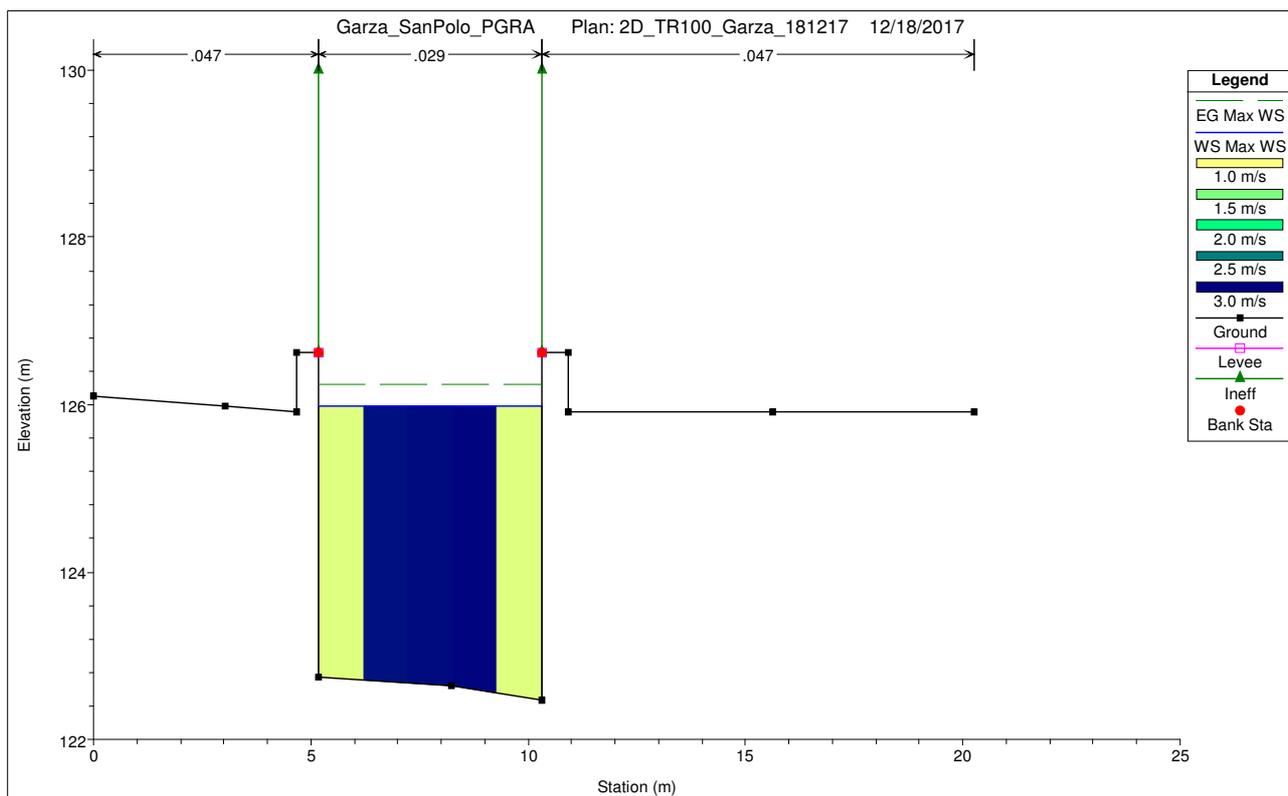
SEZIONE n° 3103.00 Ponte sezione di monte



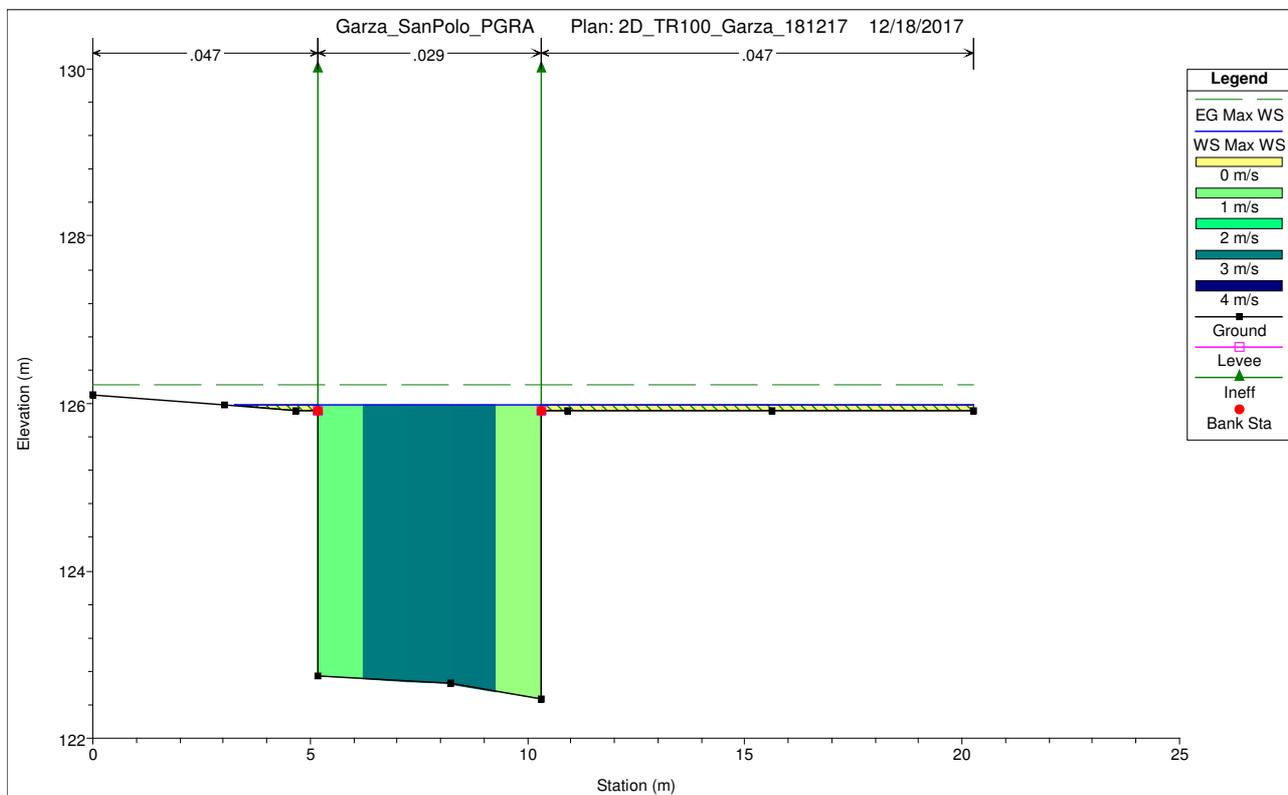
SEZIONE n° 3103.00 Ponte sezione di valle



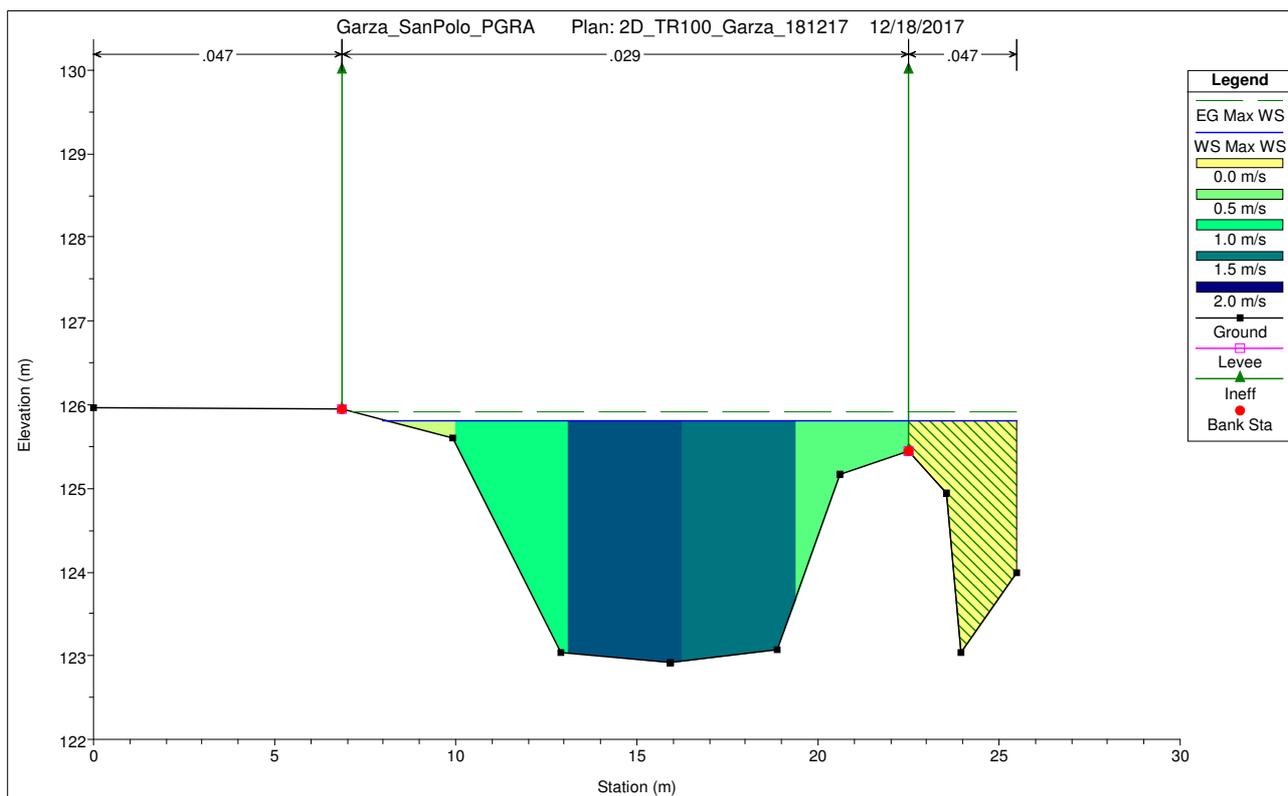
SEZIONE n° 3098.00



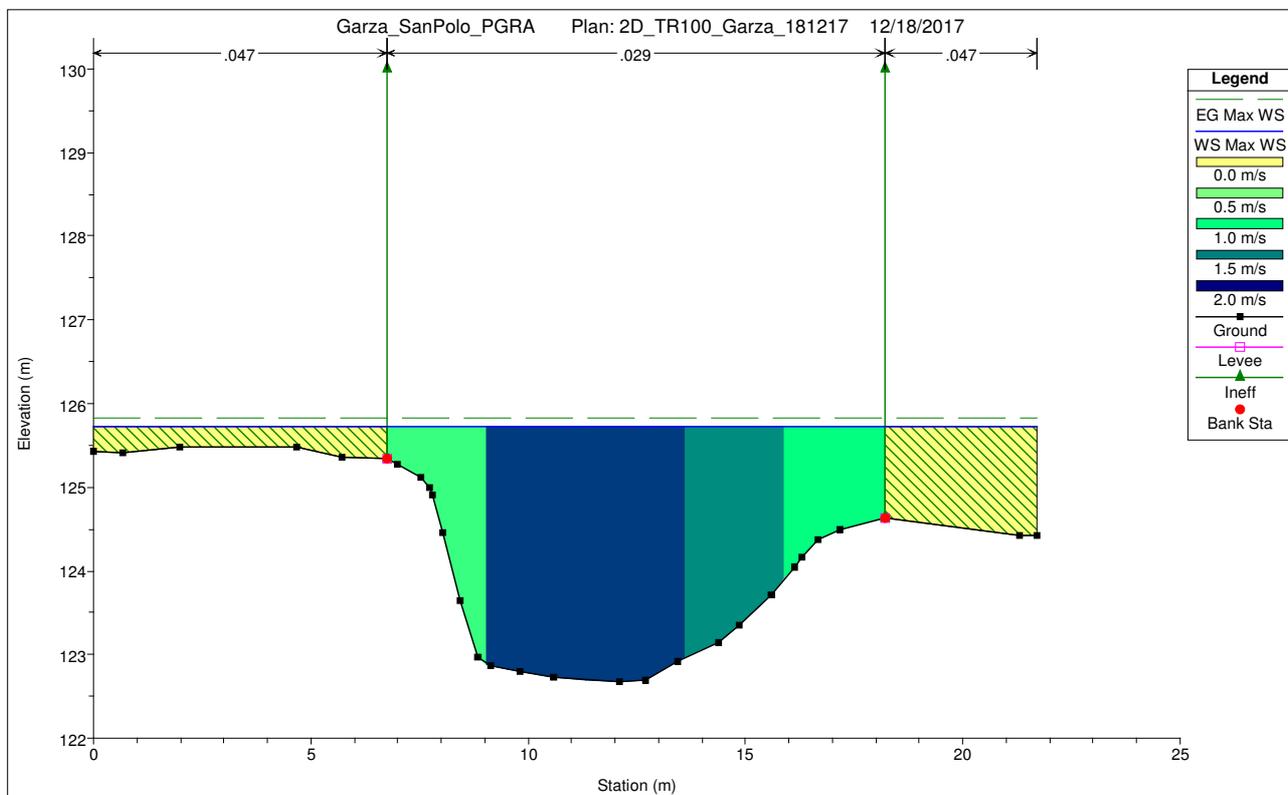
SEZIONE n° 3095.00



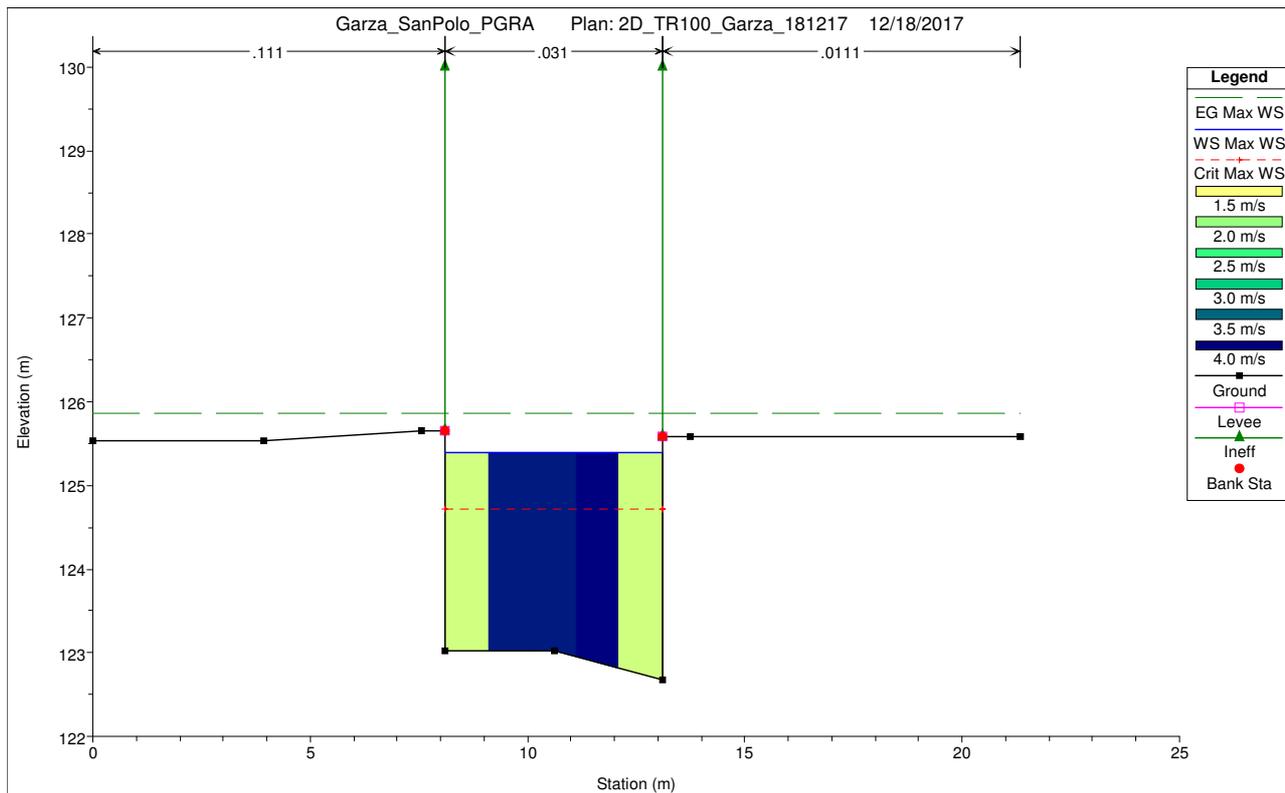
SEZIONE n° 2991.00



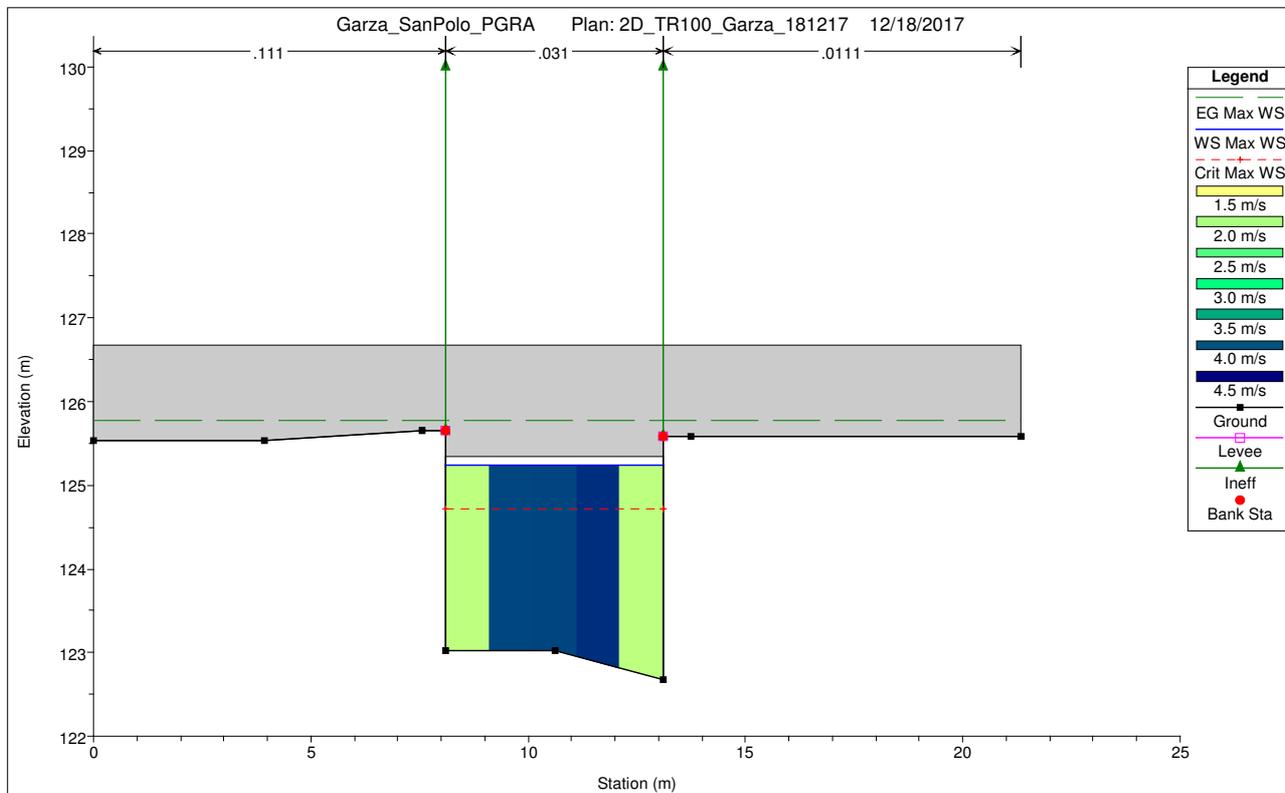
SEZIONE n° 2918.50



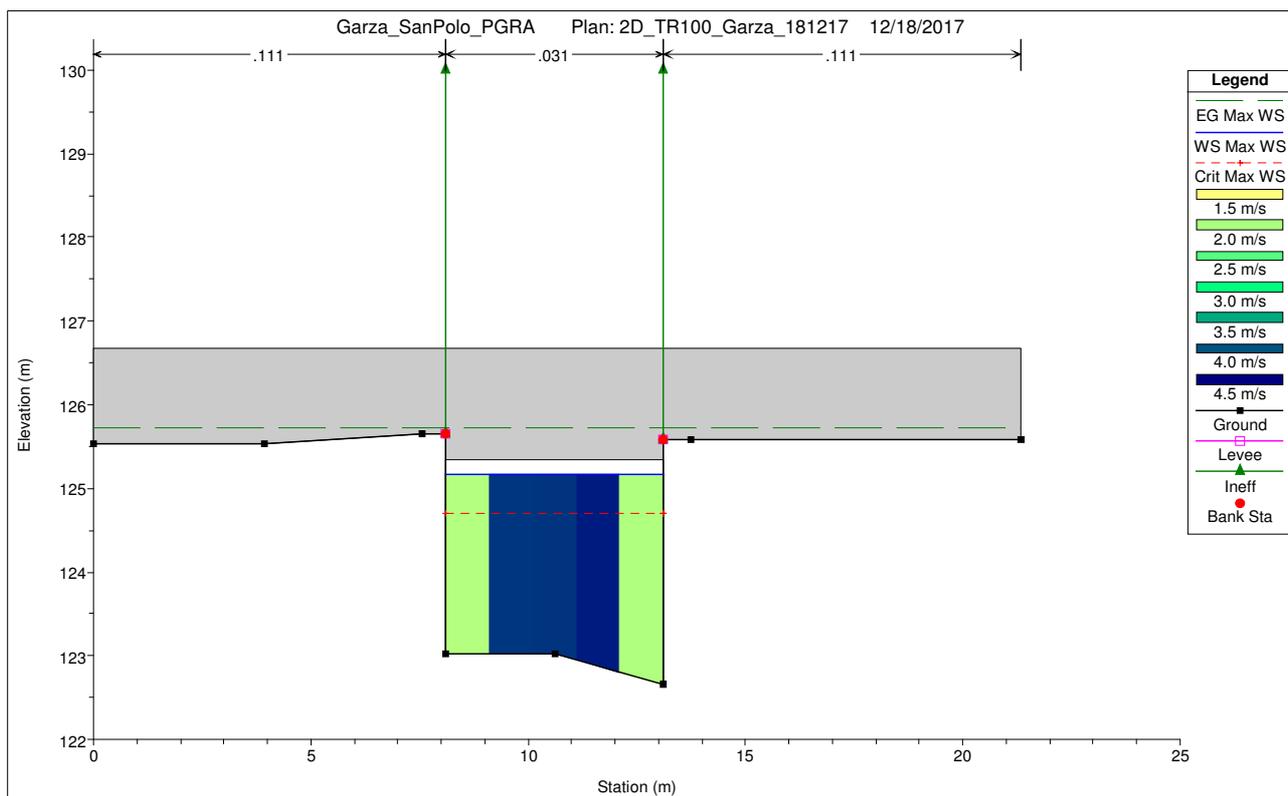
SEZIONE n° 2915.00



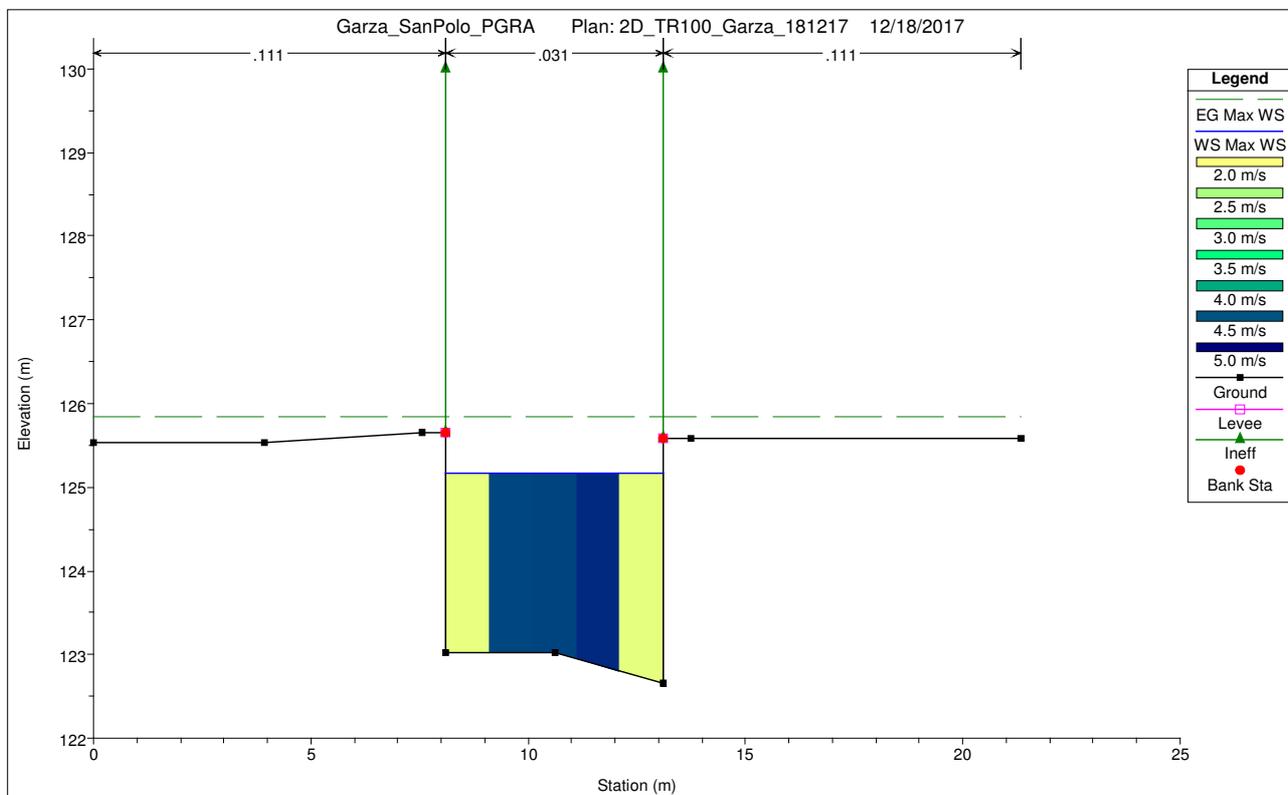
SEZIONE n° 2914.00 Ponte sezione di monte



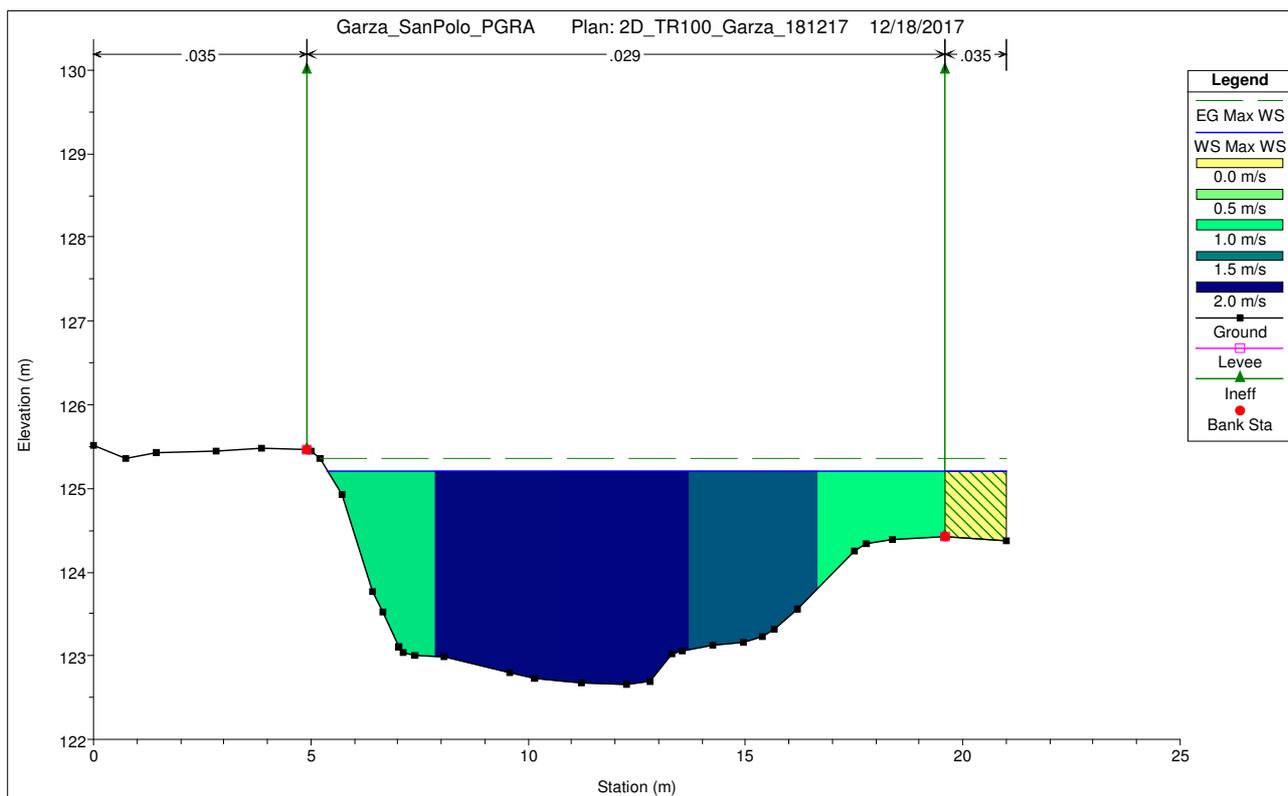
SEZIONE n° 2914.00 Ponte sezione di valle



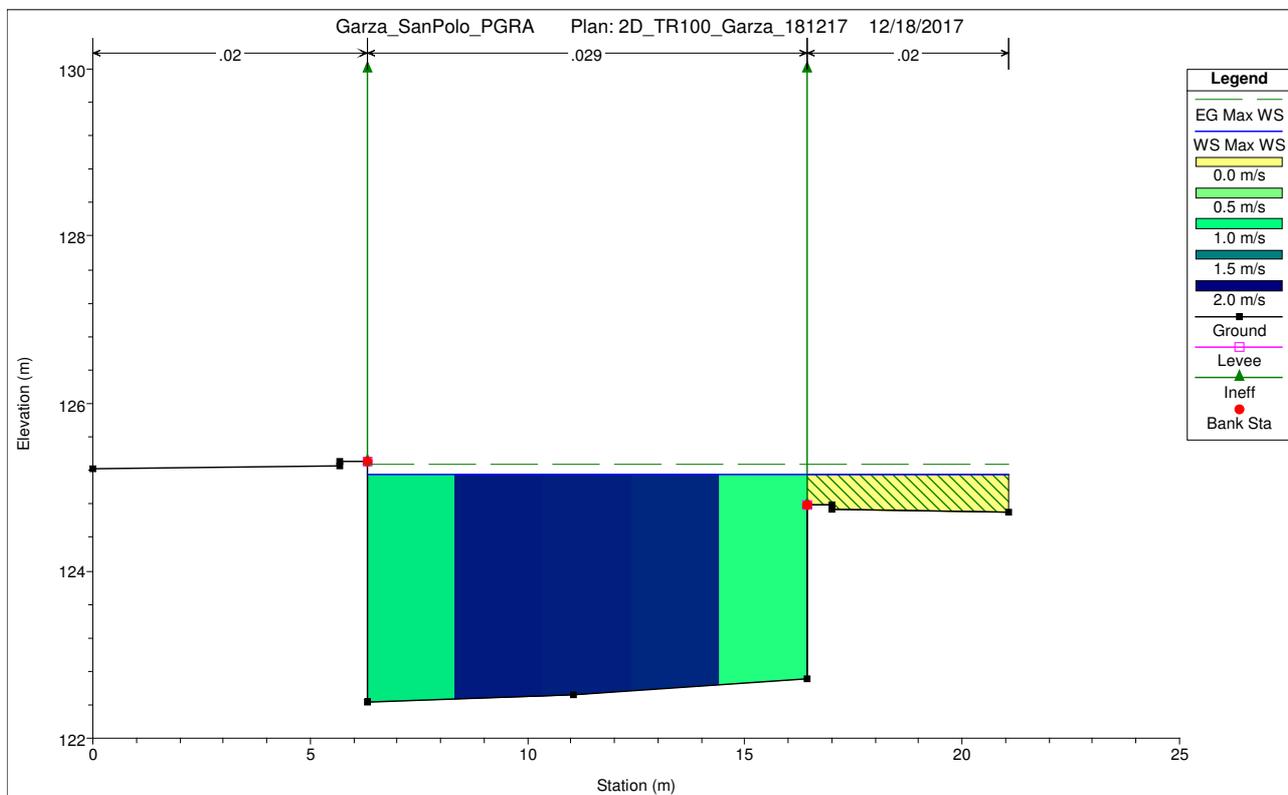
SEZIONE n° 2909.00



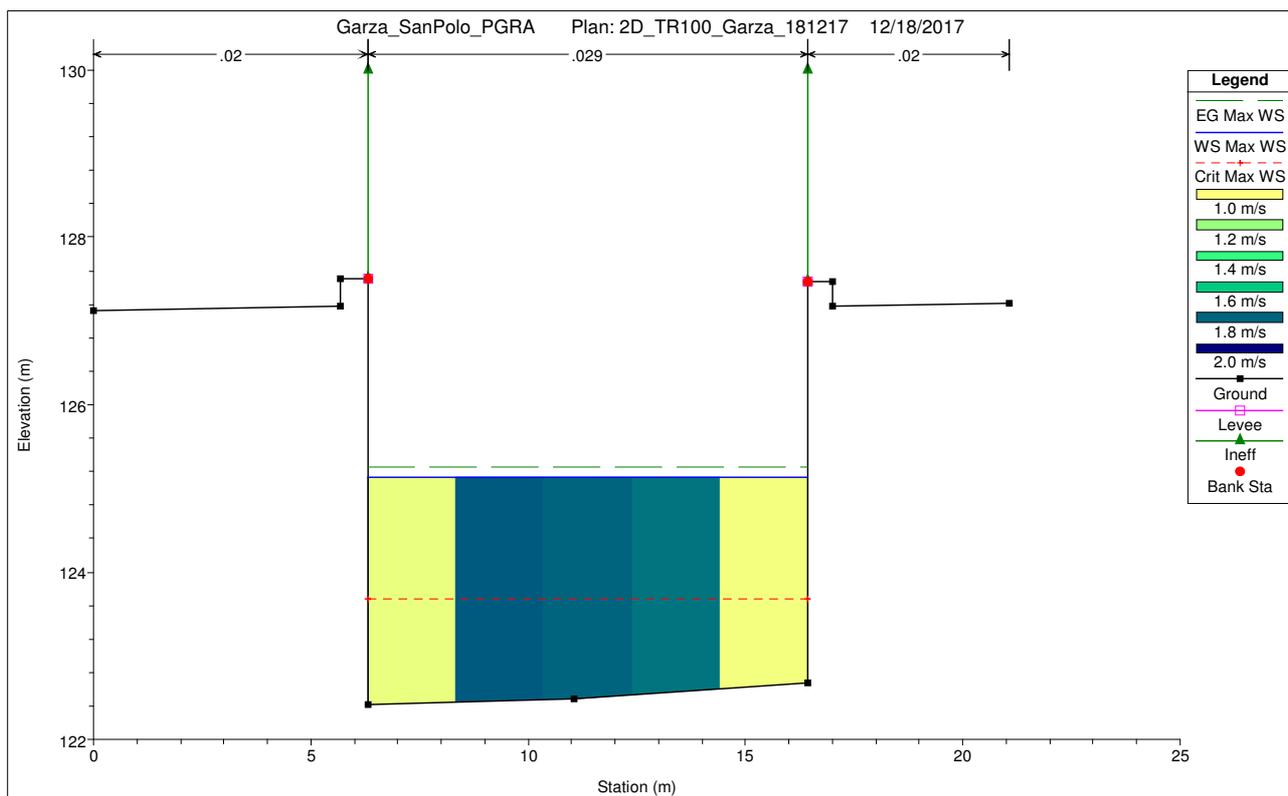
SEZIONE n° 2906.00



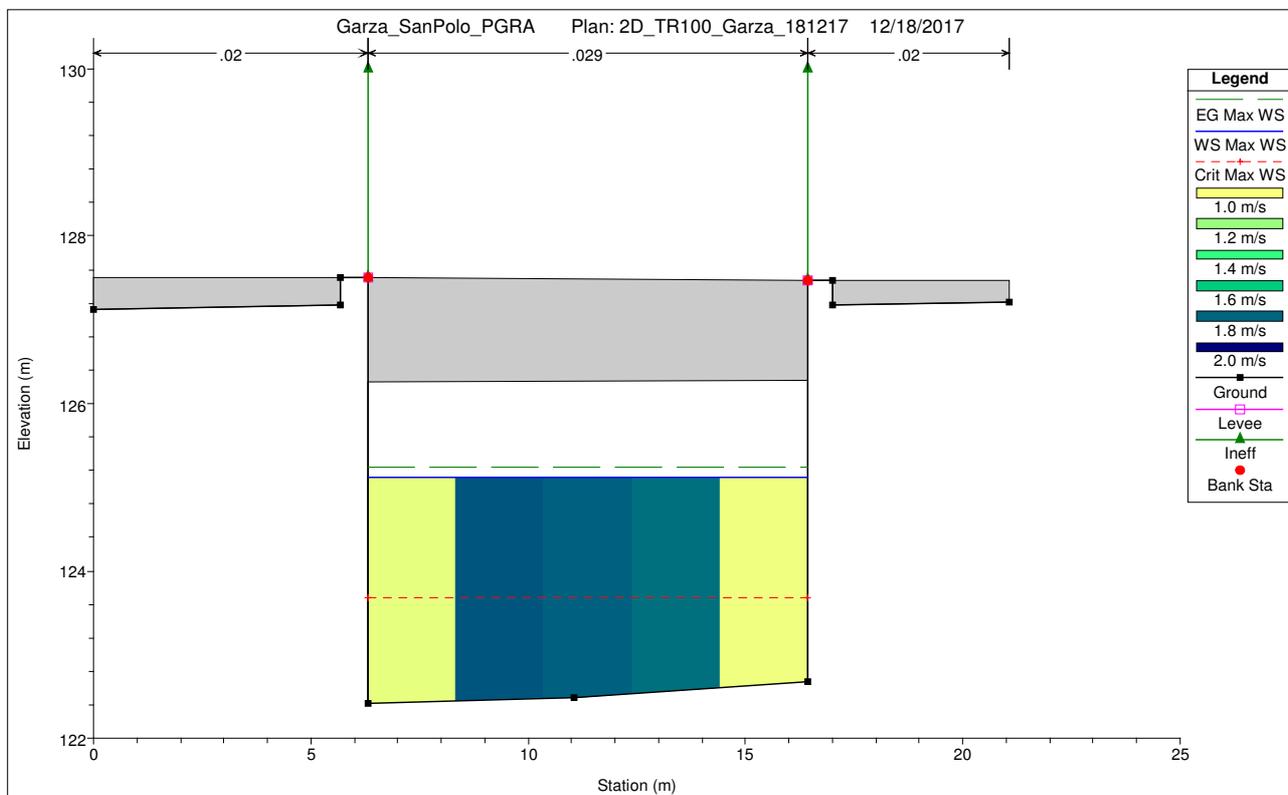
SEZIONE n° 2835.00



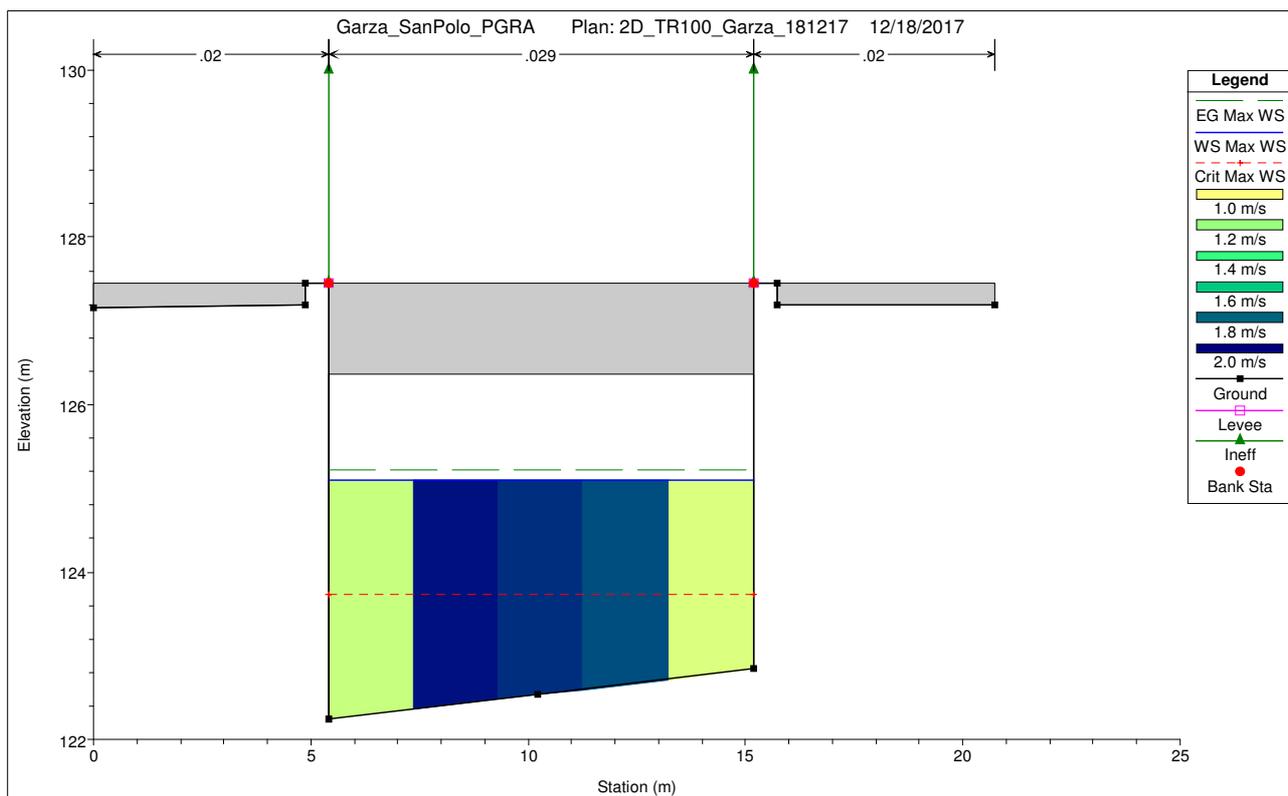
SEZIONE n° 2825.00



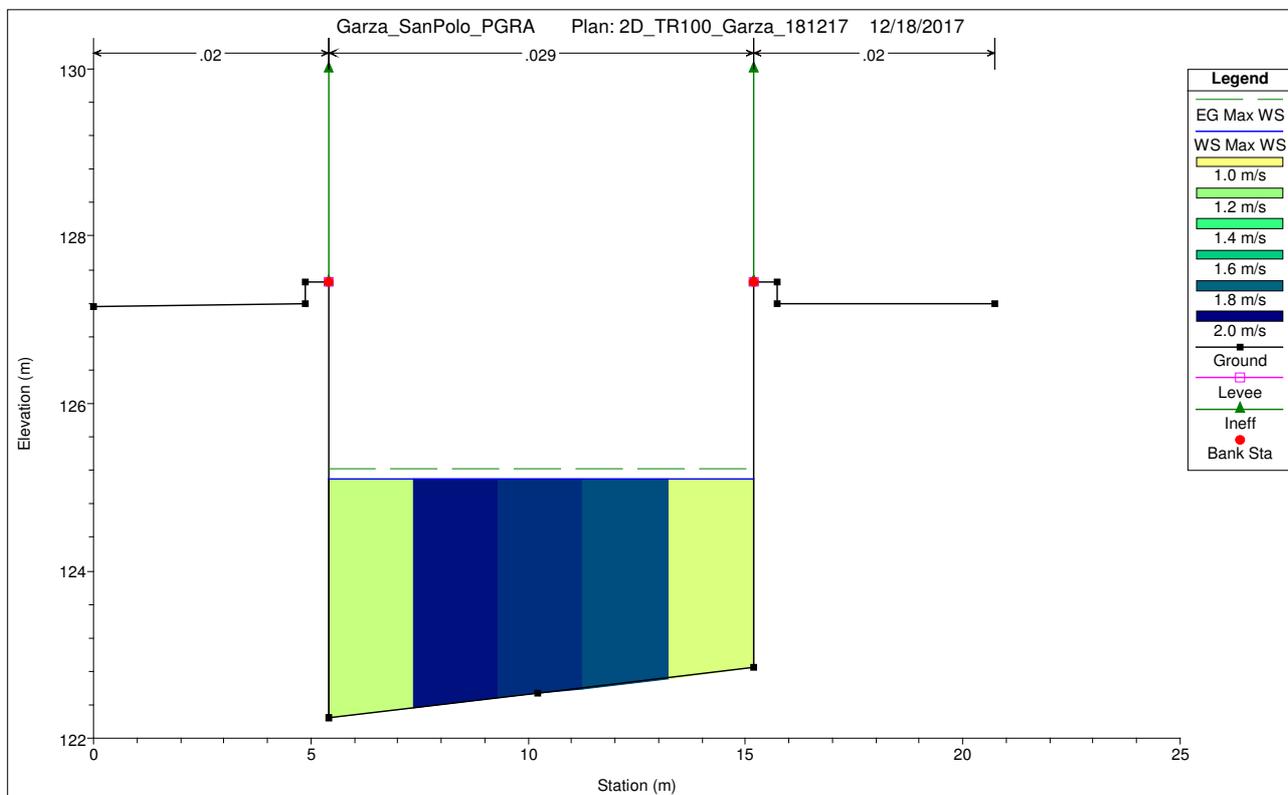
SEZIONE n° 2824.00 Ponte sezione di monte



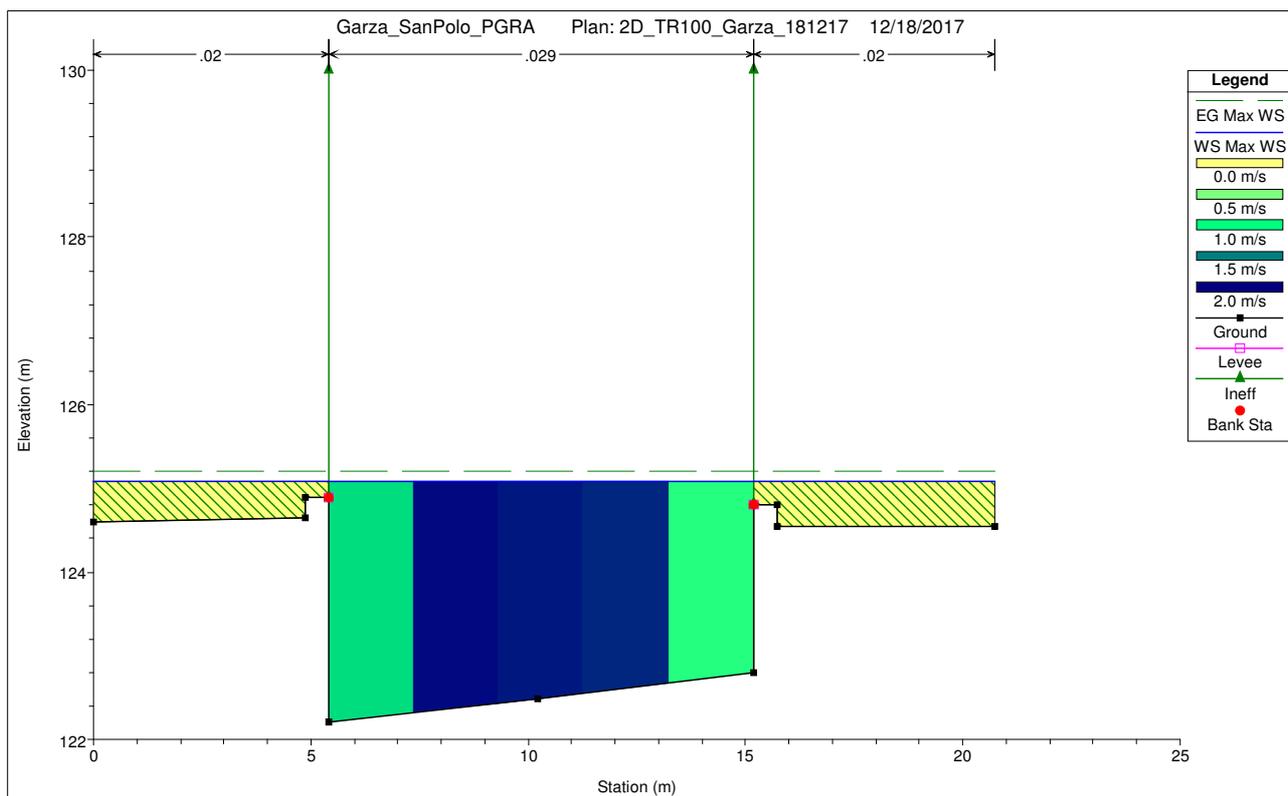
SEZIONE n° 2824.00 Ponte sezione di valle



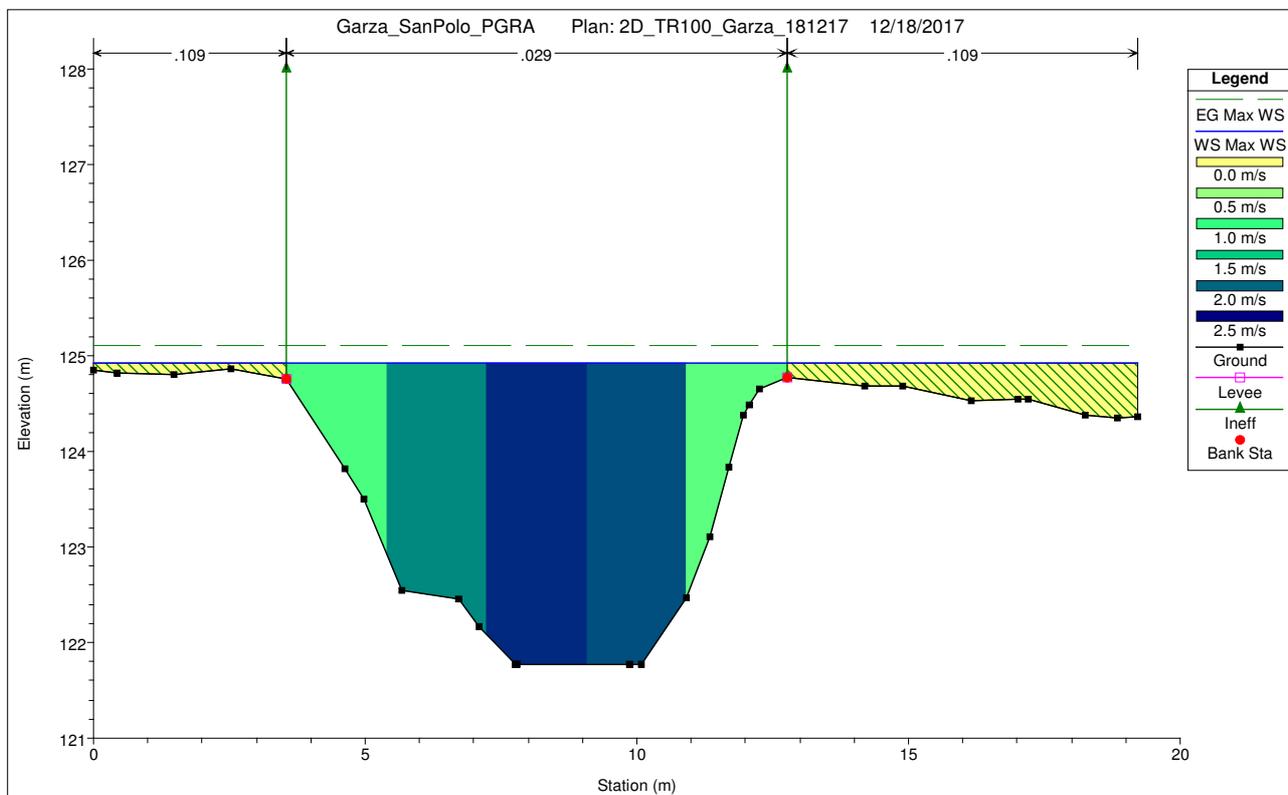
SEZIONE n° 2815.00



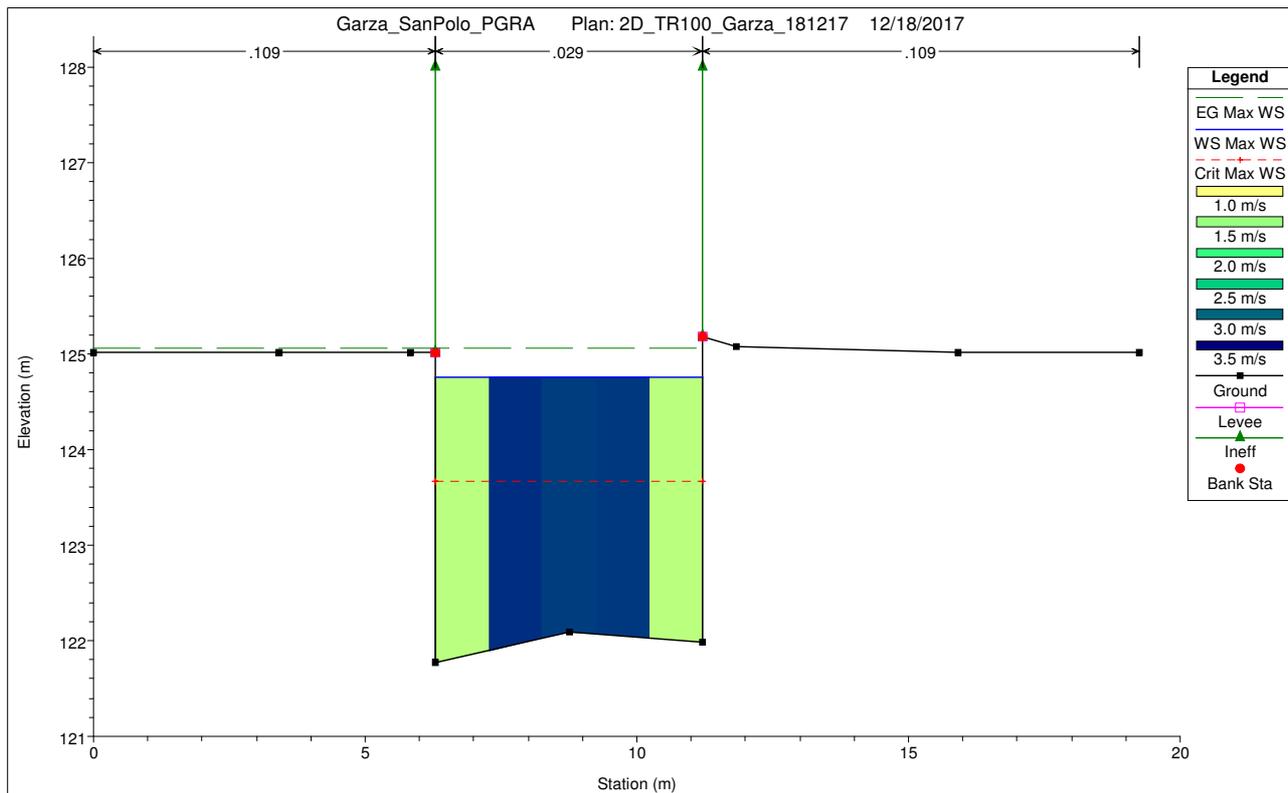
SEZIONE n° 2805.00



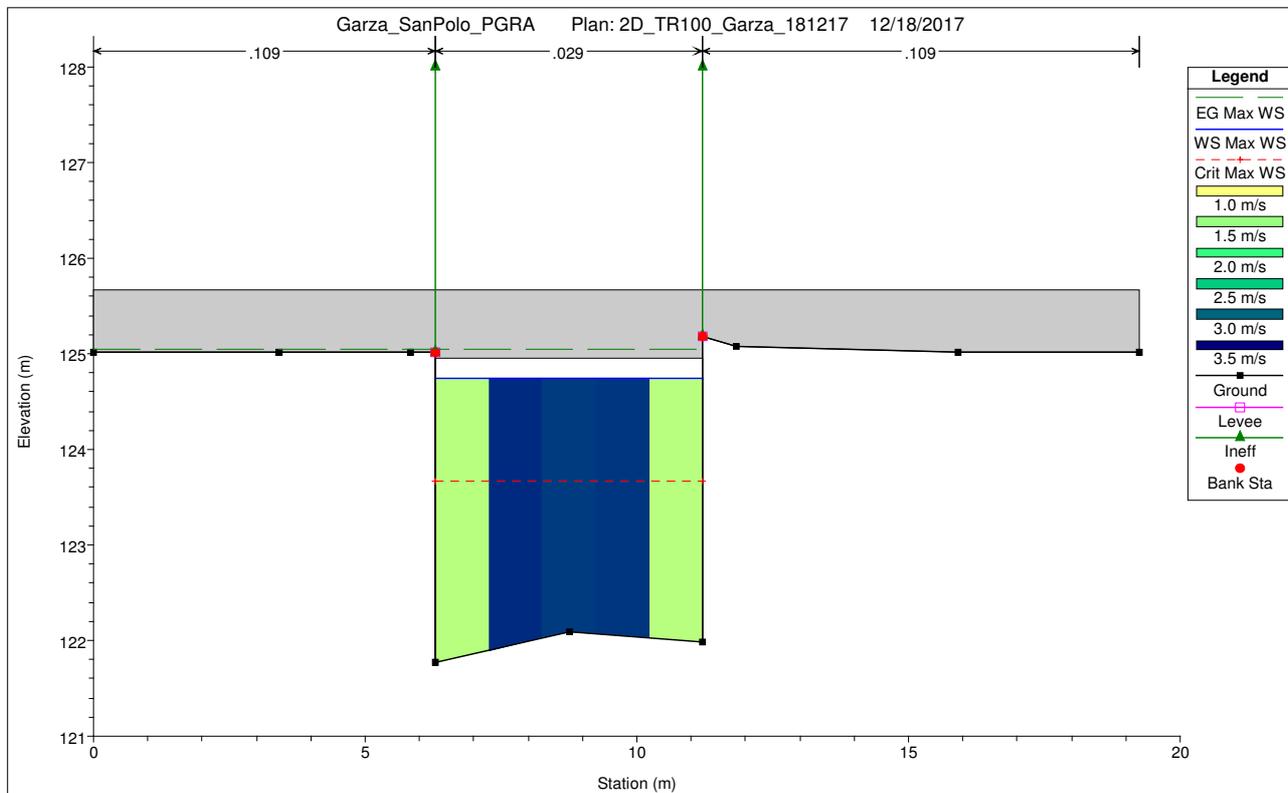
SEZIONE n° 2710.00



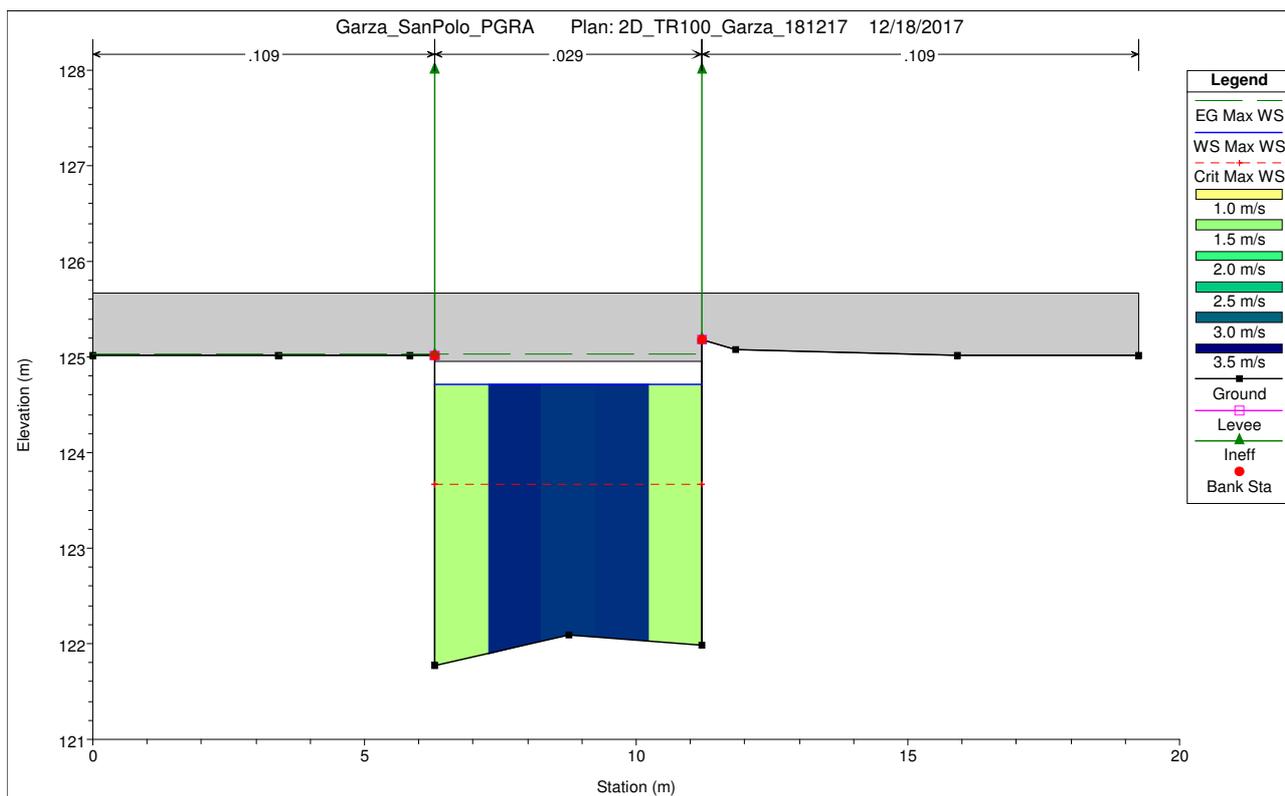
SEZIONE n° 2708.00



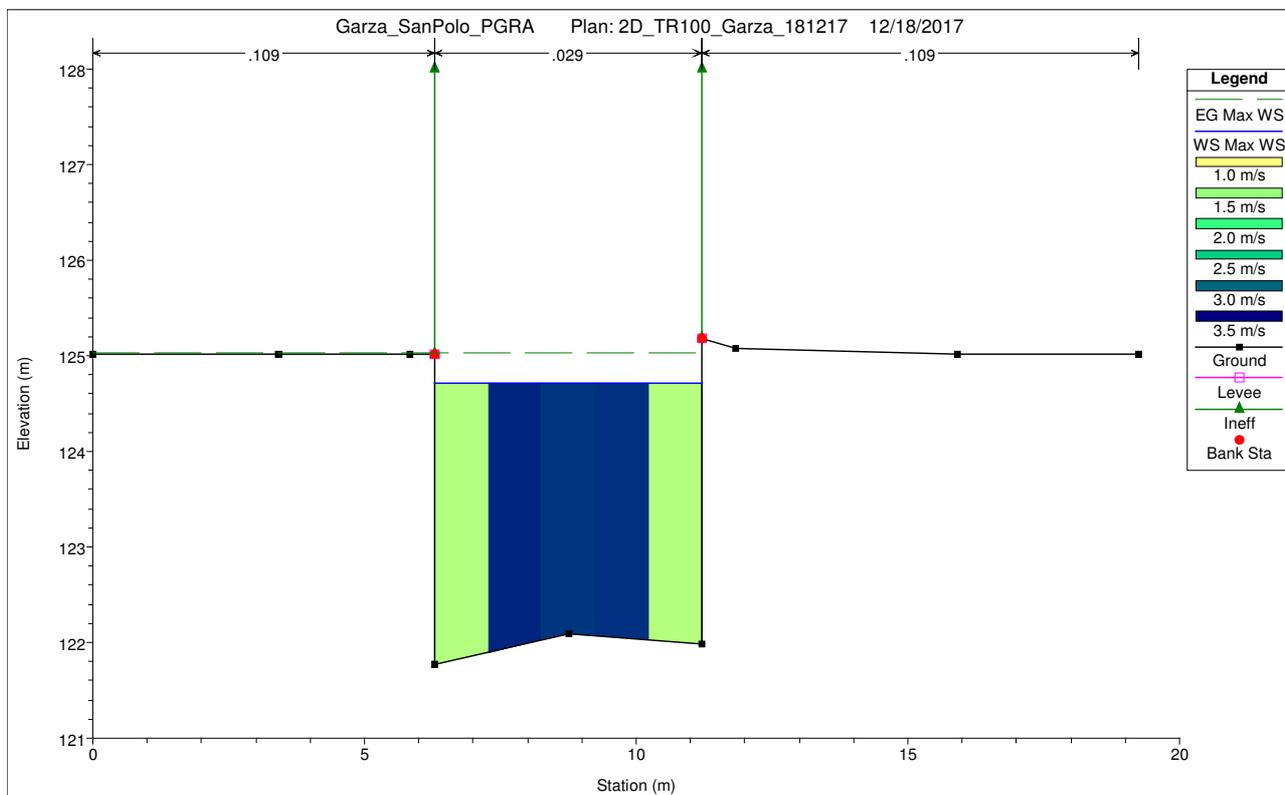
SEZIONE n° 2707.00 Ponte sezione di monte



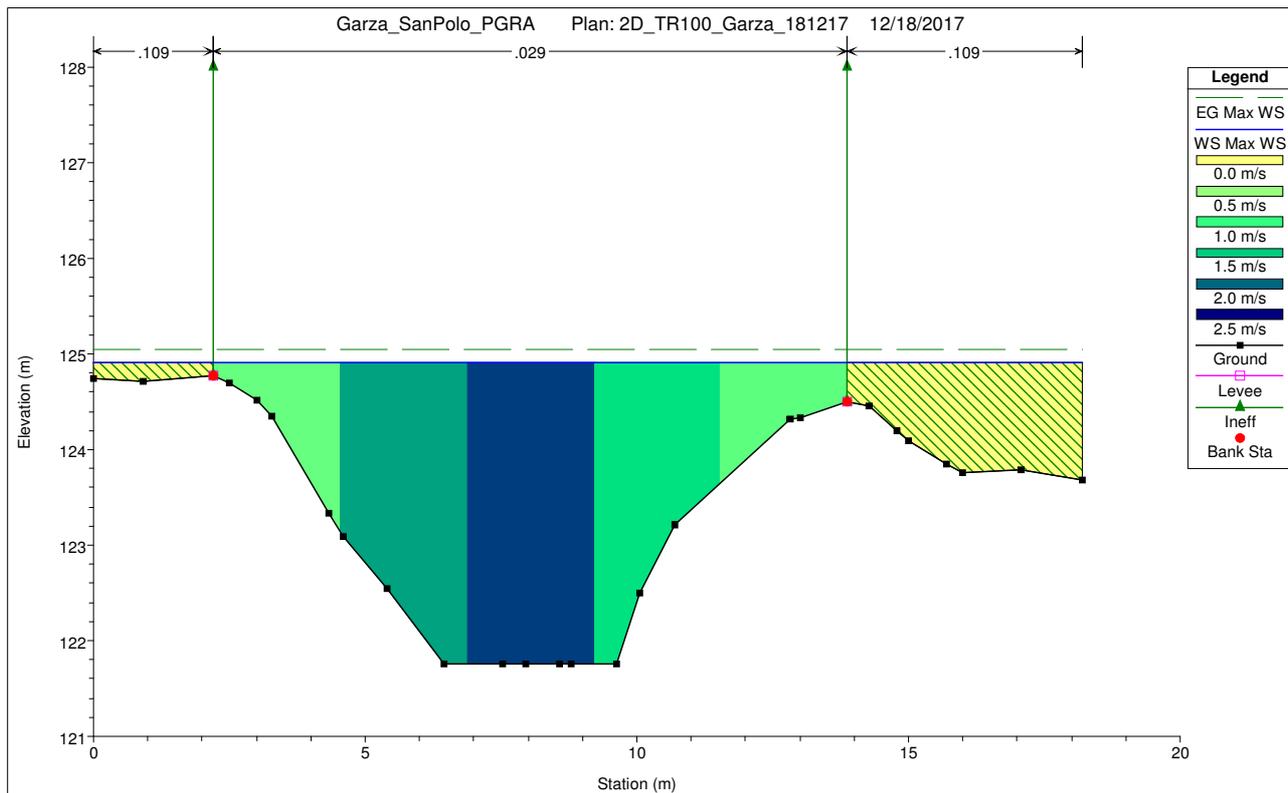
SEZIONE n° 2707.00 Ponte sezione di valle



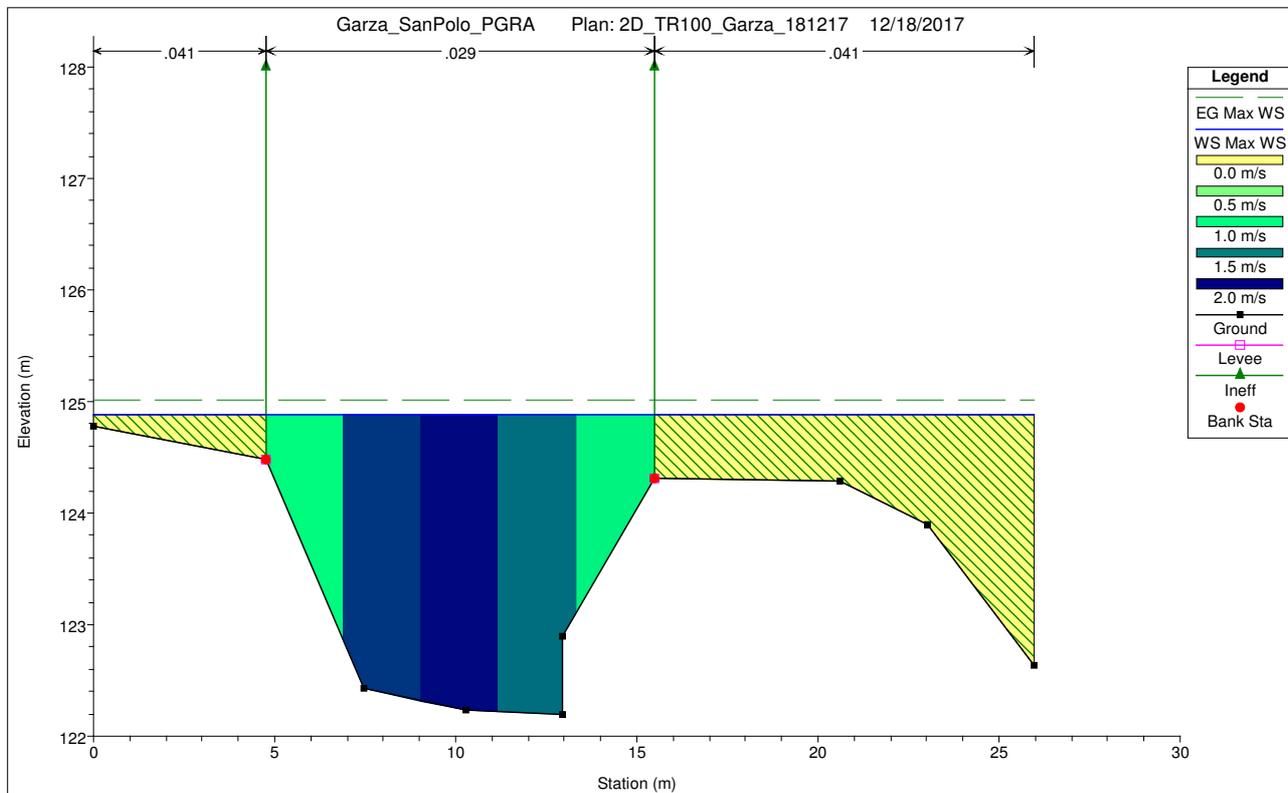
SEZIONE n° 2702.00



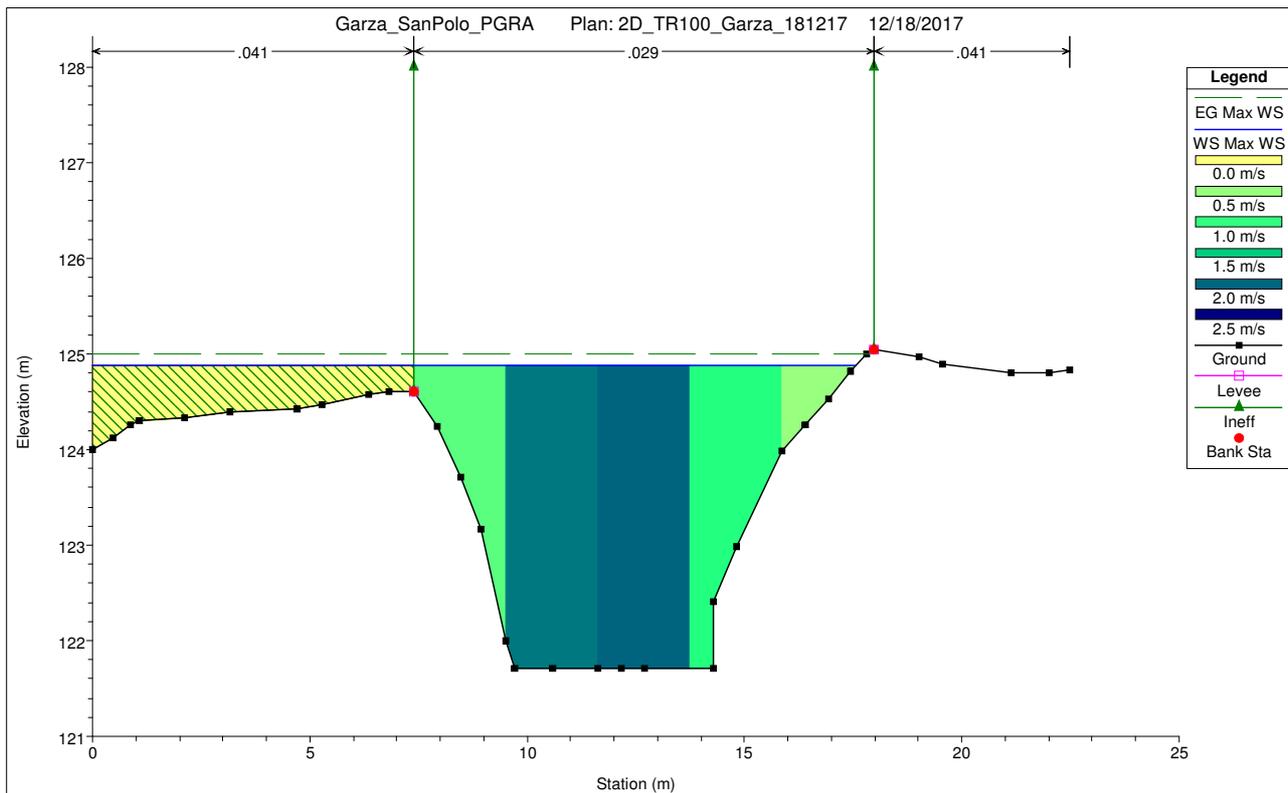
SEZIONE n° 2700.00



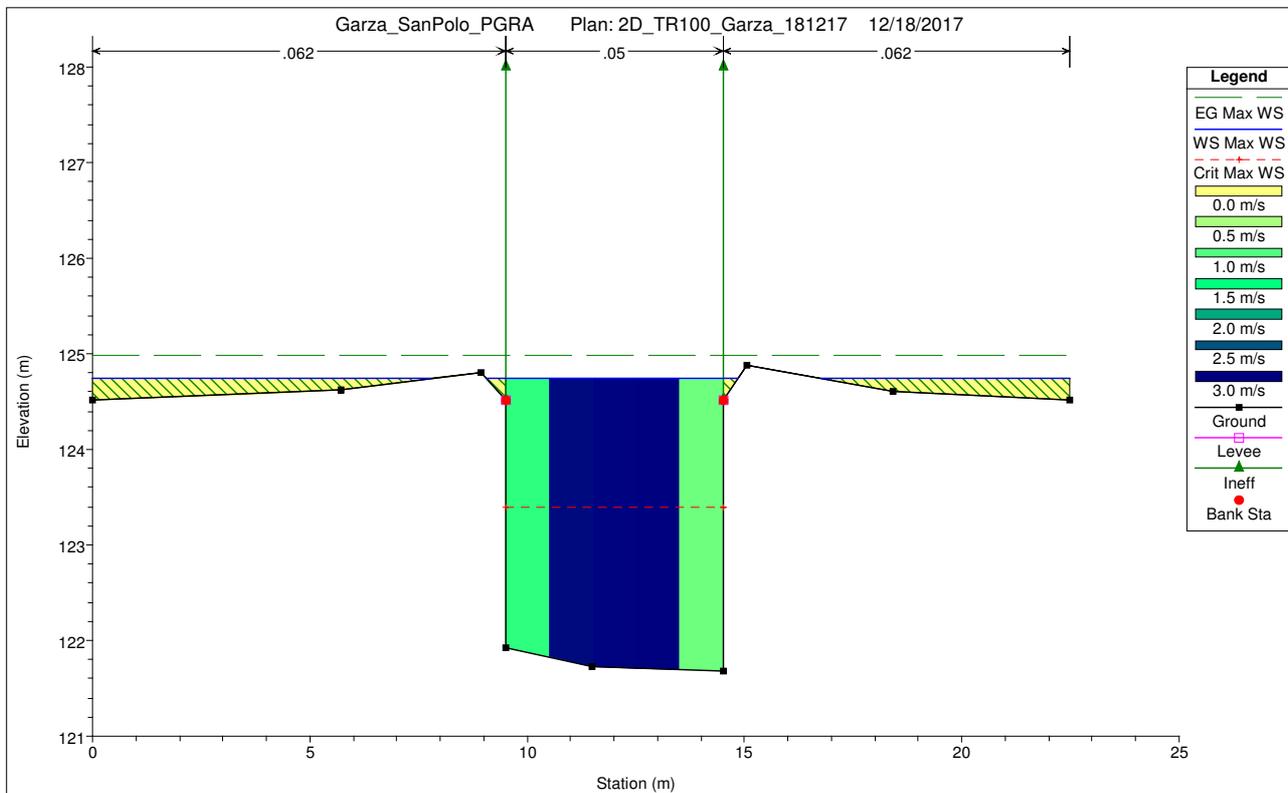
SEZIONE n° 2675.00



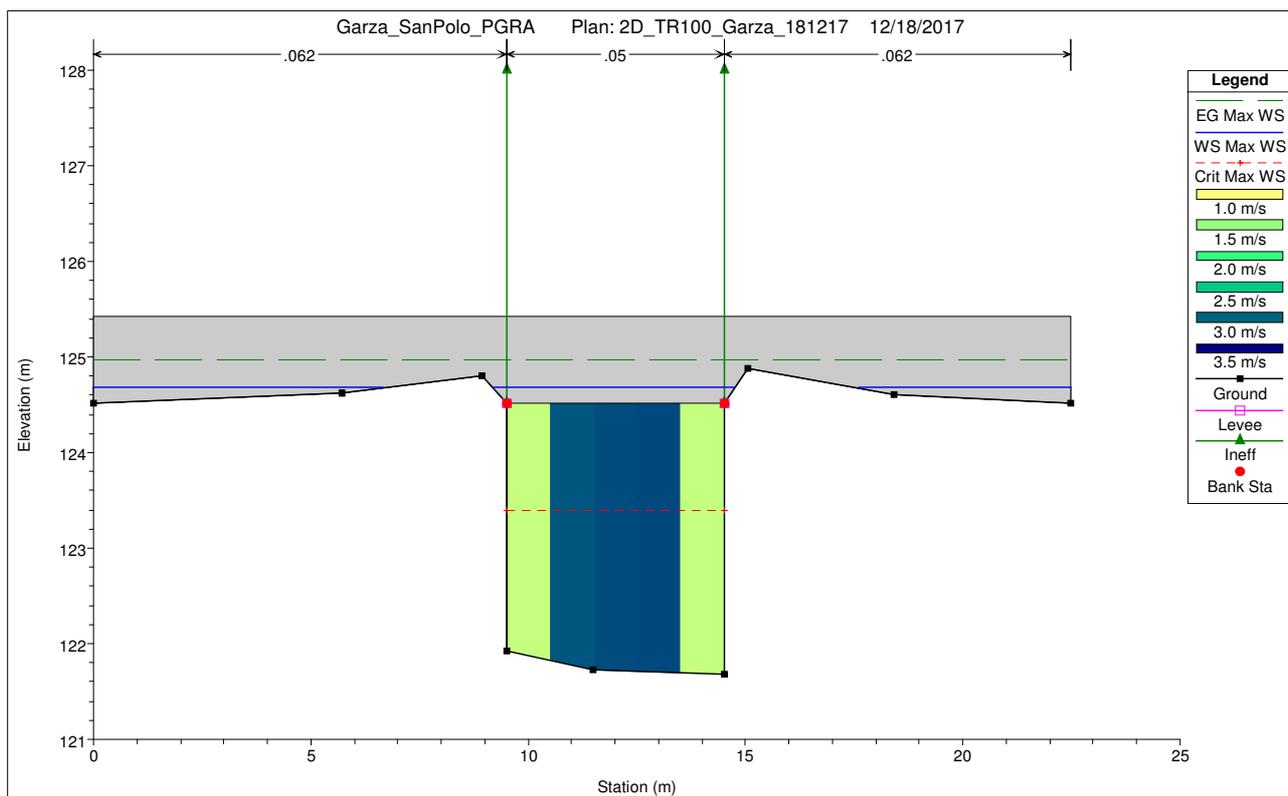
SEZIONE n° 2646.00



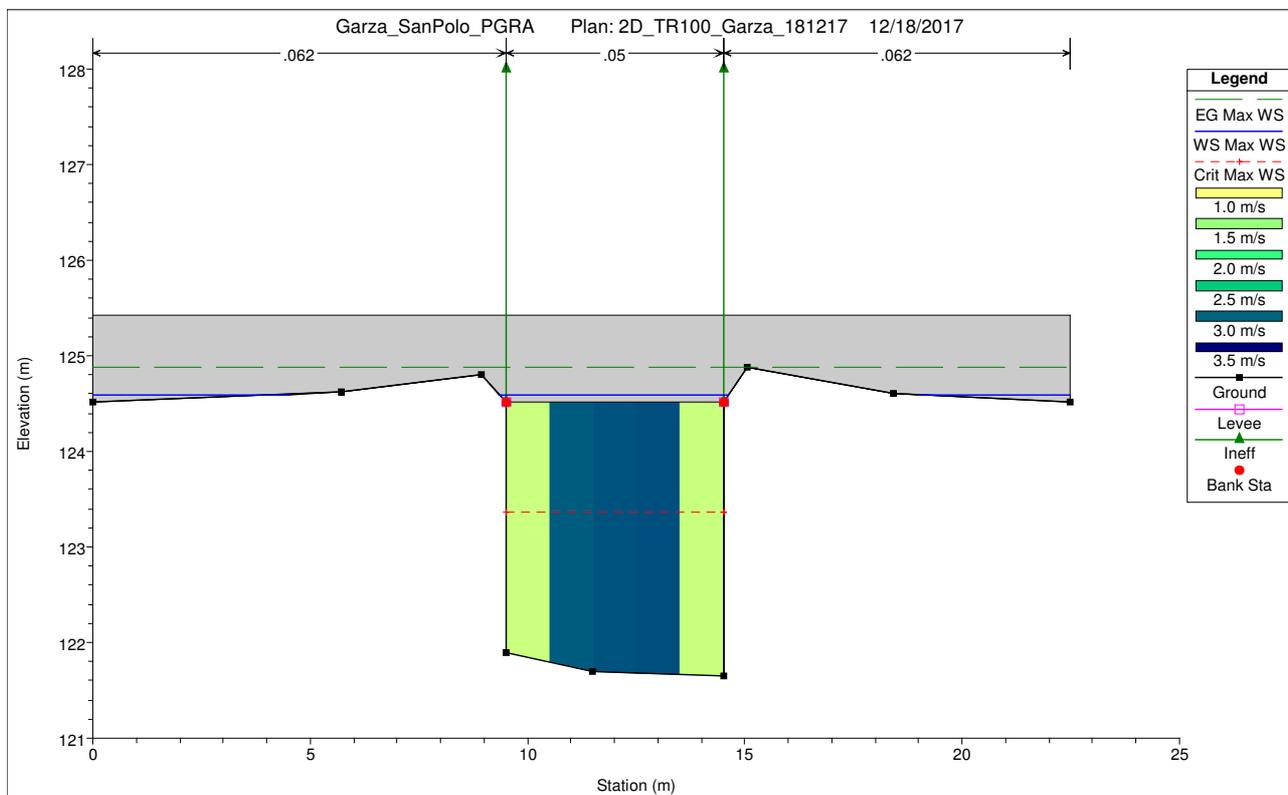
SEZIONE n° 2644.00



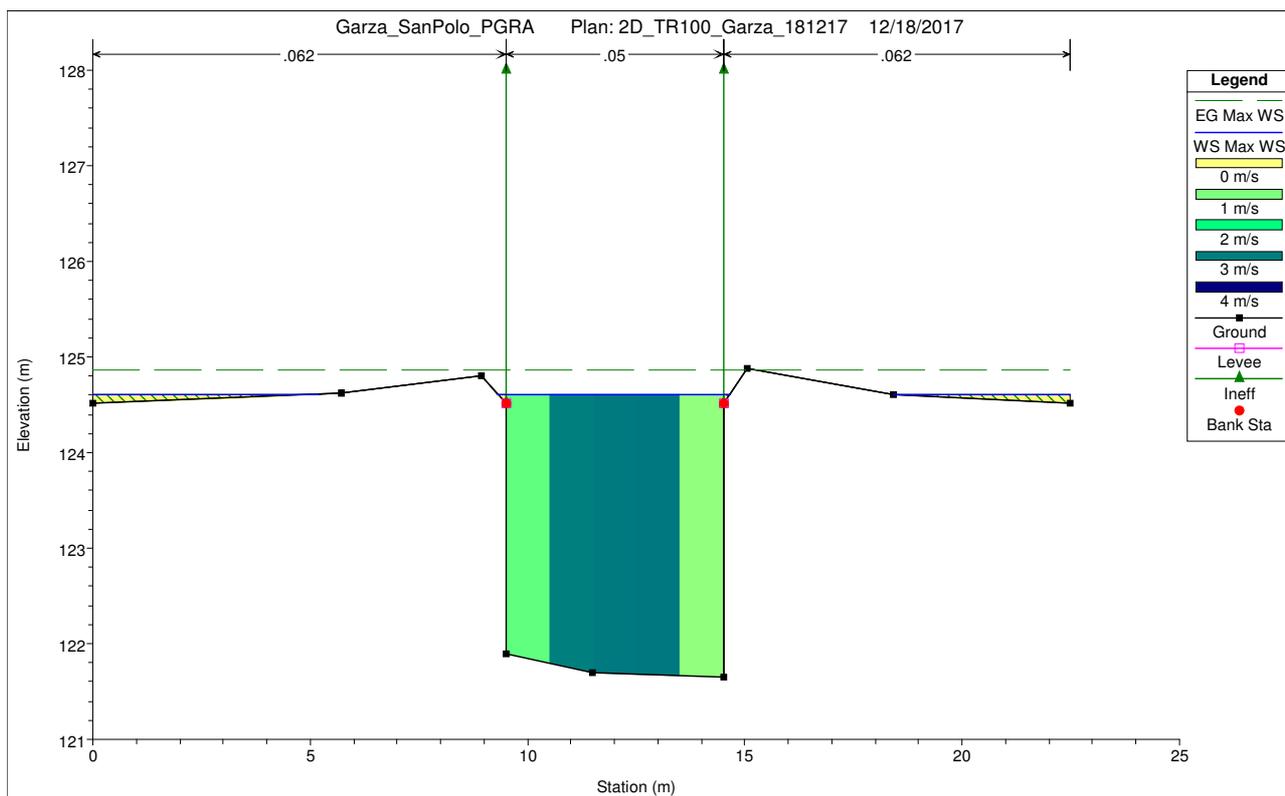
SEZIONE n° 2643.00 Ponte sezione di monte



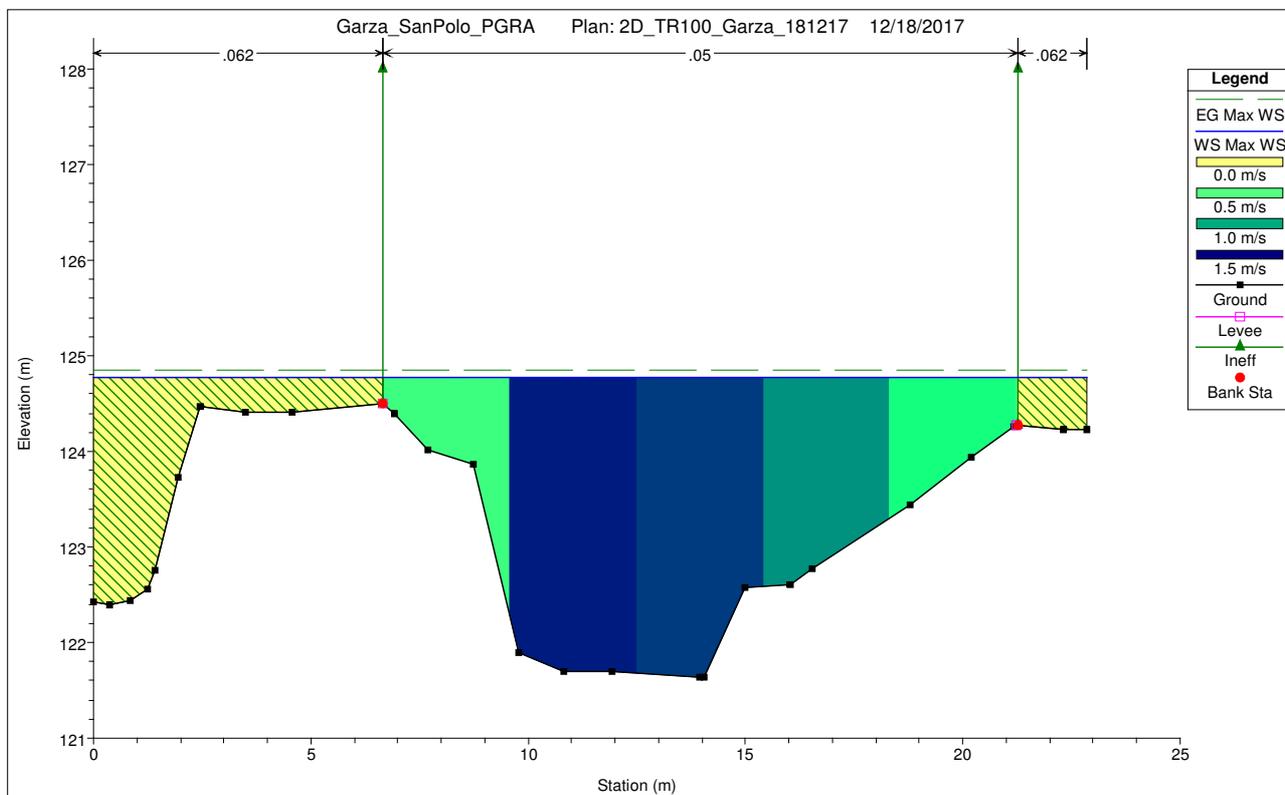
SEZIONE n° 2643.00 Ponte sezione di valle



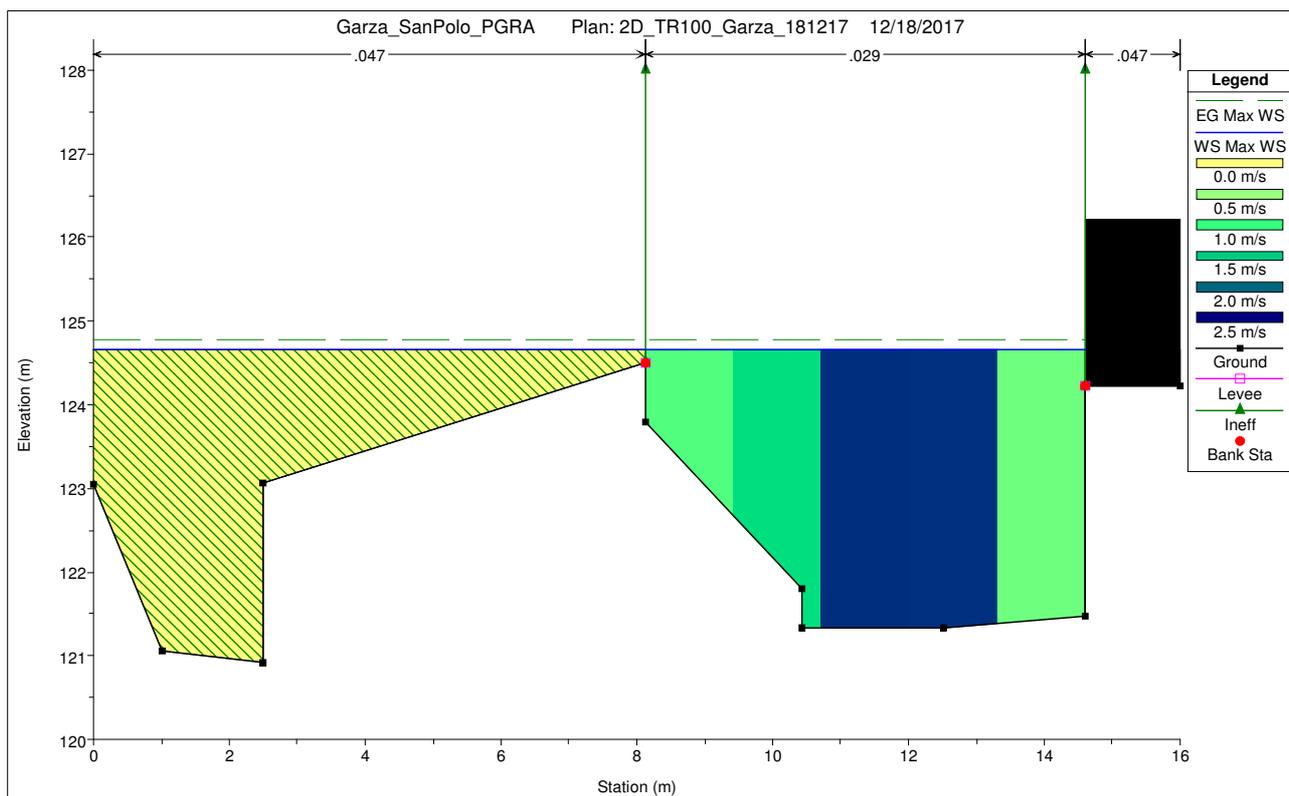
SEZIONE n° 2638.00



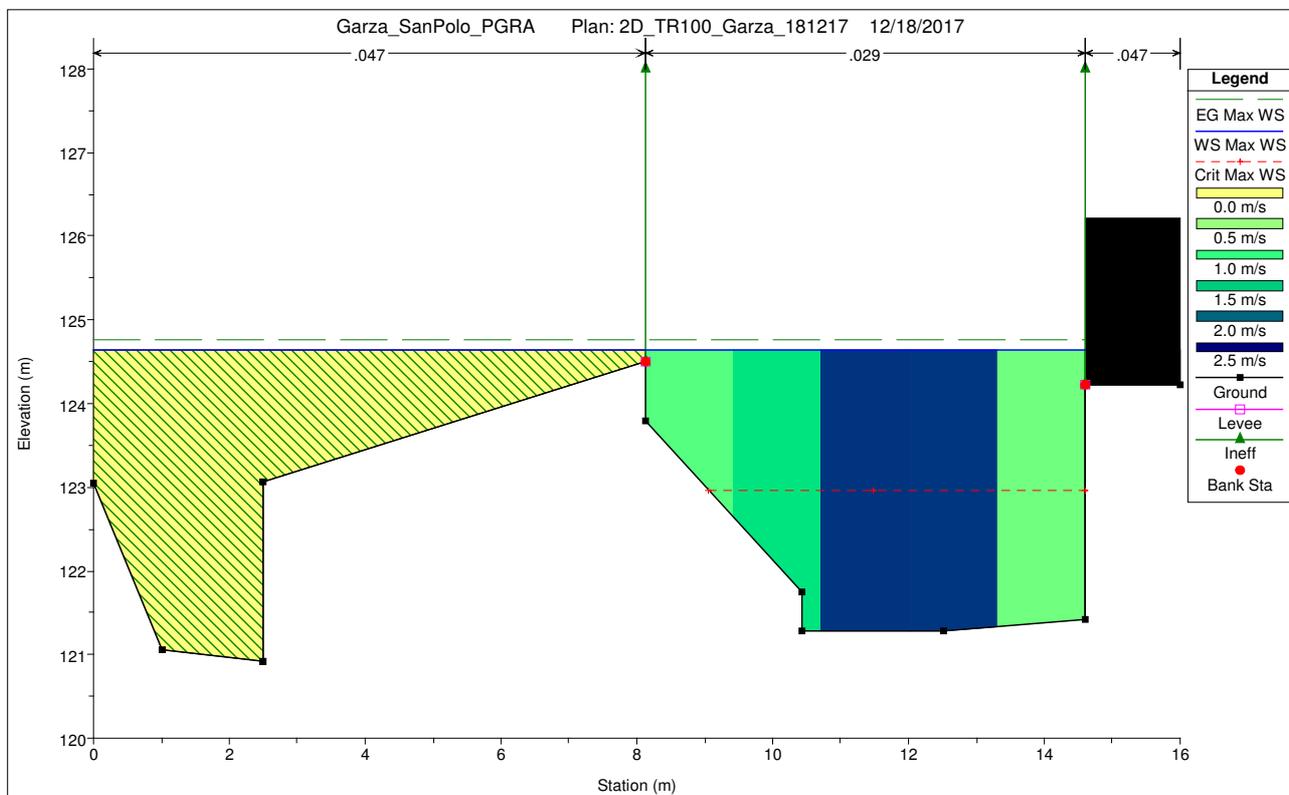
SEZIONE n° 2636.00



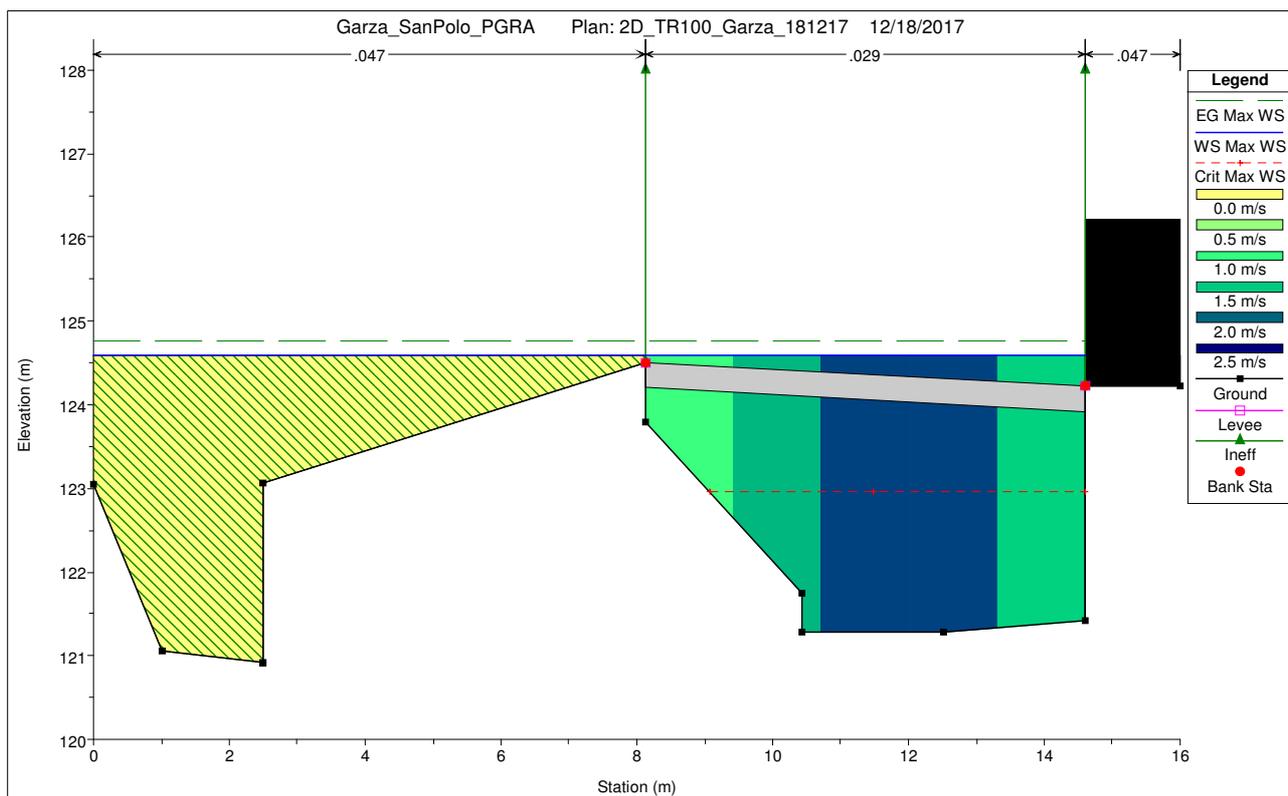
SEZIONE n° 2584.00



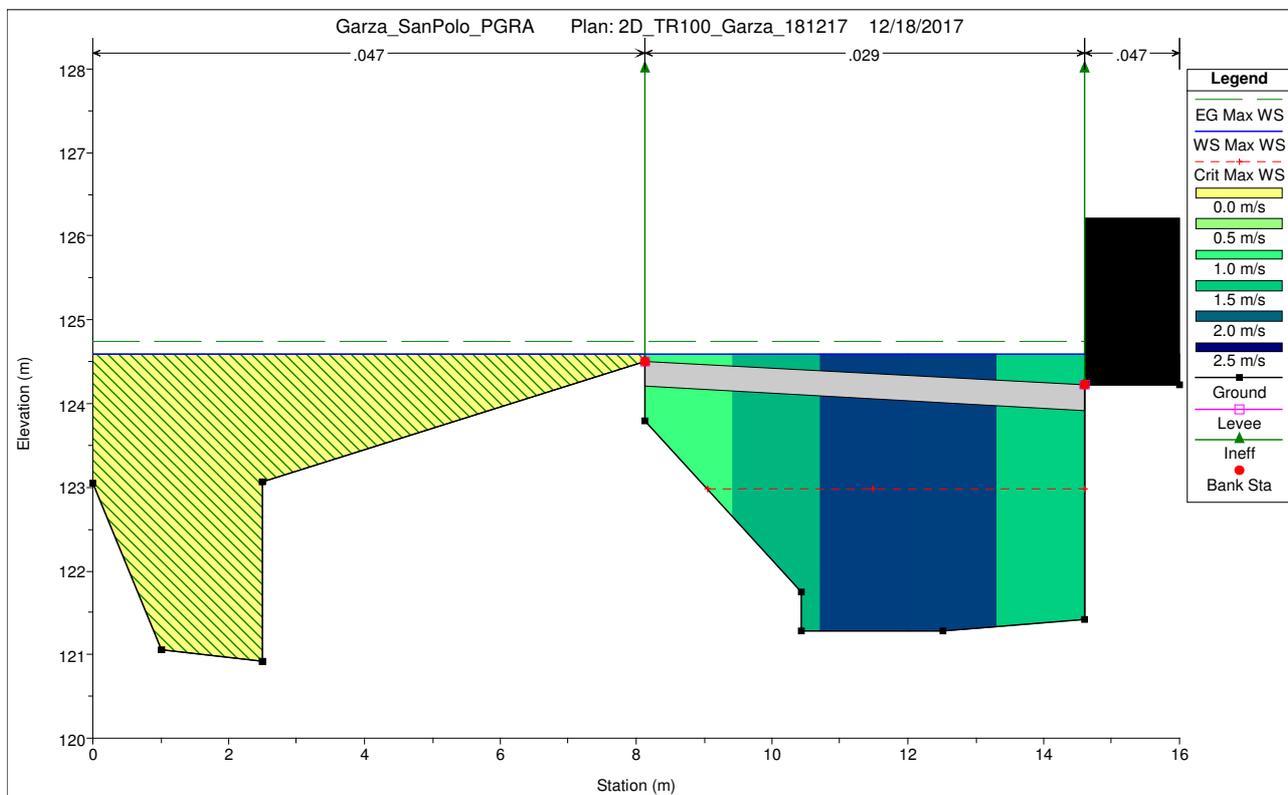
SEZIONE n° 2575.00



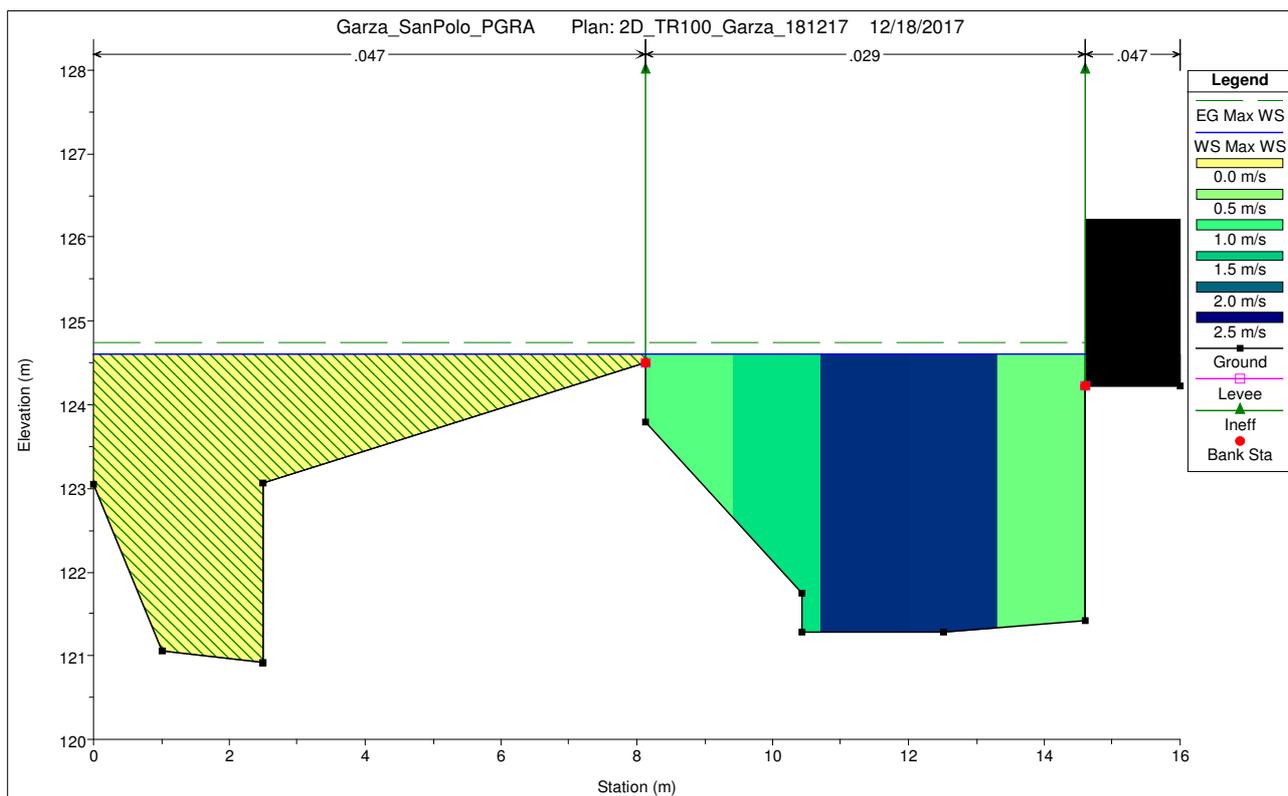
SEZIONE n° 2574.00 Ponte sezione di monte



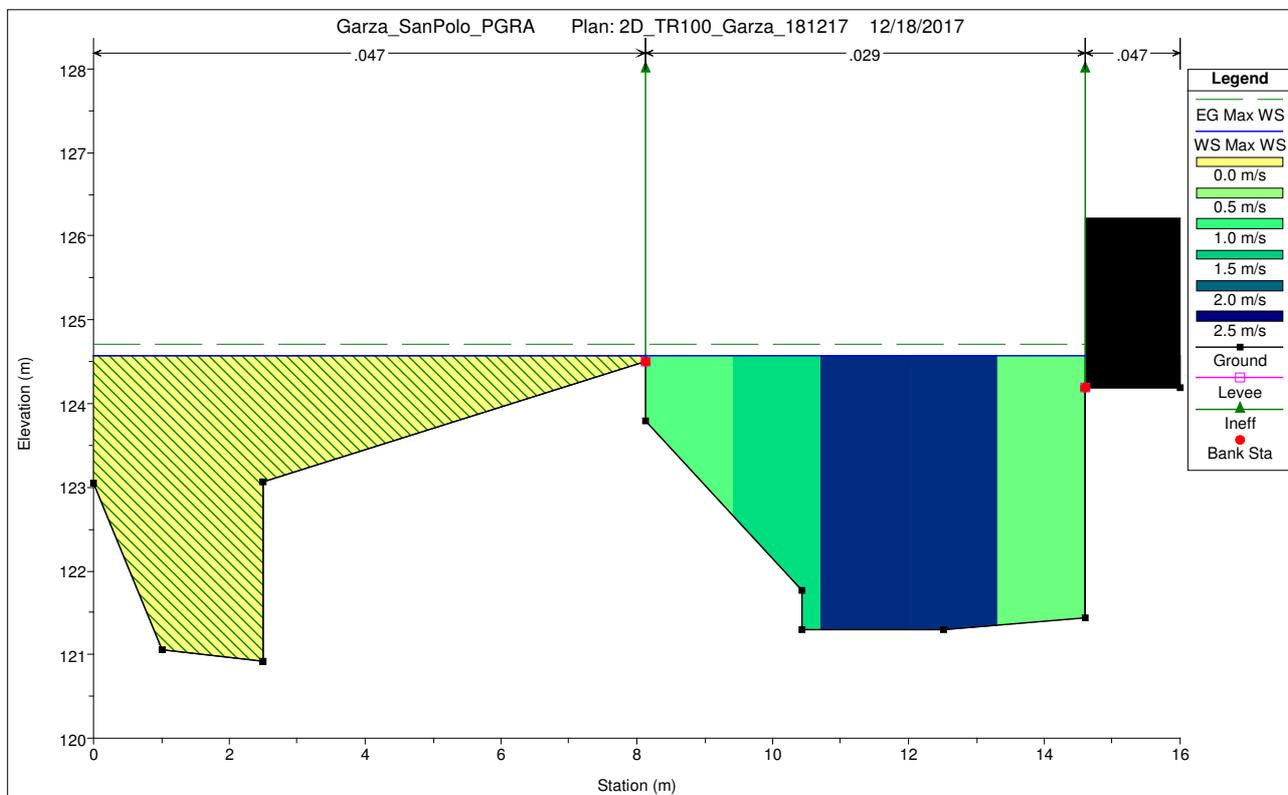
SEZIONE n° 2574.00 Ponte sezione di valle



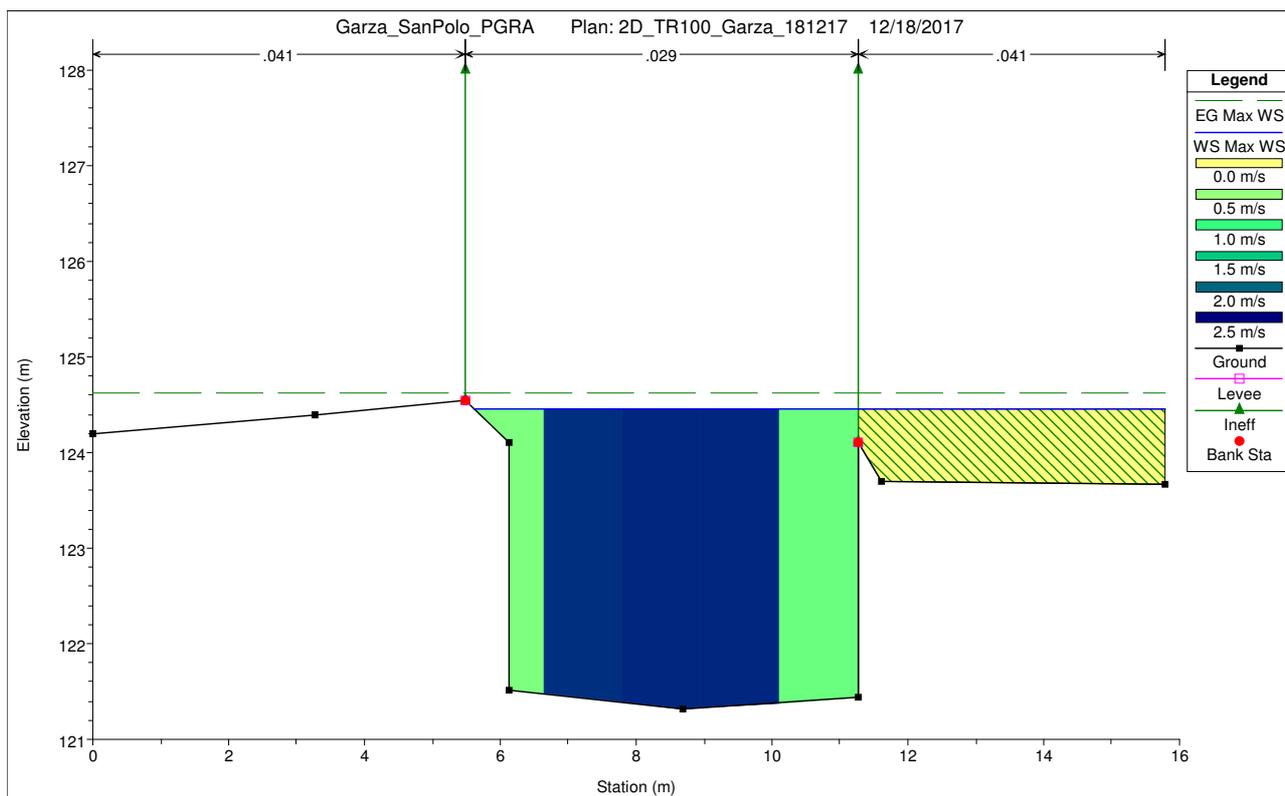
SEZIONE n° 2572.00



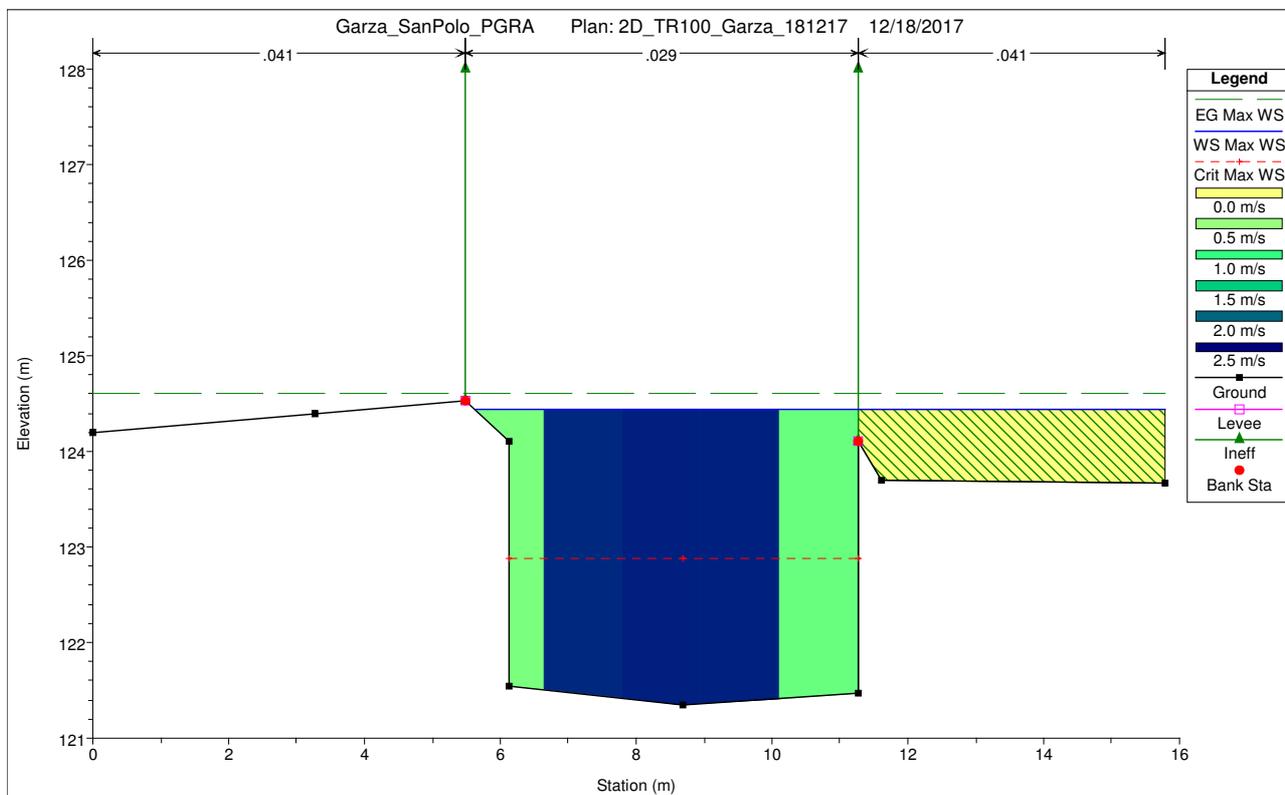
SEZIONE n° 2553.00



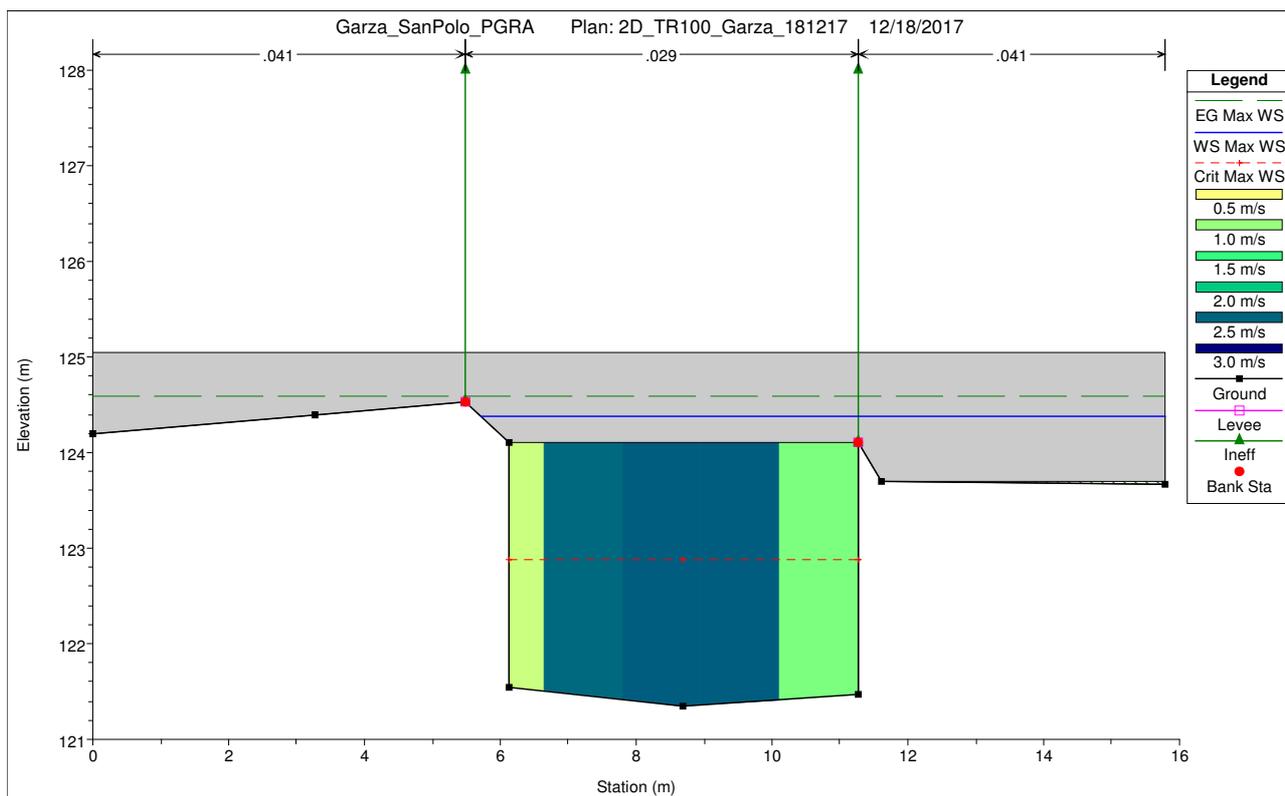
SEZIONE n° 2501.00



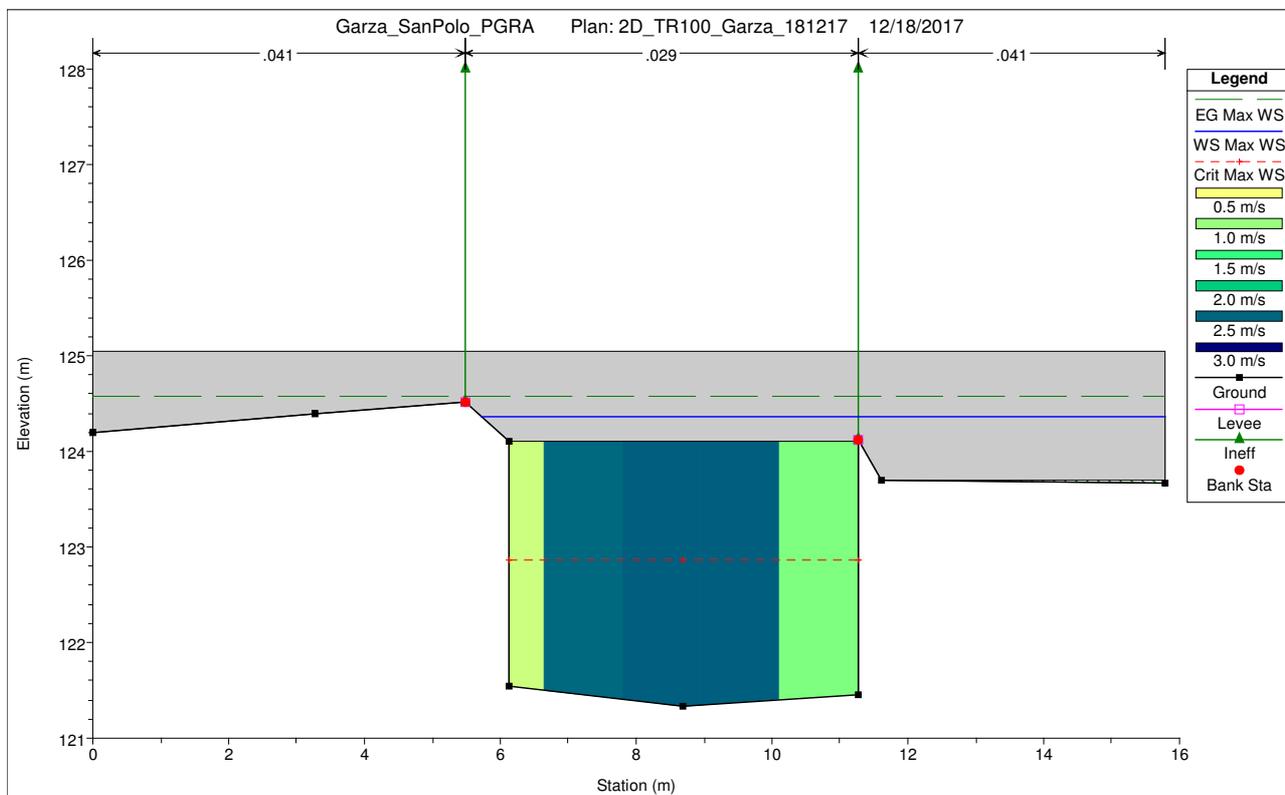
SEZIONE n° 2496.00



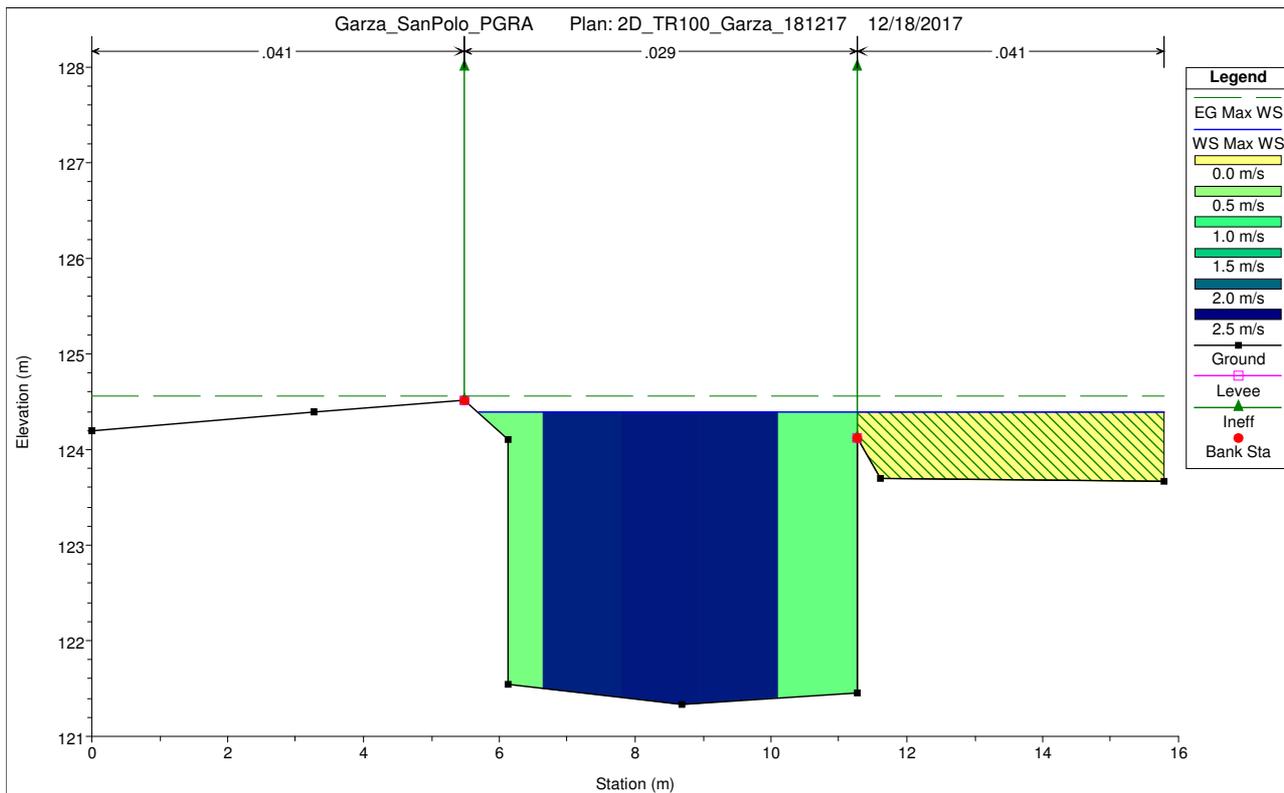
SEZIONE n° 2495.00 Ponte sezione di monte



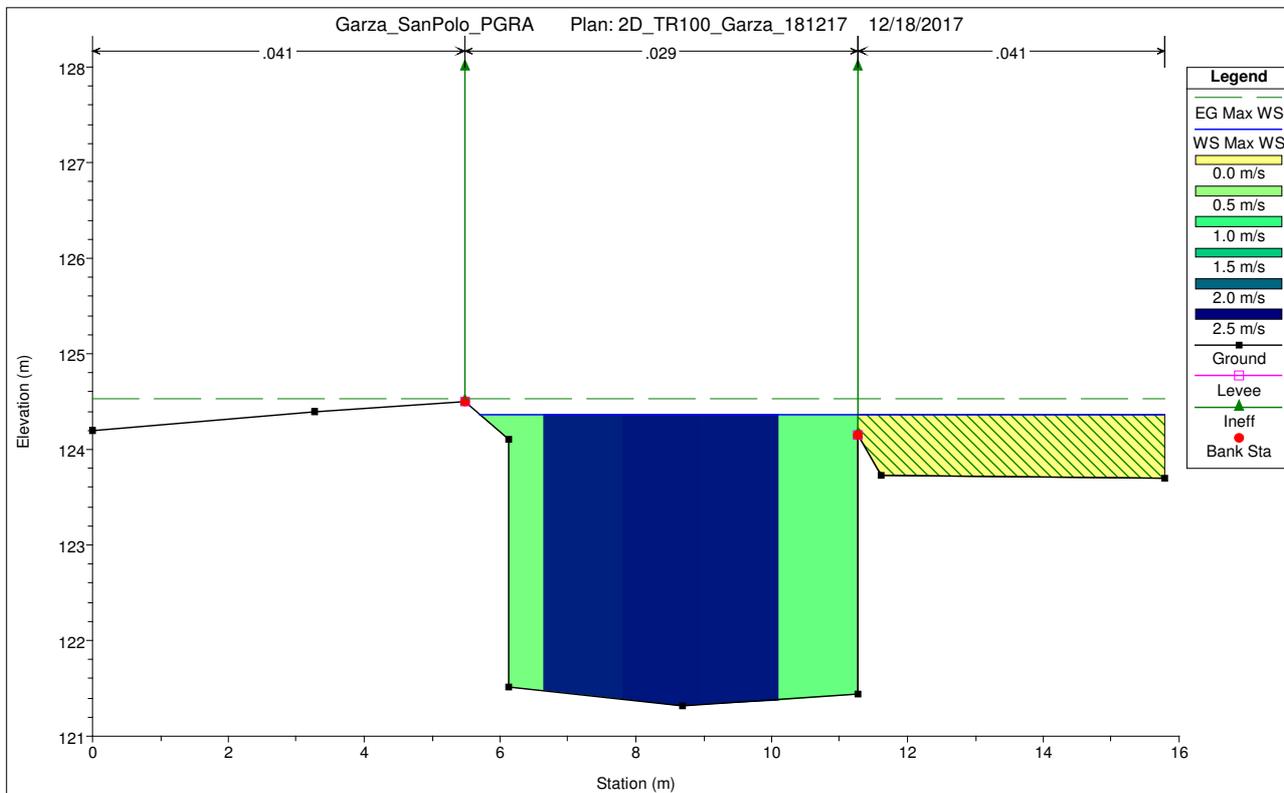
SEZIONE n° 2495.00 Ponte sezione di valle



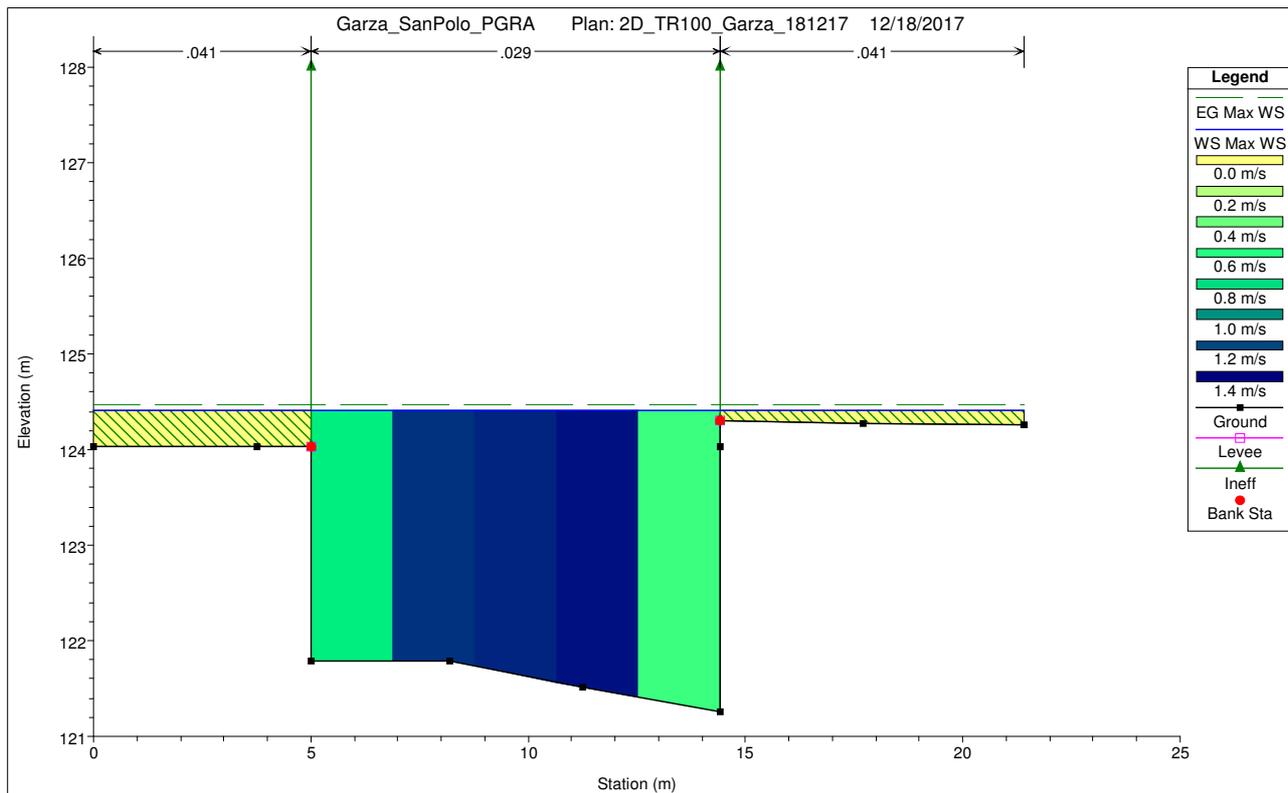
SEZIONE n° 2490.00



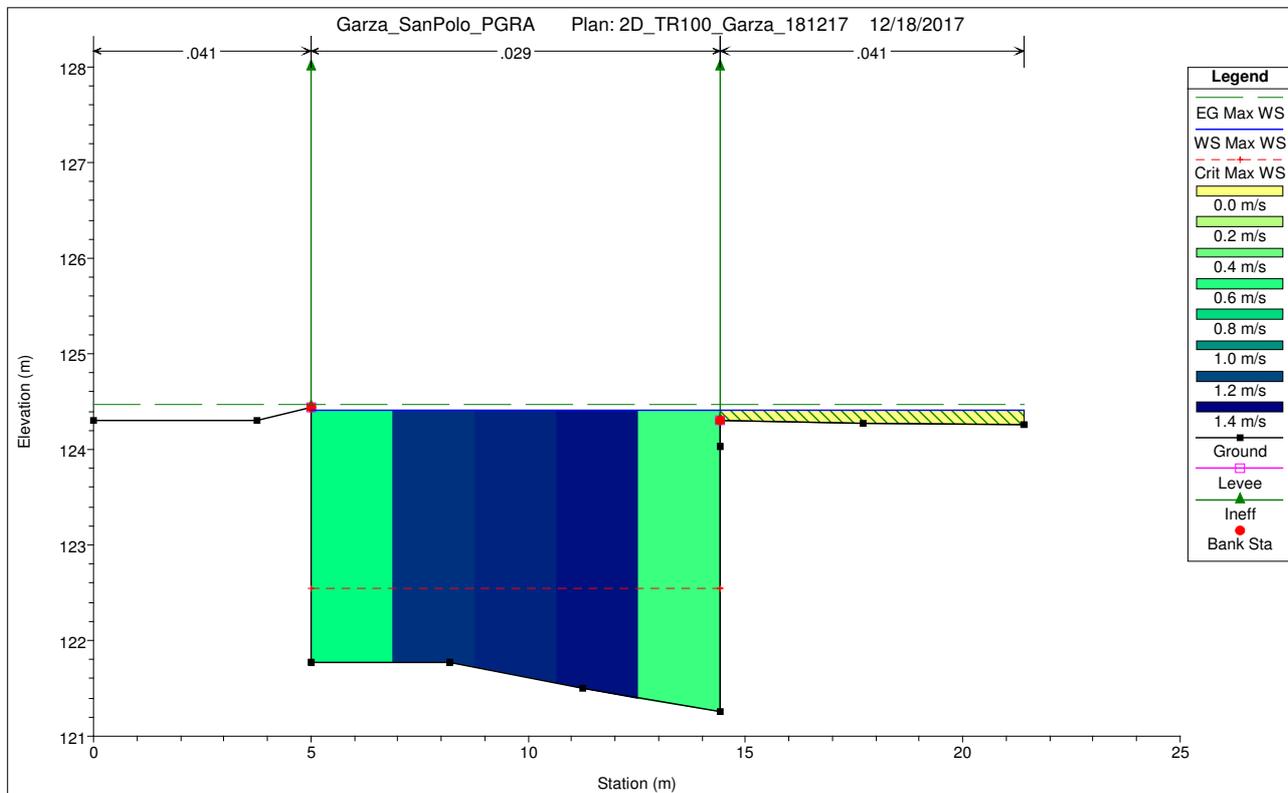
SEZIONE n° 2480.00



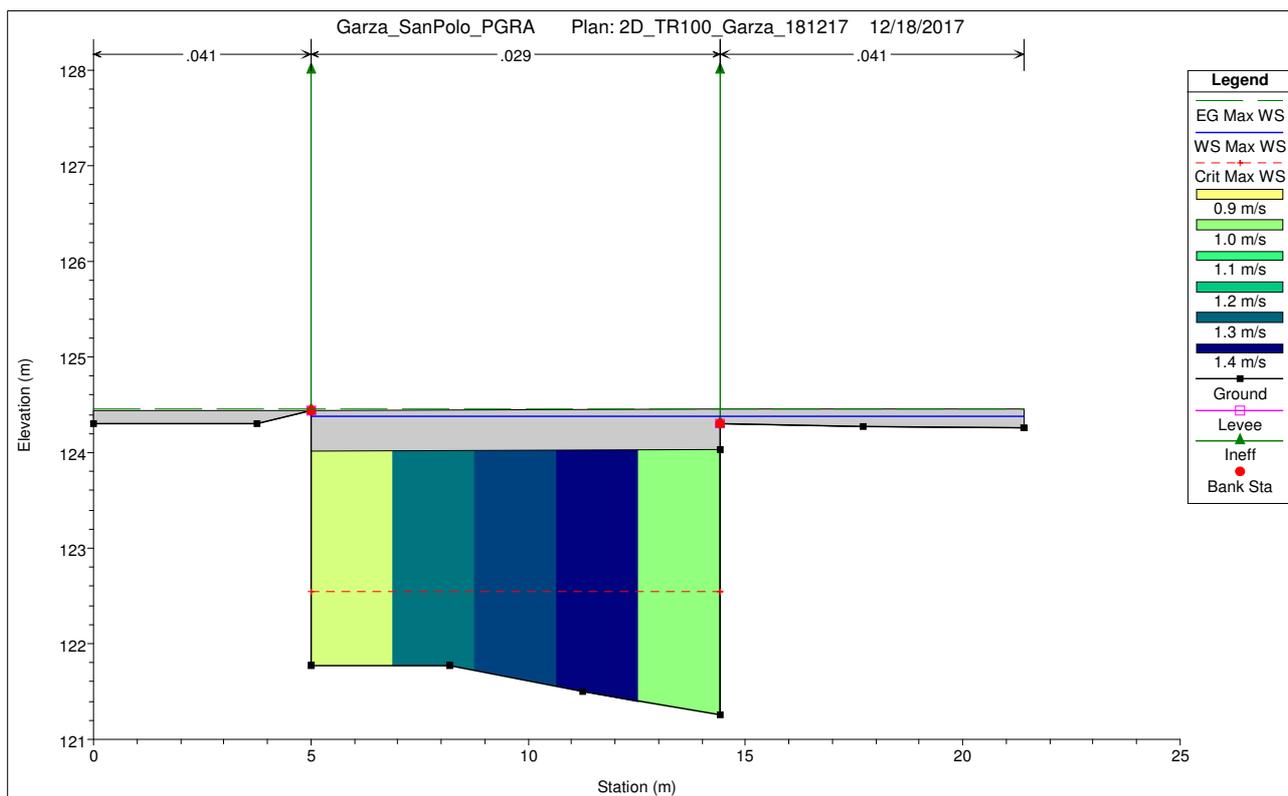
SEZIONE n° 2441.00



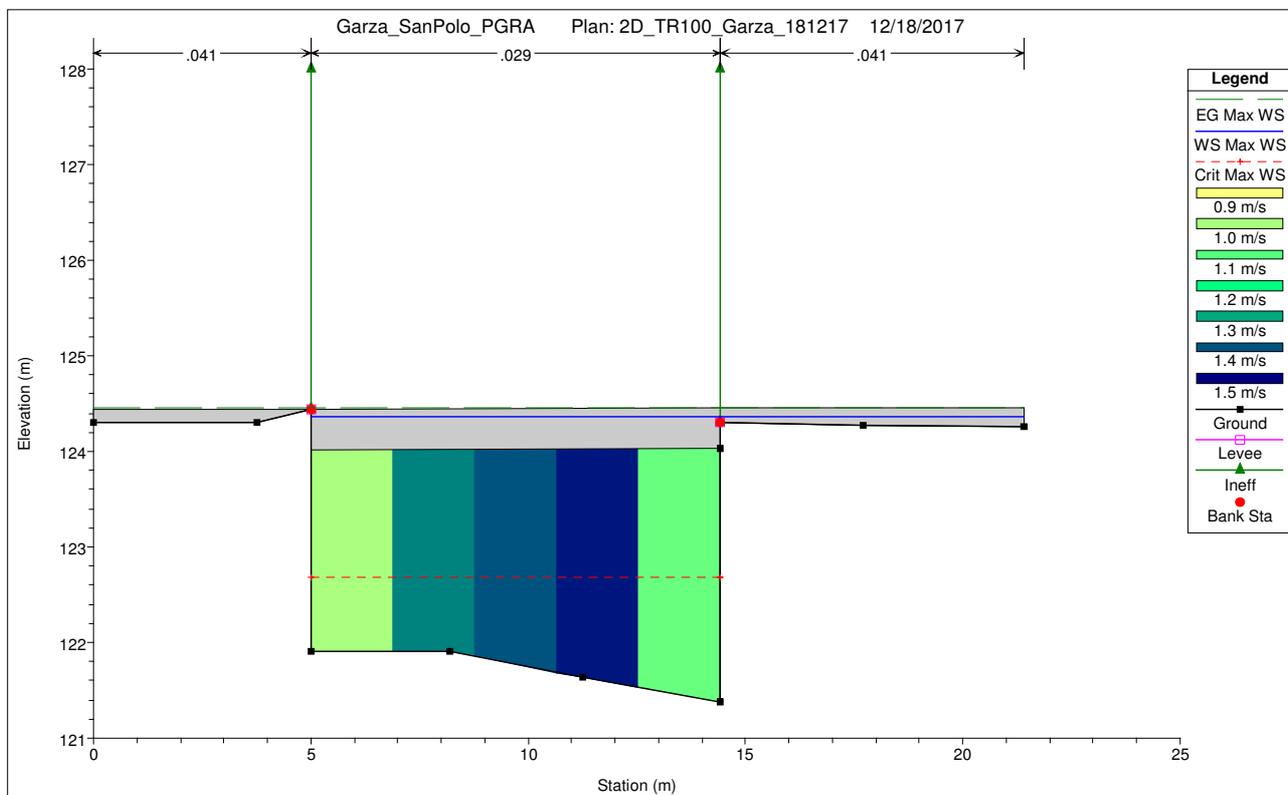
SEZIONE n° 2436.00



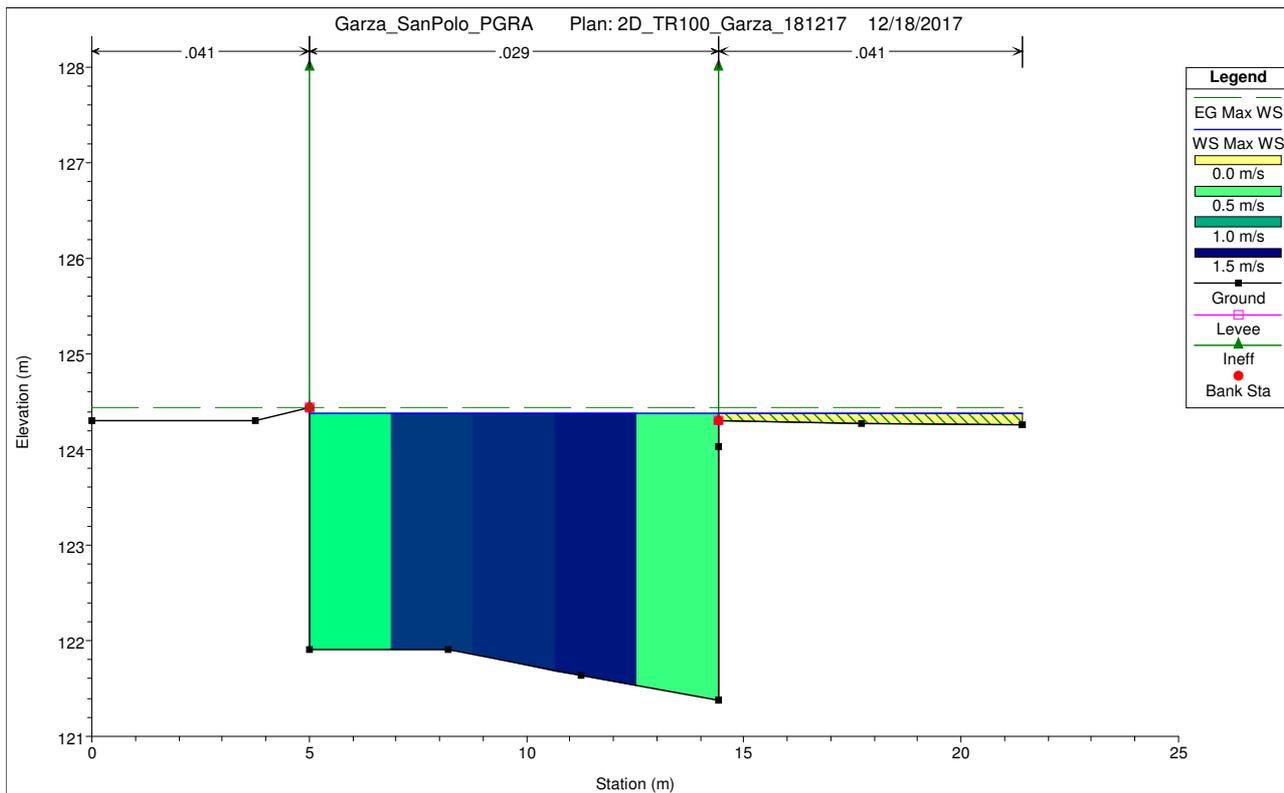
SEZIONE n° 2435.00 Ponte sezione di monte



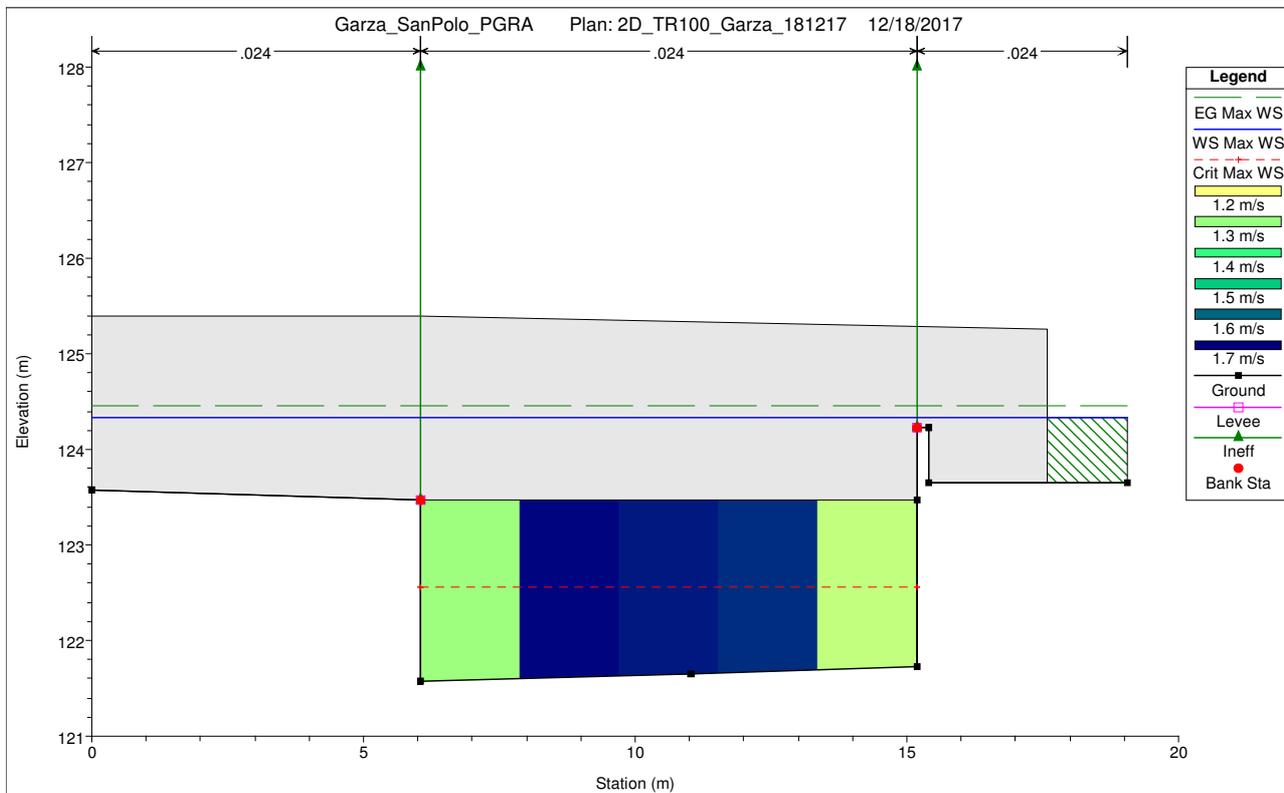
SEZIONE n° 2435.00 Ponte sezione di valle



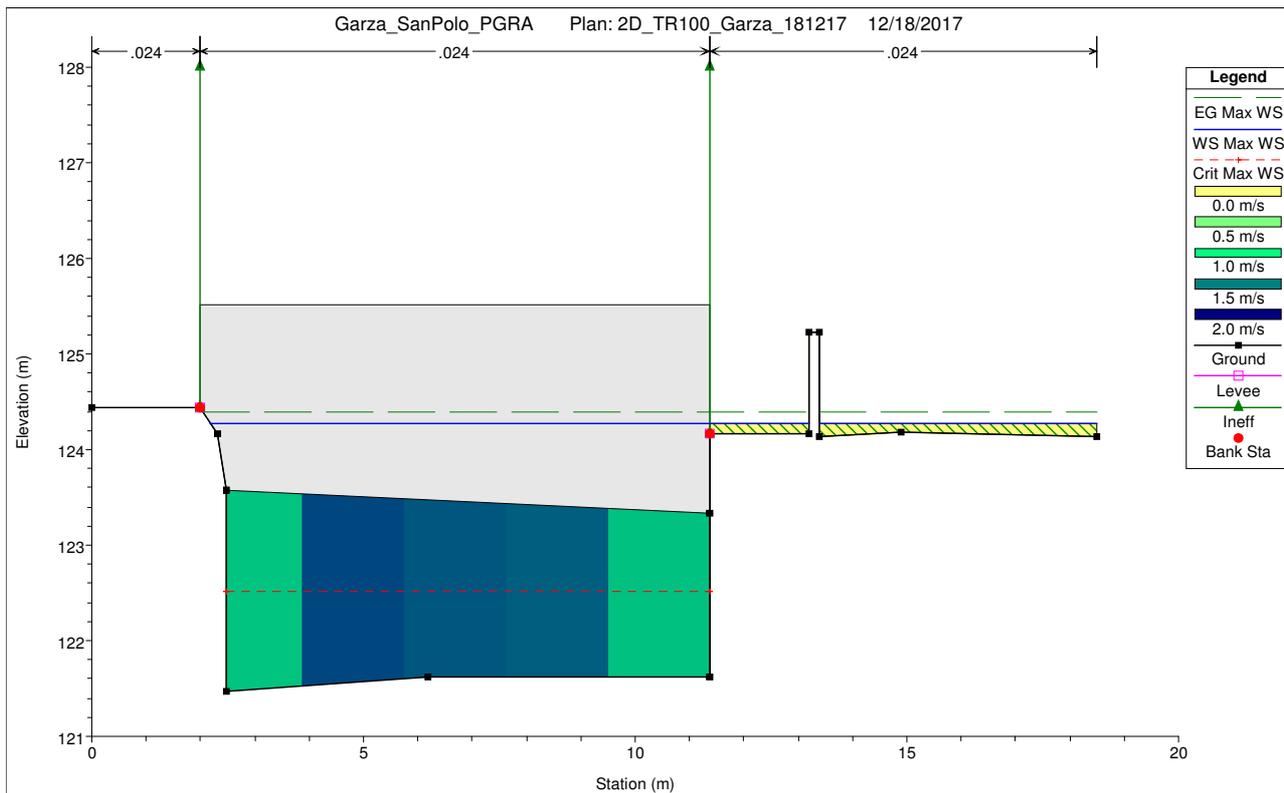
SEZIONE n°2430.00



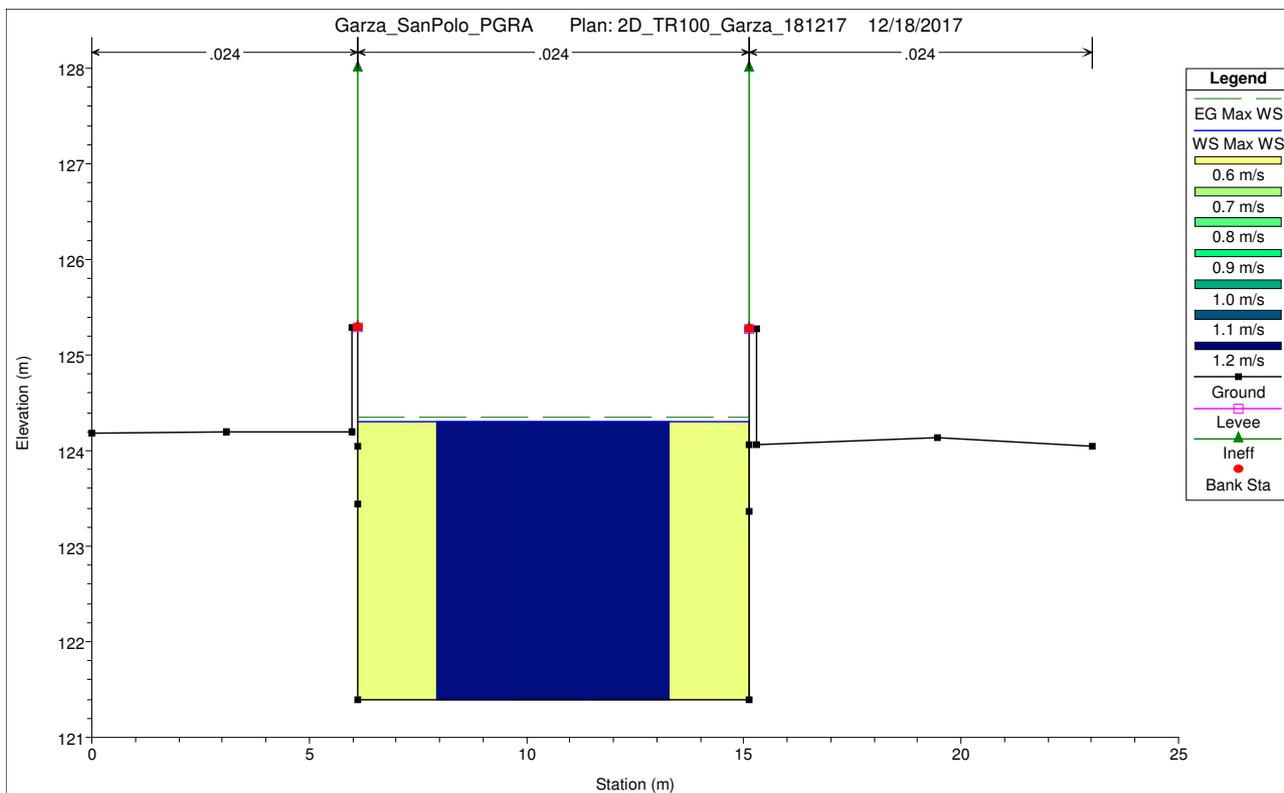
SEZIONE n°2422.00



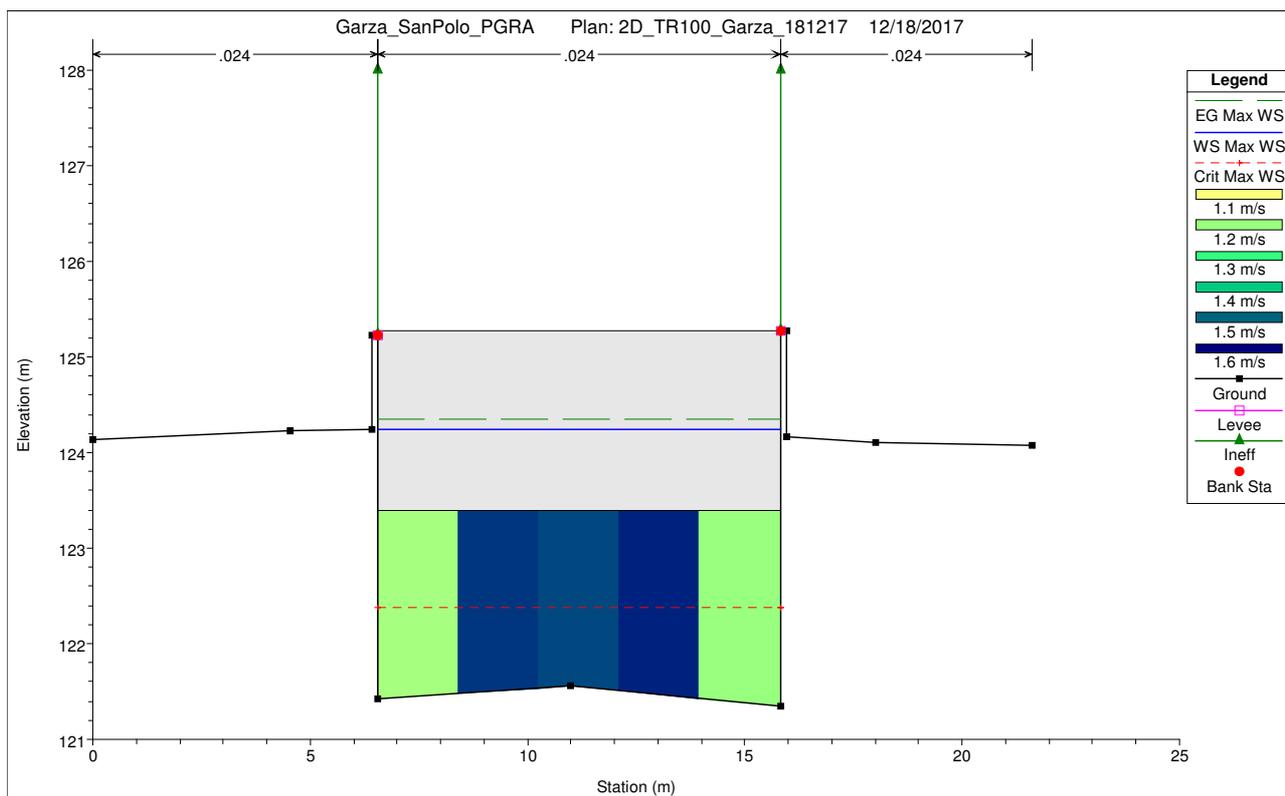
SEZIONE n°2394.00



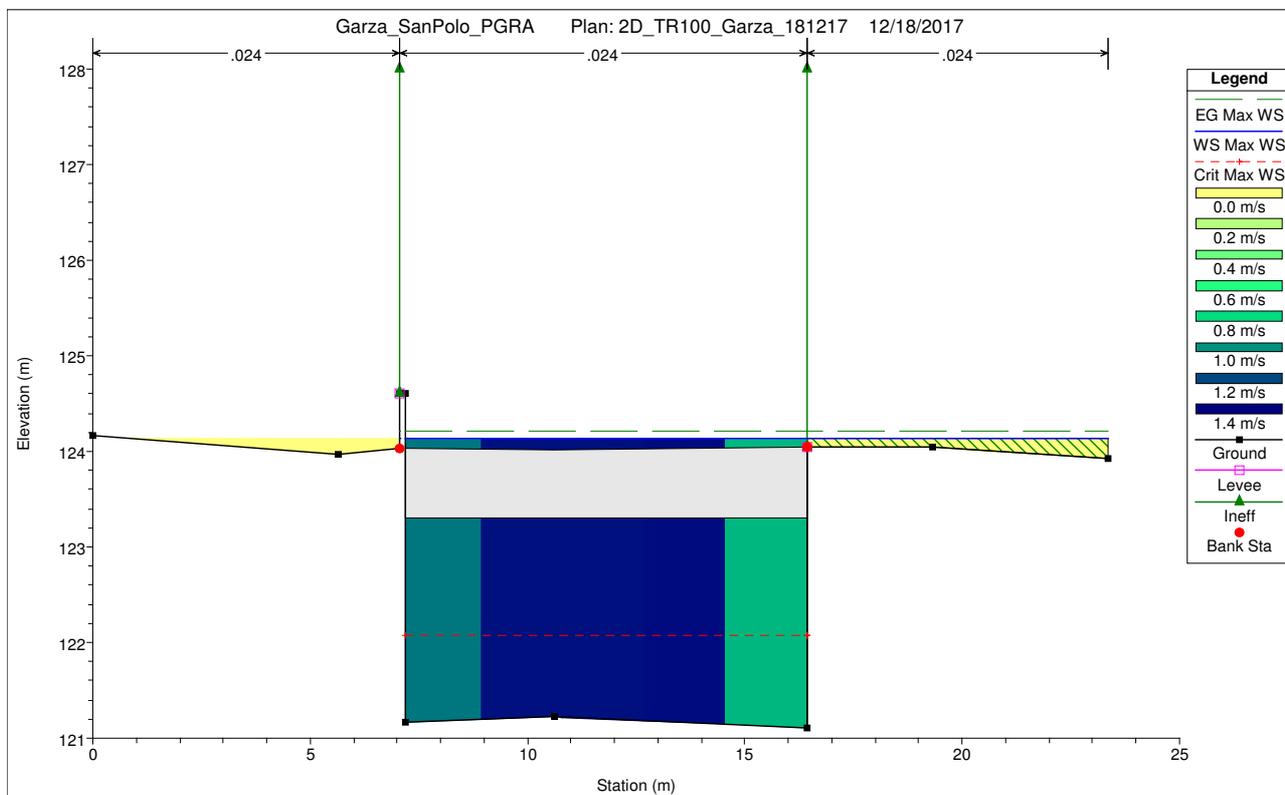
SEZIONE n°2353.00



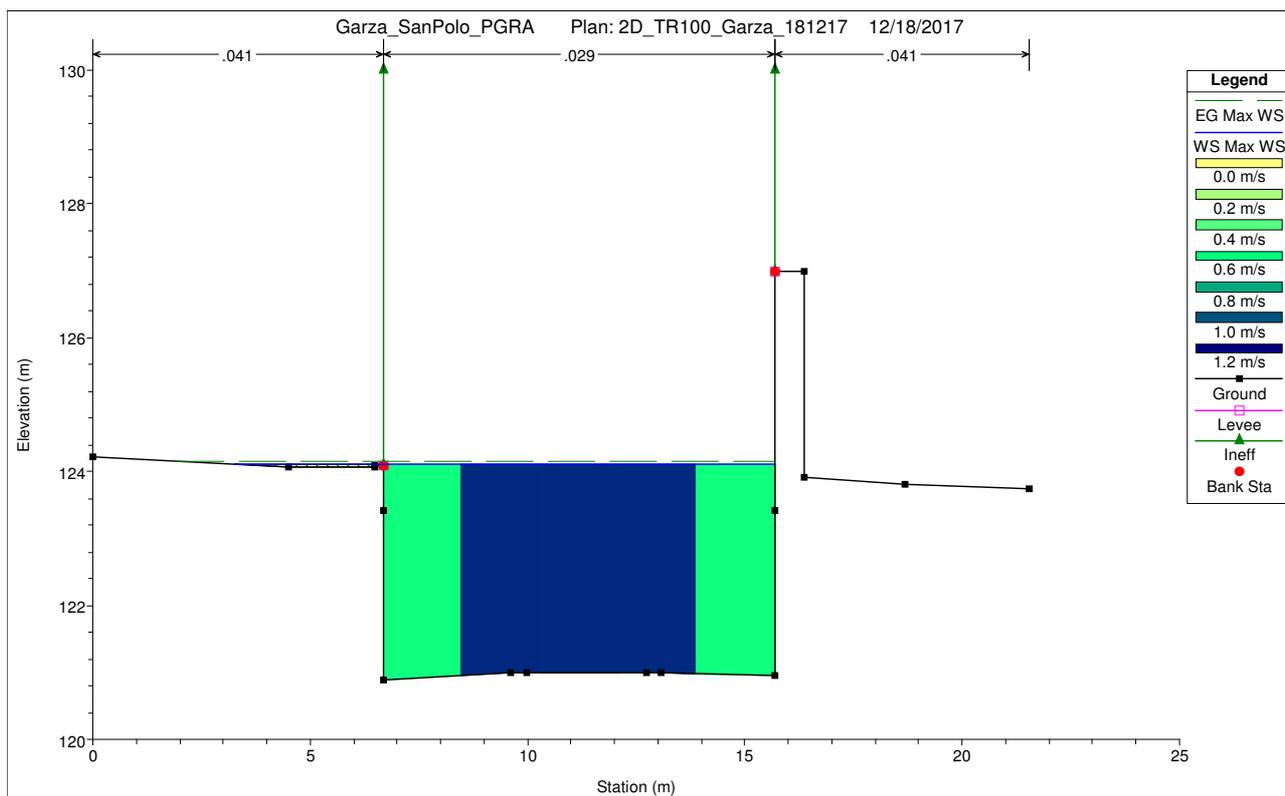
SEZIONE n°2348.00



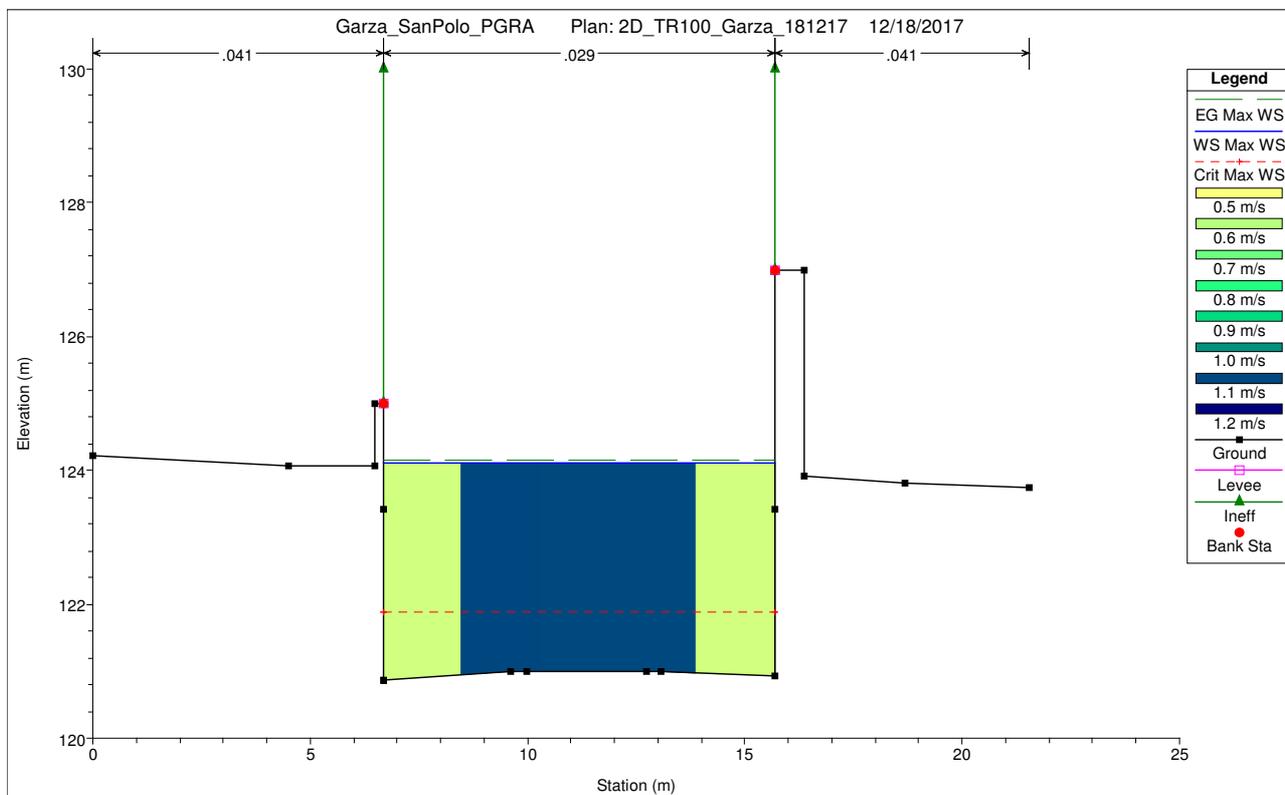
SEZIONE n°2267.00



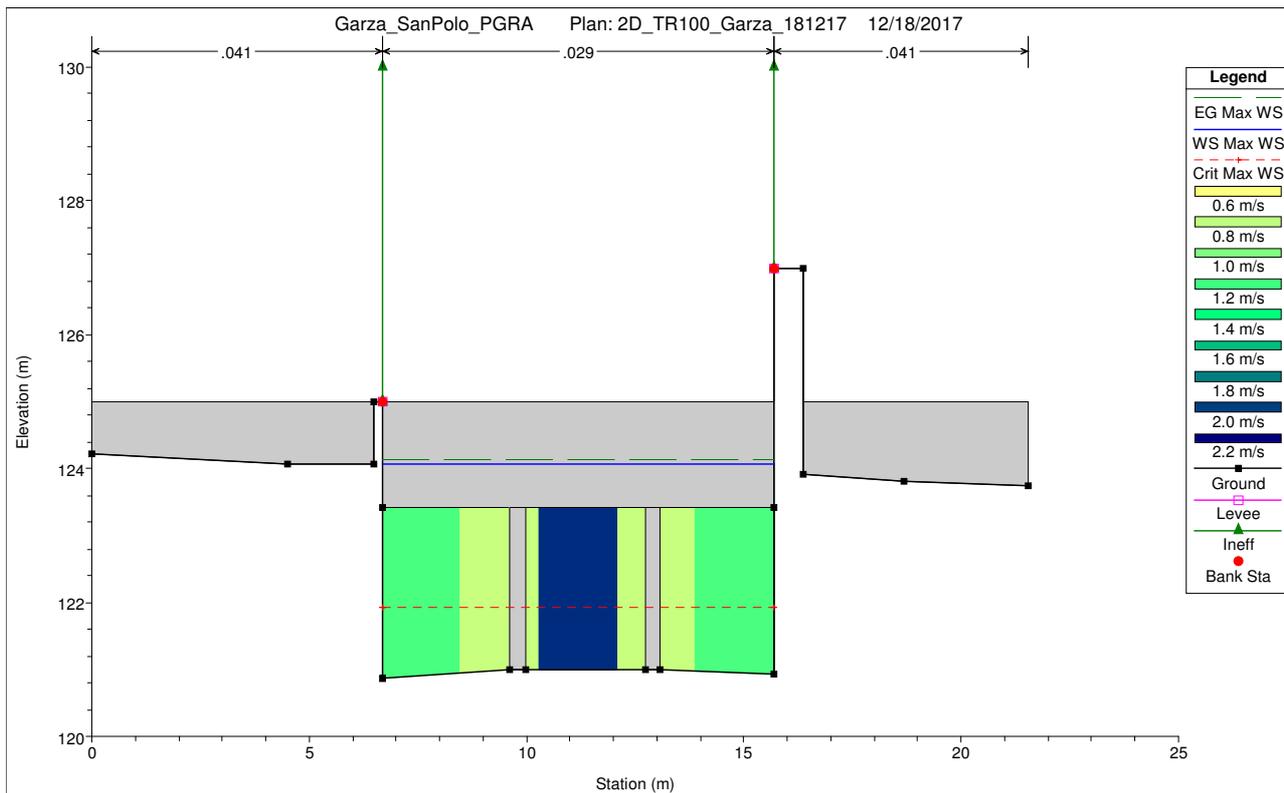
SEZIONE n°2199.00



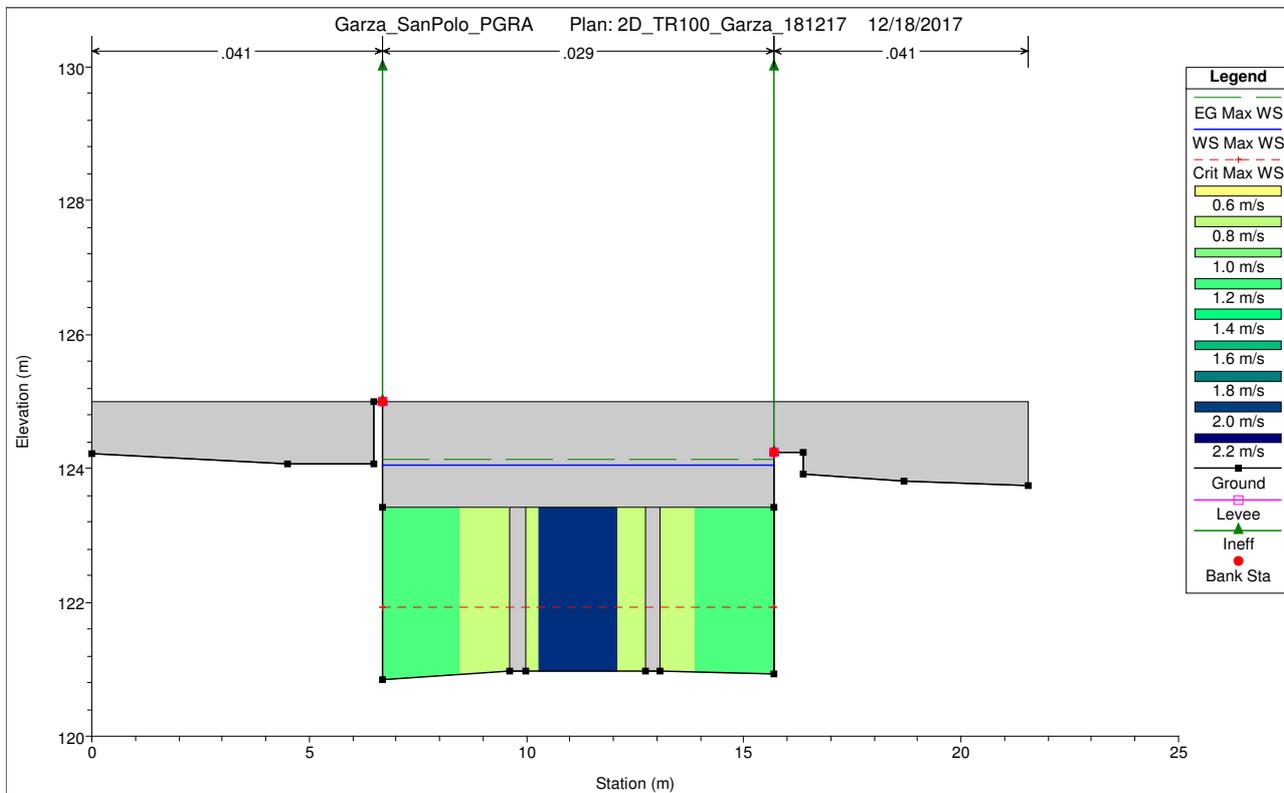
SEZIONE n°2194.00



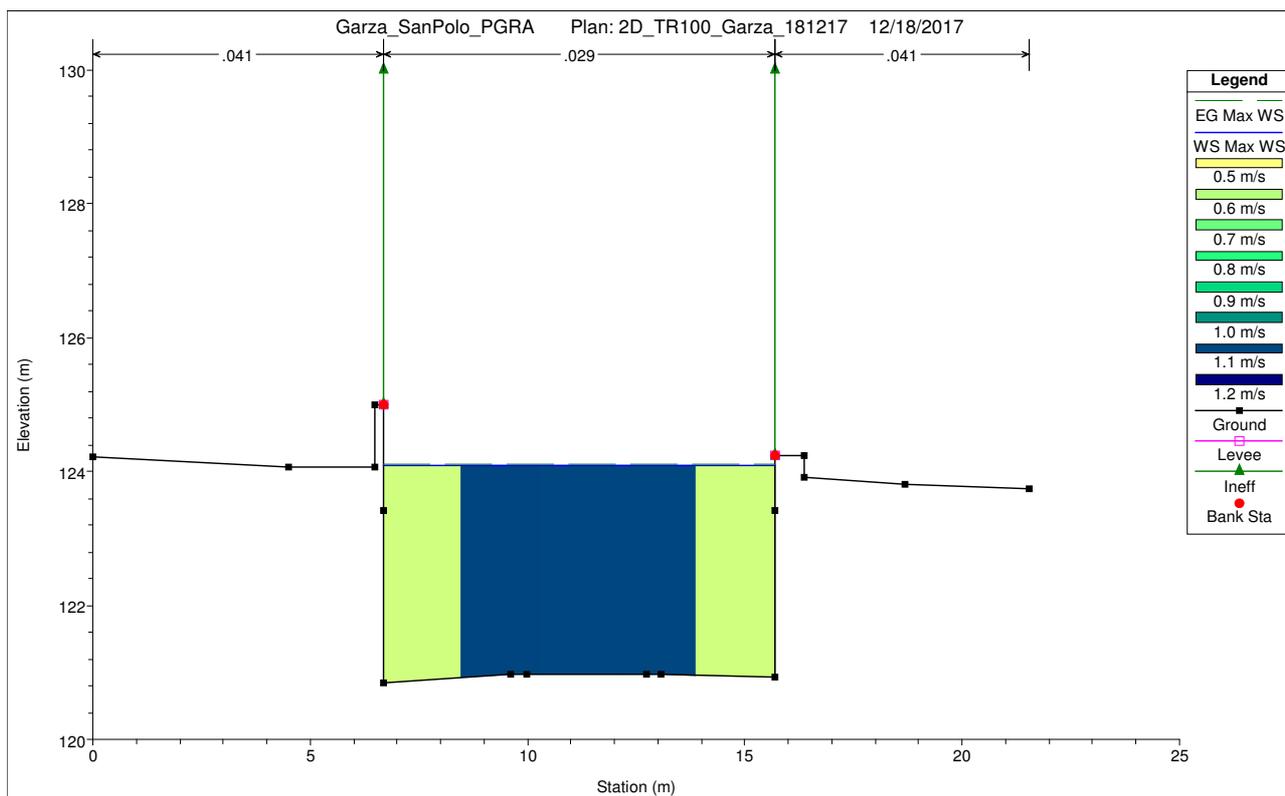
SEZIONE n°2193.00 Ponte sezione di monte



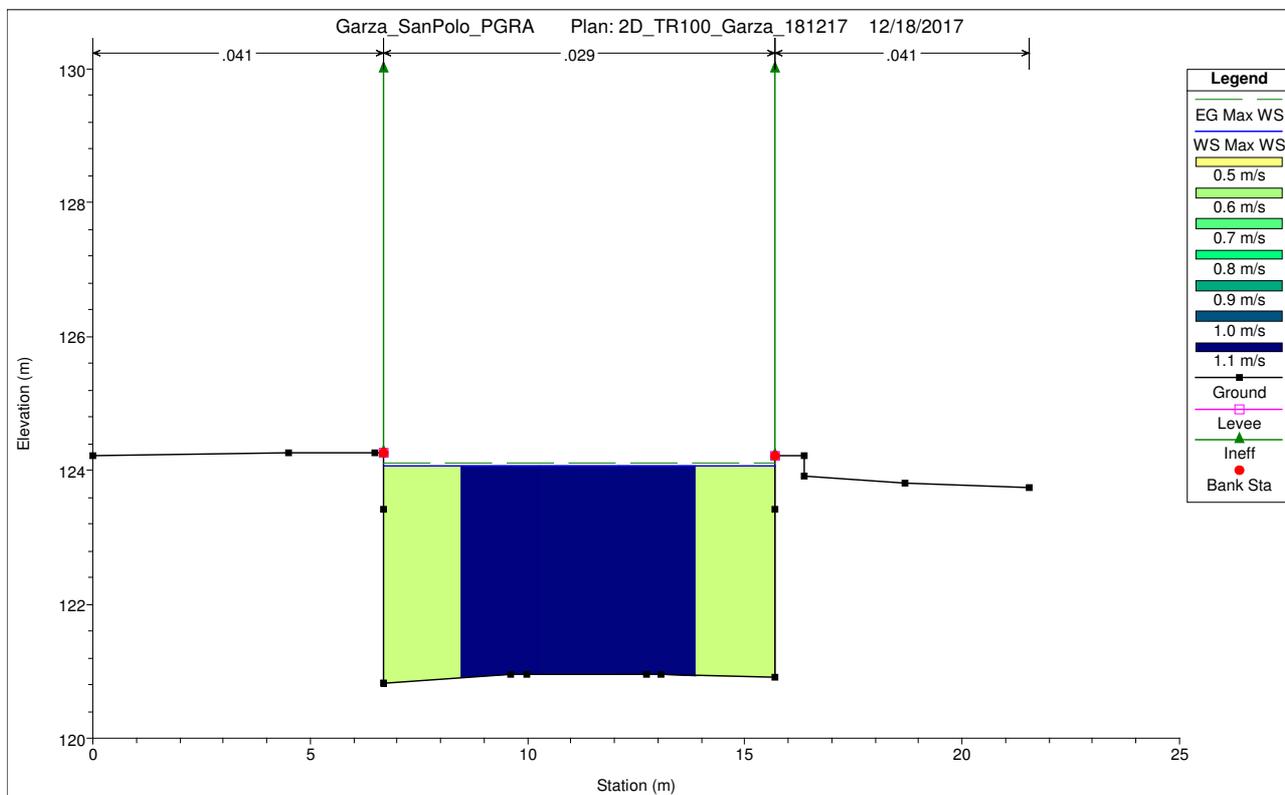
SEZIONE n°2193.00 Ponte sezione di valle



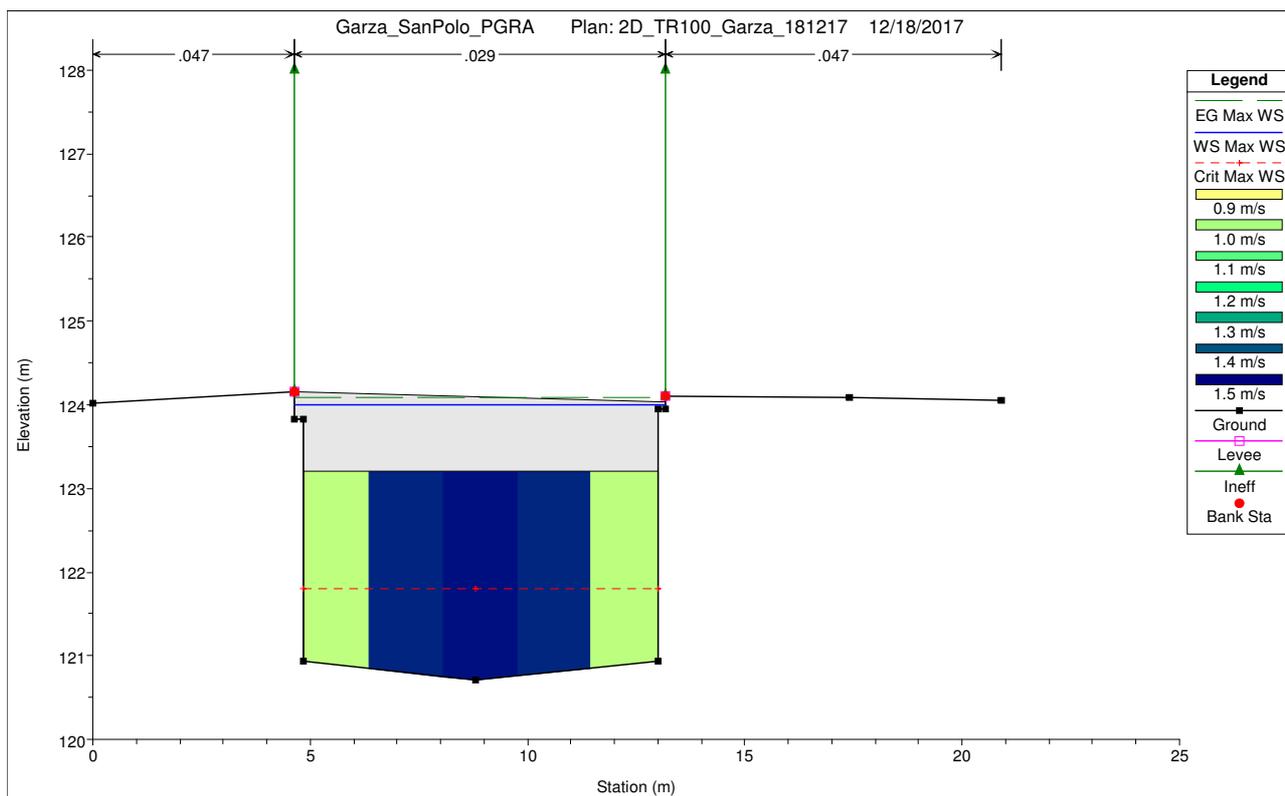
SEZIONE n°2188.00



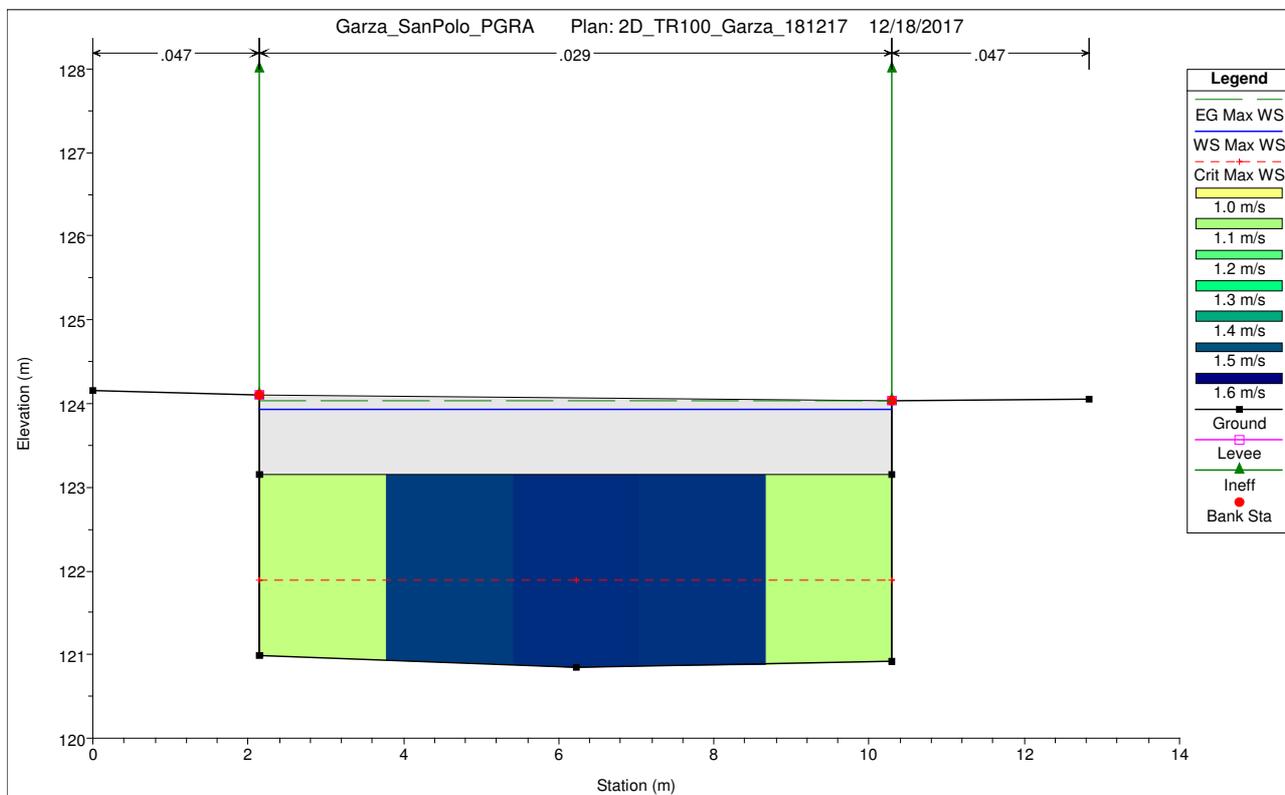
SEZIONE n°2178.00



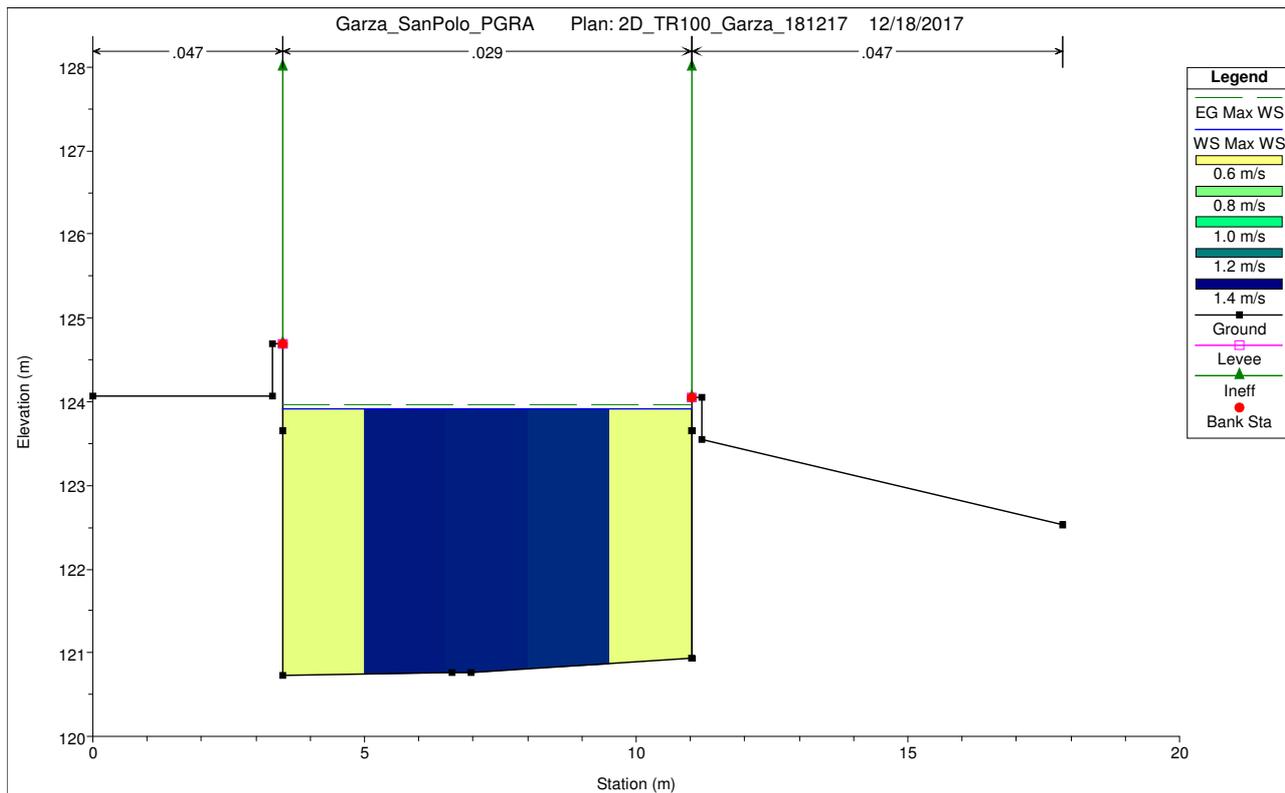
SEZIONE n°2137.00



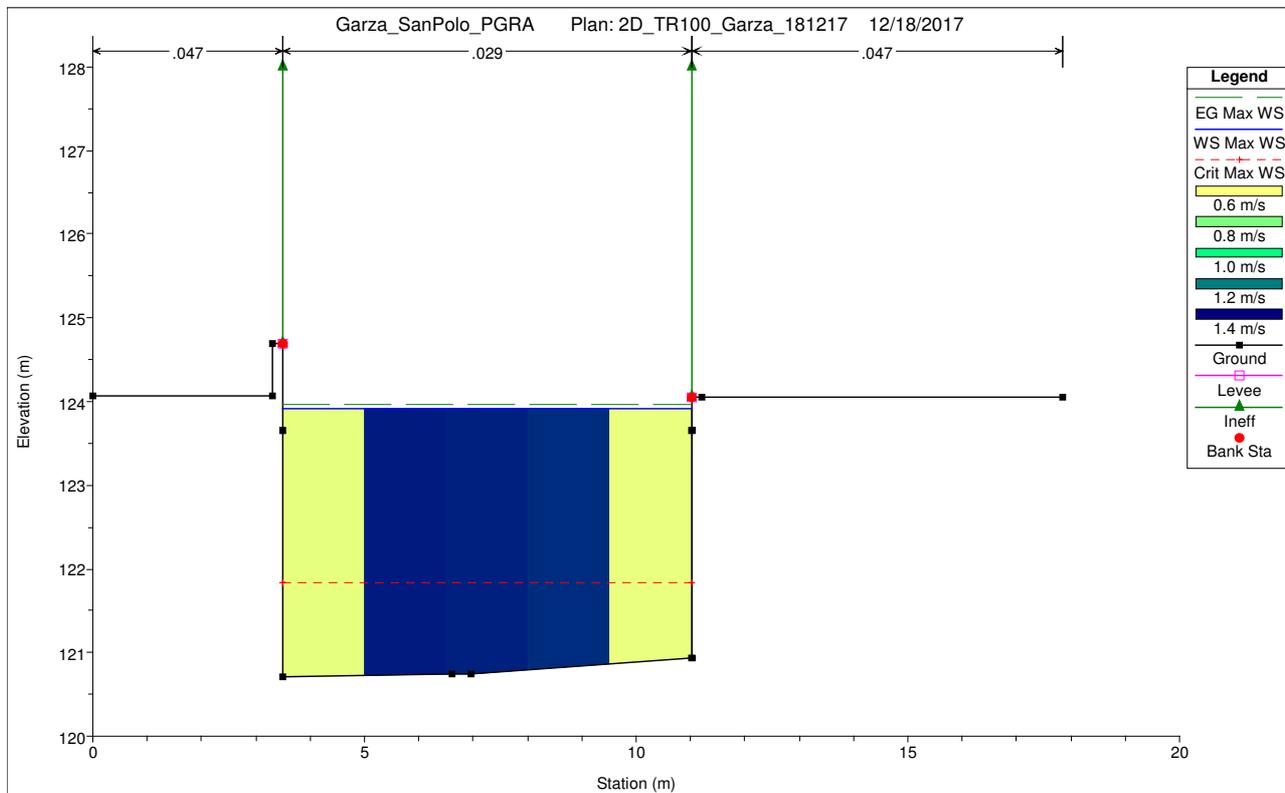
SEZIONE n°2108.00



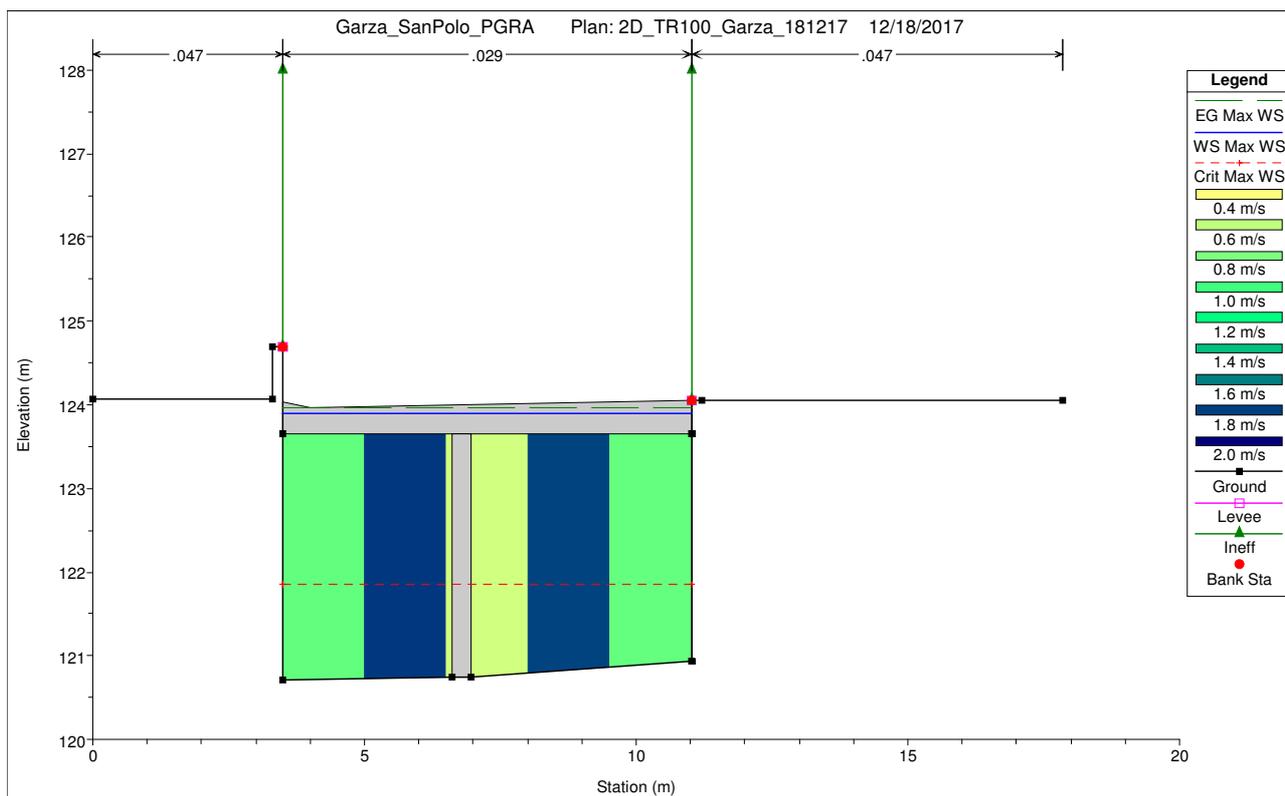
SEZIONE n°2063.00



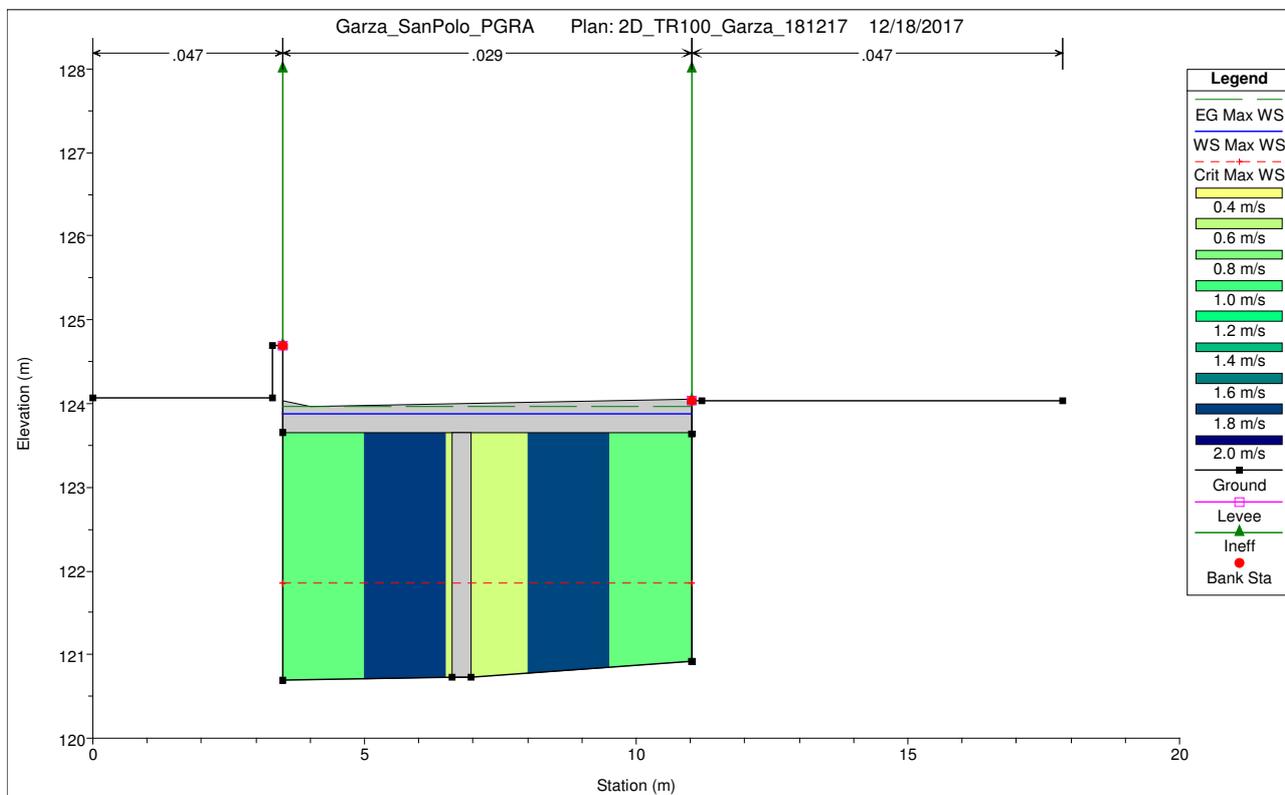
SEZIONE n°2058.00



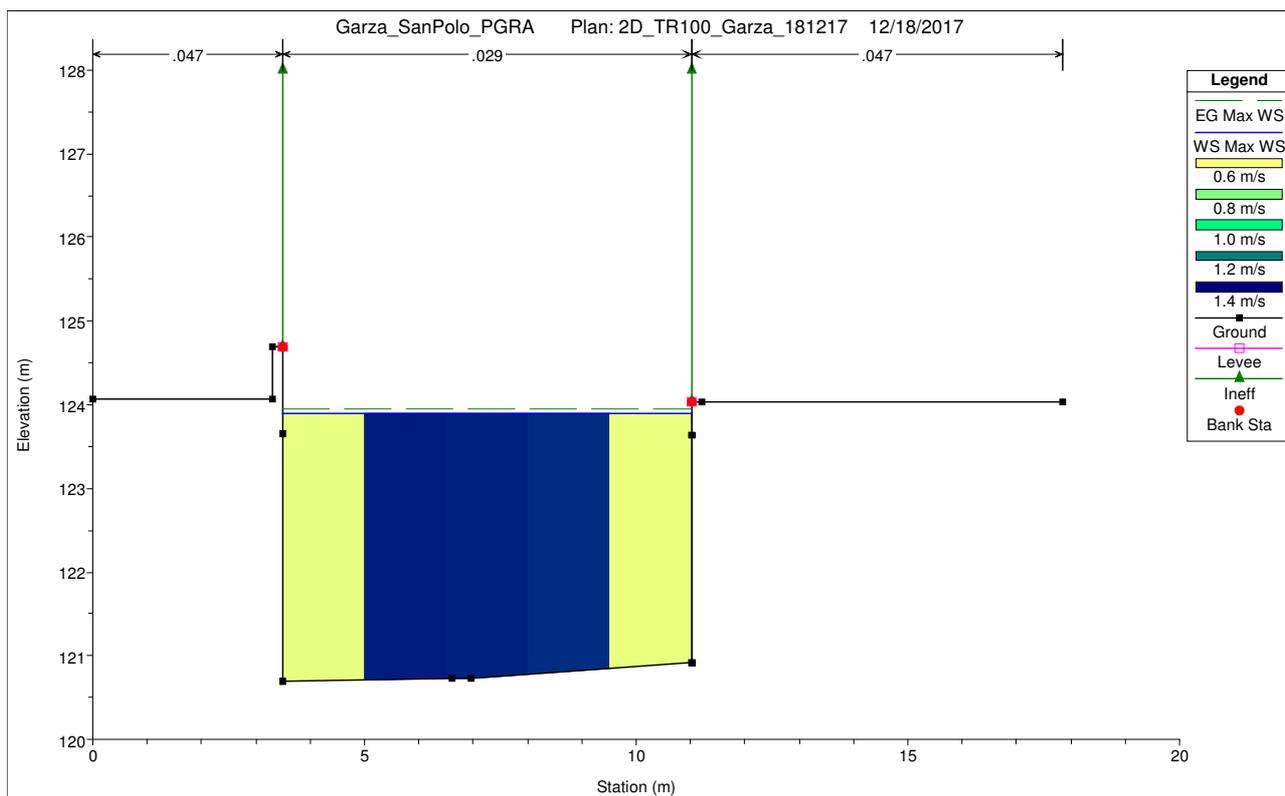
SEZIONE n°2057.00 Ponte sezione di monte



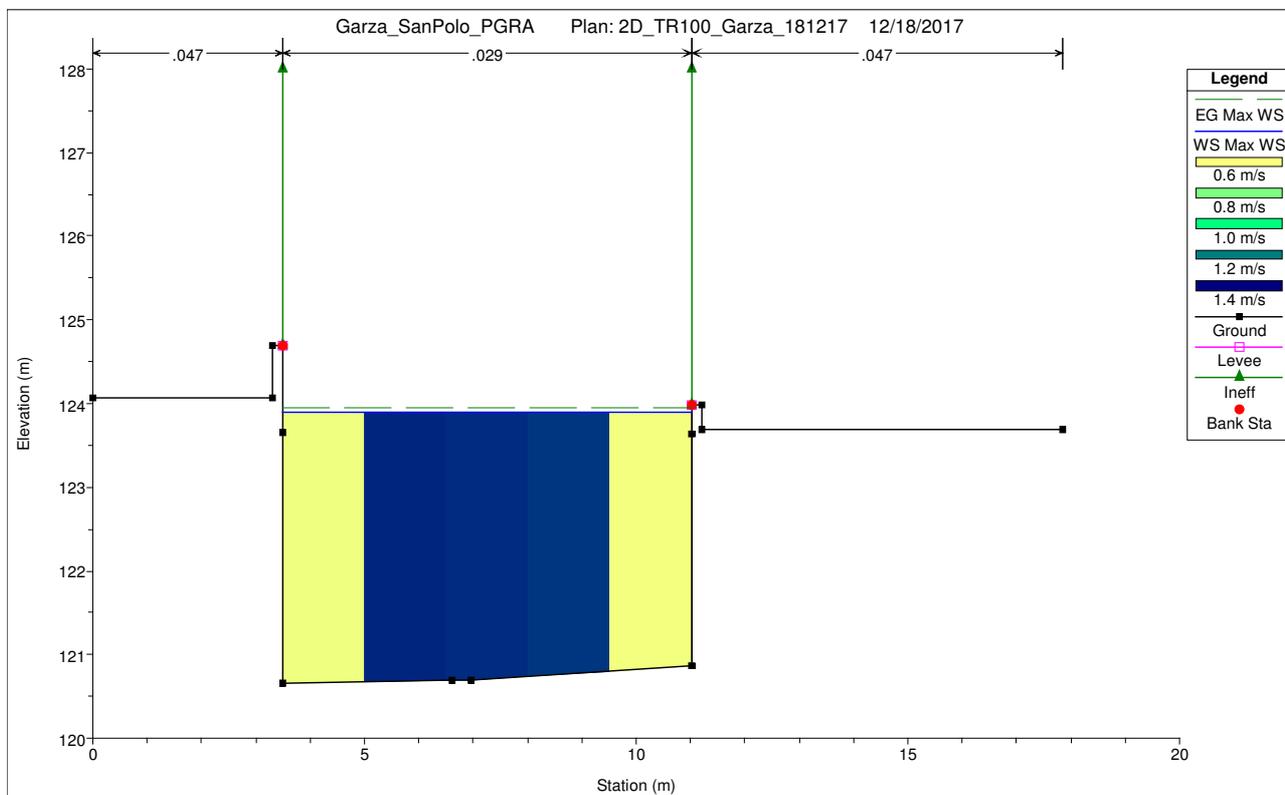
SEZIONE n°2057.00 Ponte sezione di valle



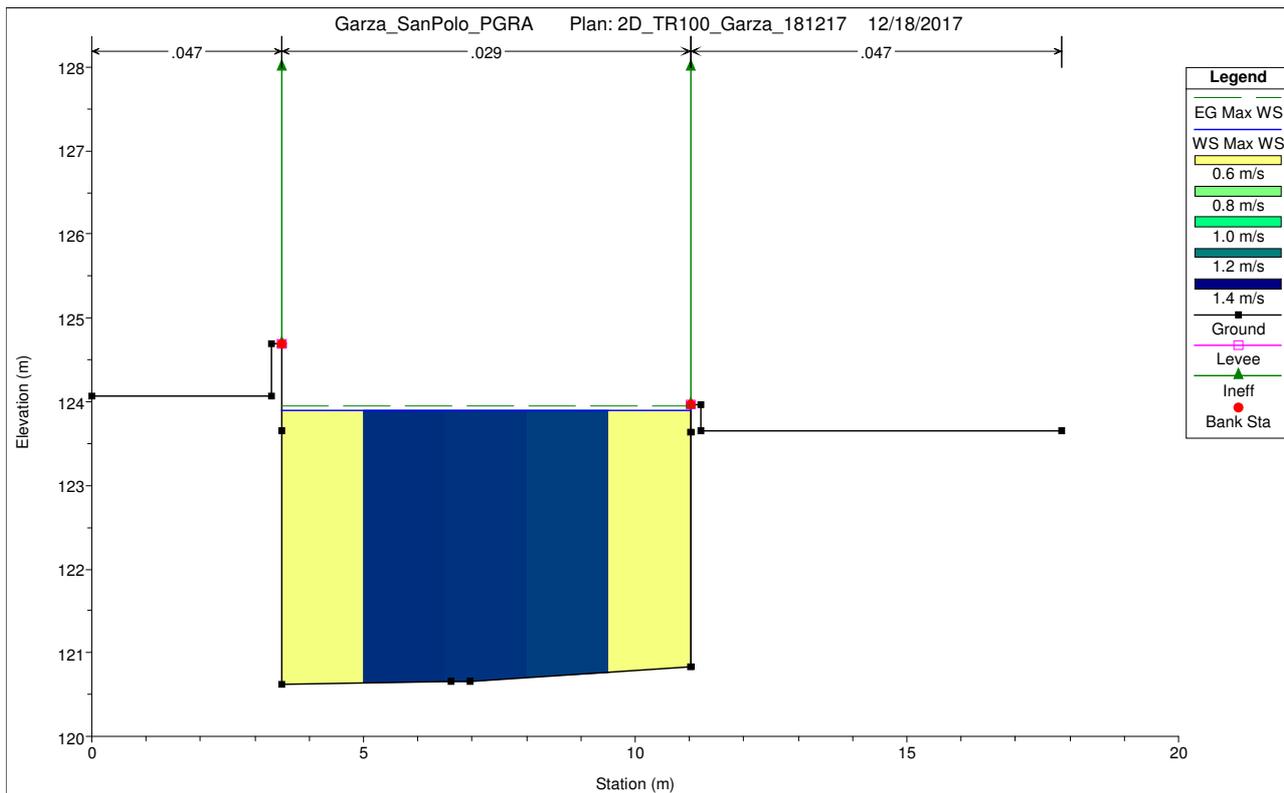
SEZIONE n°2055.00



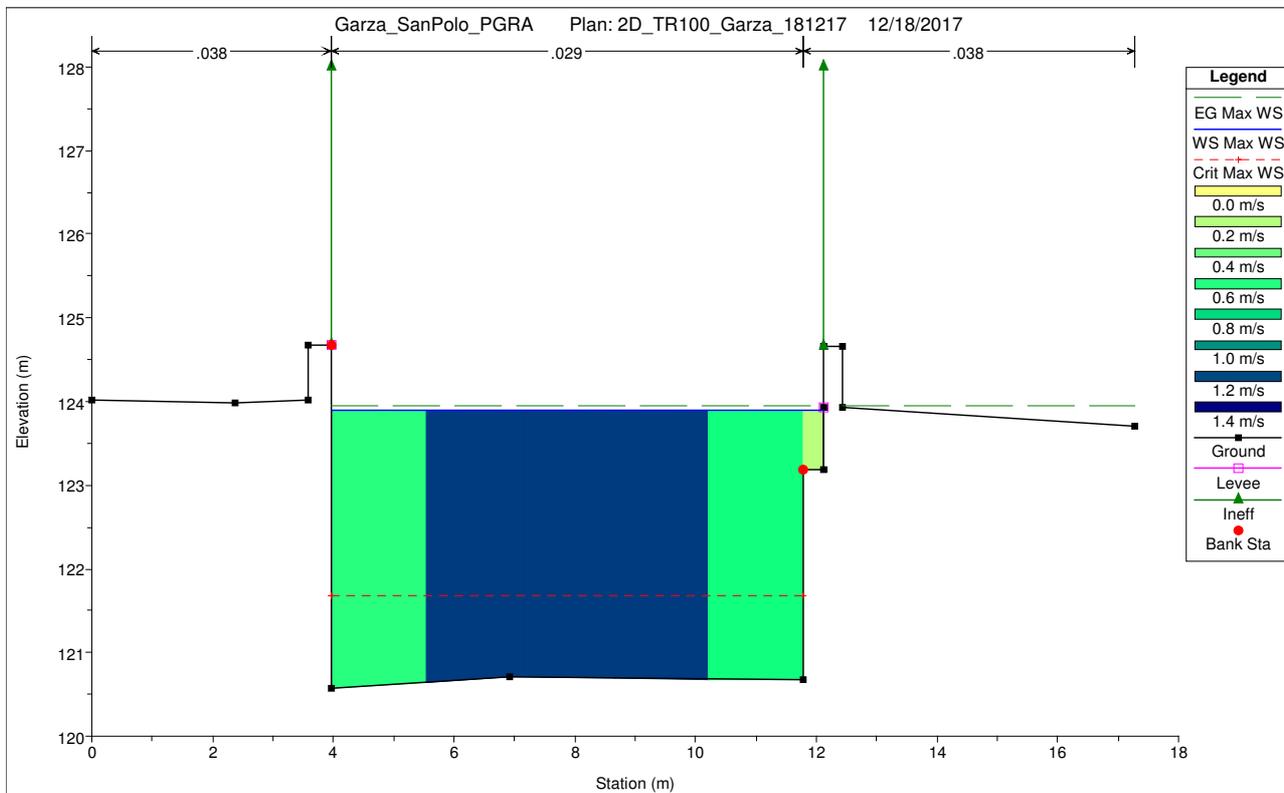
SEZIONE n°2048.00



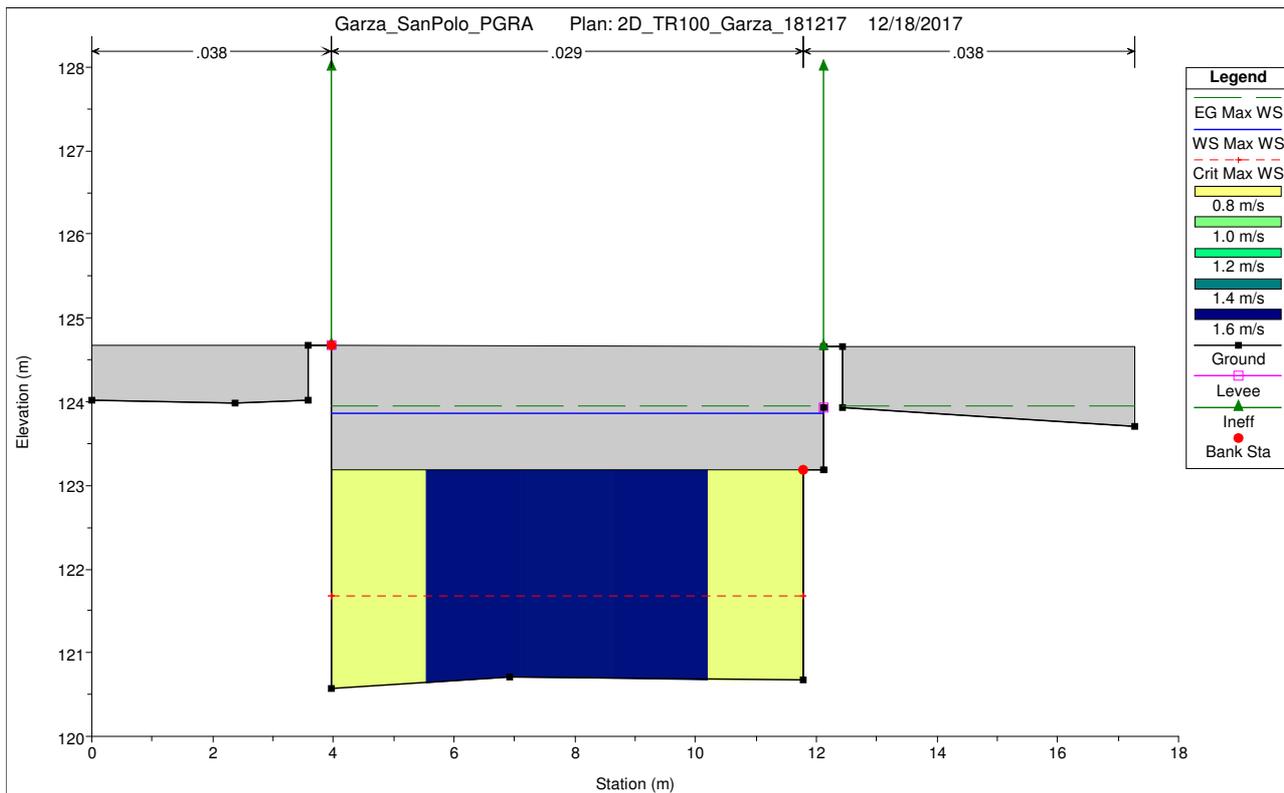
SEZIONE n°2043.00



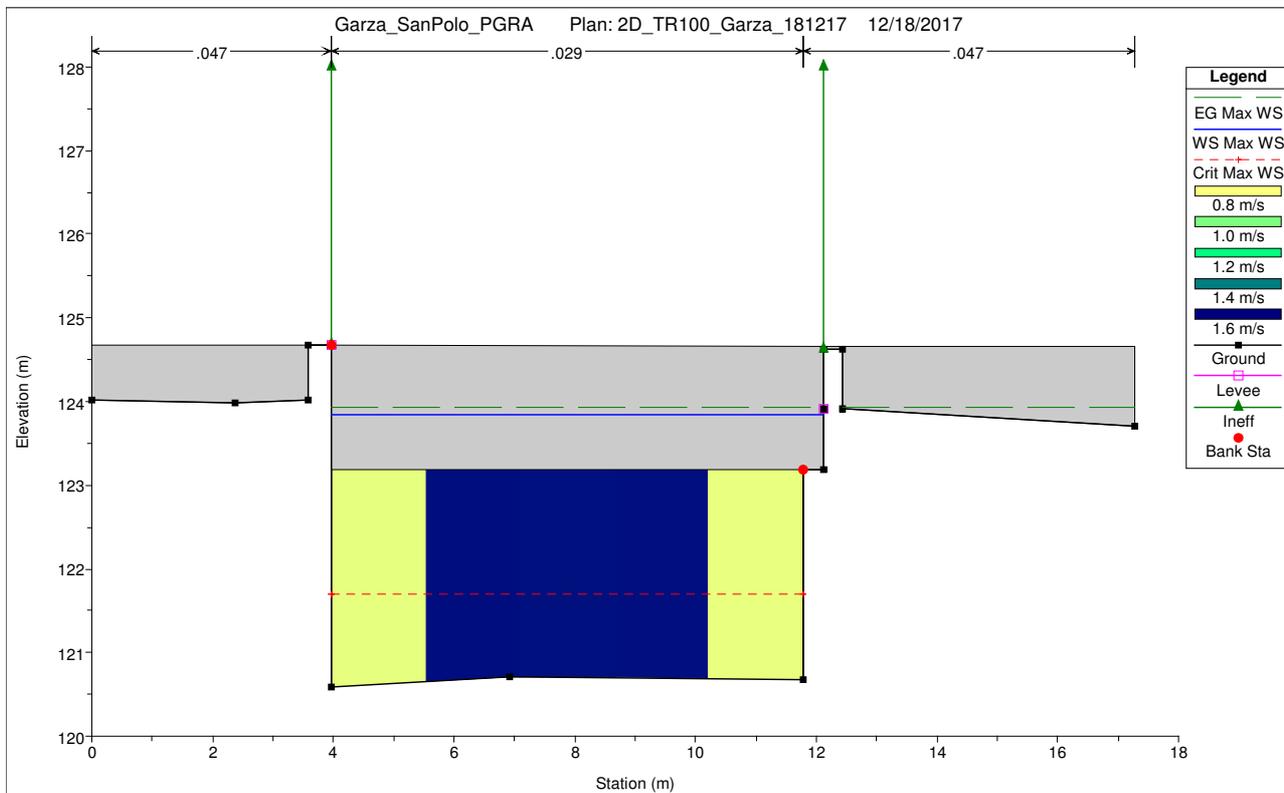
SEZIONE n°2038.00



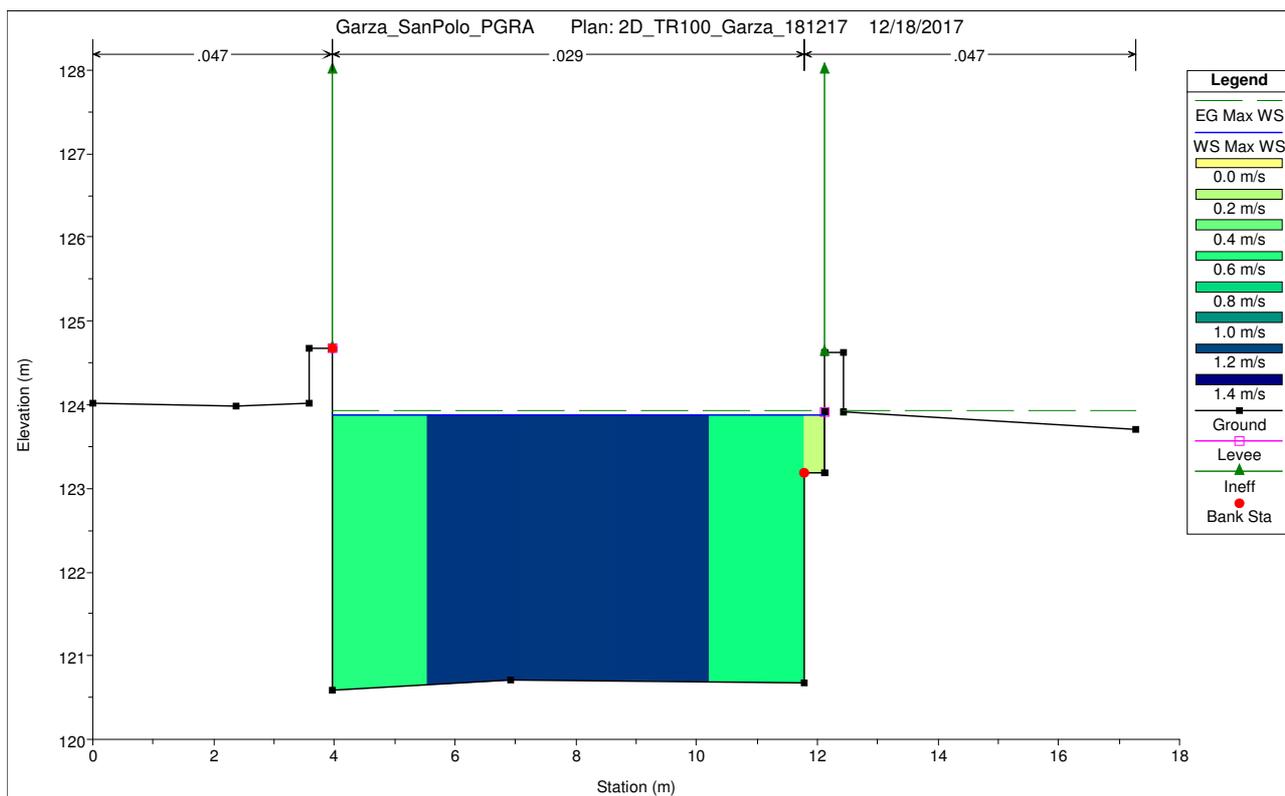
SEZIONE n°2037.00 Ponte sezione di monte



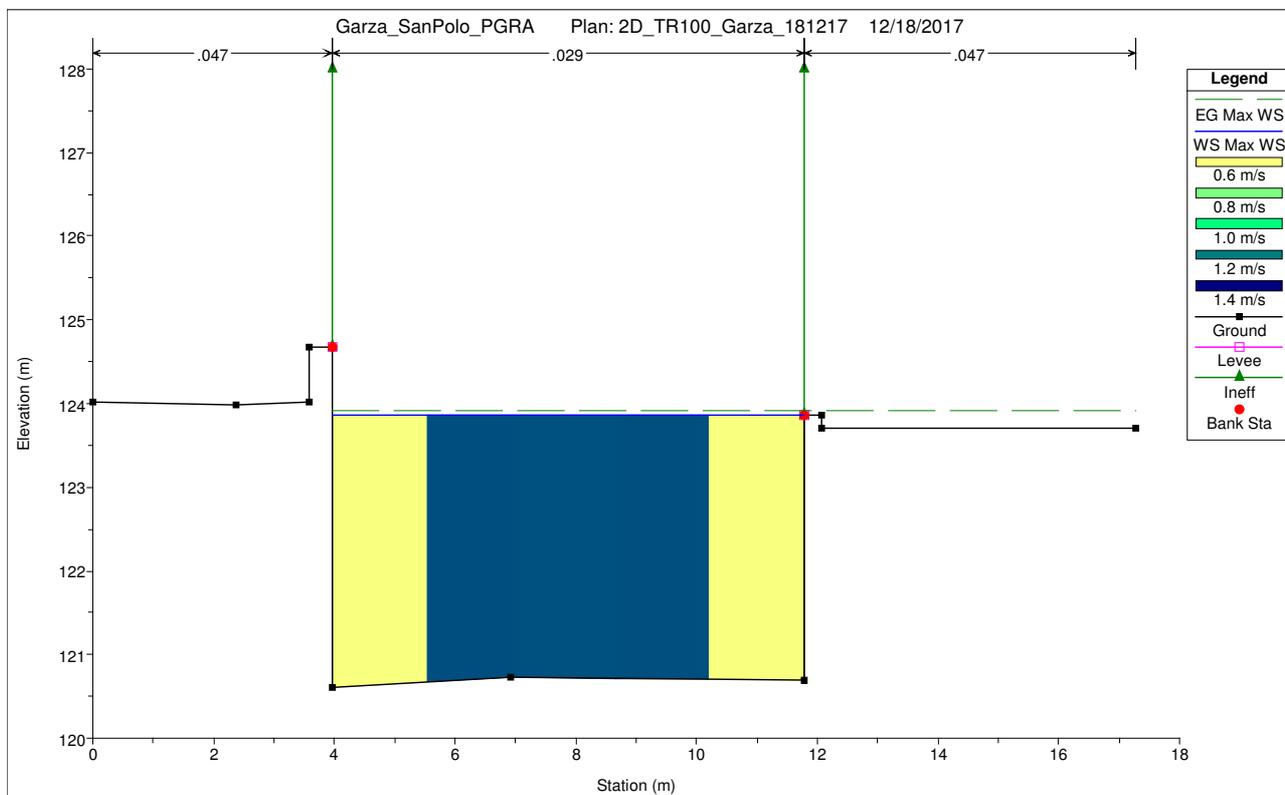
SEZIONE n°2037.00 Ponte sezione di valle



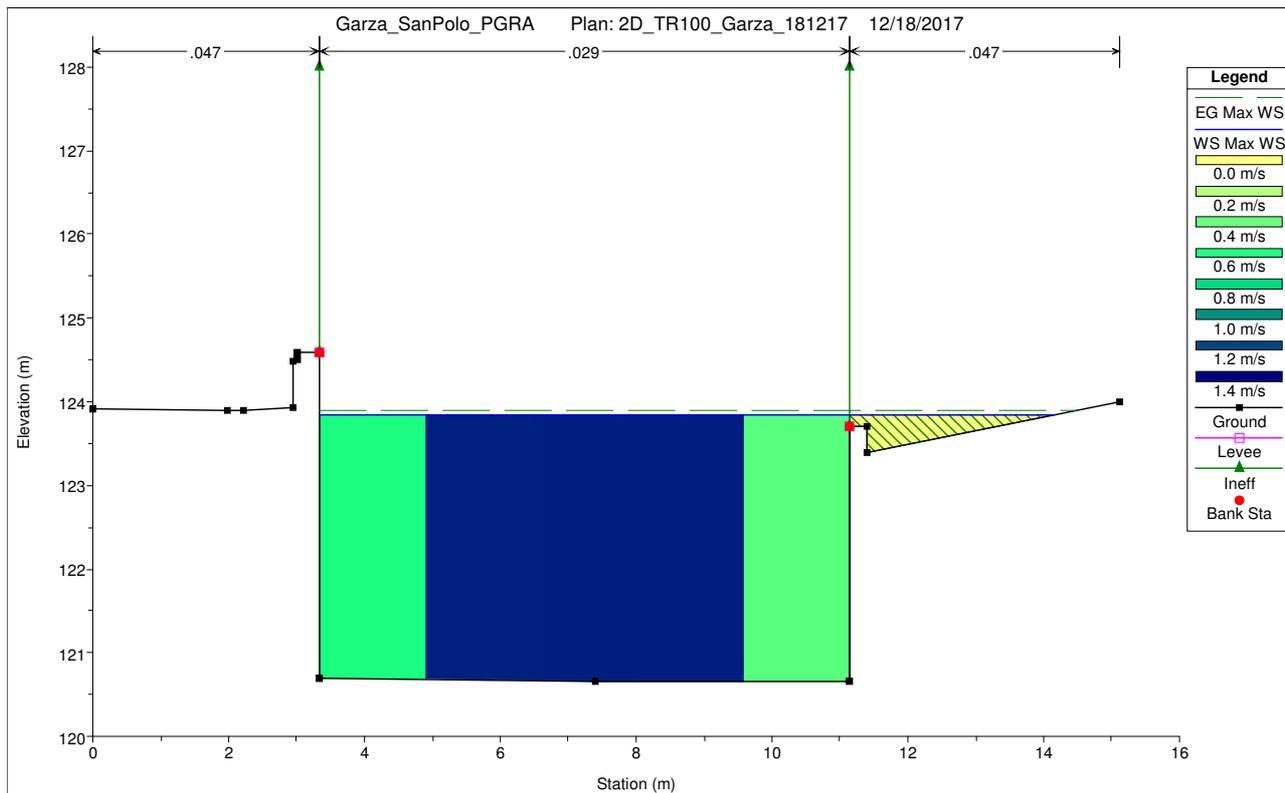
SEZIONE n°2032.00



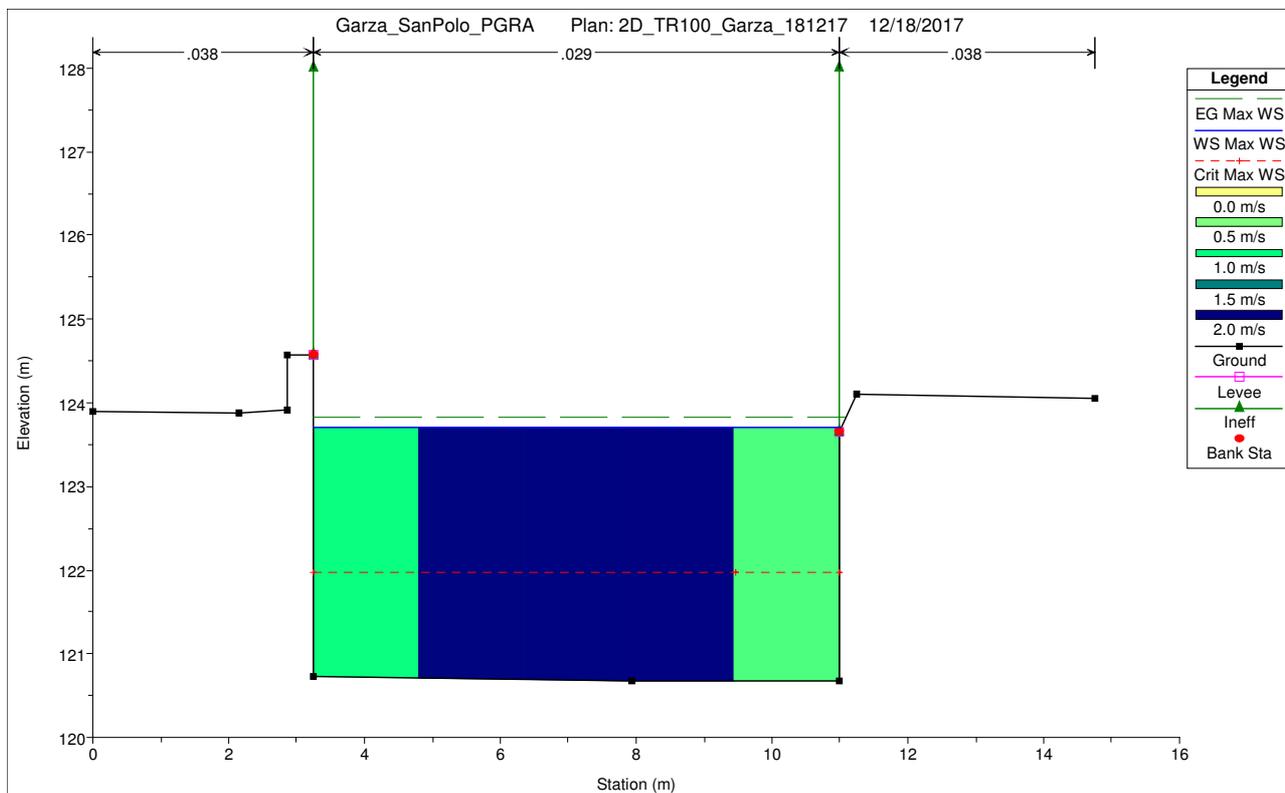
SEZIONE n°2022.00



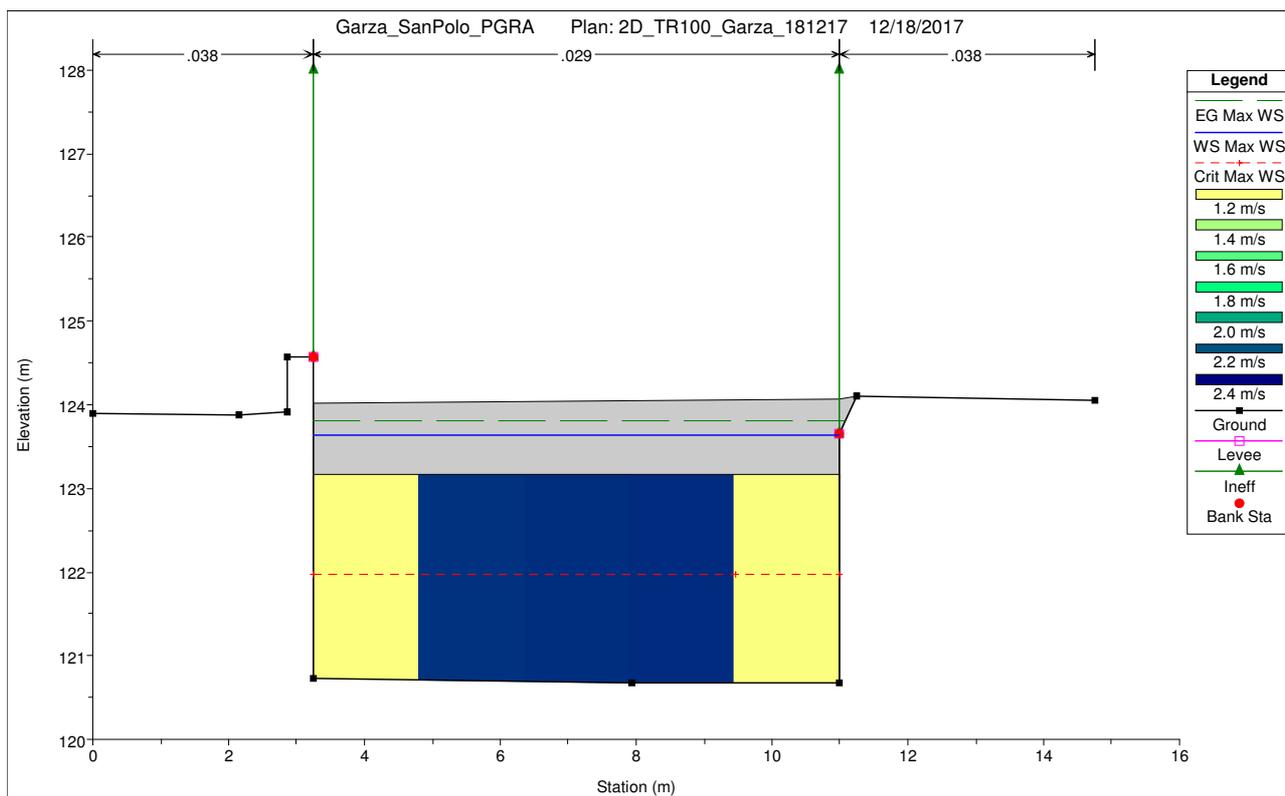
SEZIONE n°1976.00



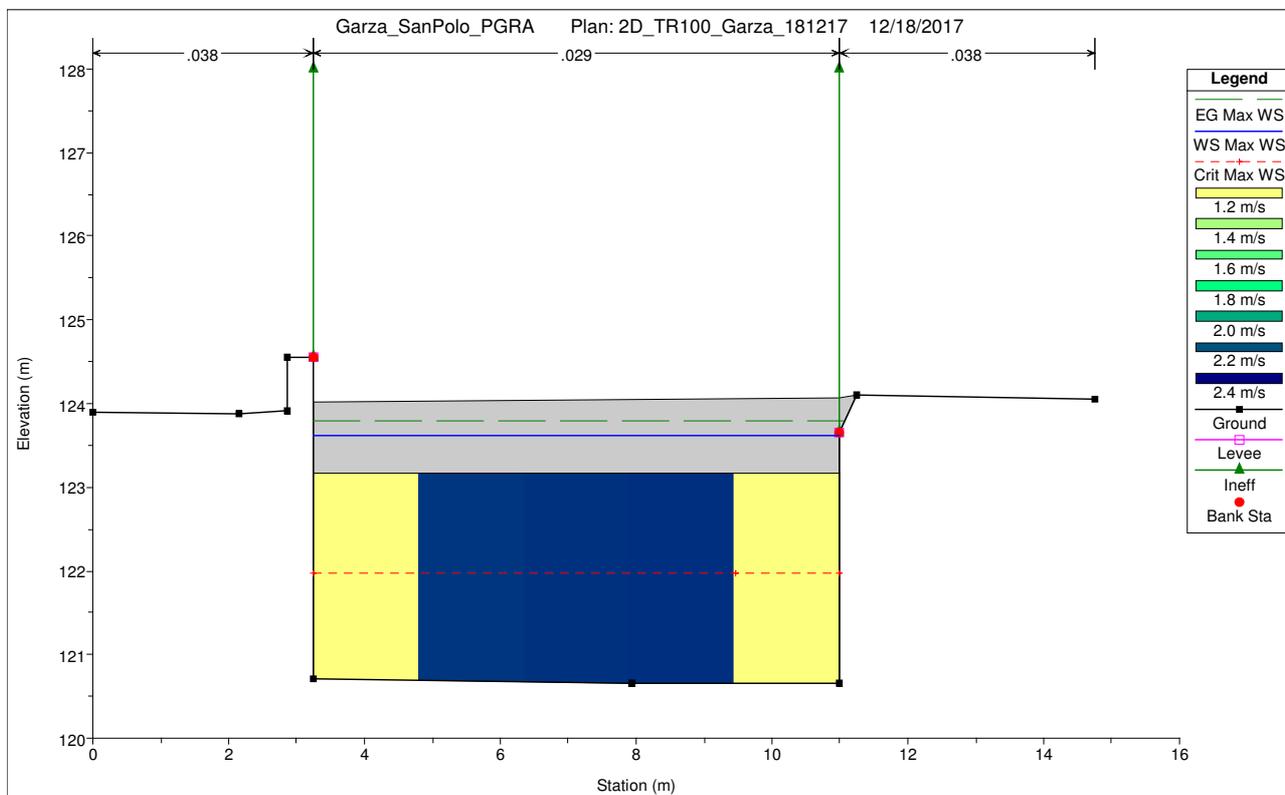
SEZIONE n°1966.00



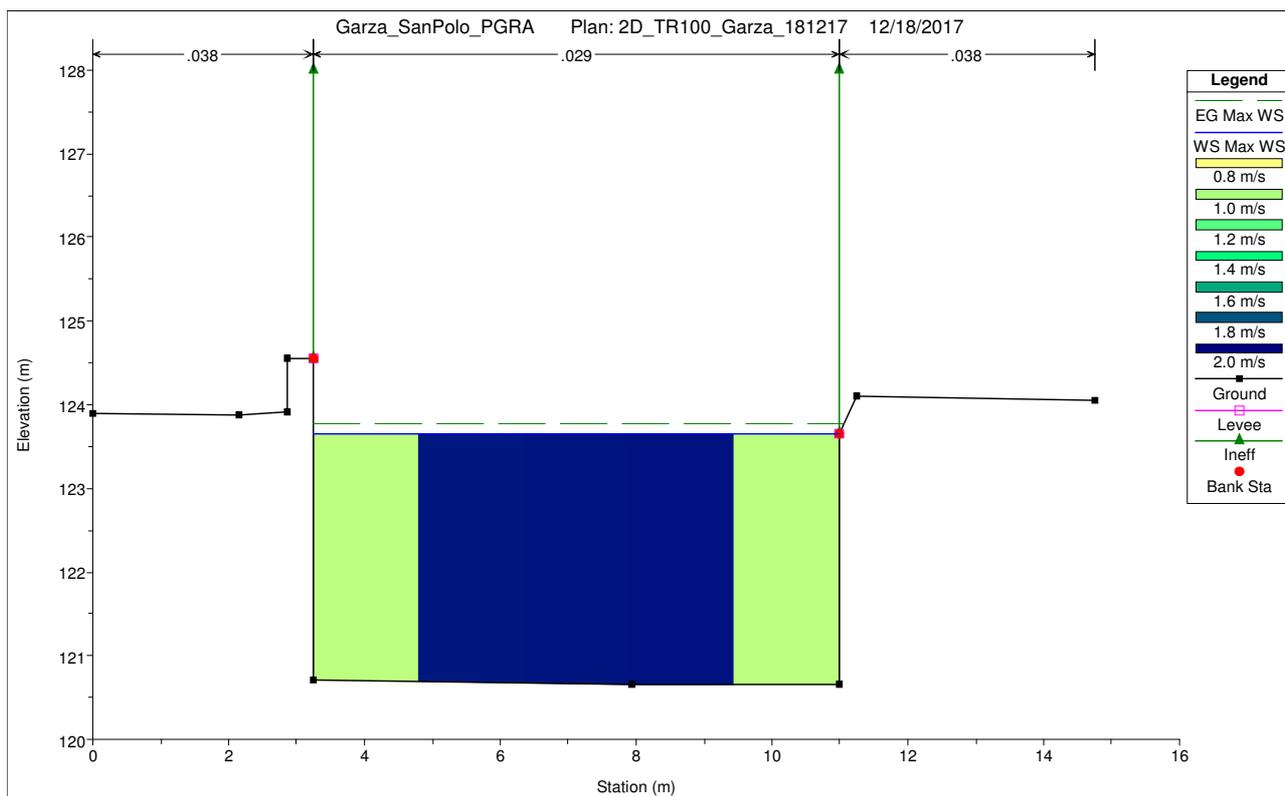
SEZIONE n°1965.00 Ponte sezione di monte



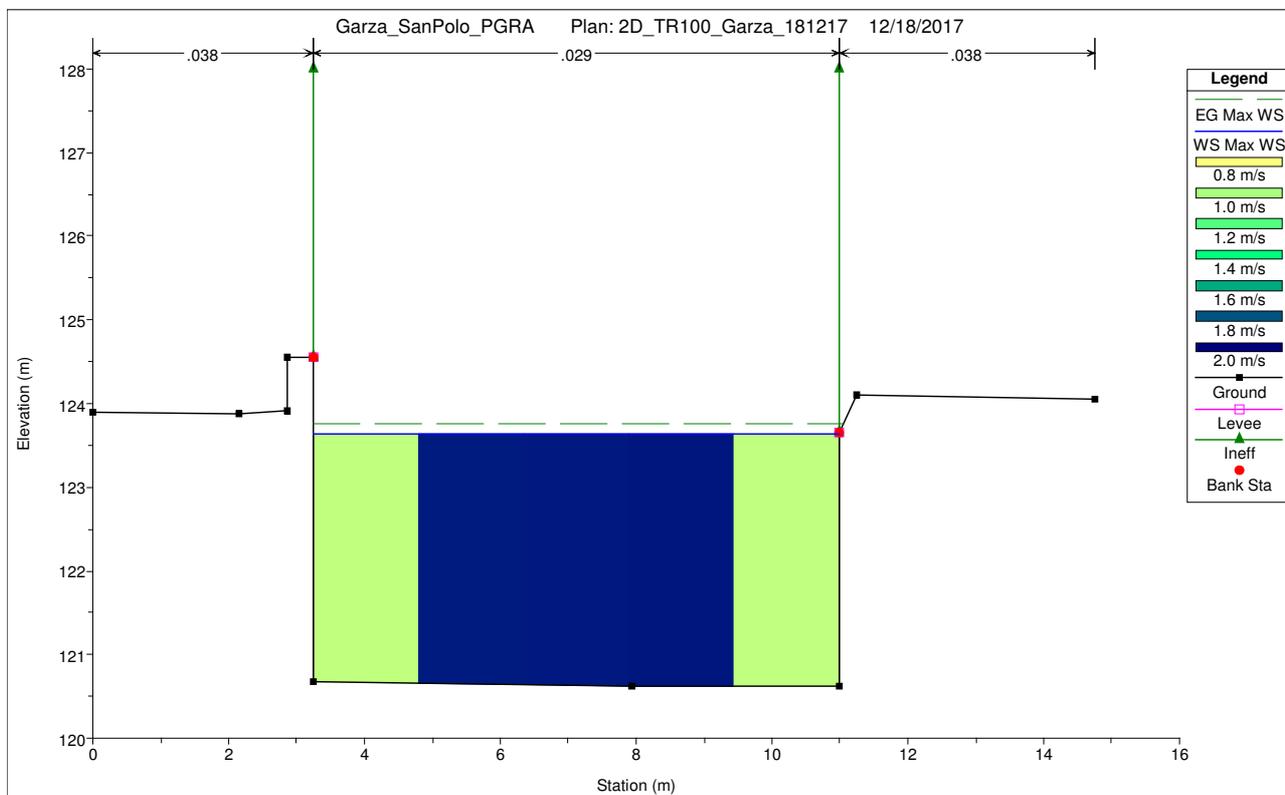
SEZIONE n°1965.00 Ponte sezione di valle



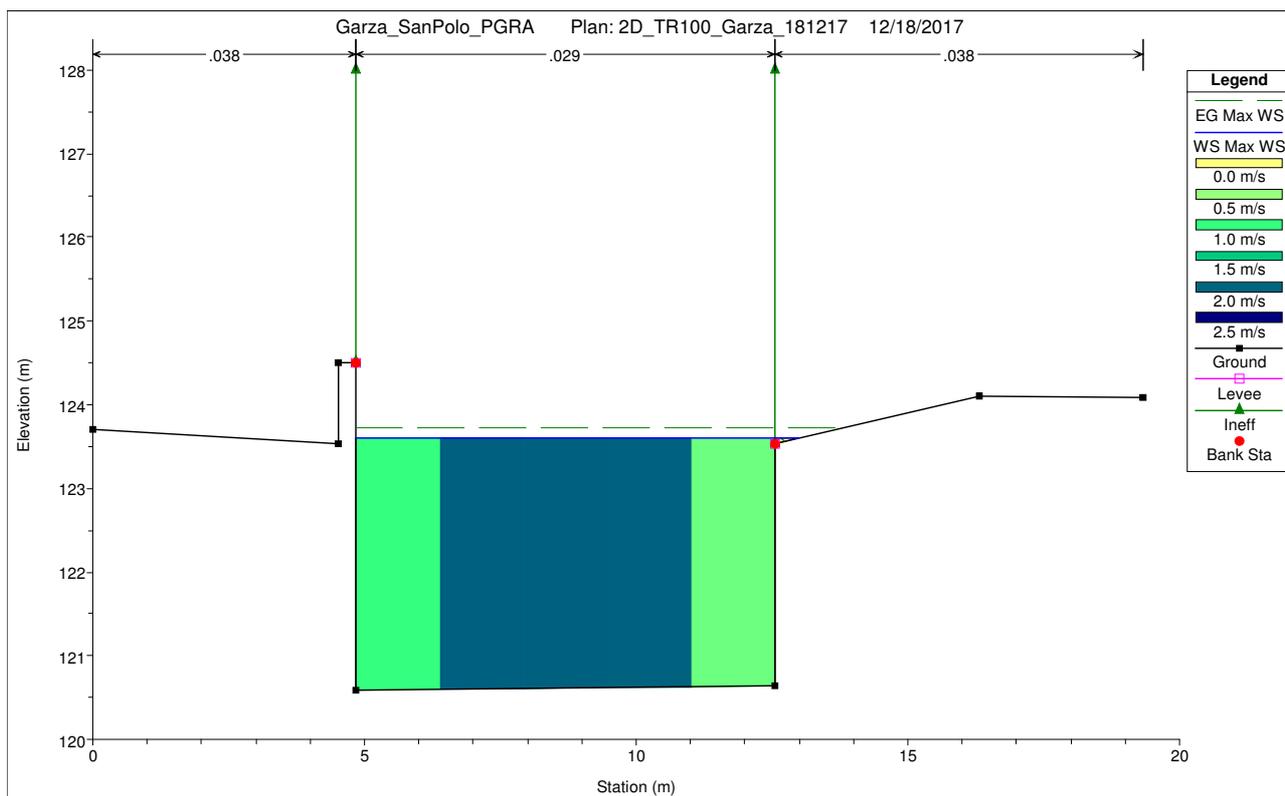
SEZIONE n°1955.00



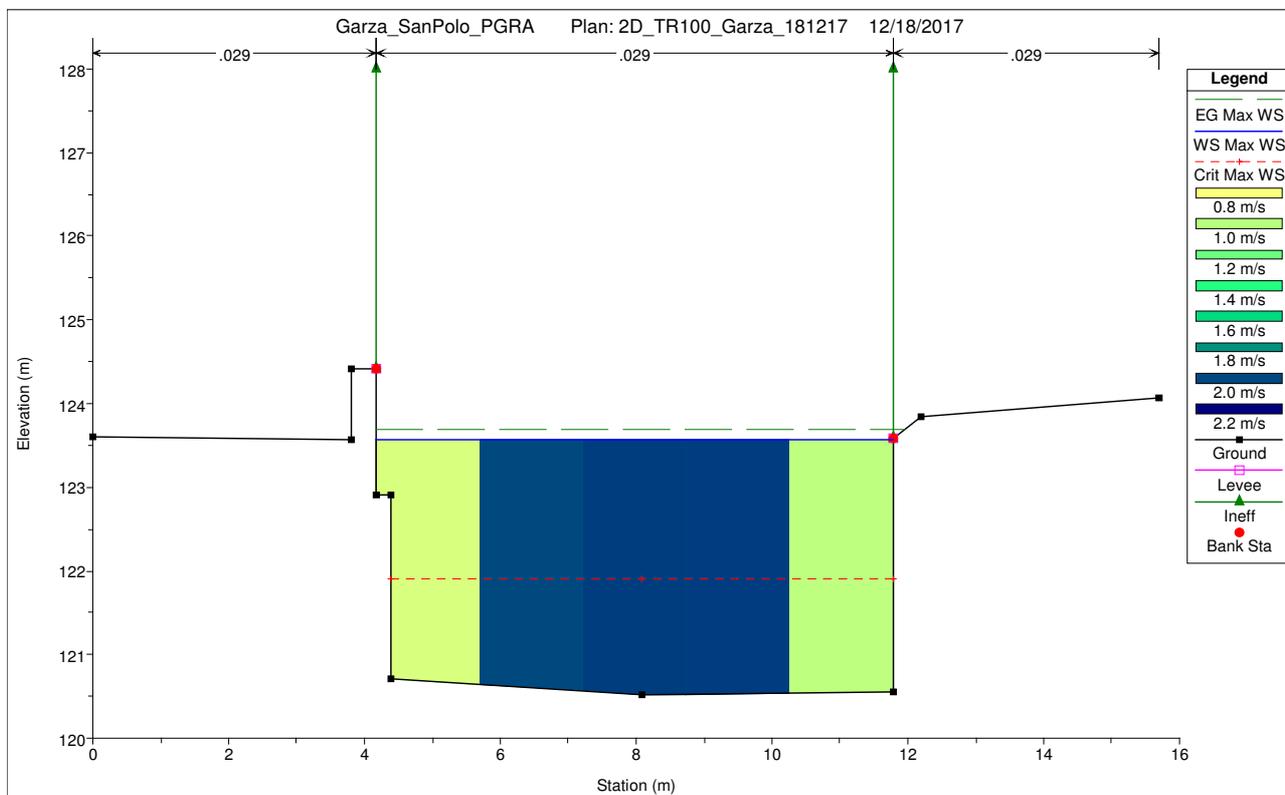
SEZIONE n°1940.00



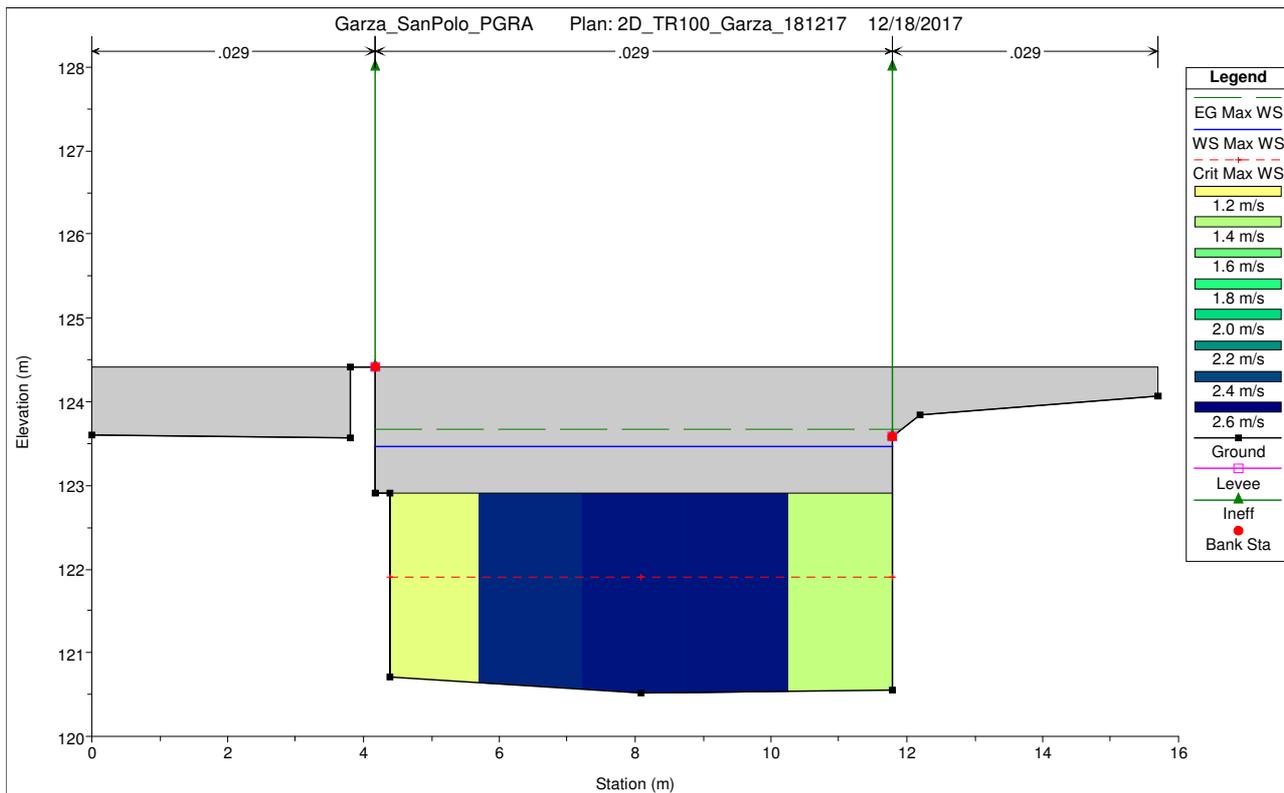
SEZIONE n°1914.00



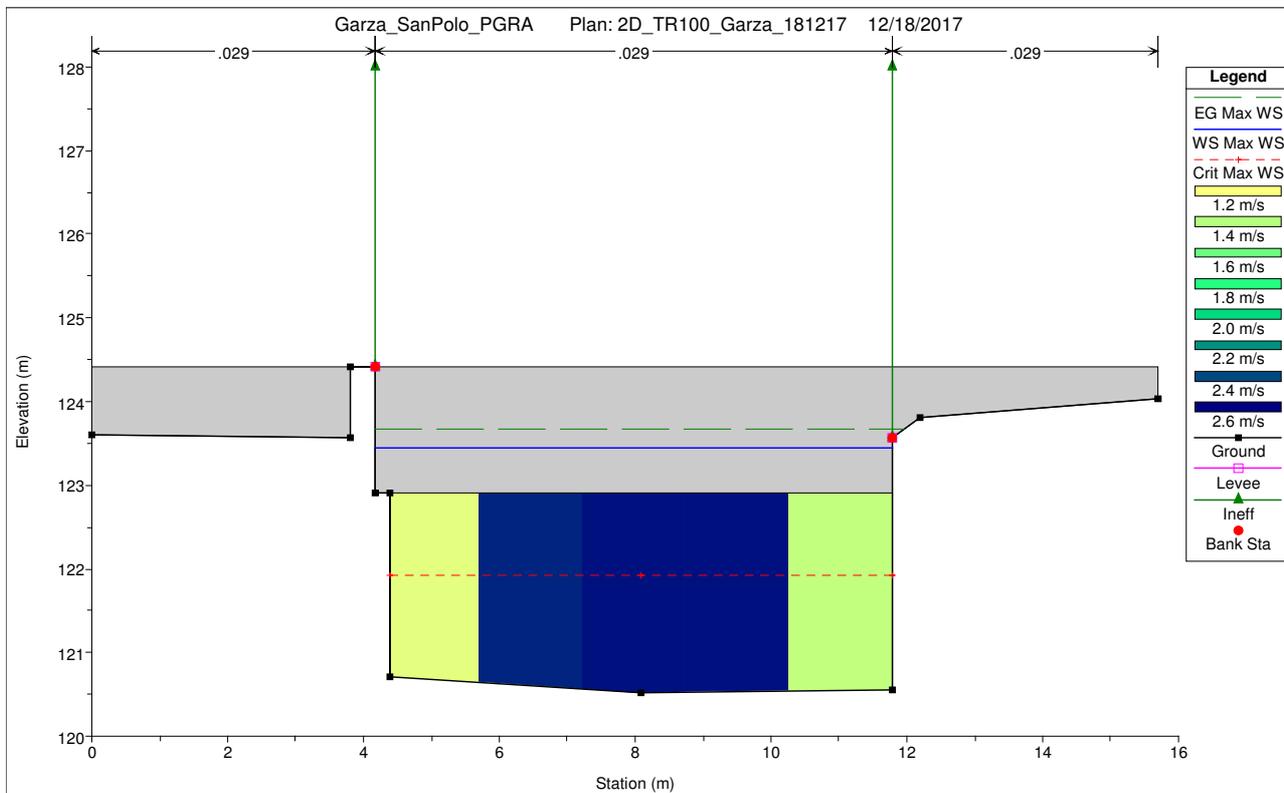
SEZIONE n°1889.00



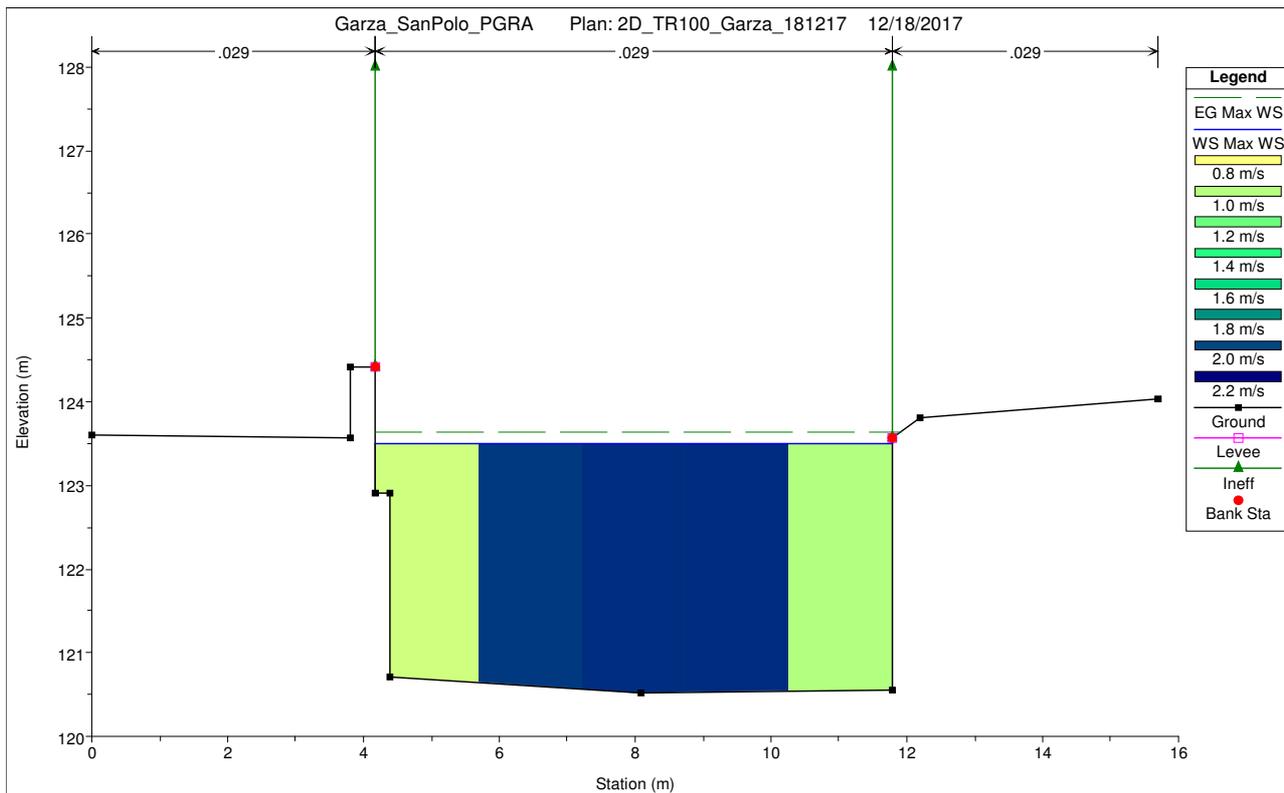
SEZIONE n°1888.00 Ponte sezione di monte



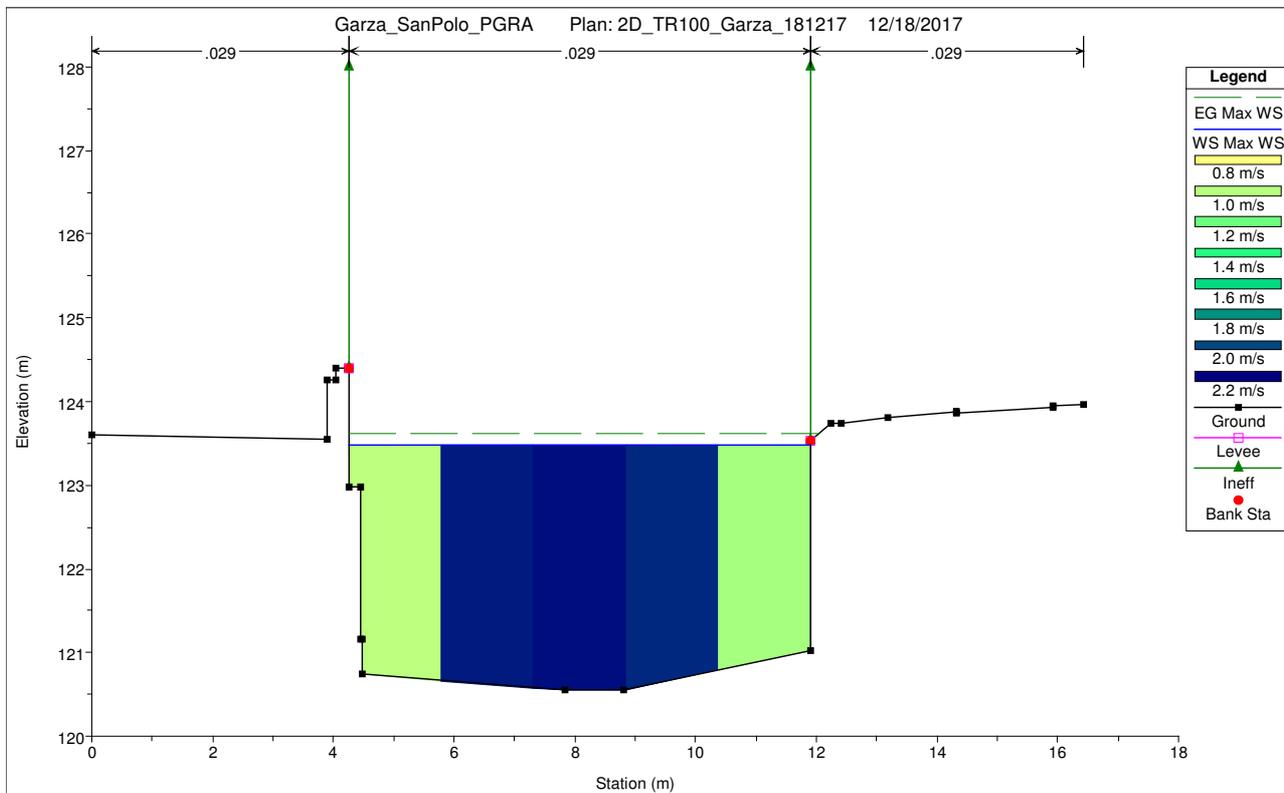
SEZIONE n°1888.00 Ponte sezione di valle



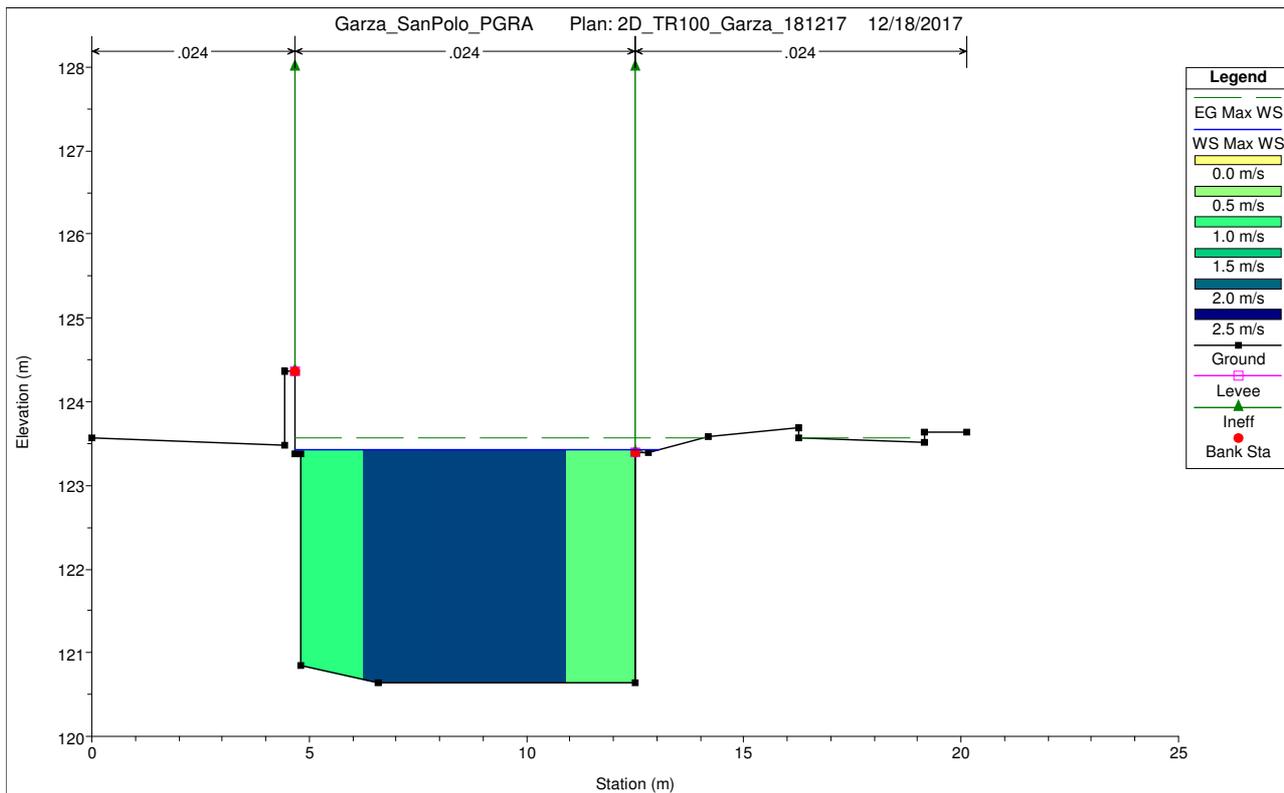
SEZIONE n°1885.00



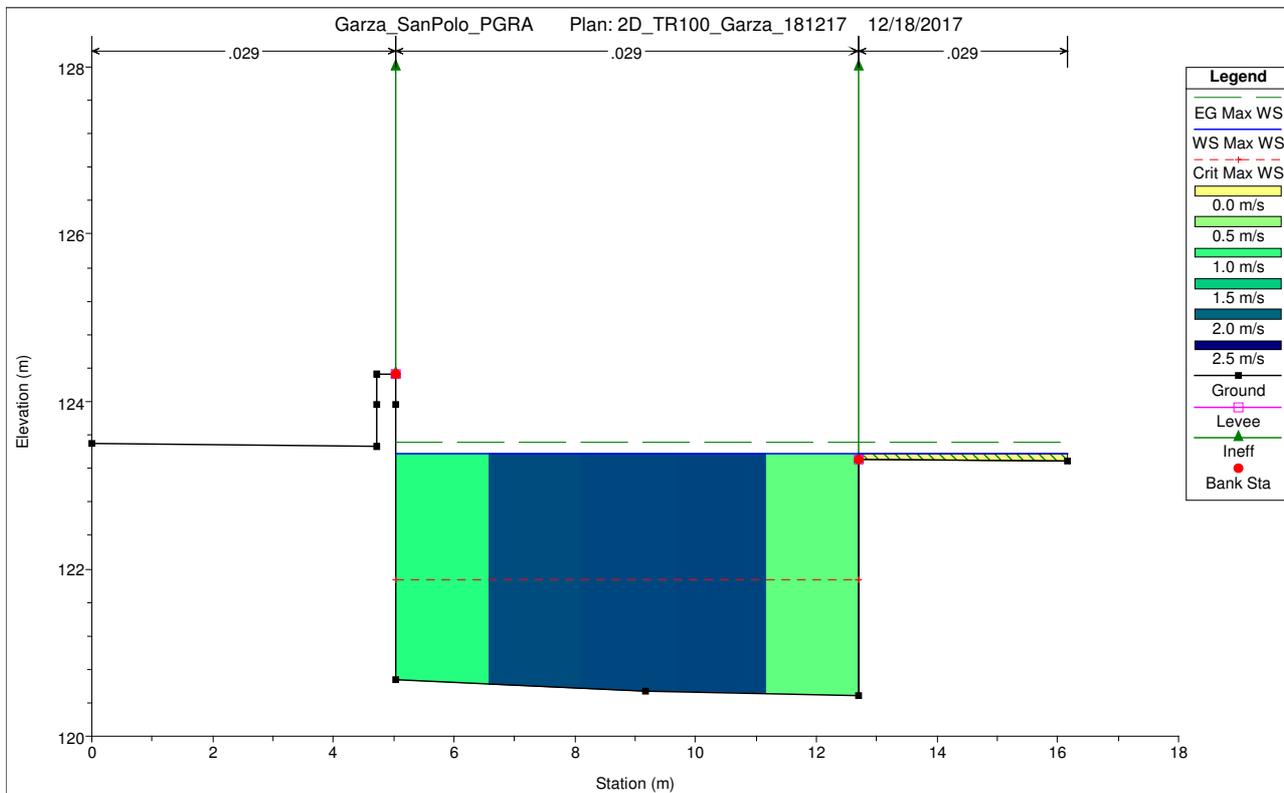
SEZIONE n°1875.67



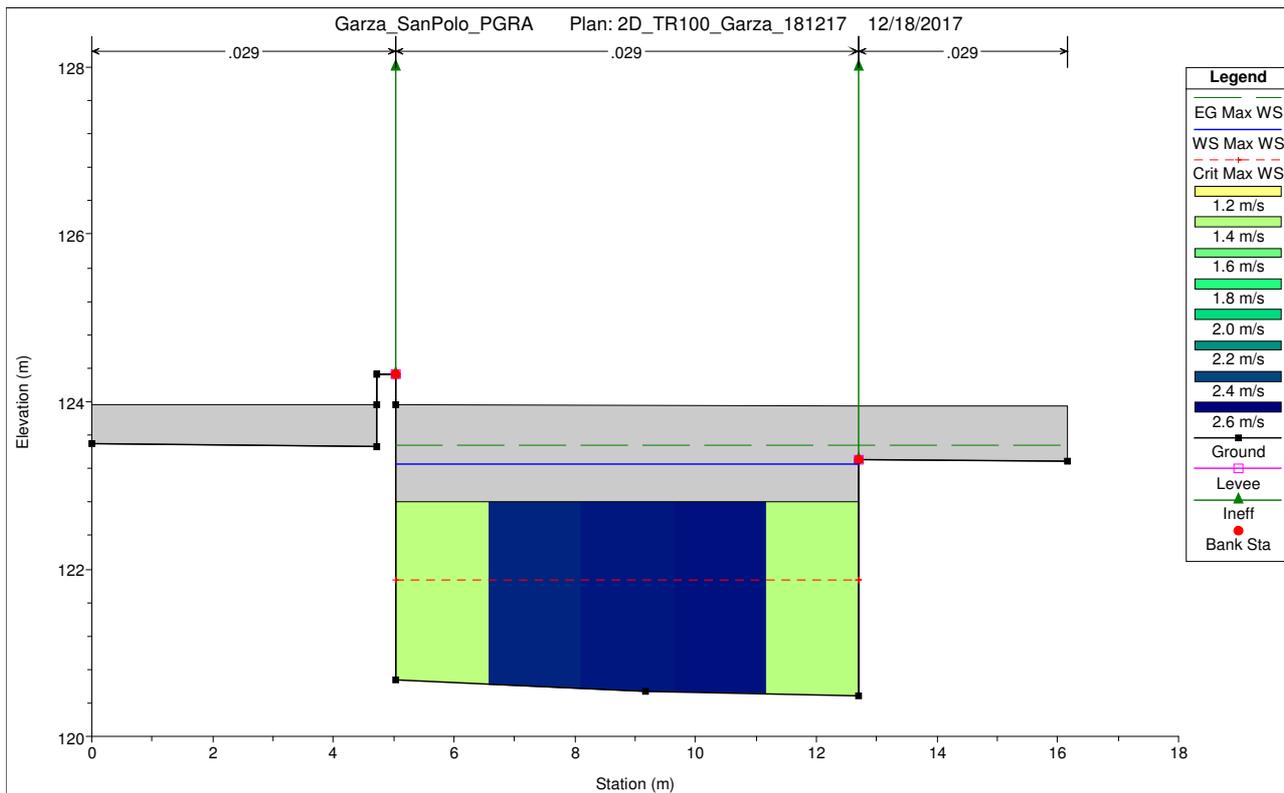
SEZIONE n°1829.00



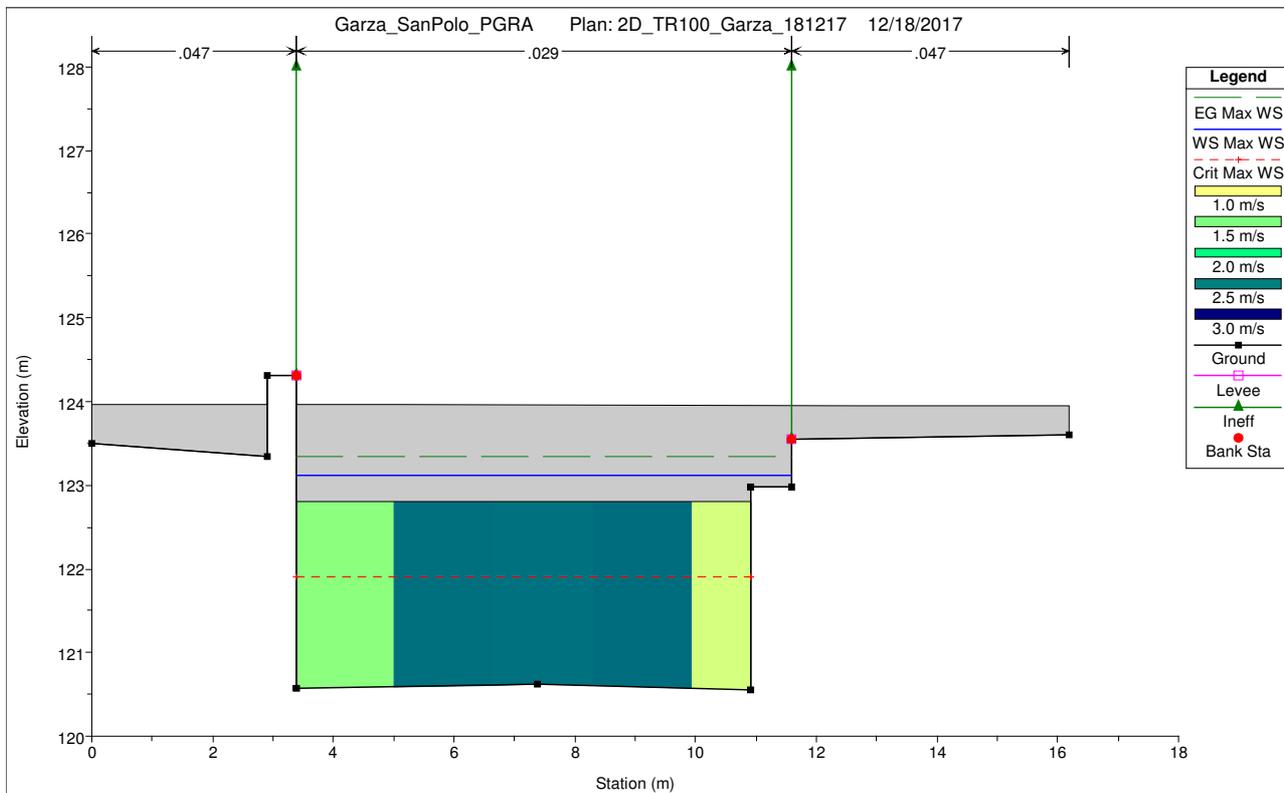
SEZIONE n°1789.00



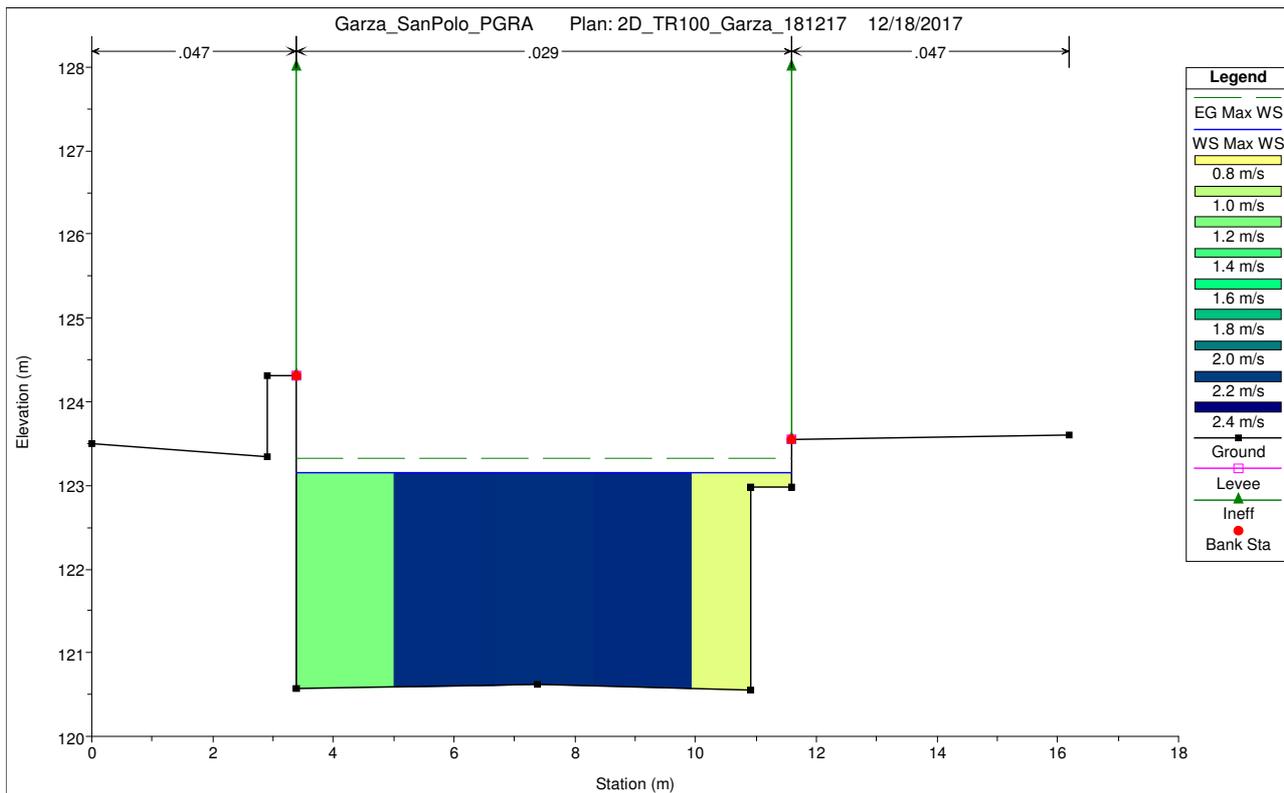
SEZIONE n°1788.00 Ponte sezione di monte



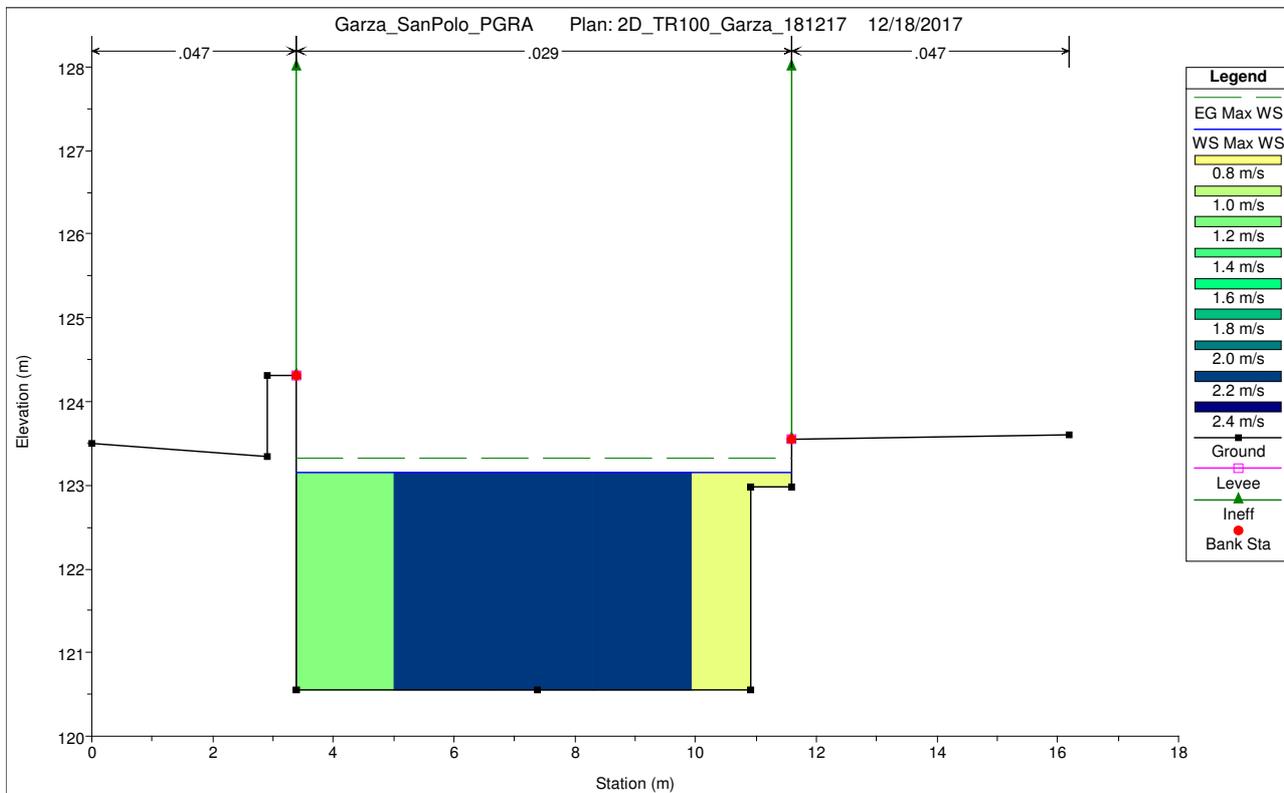
SEZIONE n°1788.00 Ponte sezione di valle



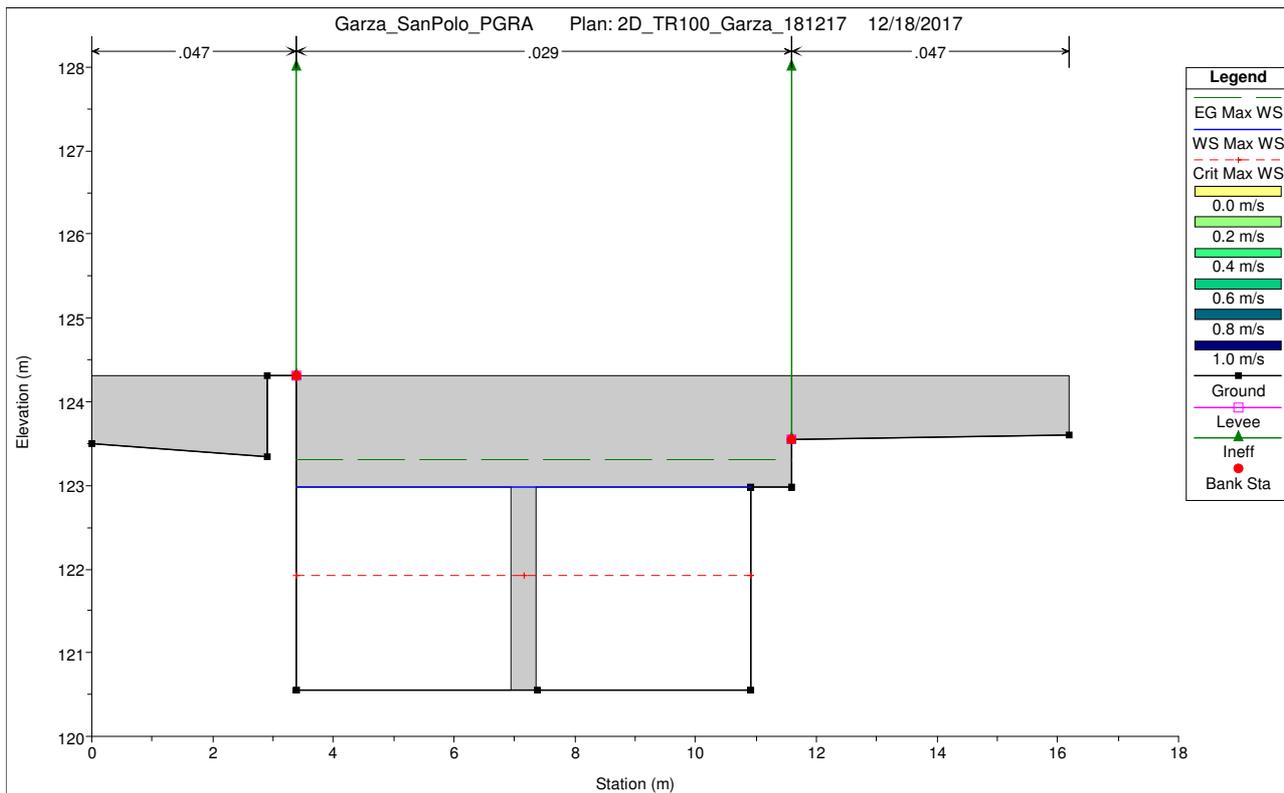
SEZIONE n°1757.20



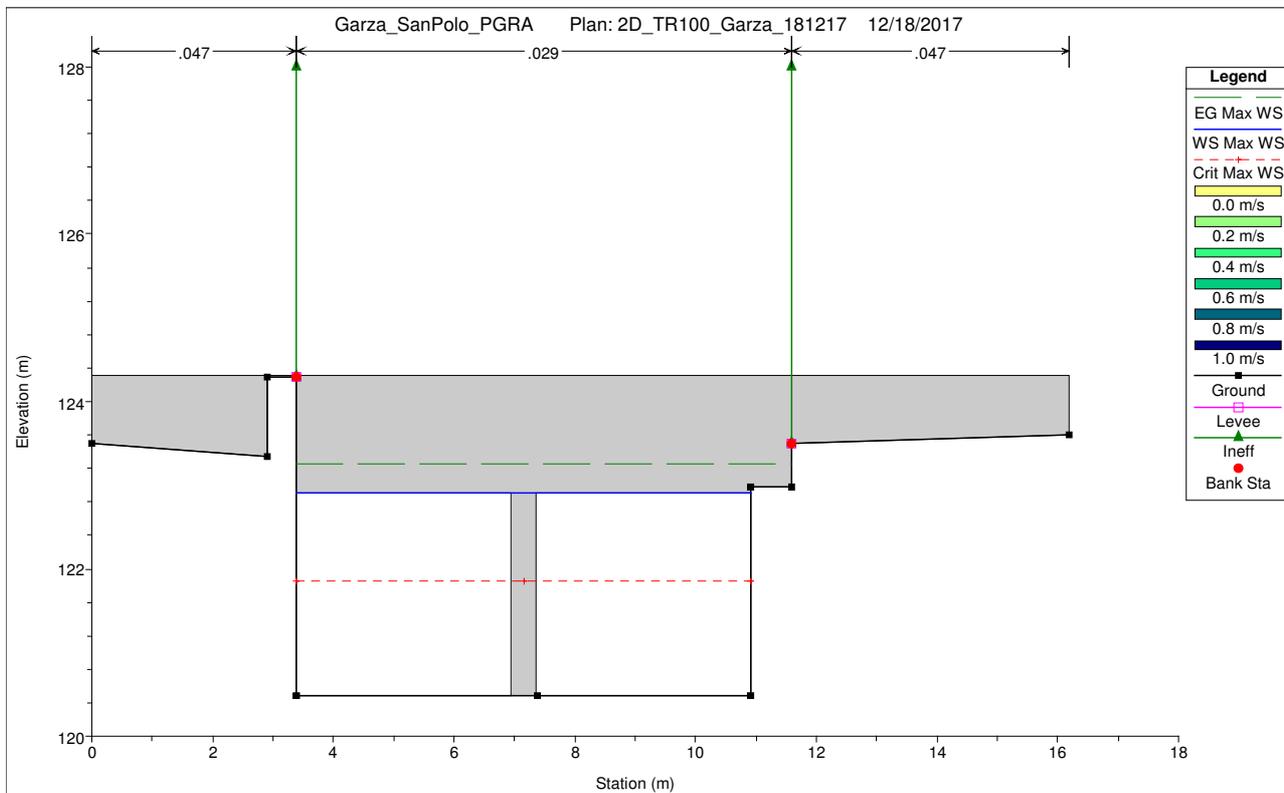
SEZIONE n°1756.00



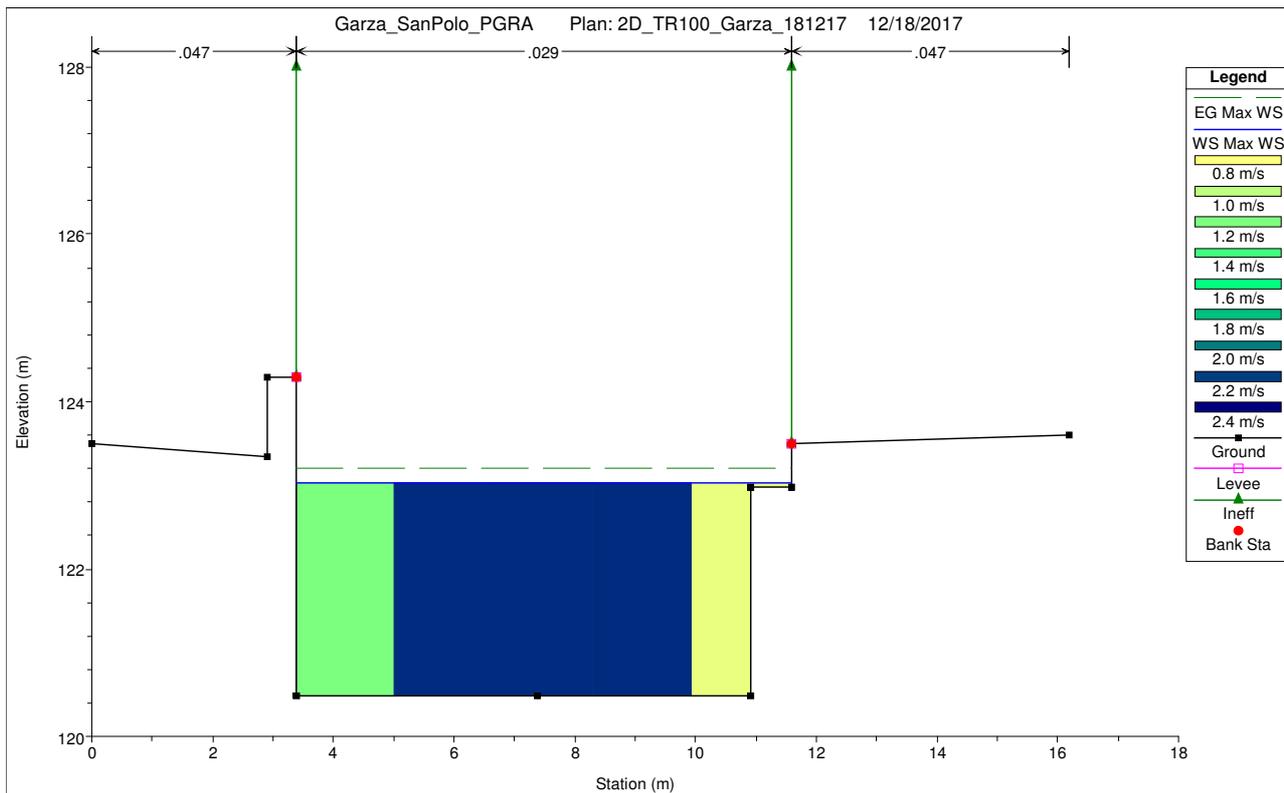
SEZIONE n°1755.00 Tombotto sezione di monte



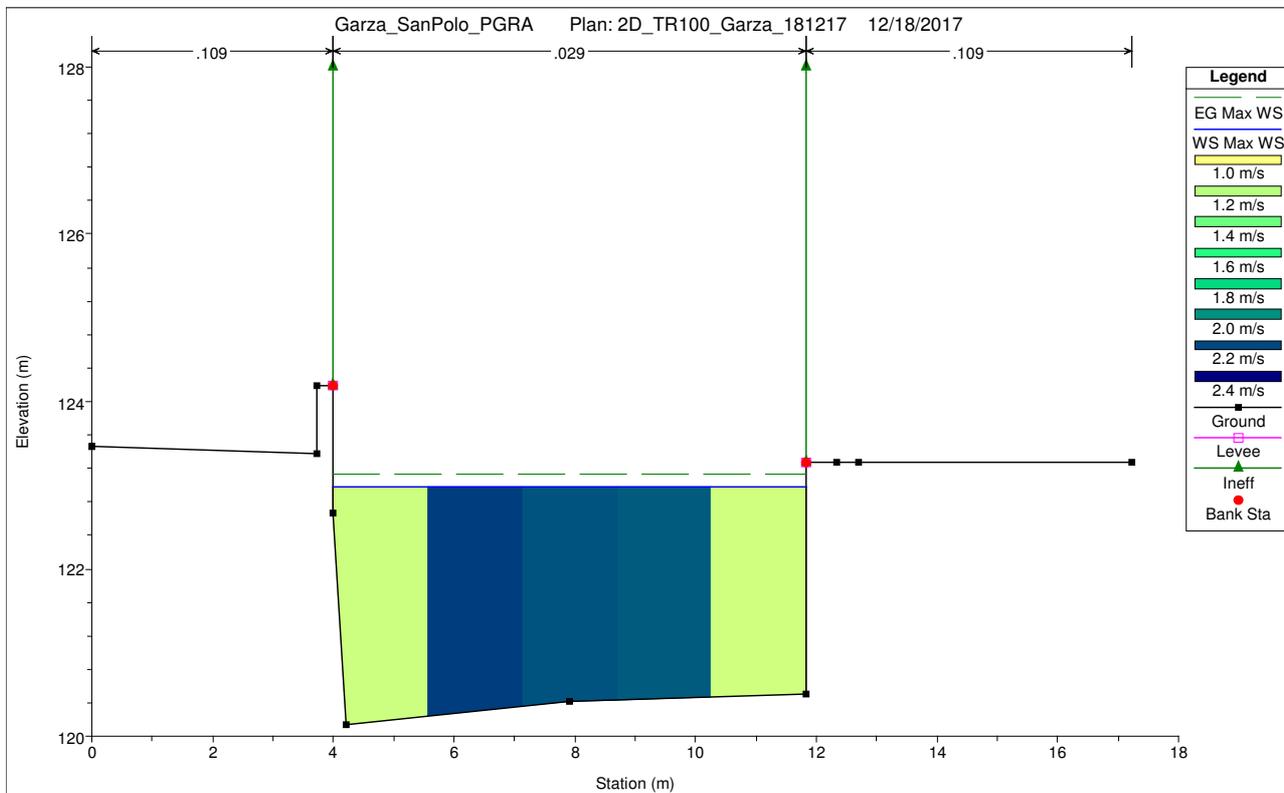
SEZIONE n°1755.00 Tombotto sezione di valle



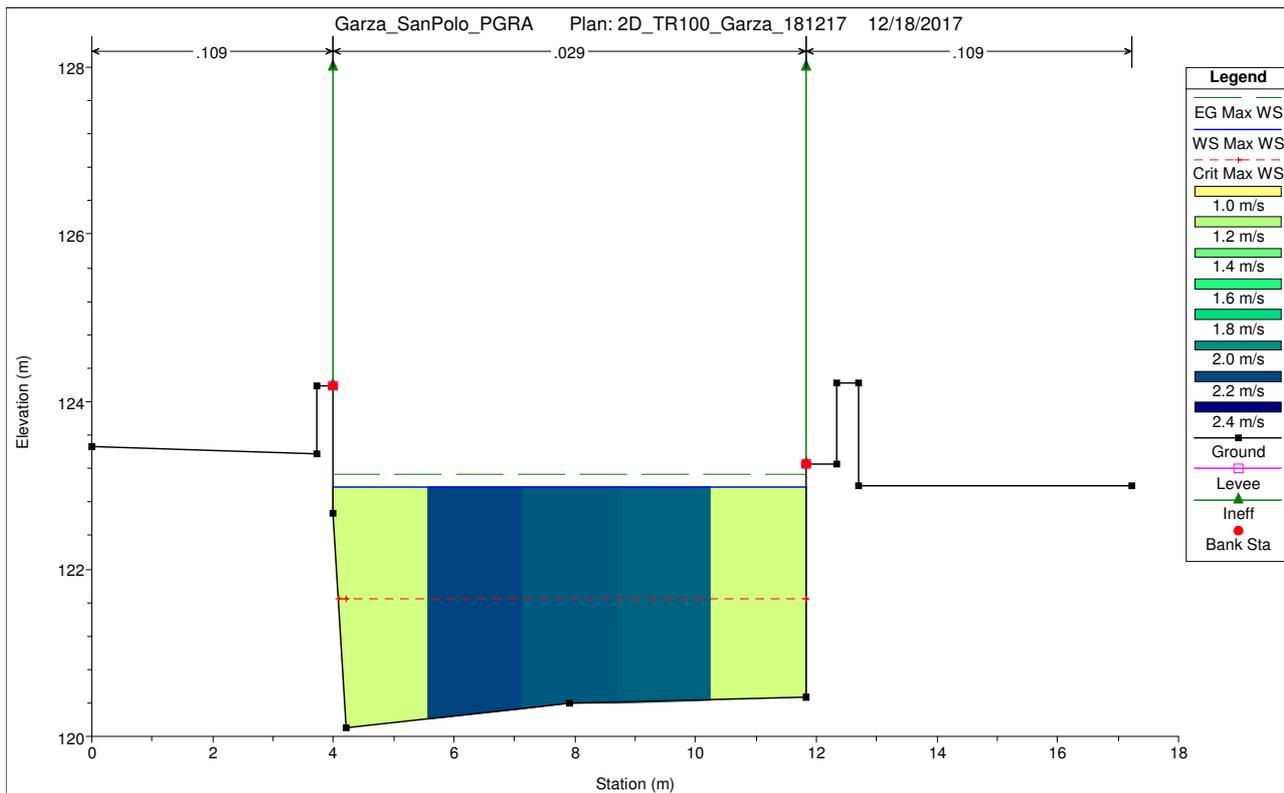
SEZIONE n°1745.00



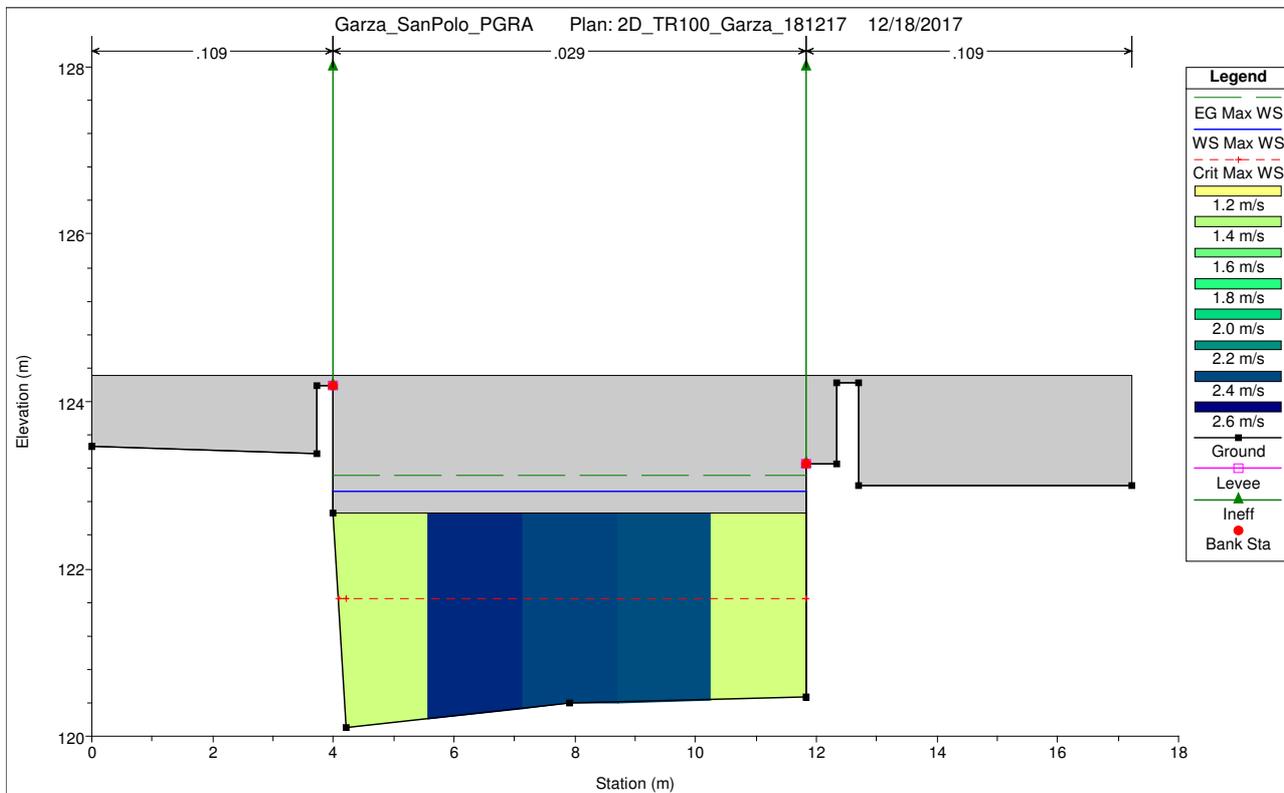
SEZIONE n°1699.00



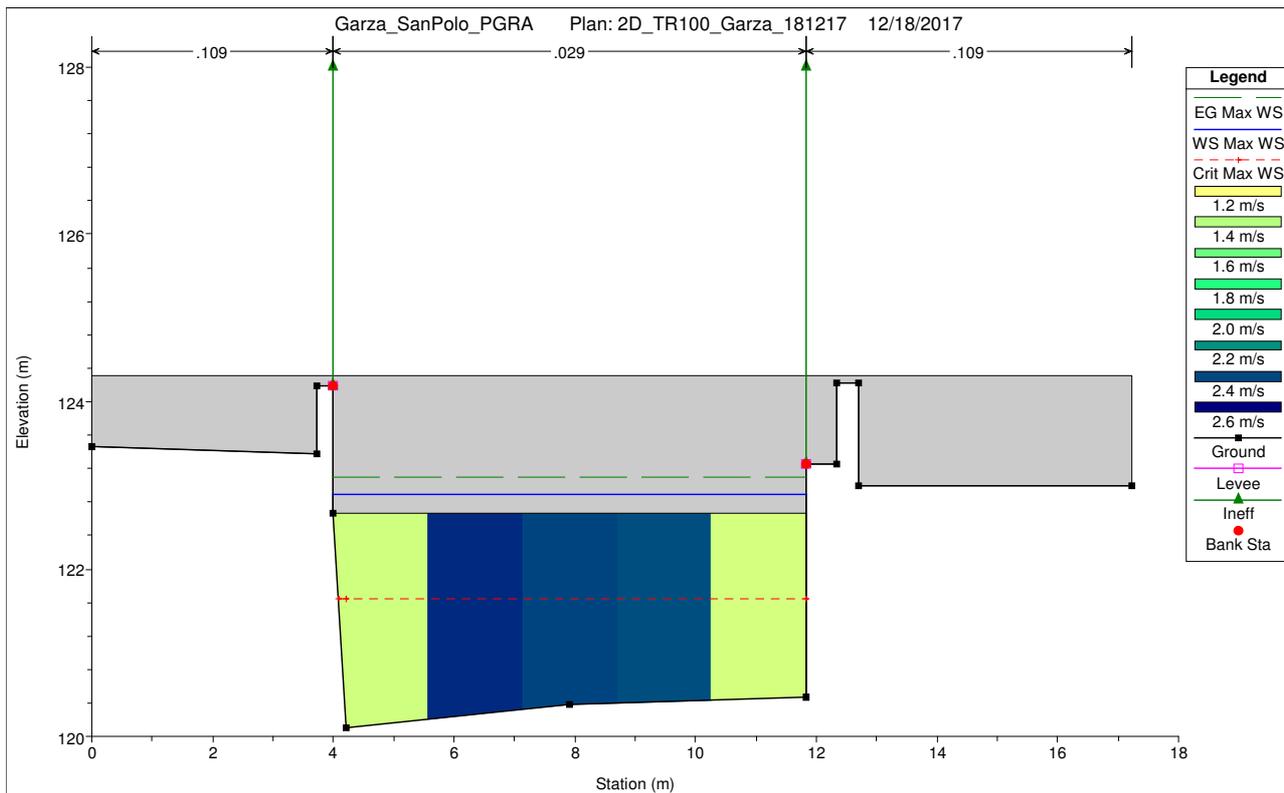
SEZIONE n°1694.00



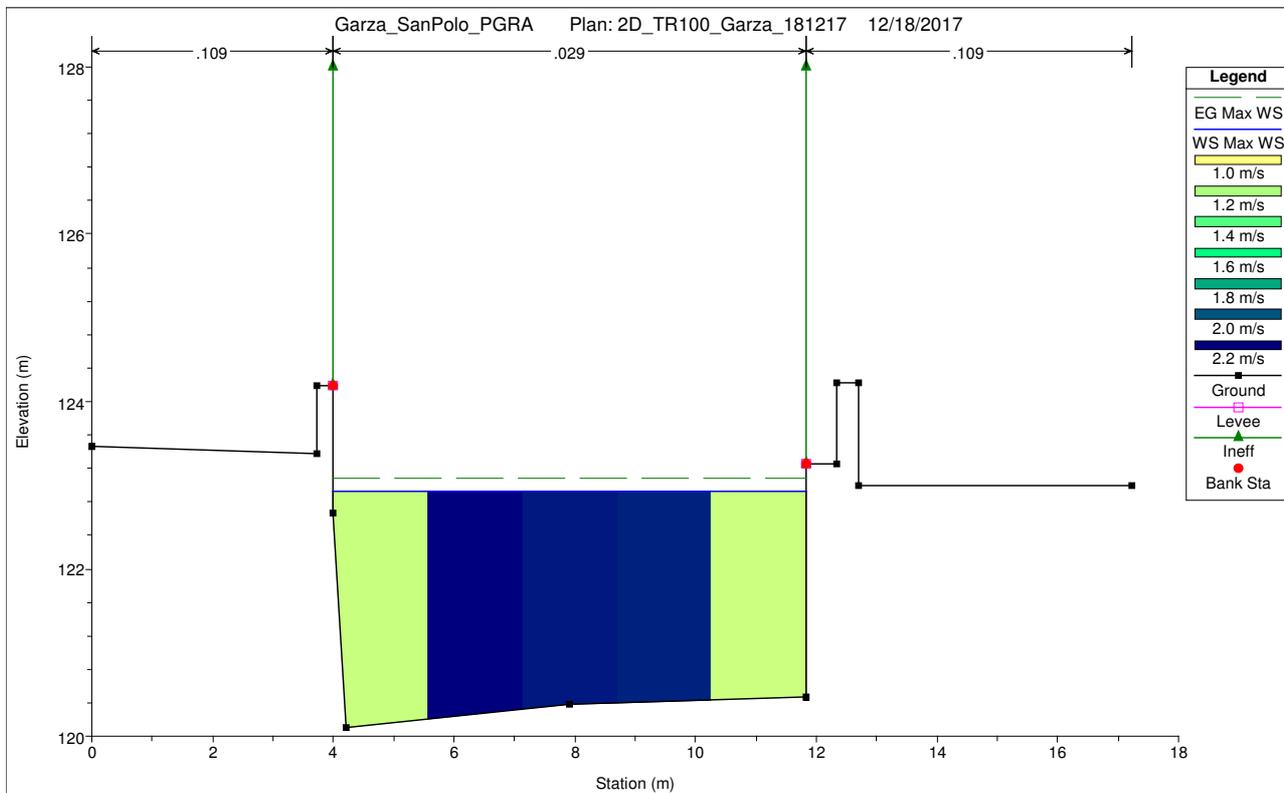
SEZIONE n°1693.00 Ponte sezione di monte



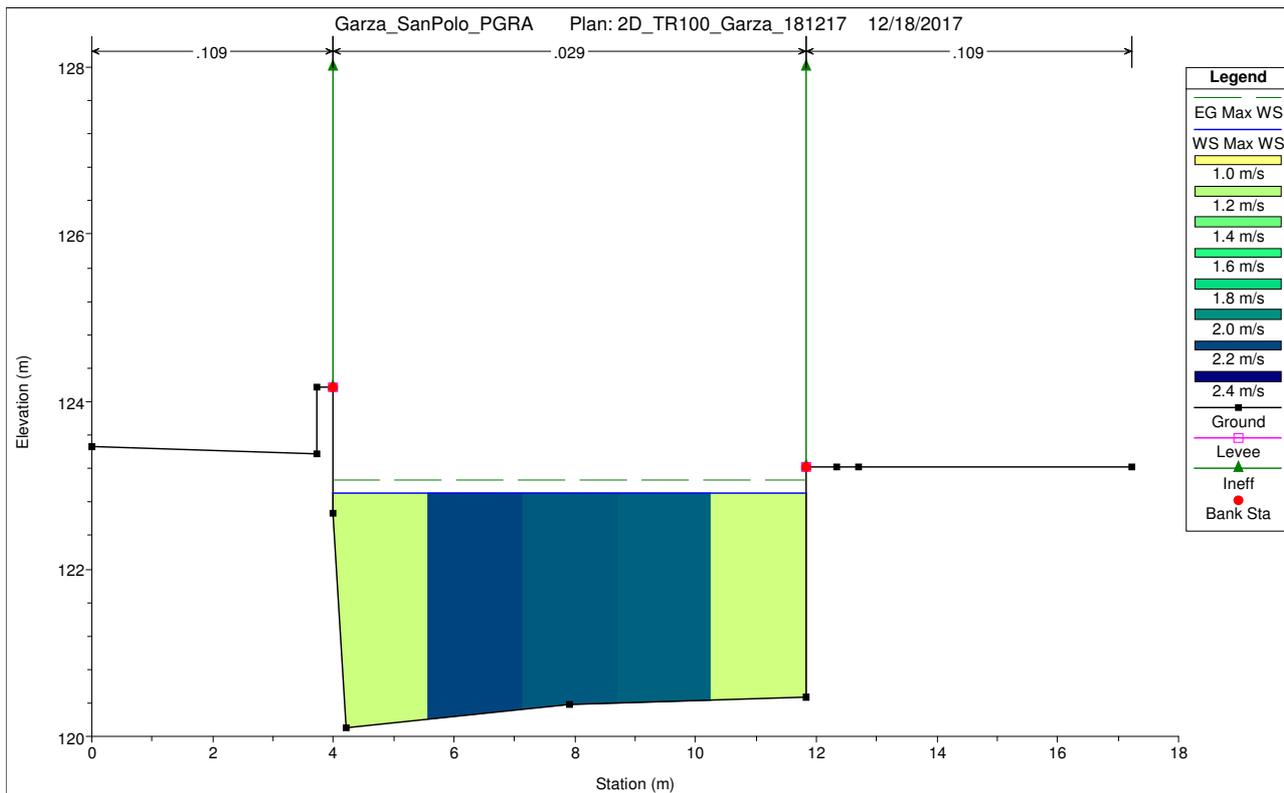
SEZIONE n°1693.00 Ponte sezione di valle



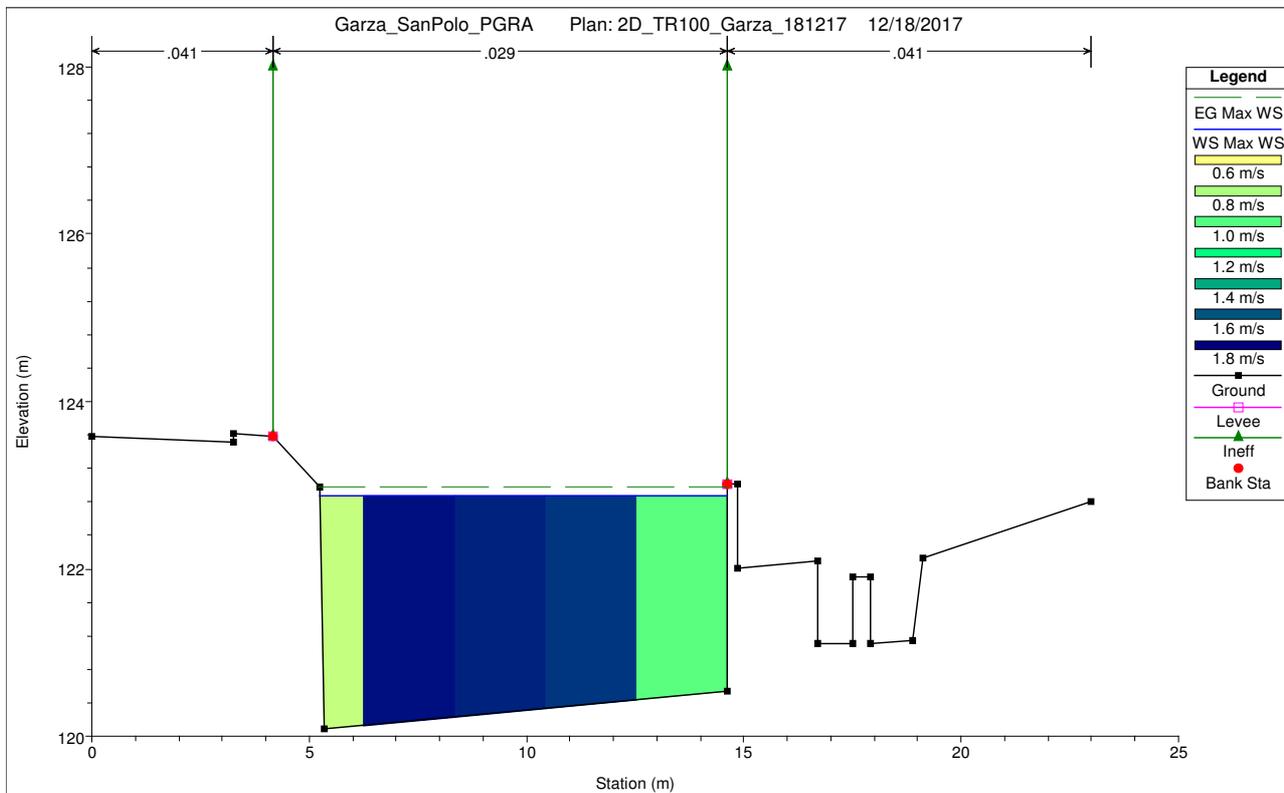
SEZIONE n°1688.00



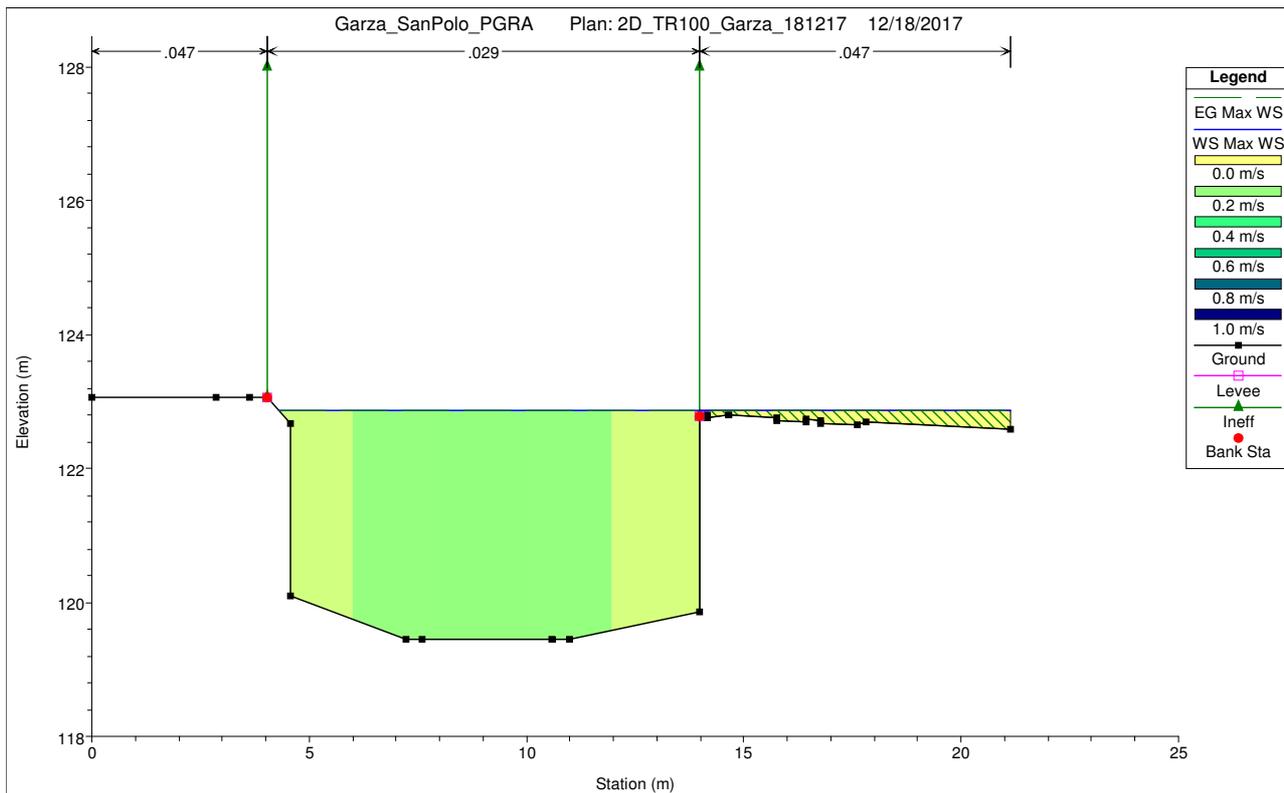
SEZIONE n°1678.00



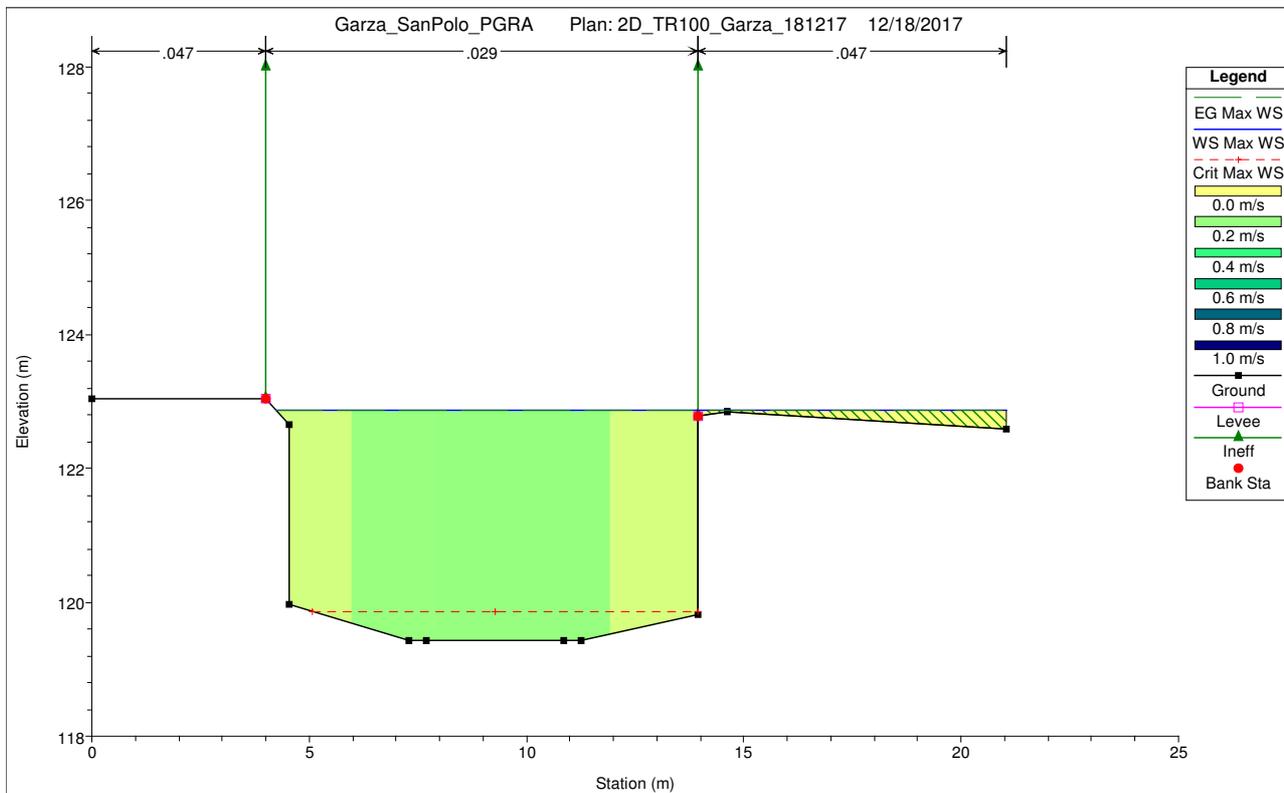
SEZIONE n°1609.00



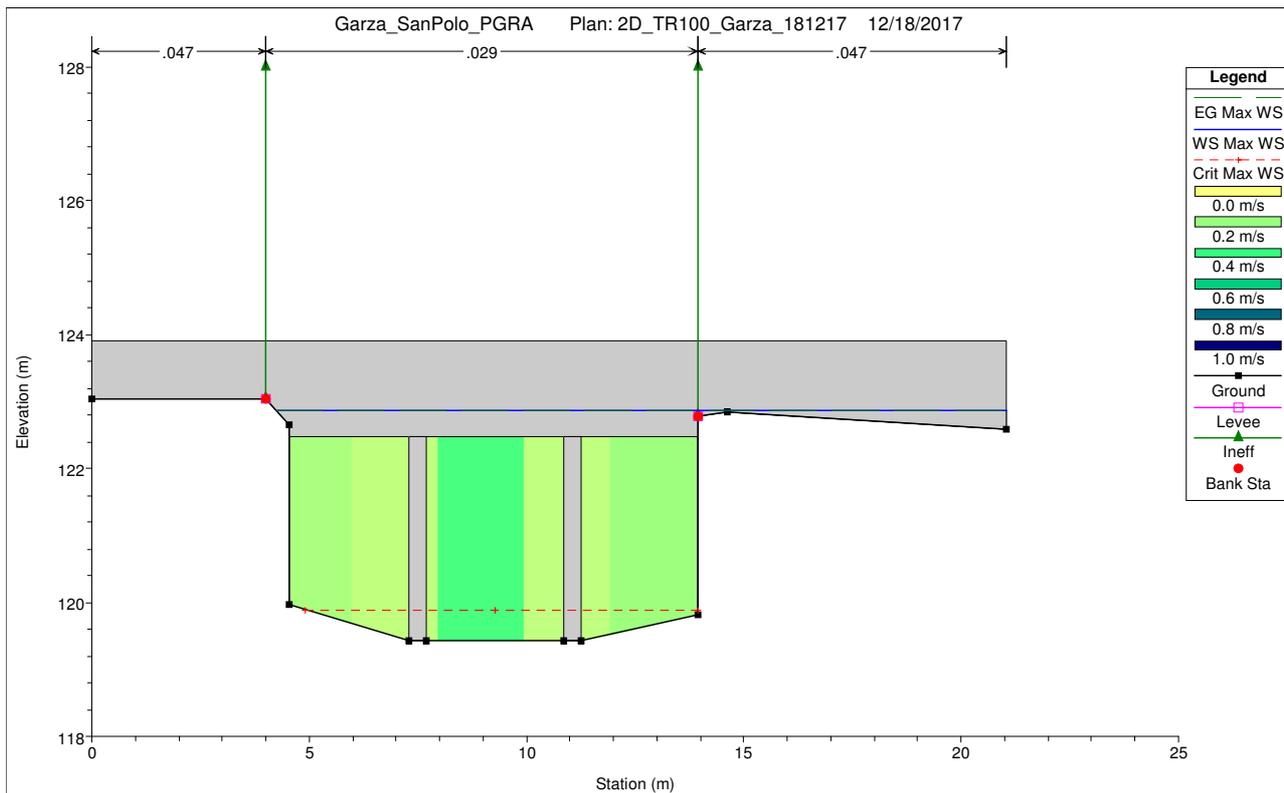
SEZIONE n°1401.00



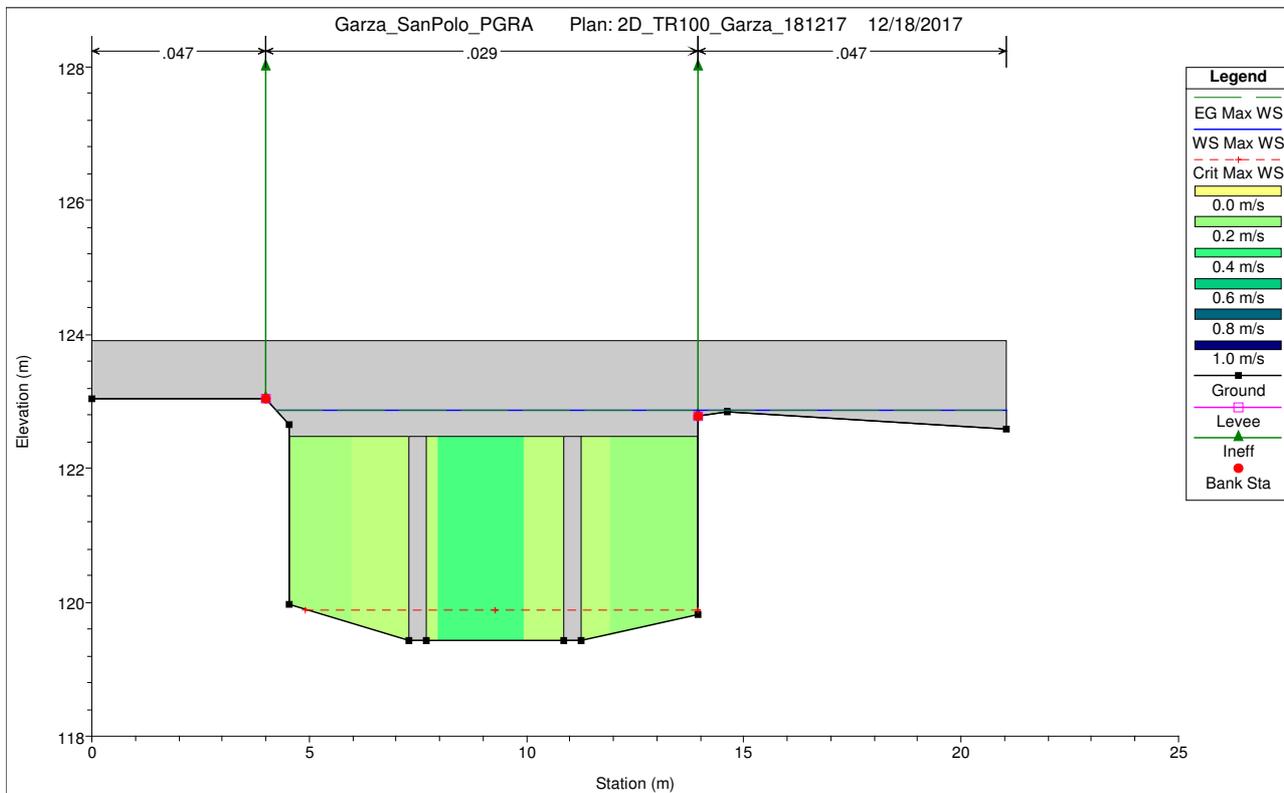
SEZIONE n°1391.00



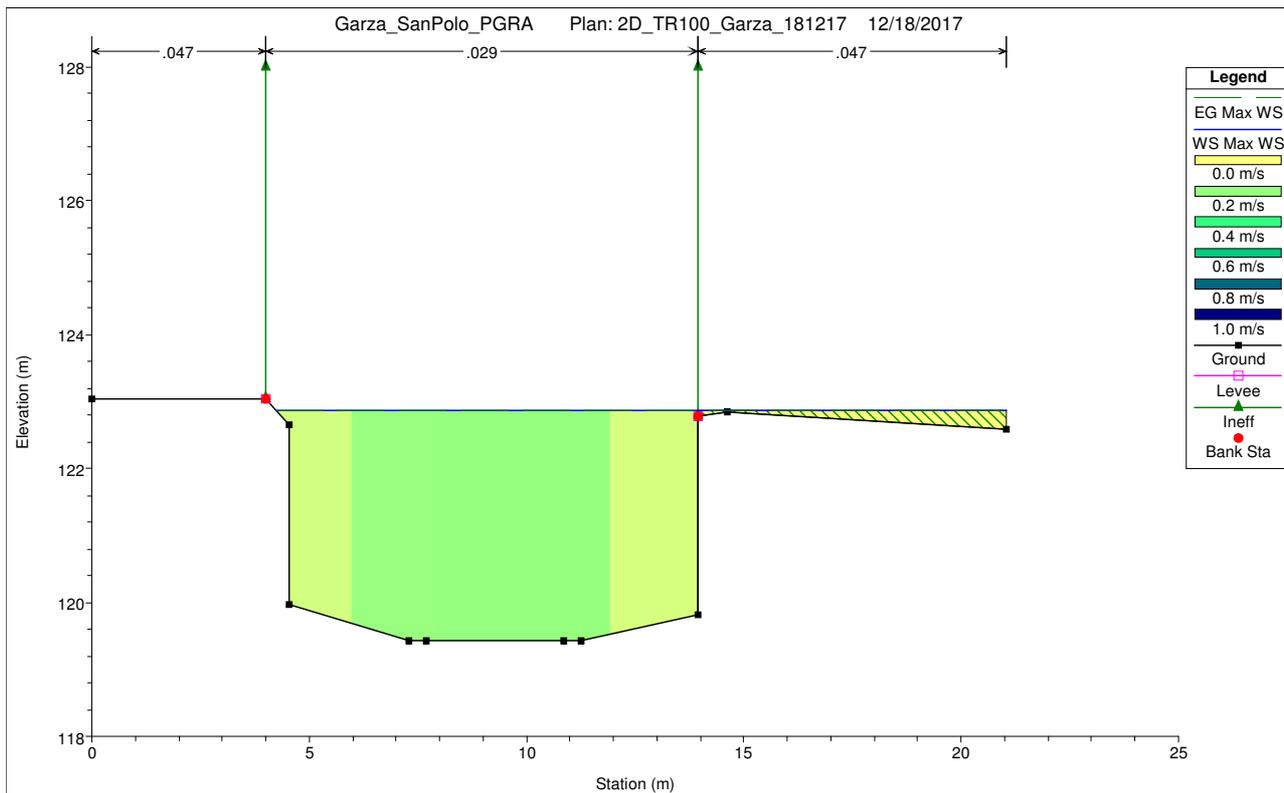
SEZIONE n°1390.00 Ponte sezione di monte



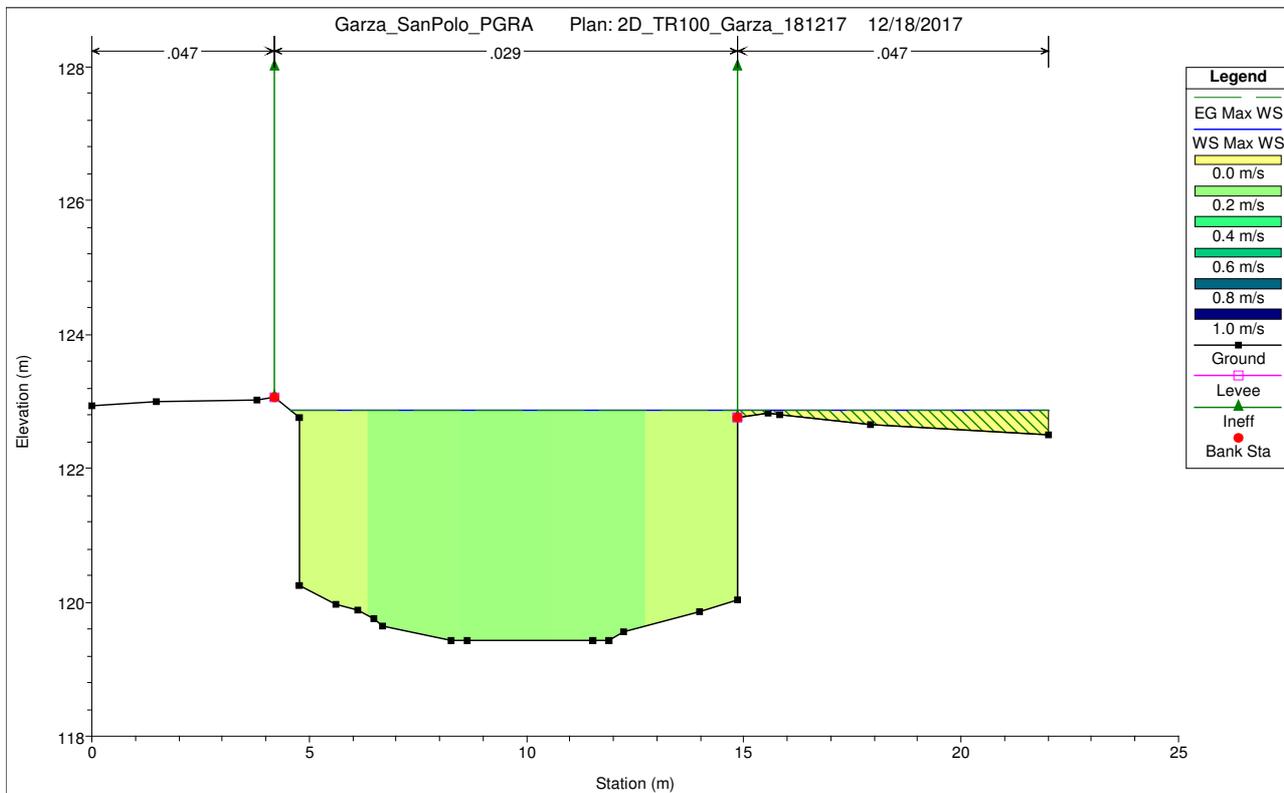
SEZIONE n°1390.00 Ponte sezione di valle



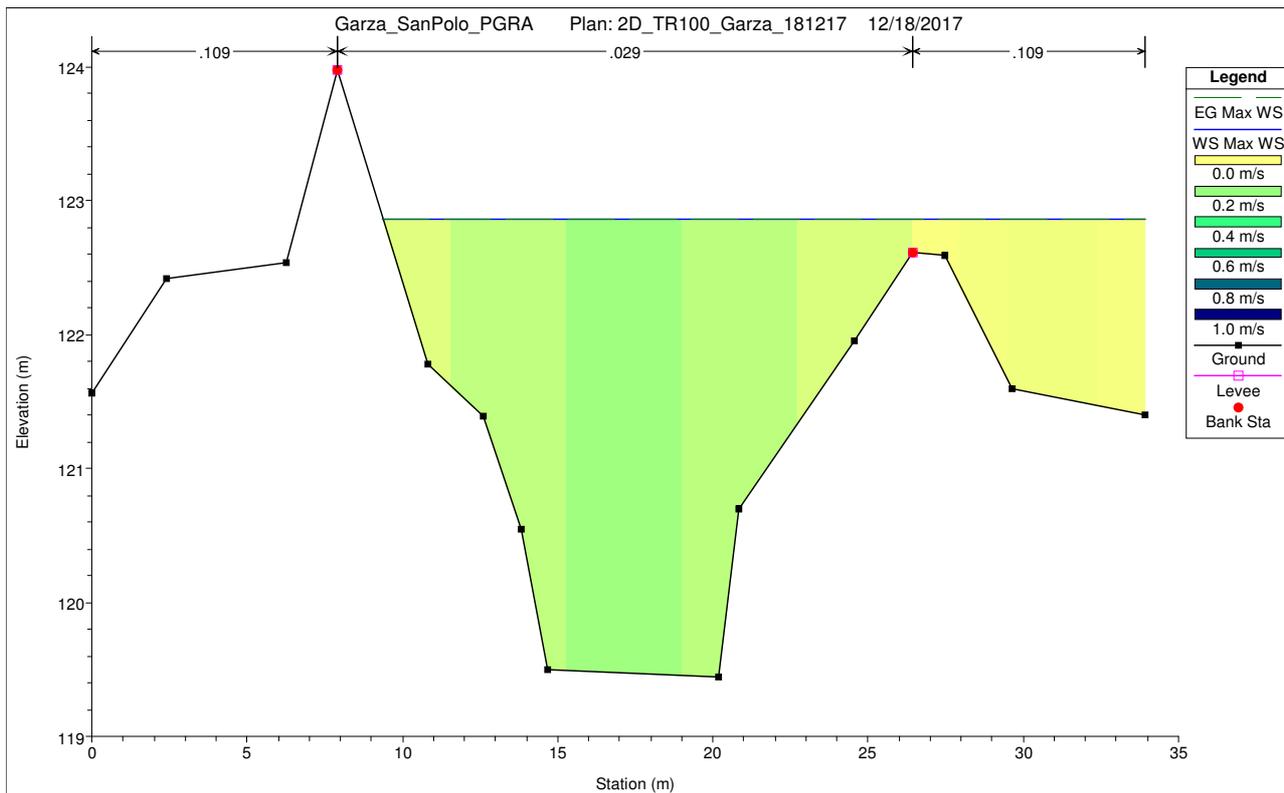
SEZIONE n°1385.00



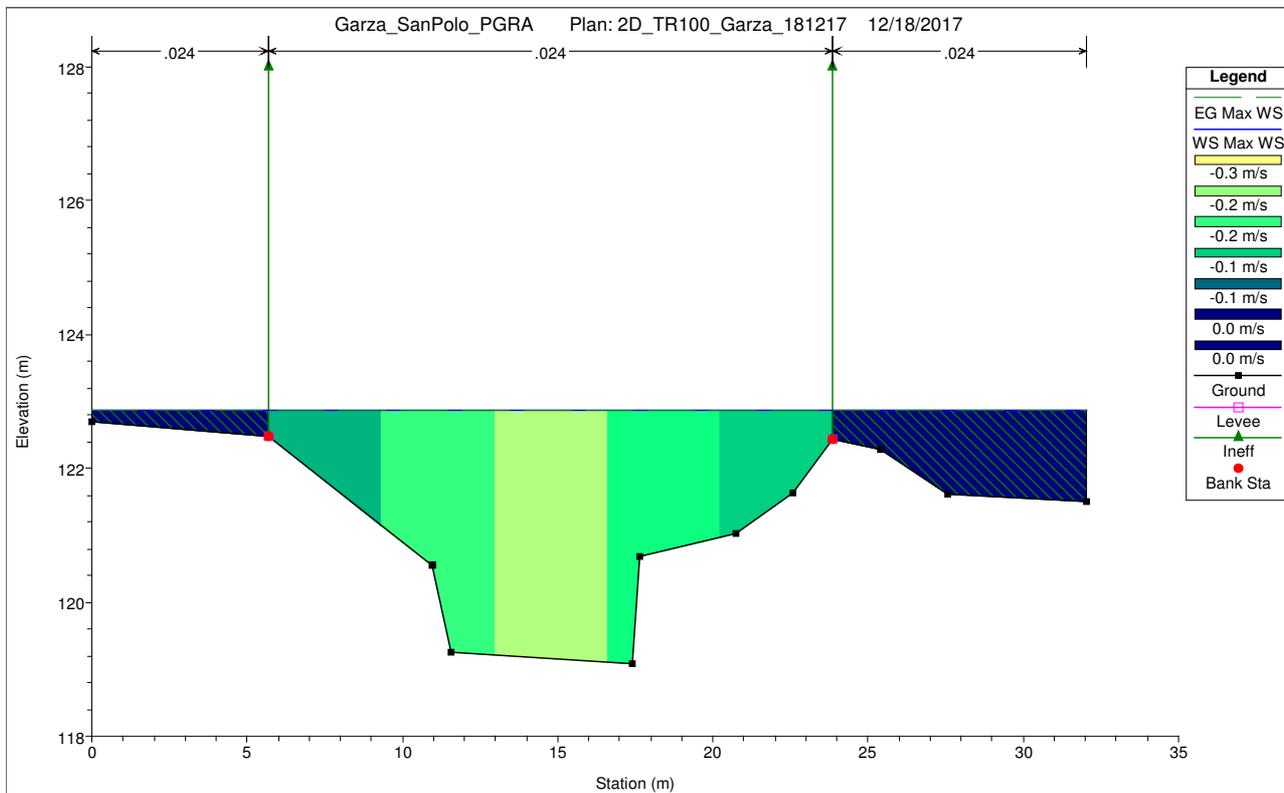
SEZIONE n°1375.00



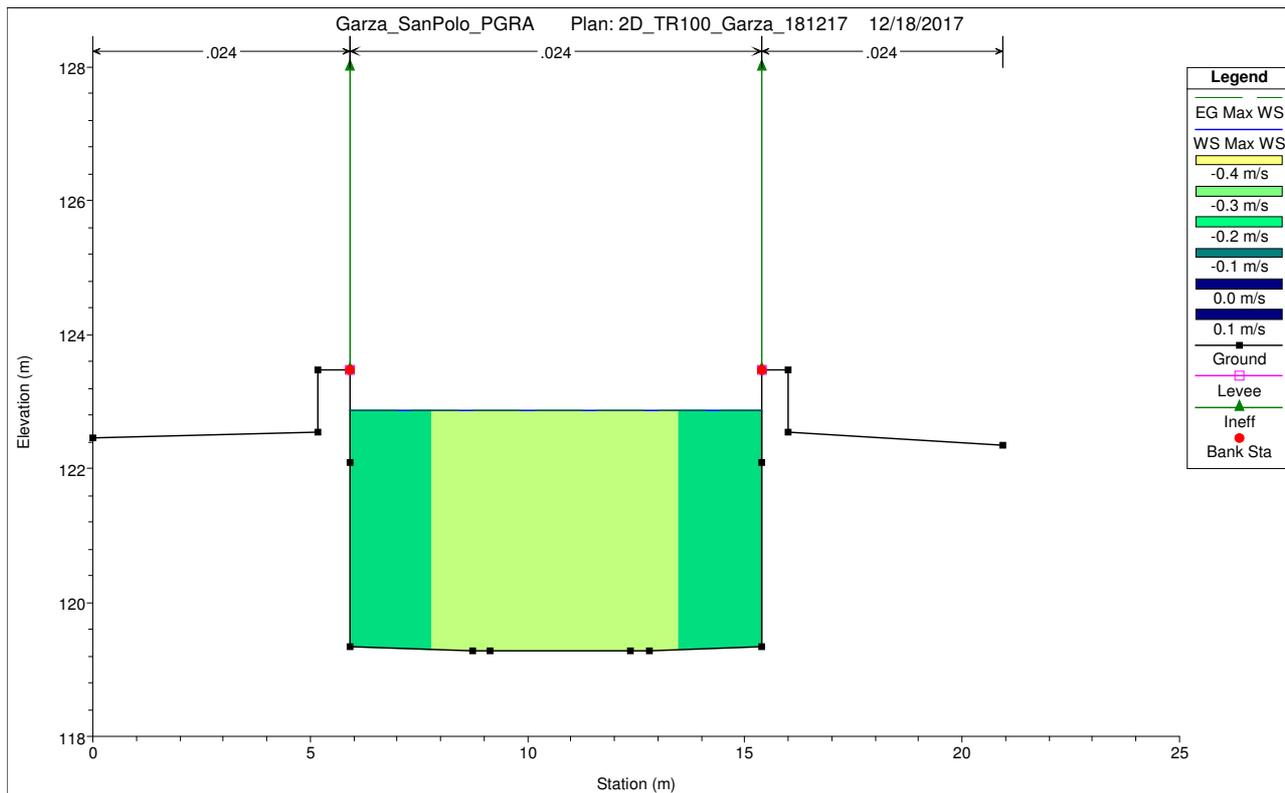
SEZIONE n°1250.00



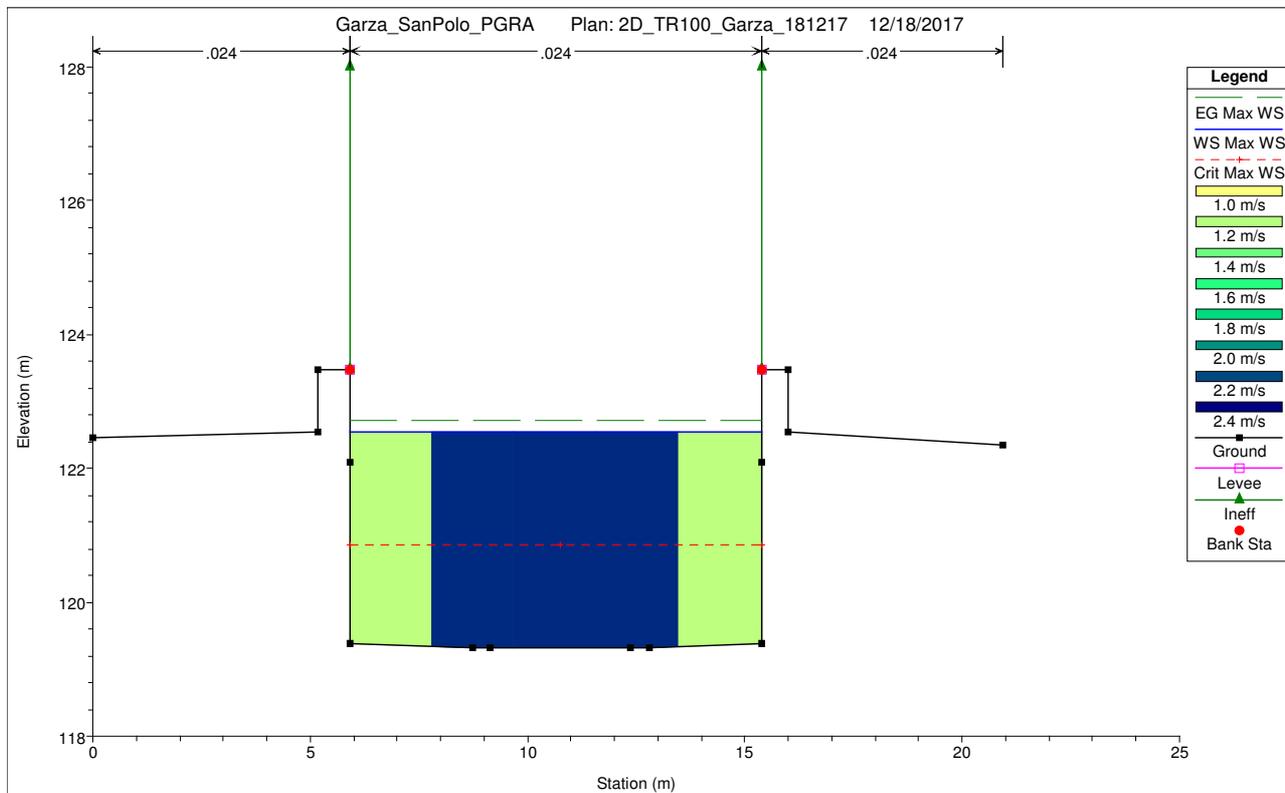
SEZIONE n°1064.00



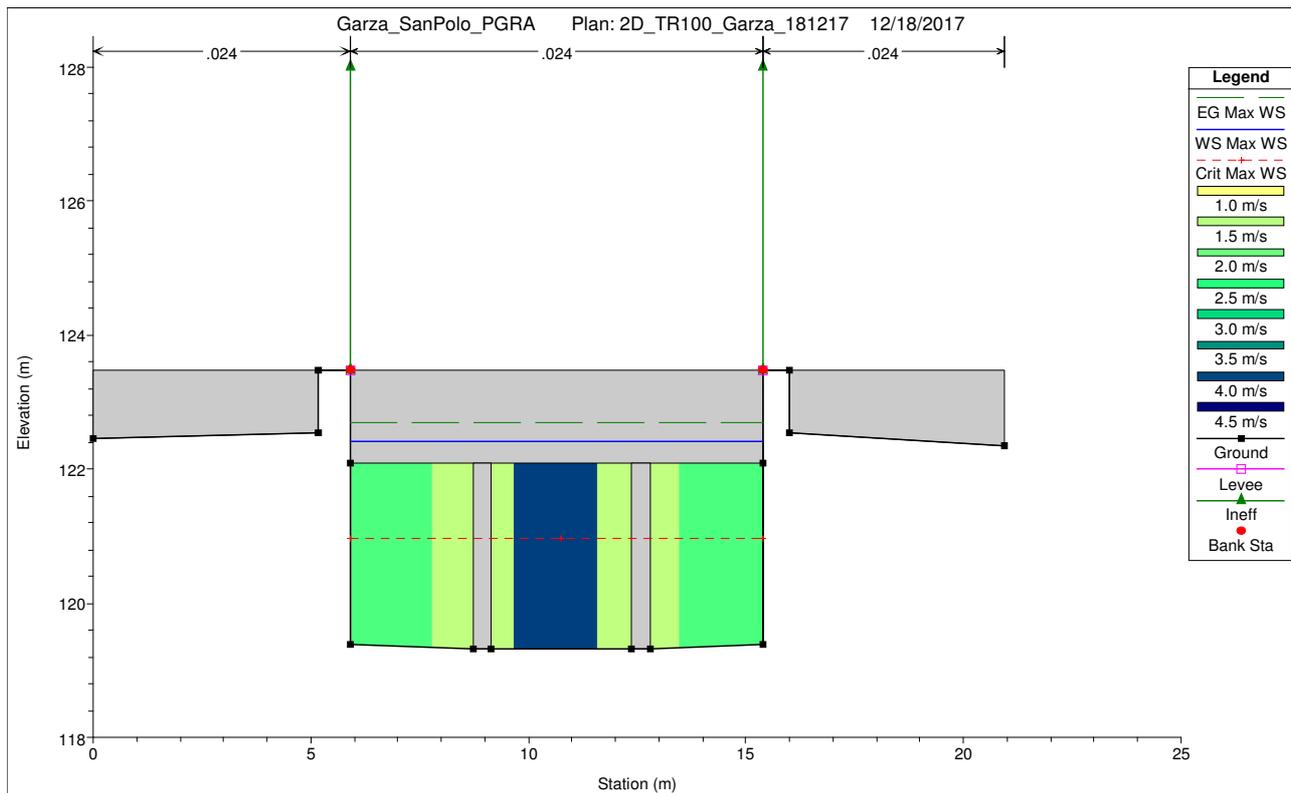
SEZIONE n°1040.00



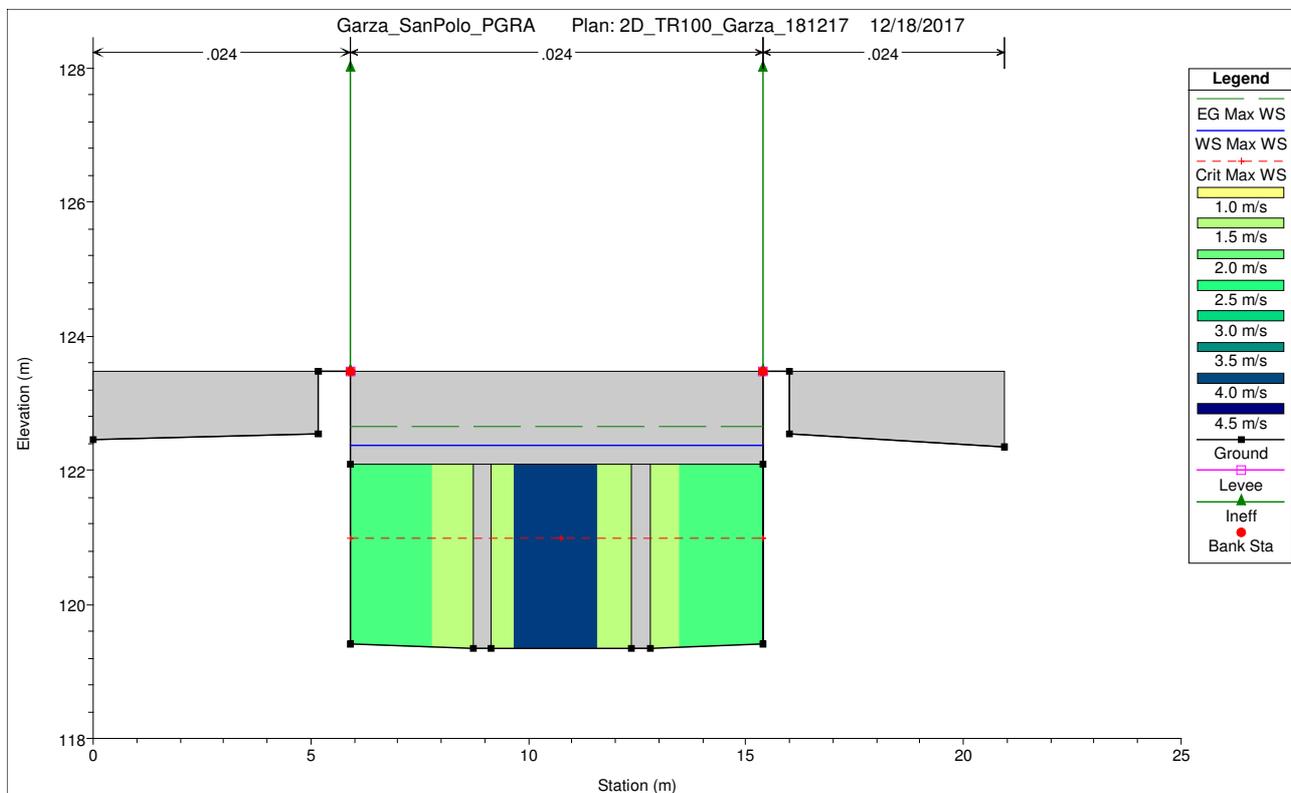
SEZIONE n°1035.00



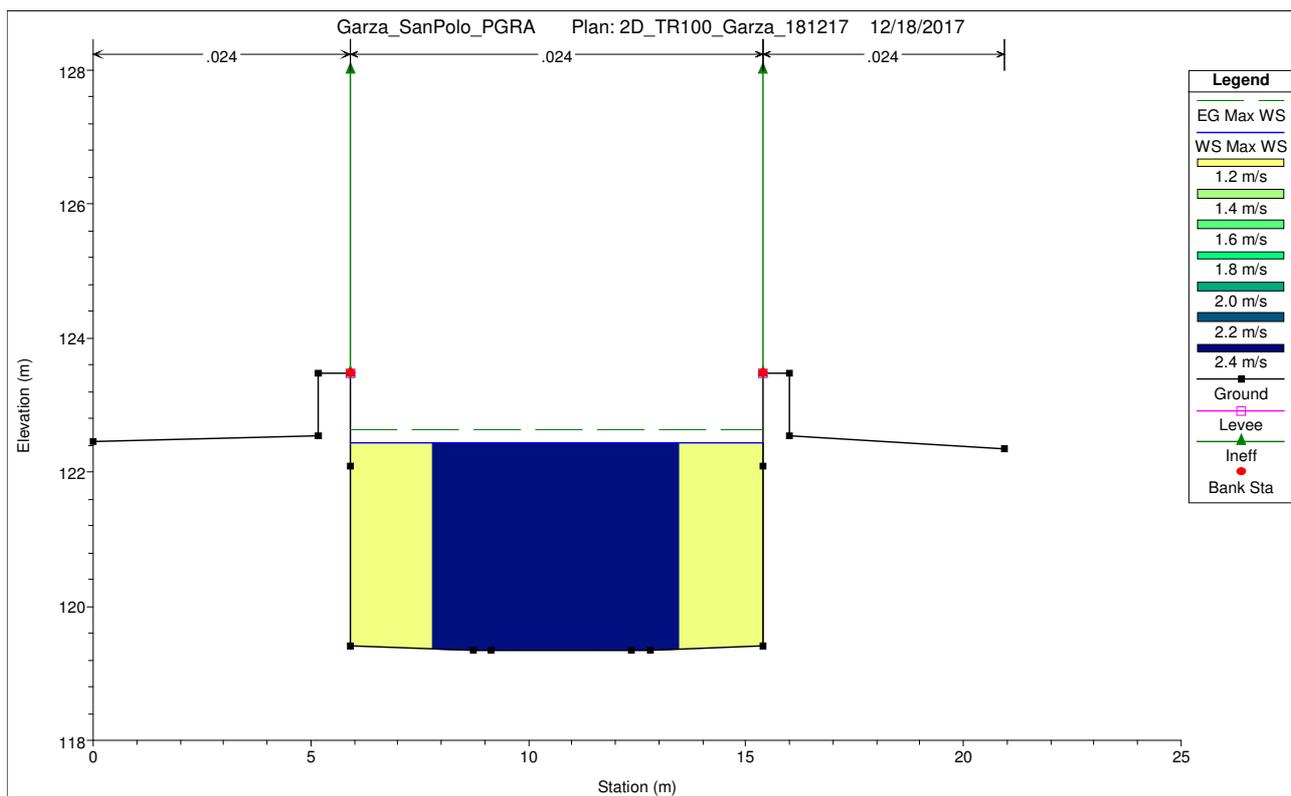
SEZIONE n°1034.00 Ponte sezione di monte



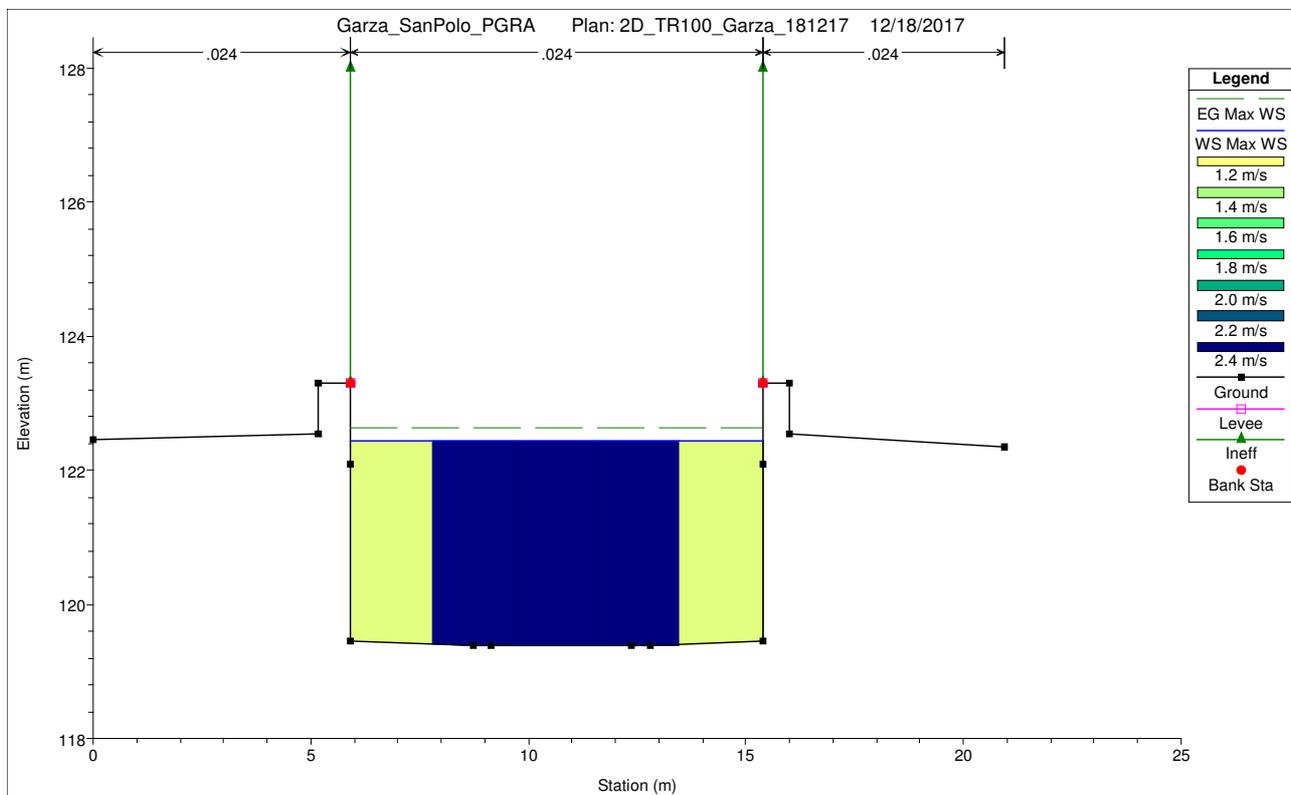
SEZIONE n°1034.00 Ponte sezione di valle



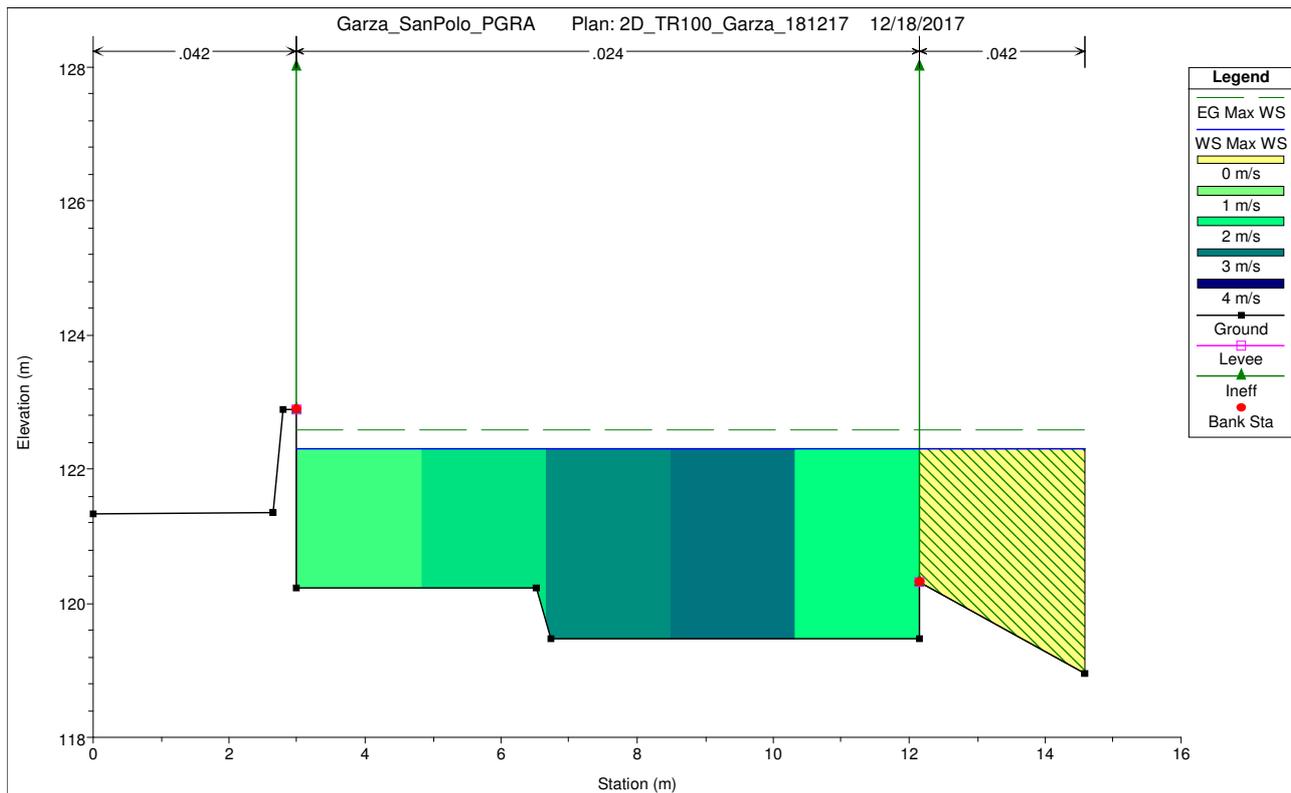
SEZIONE n°1029.00



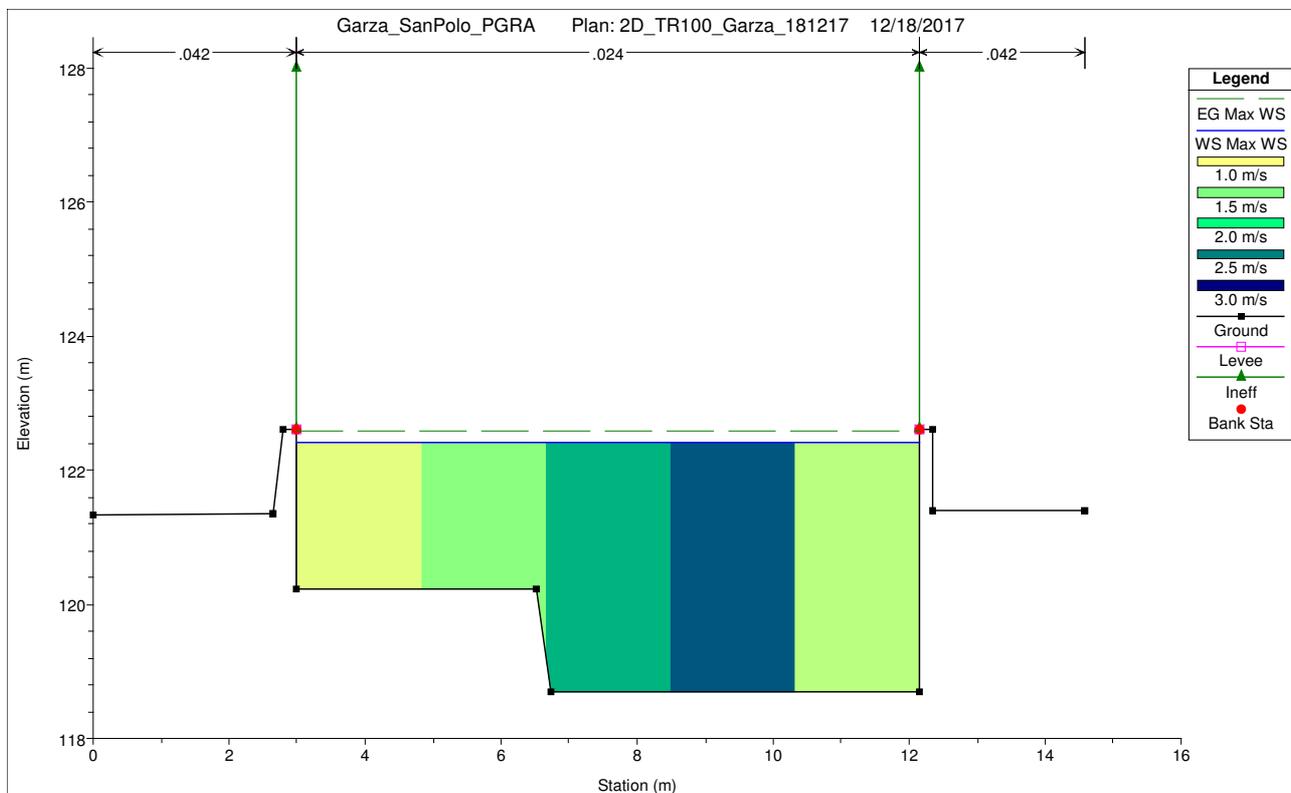
SEZIONE n°1019.00



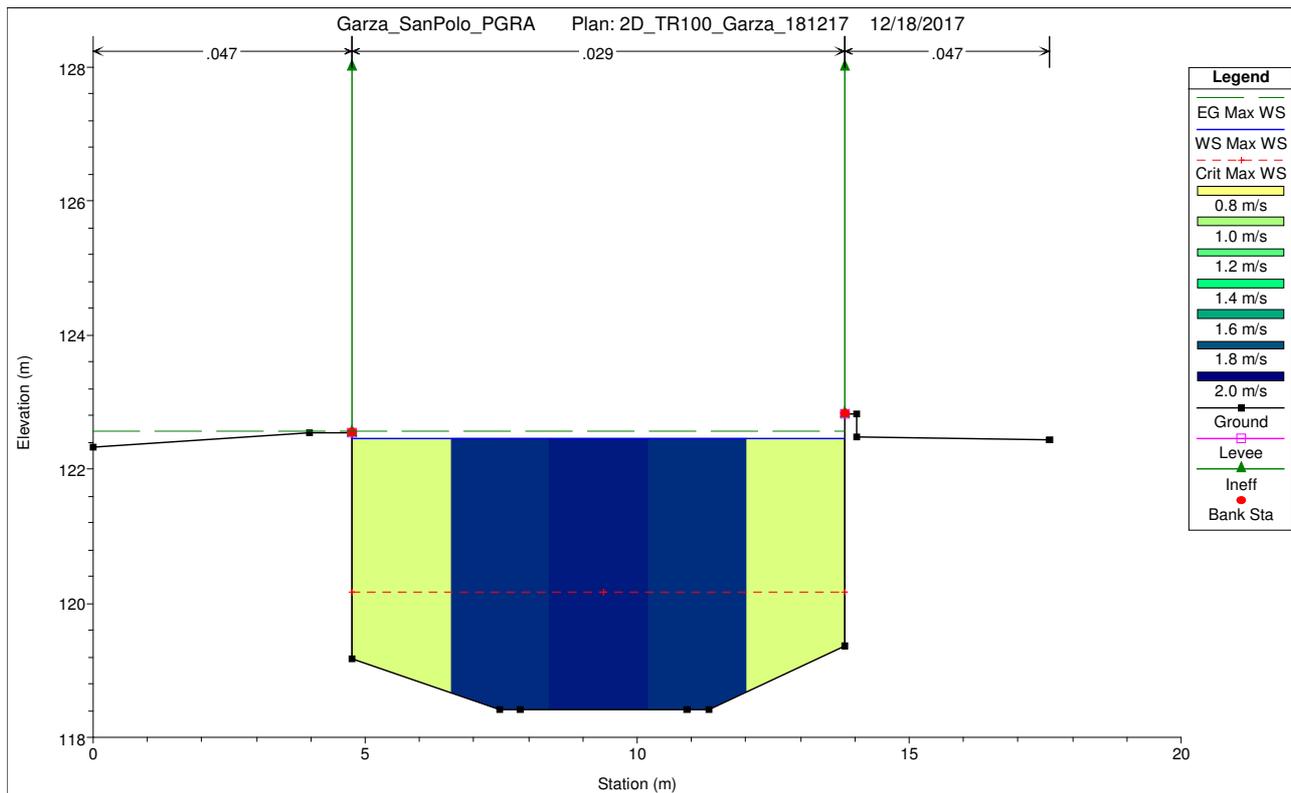
SEZIONE n°996.00



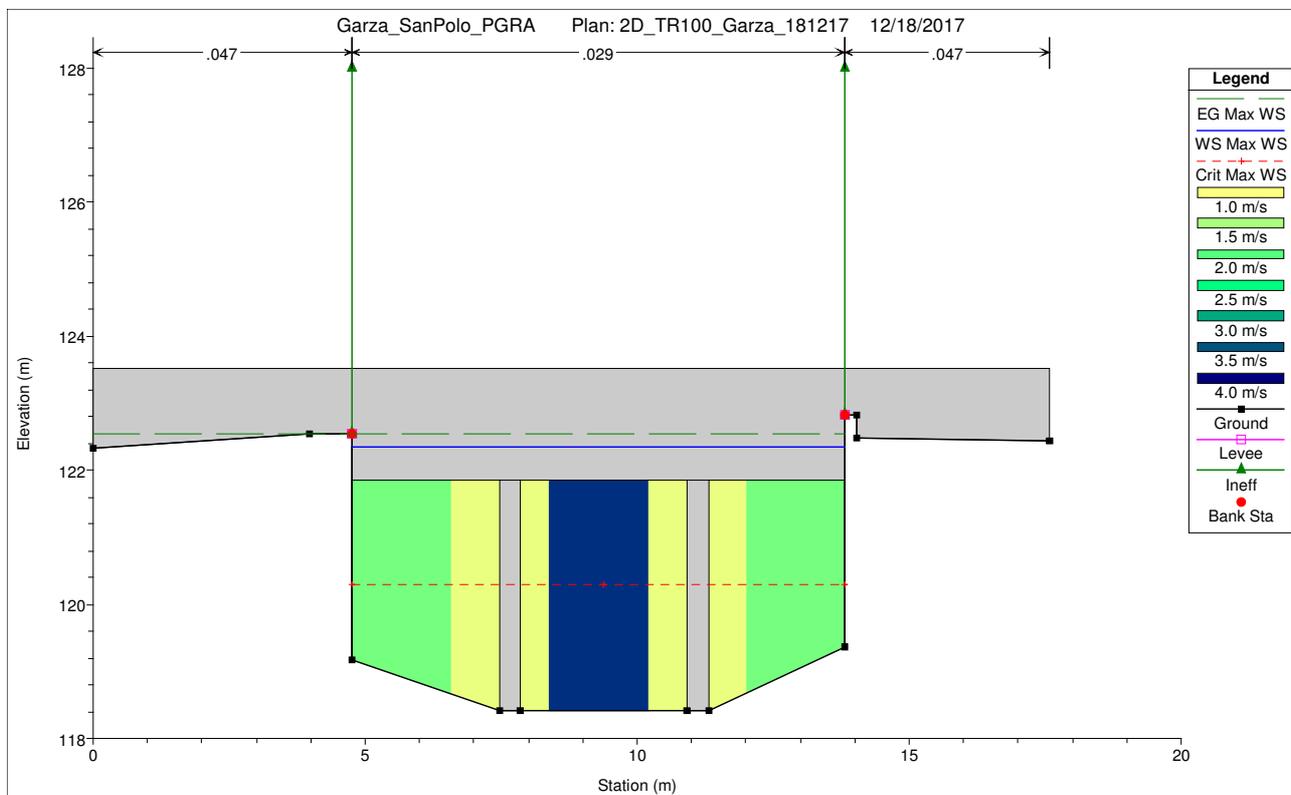
SEZIONE n°966.00



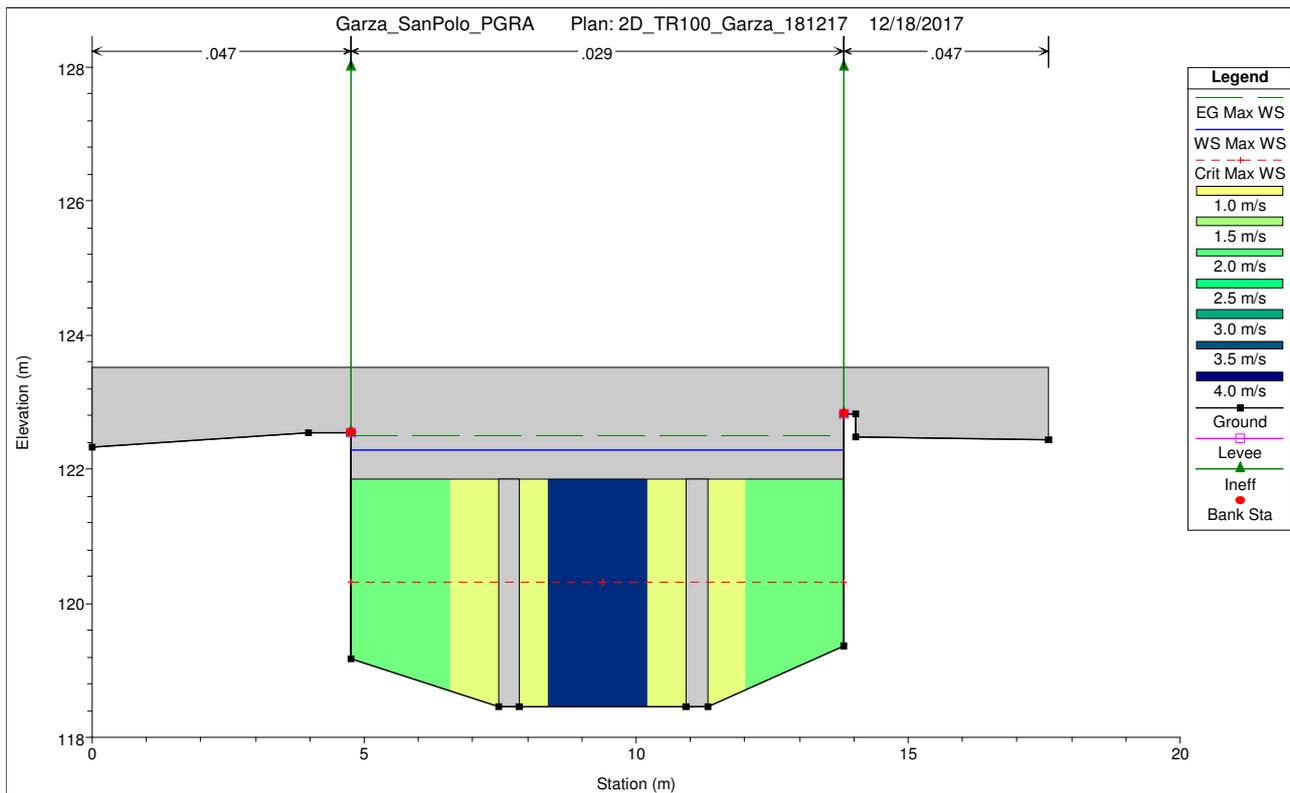
SEZIONE n°956.00



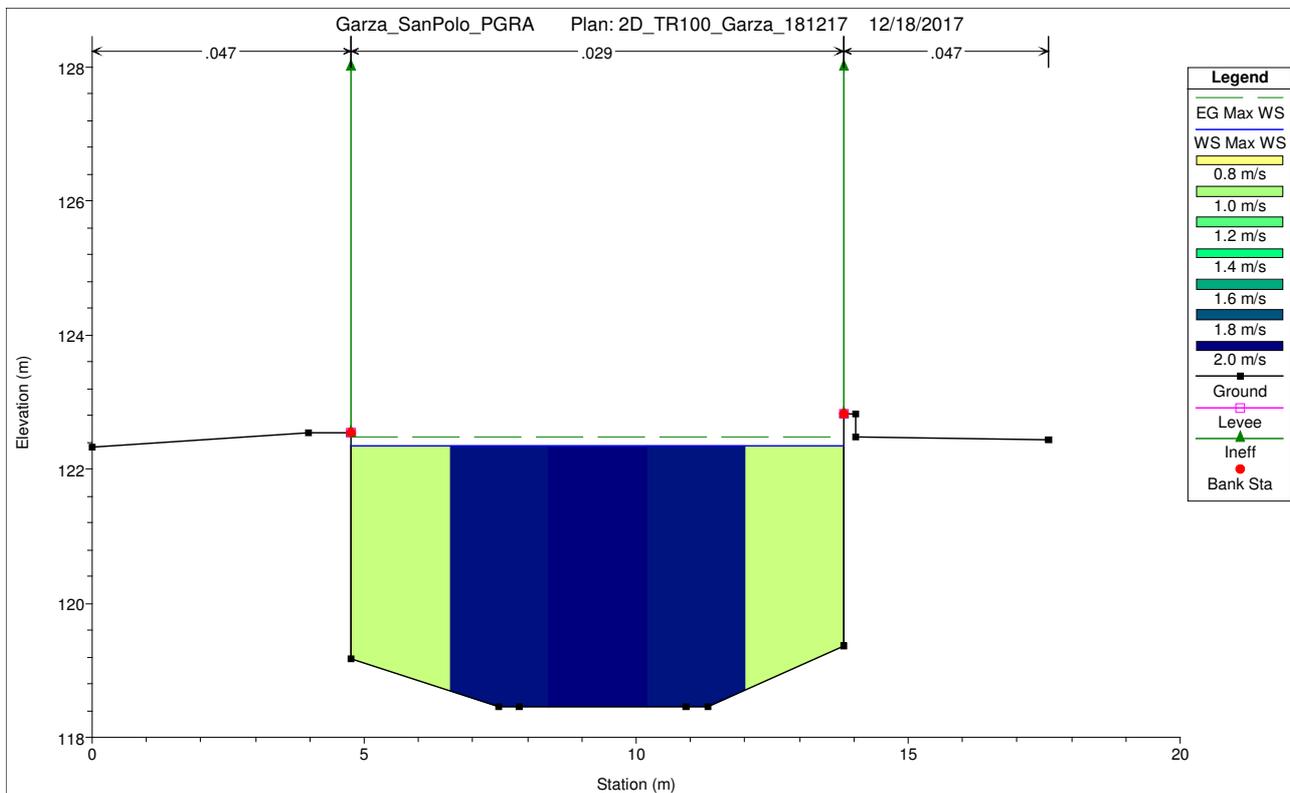
SEZIONE n°955.00 Ponte sezione di monte



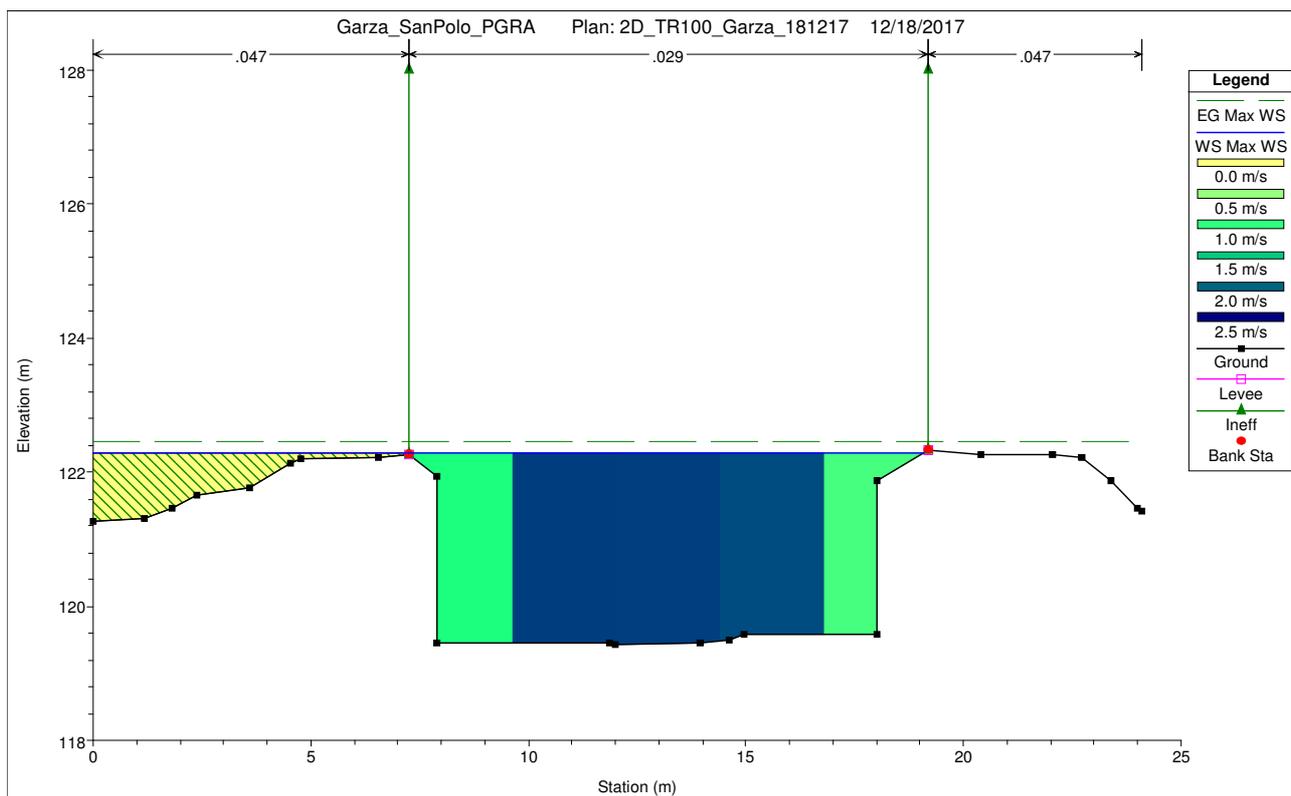
SEZIONE n°955.00 Ponte sezione di valle



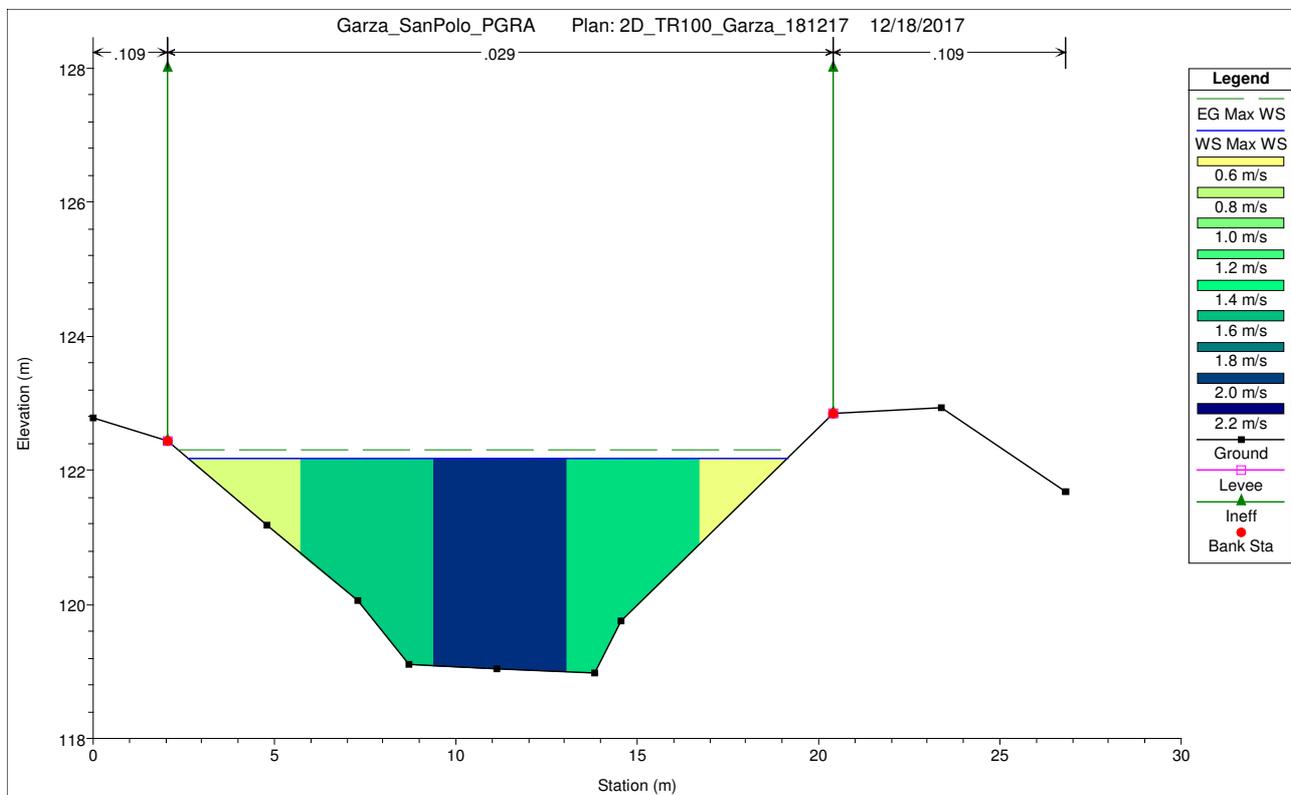
SEZIONE n°945.00



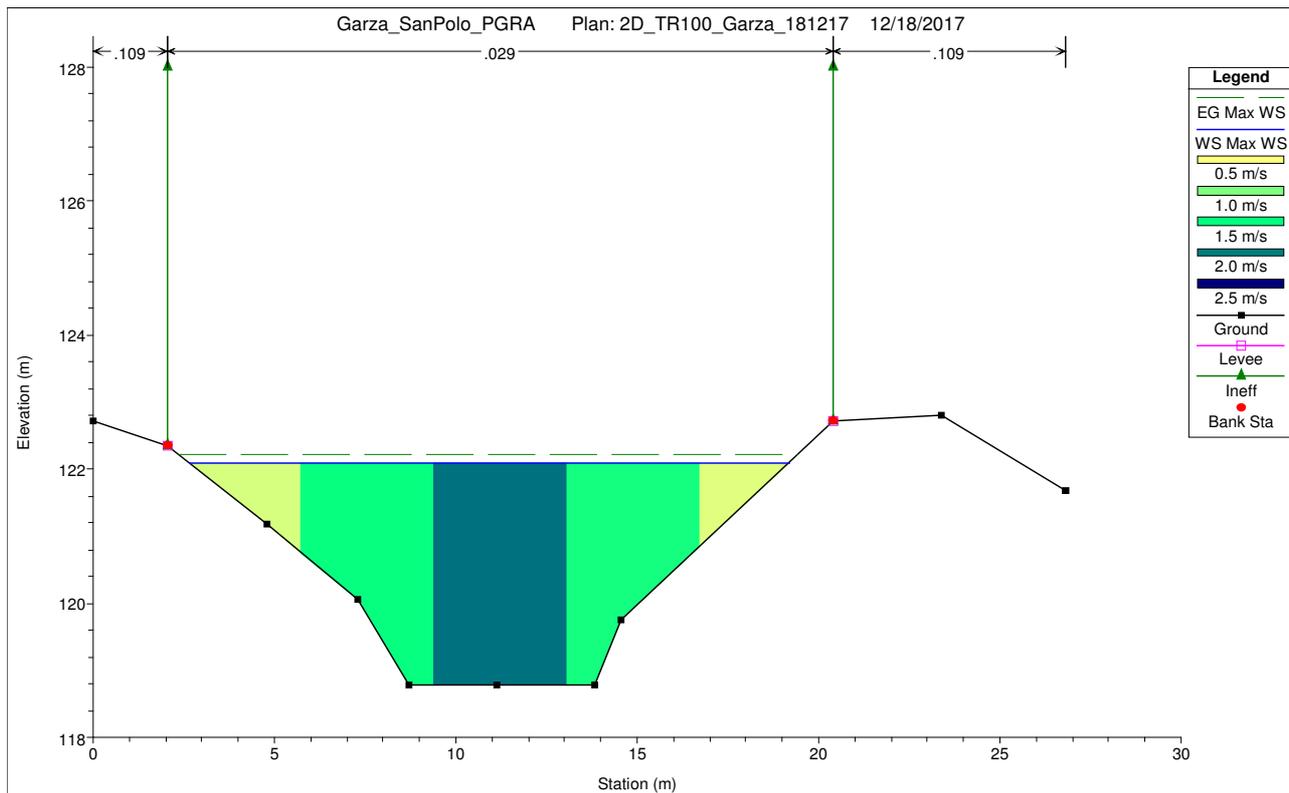
SEZIONE n°930.00



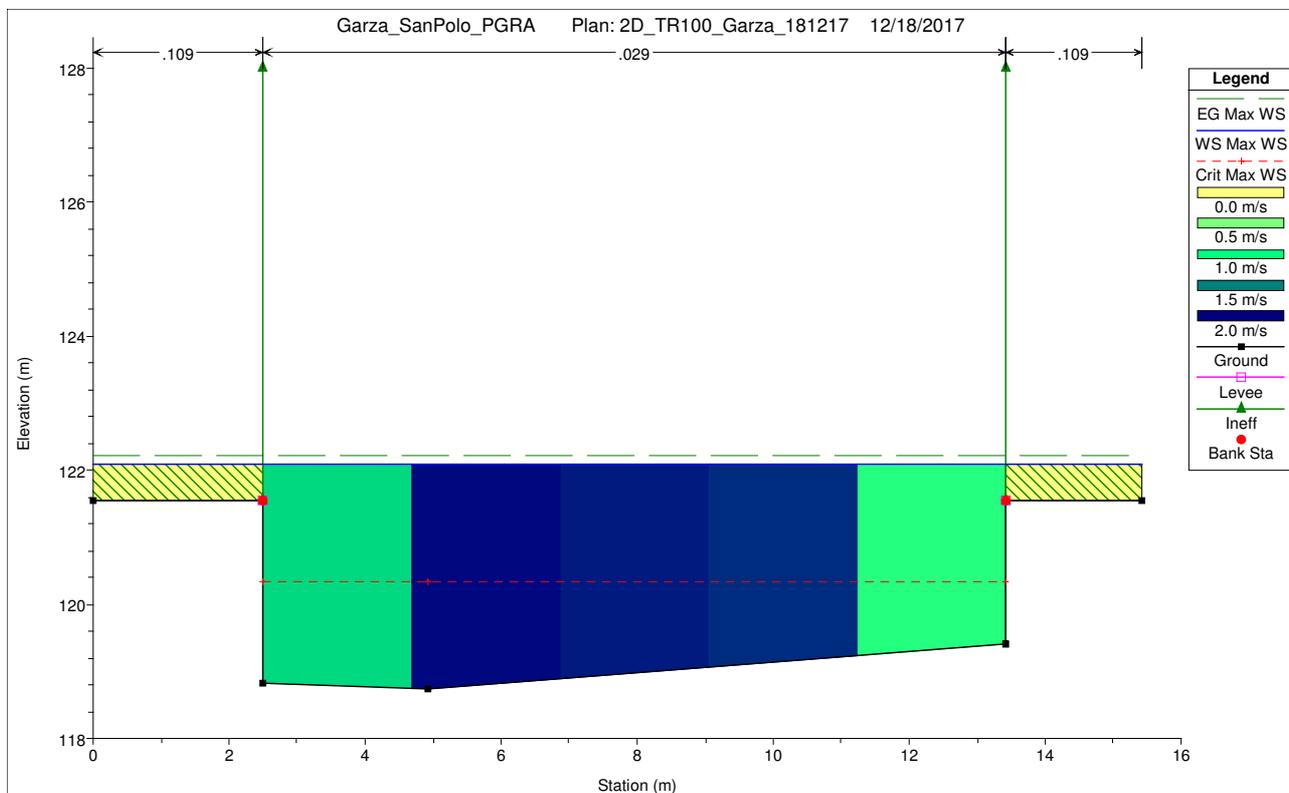
SEZIONE n°809.00



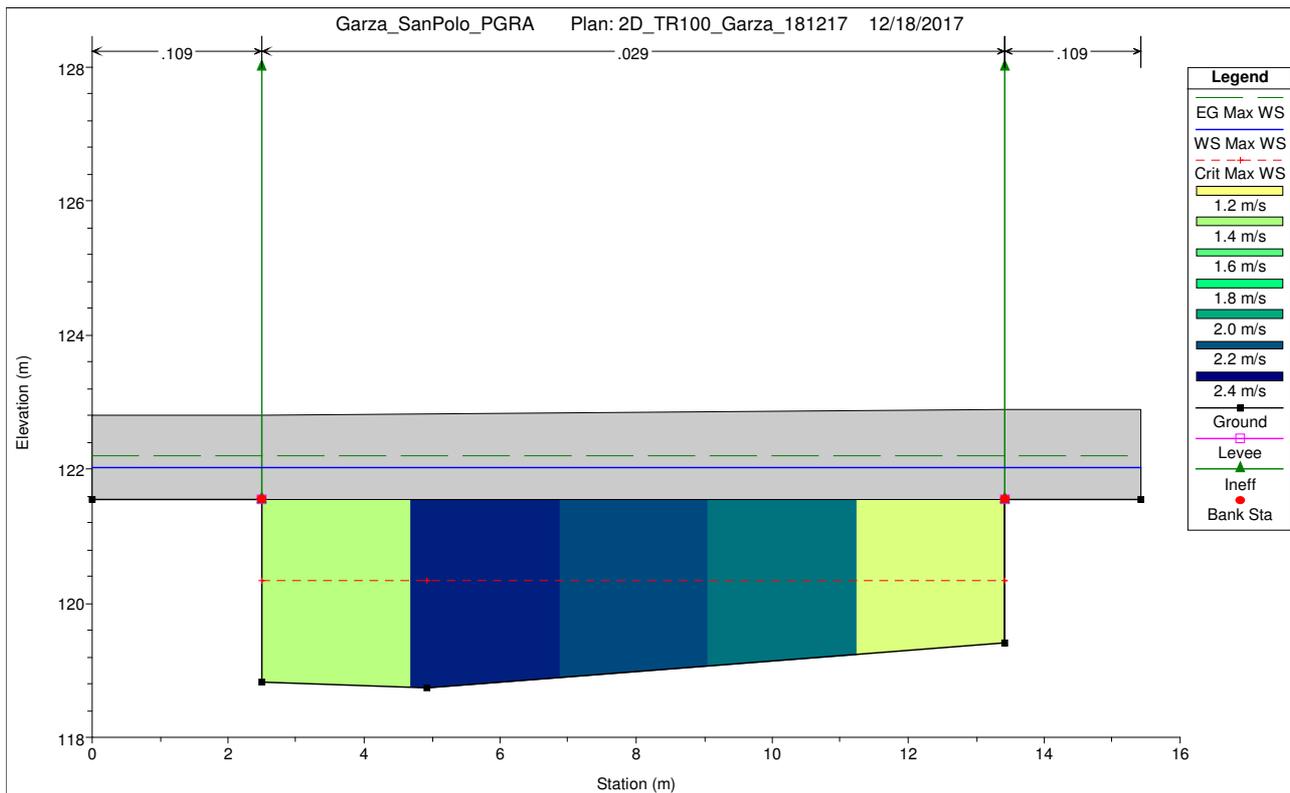
SEZIONE n°720.00



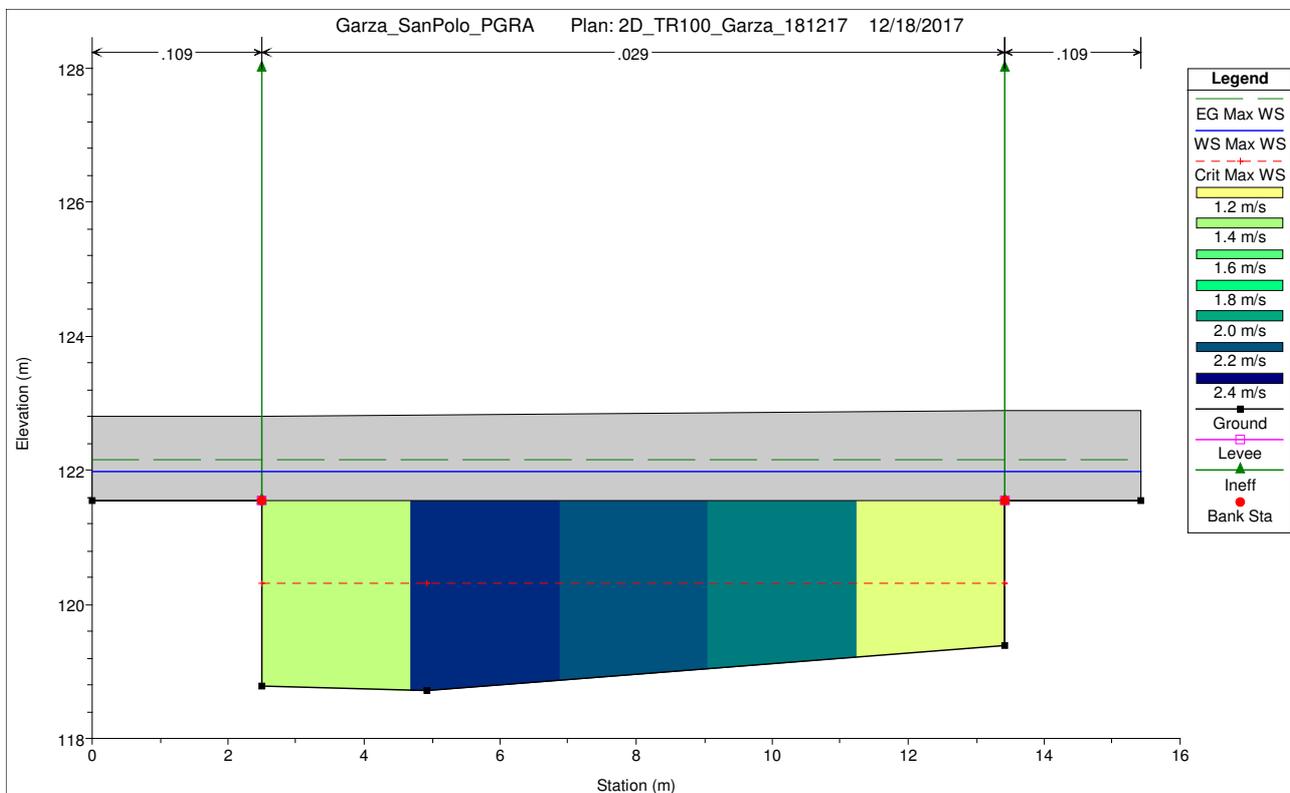
SEZIONE n°710.00



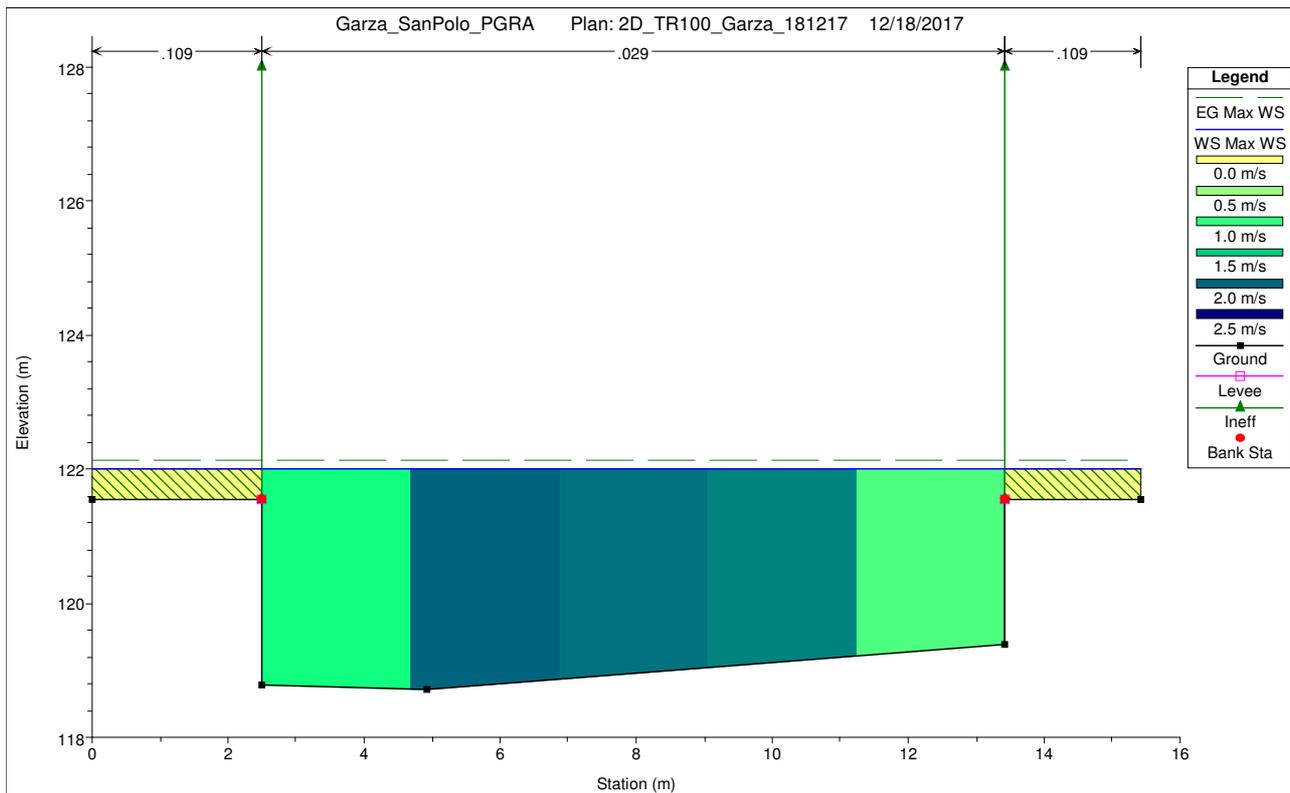
SEZIONE n°709.00 Ponte sezione di monte



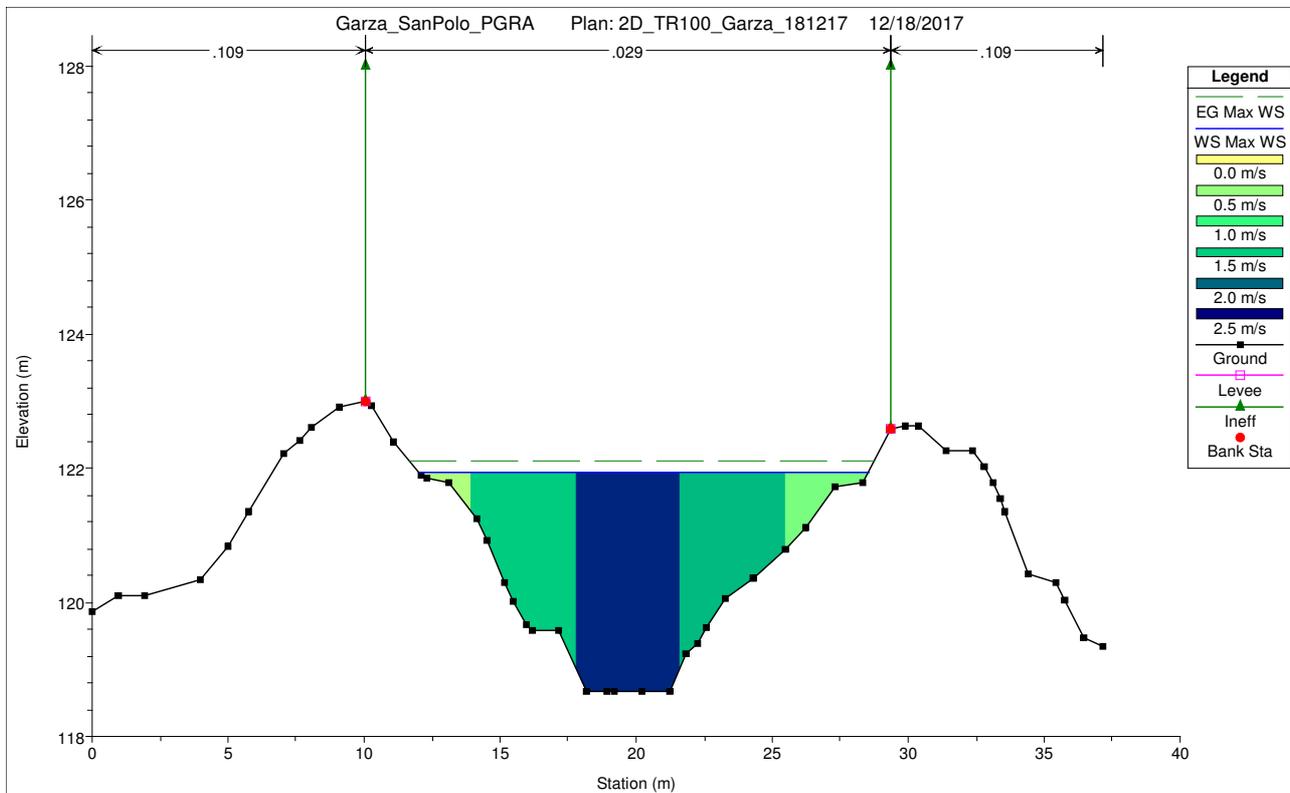
SEZIONE n°709.00 Ponte sezione di valle



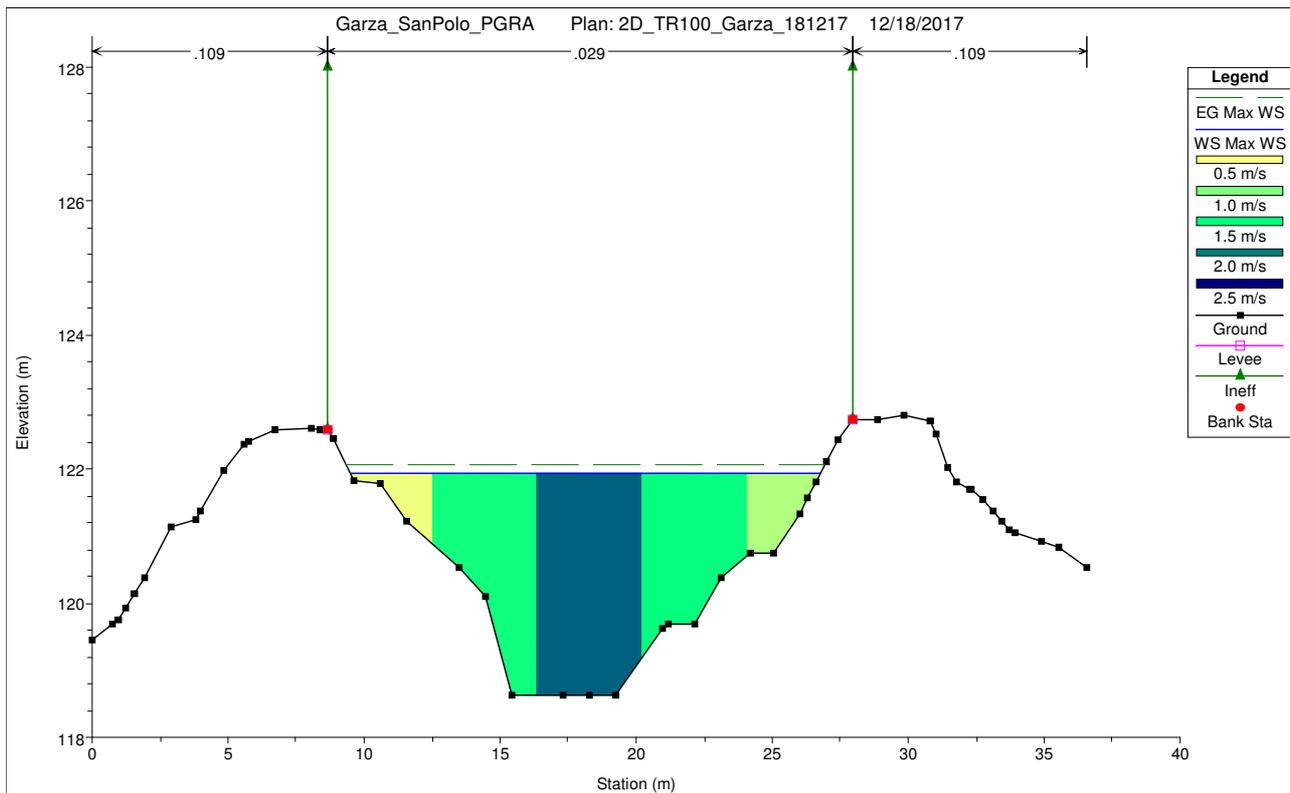
SEZIONE n°689.00



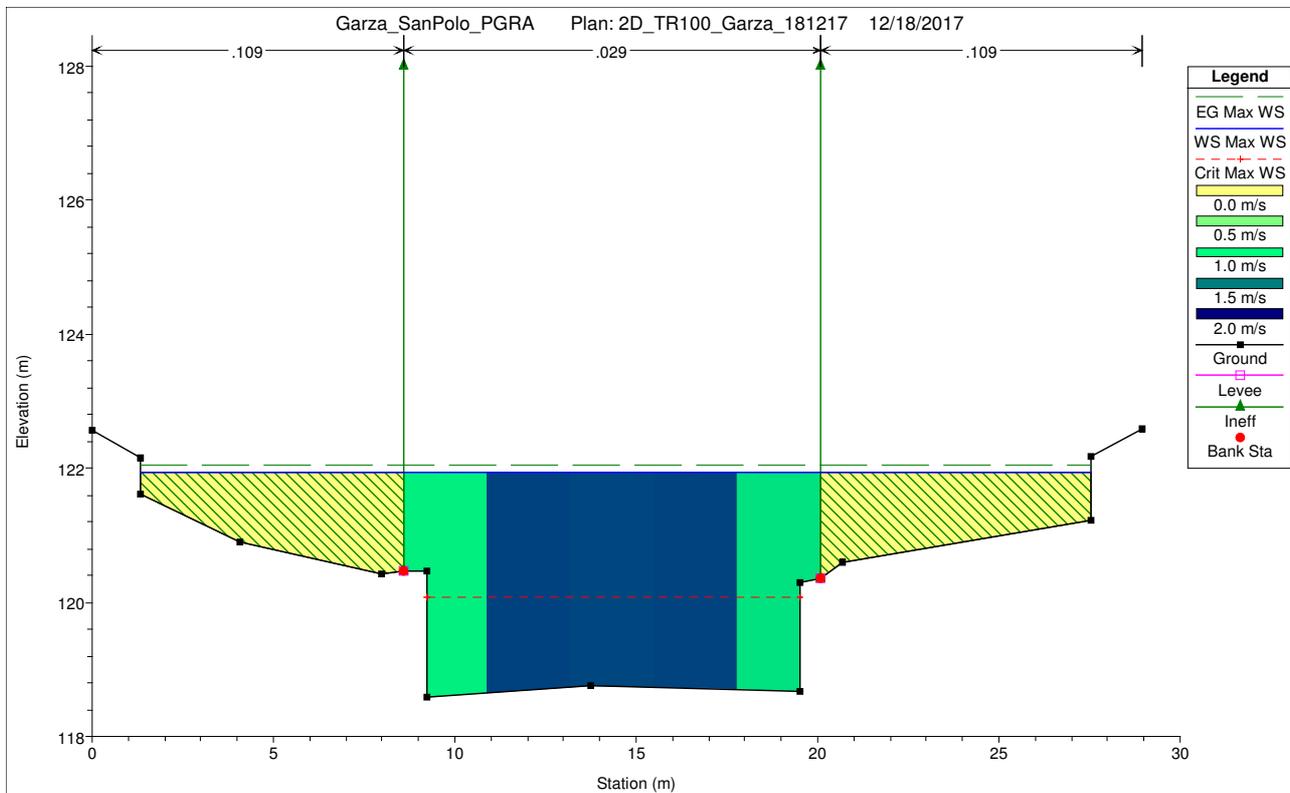
SEZIONE n°669.00



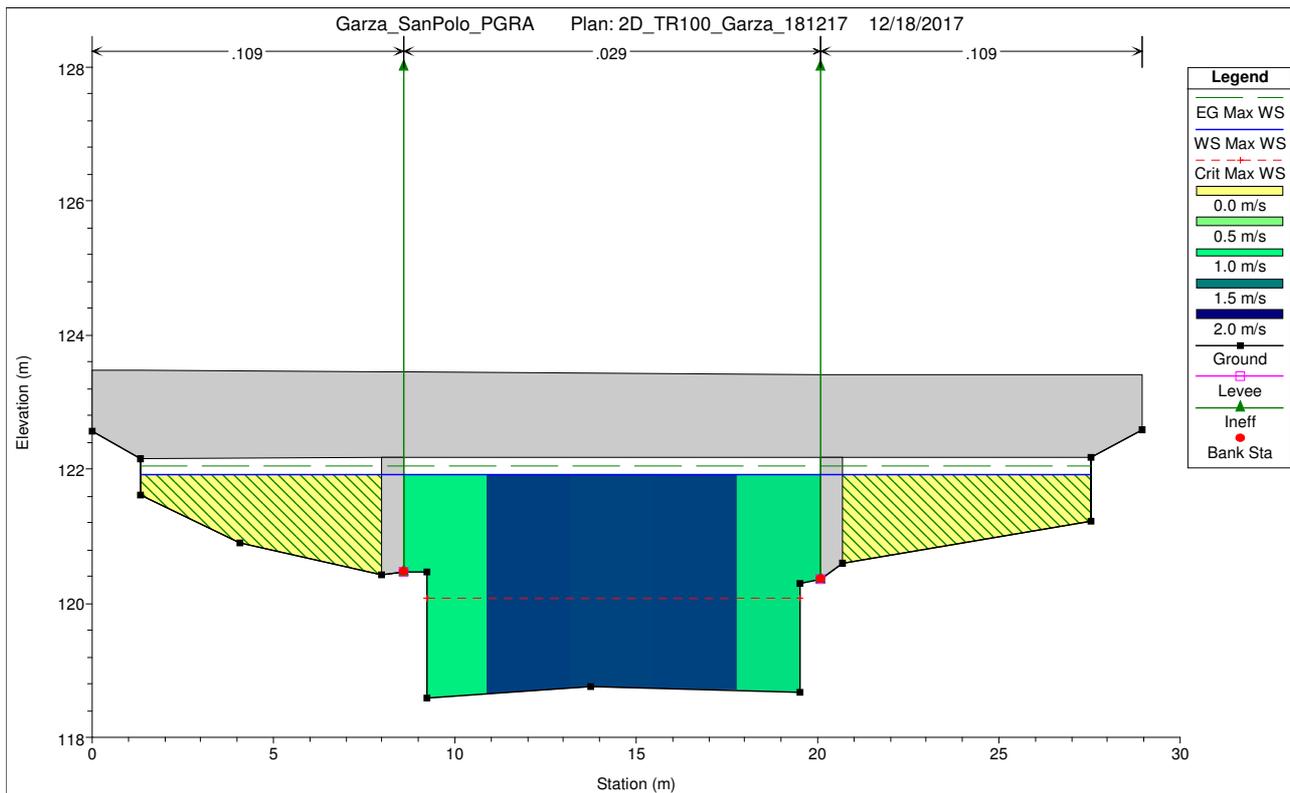
SEZIONE n°636.00



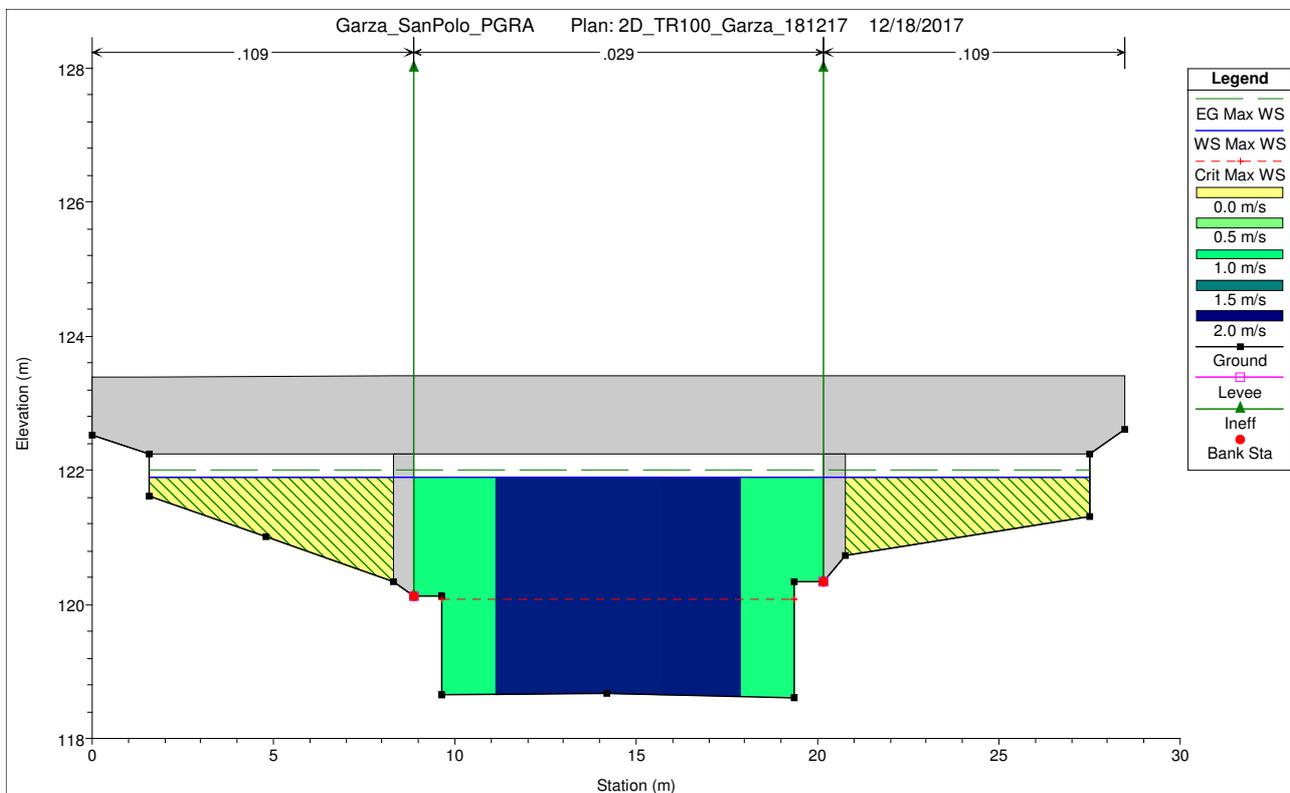
SEZIONE n°616.00



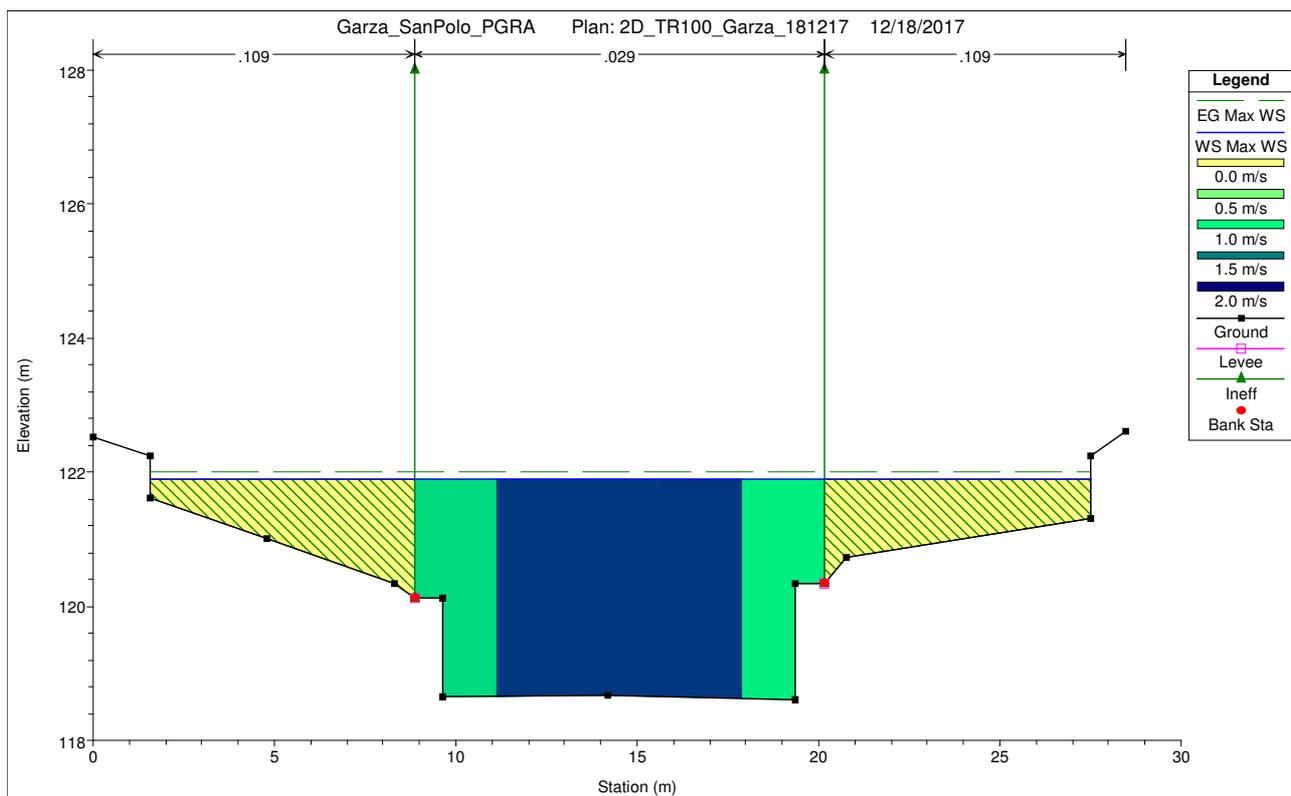
SEZIONE n°615.00 Ponte sezione di monte



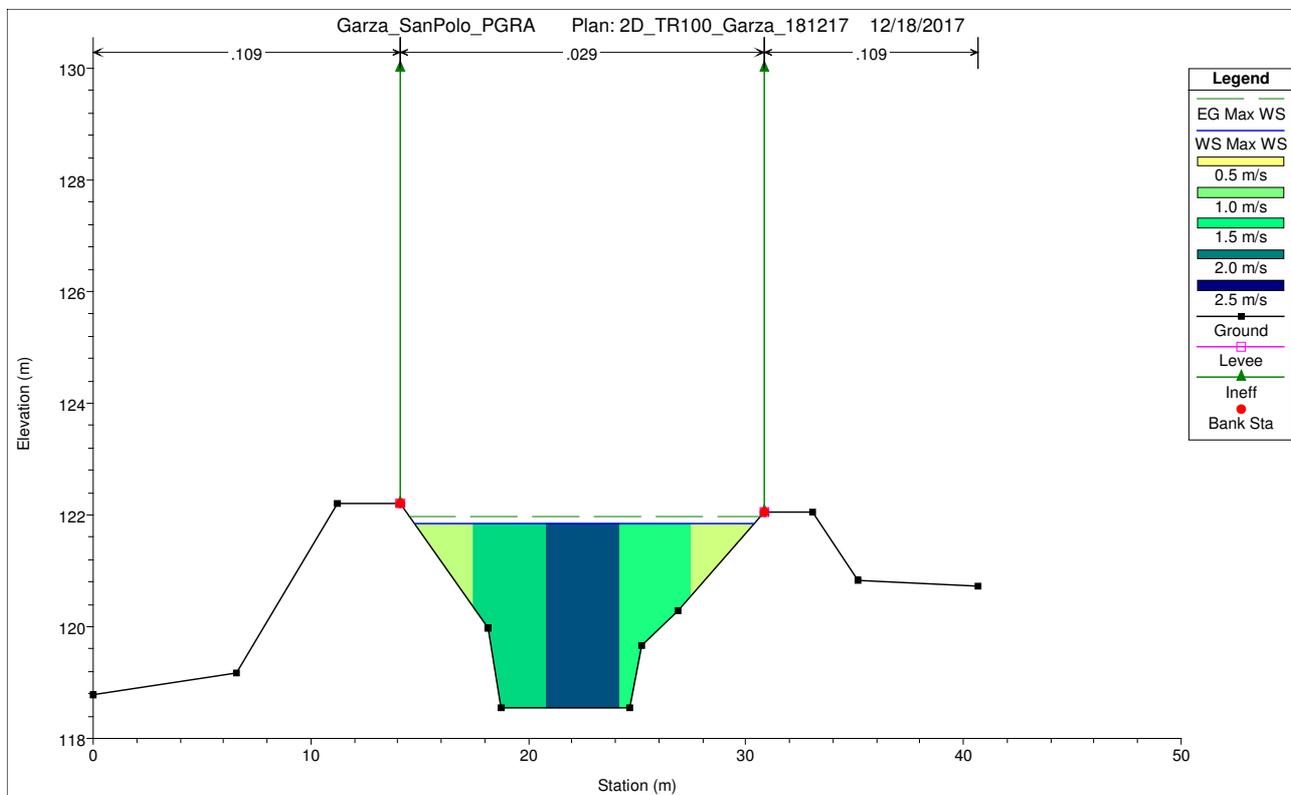
SEZIONE n°615.00 Ponte sezione di valle



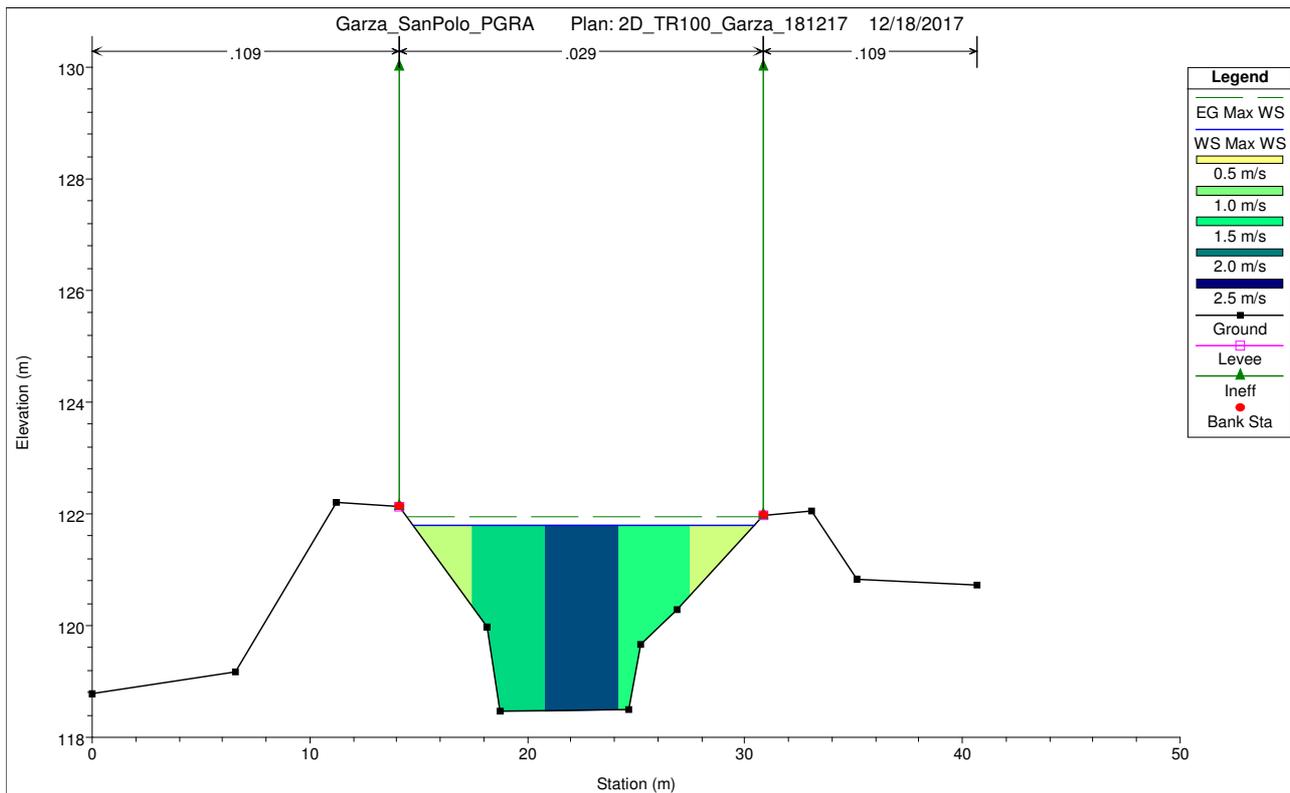
SEZIONE n°571.00



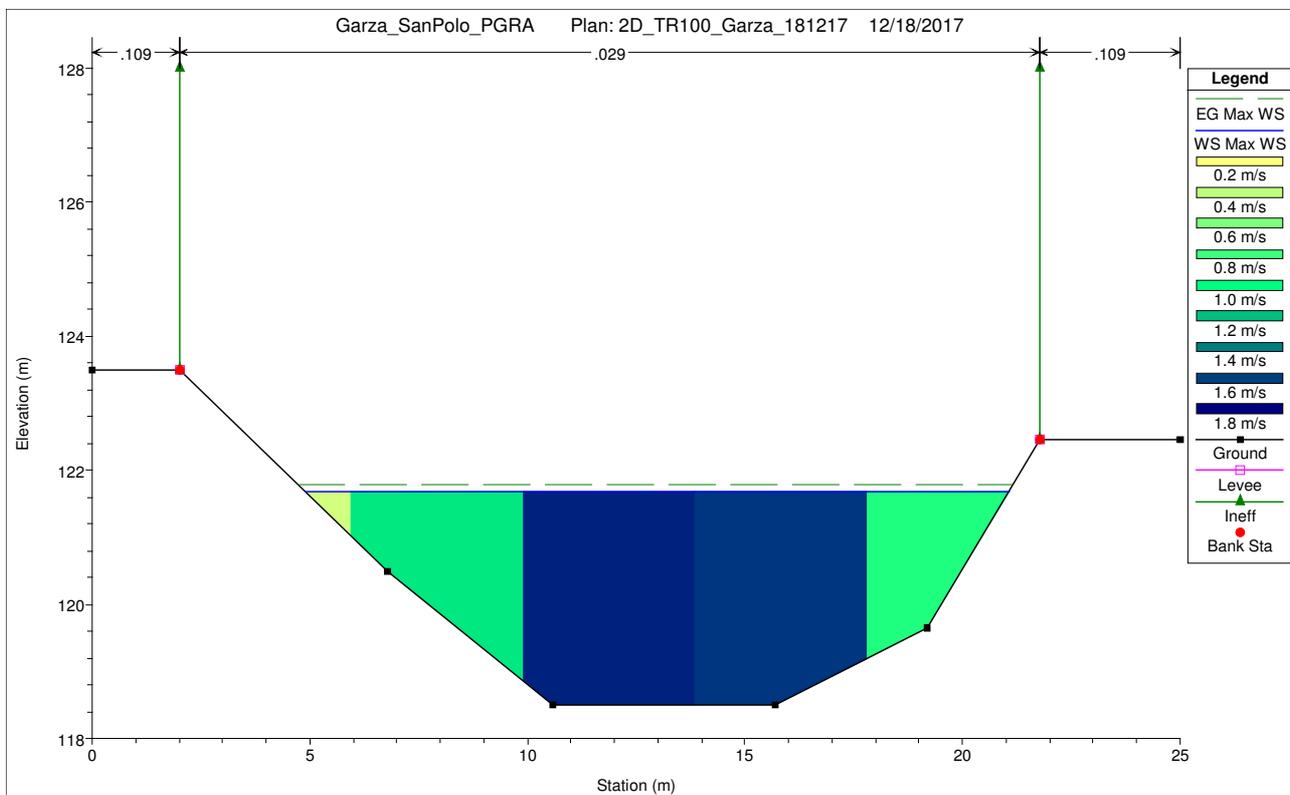
SEZIONE n°541.00



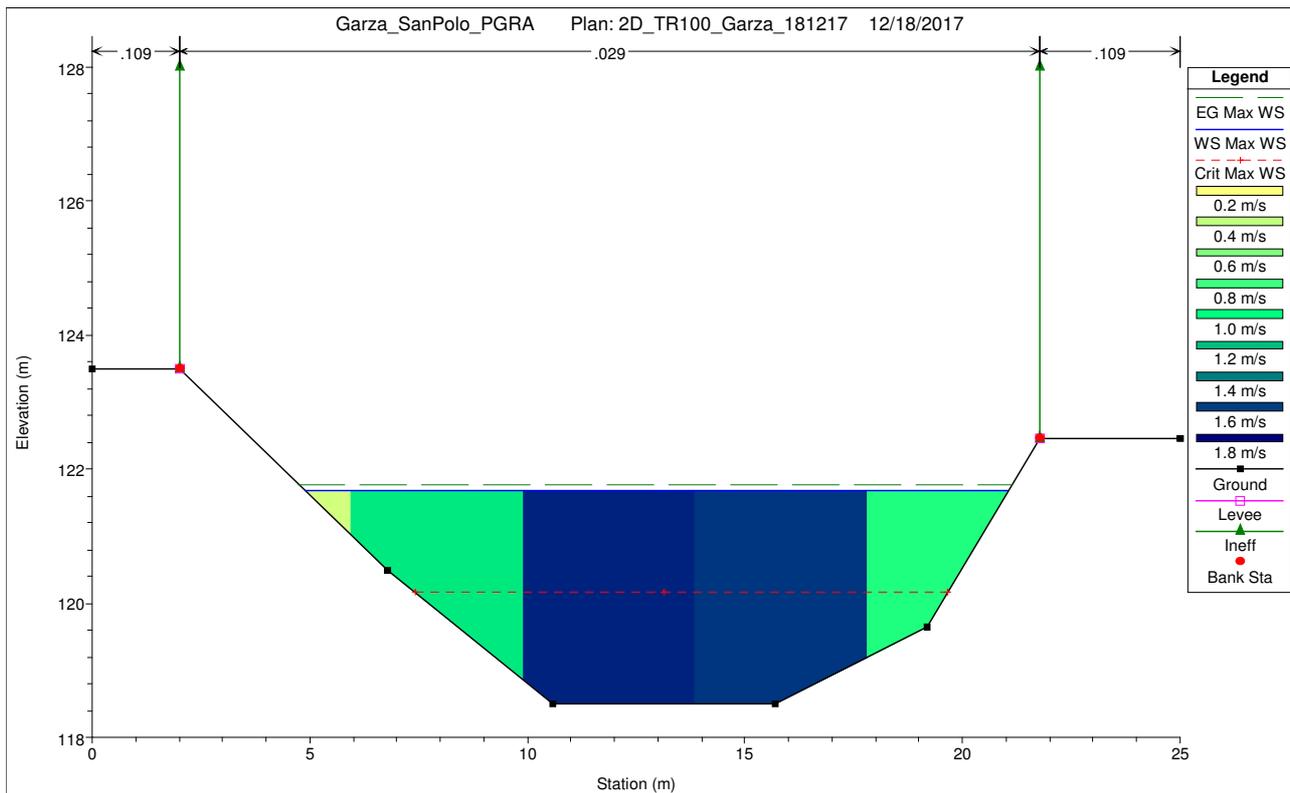
SEZIONE n°499.00



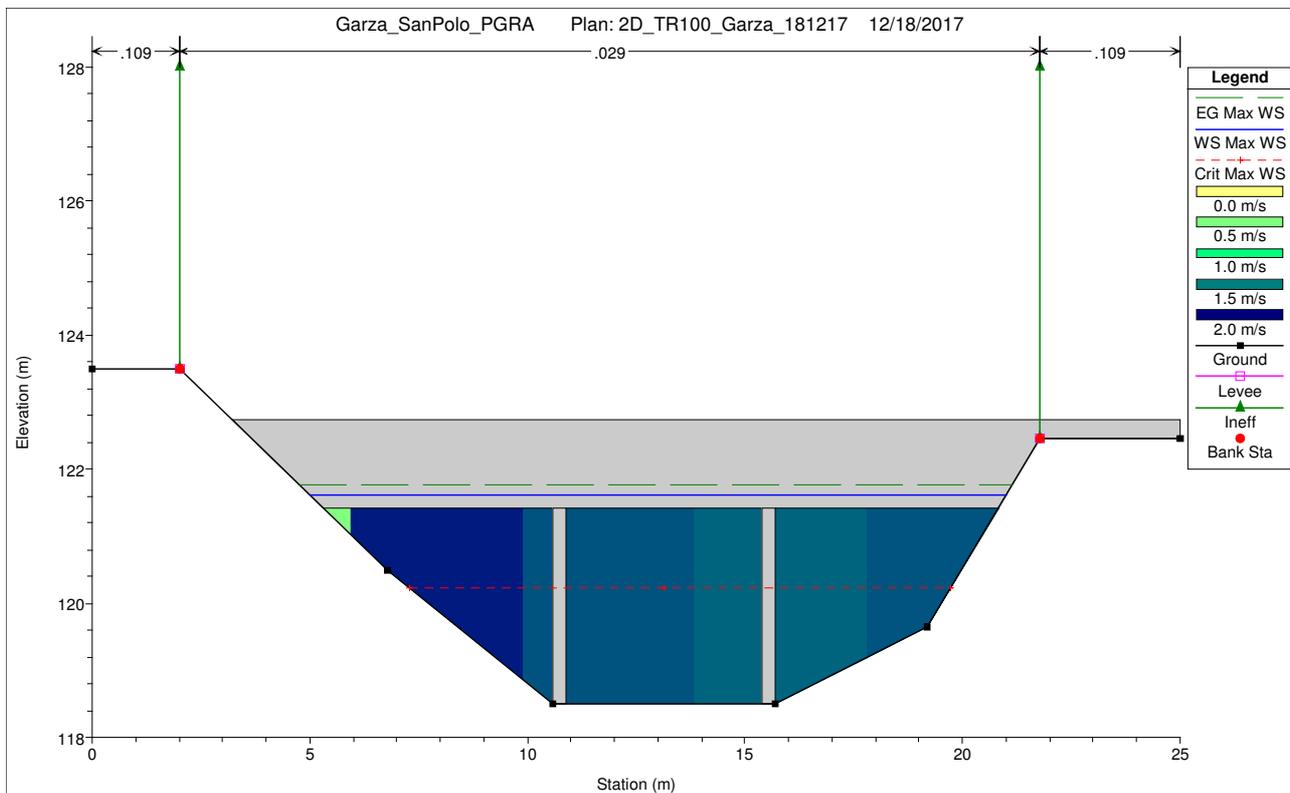
SEZIONE n°324.00



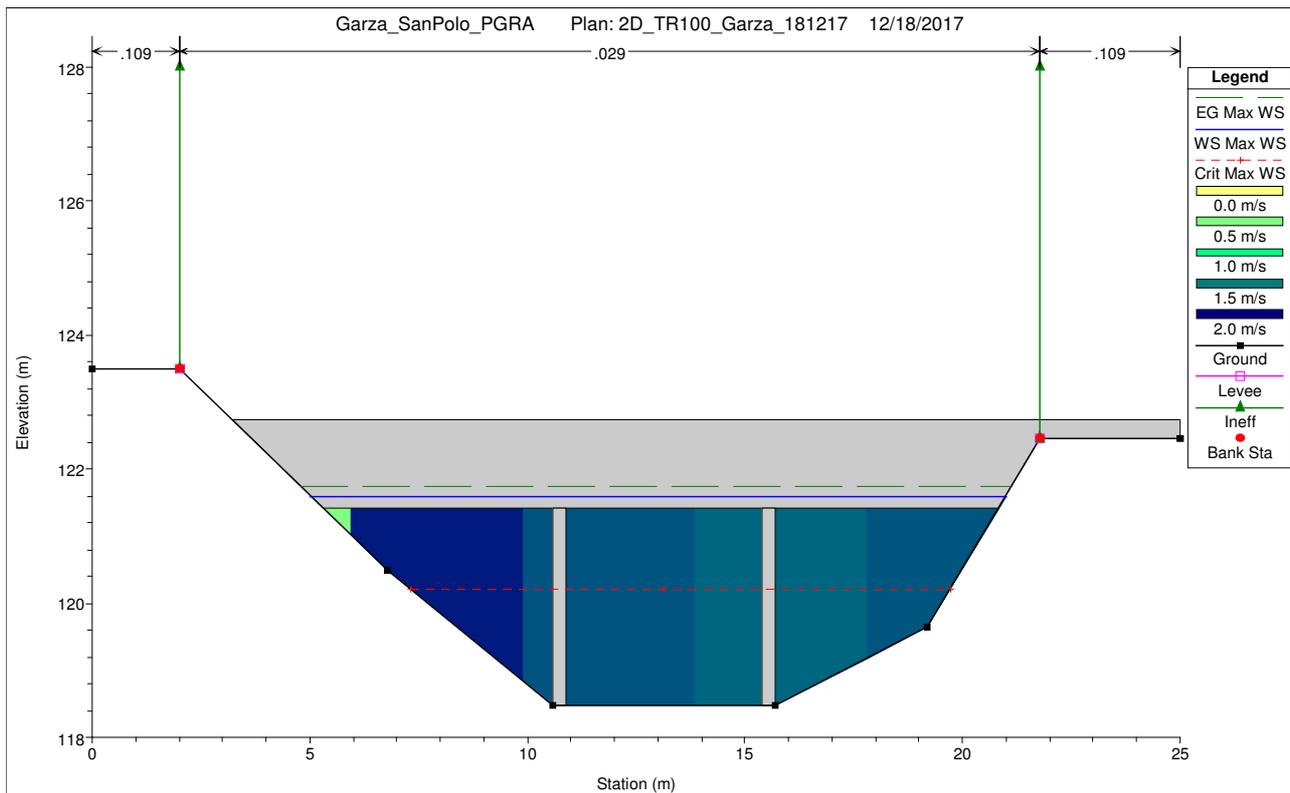
SEZIONE n°319.00



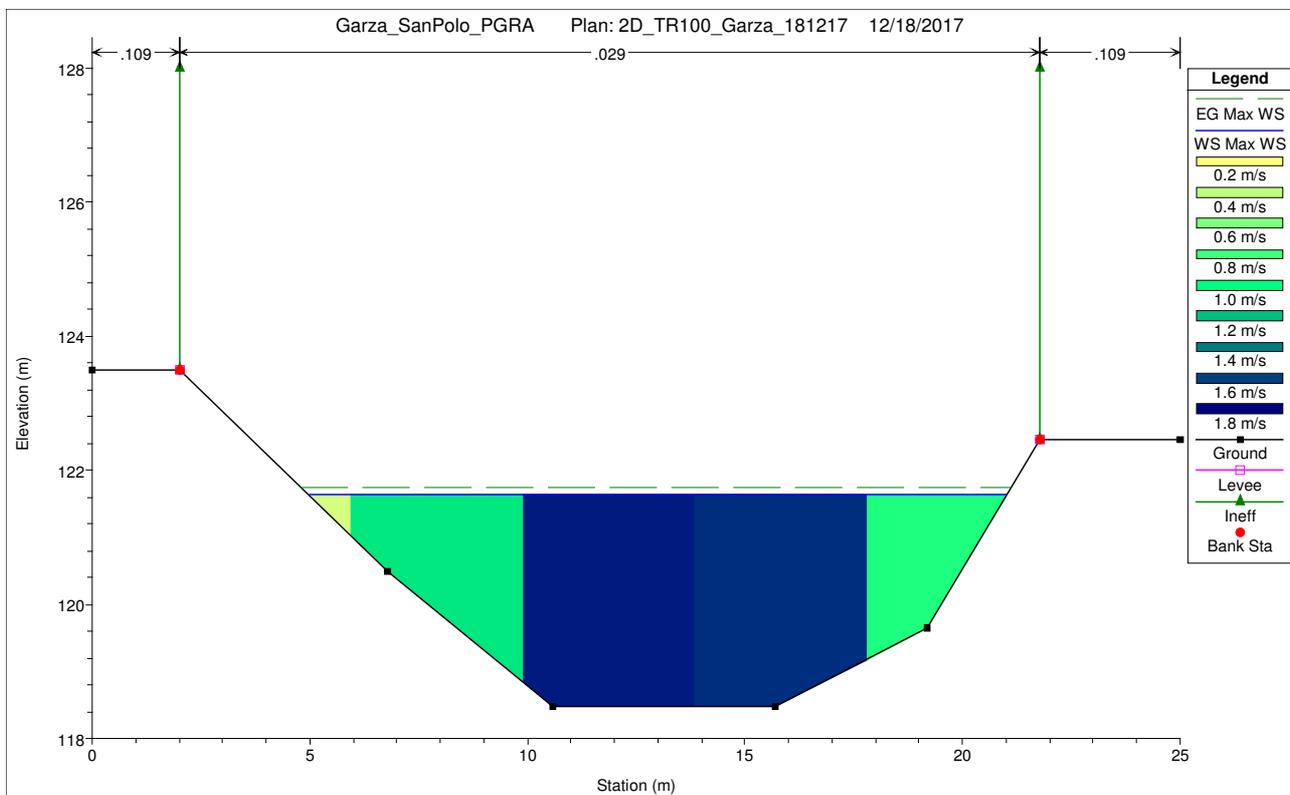
SEZIONE n°318.00 Ponte sezione di monte



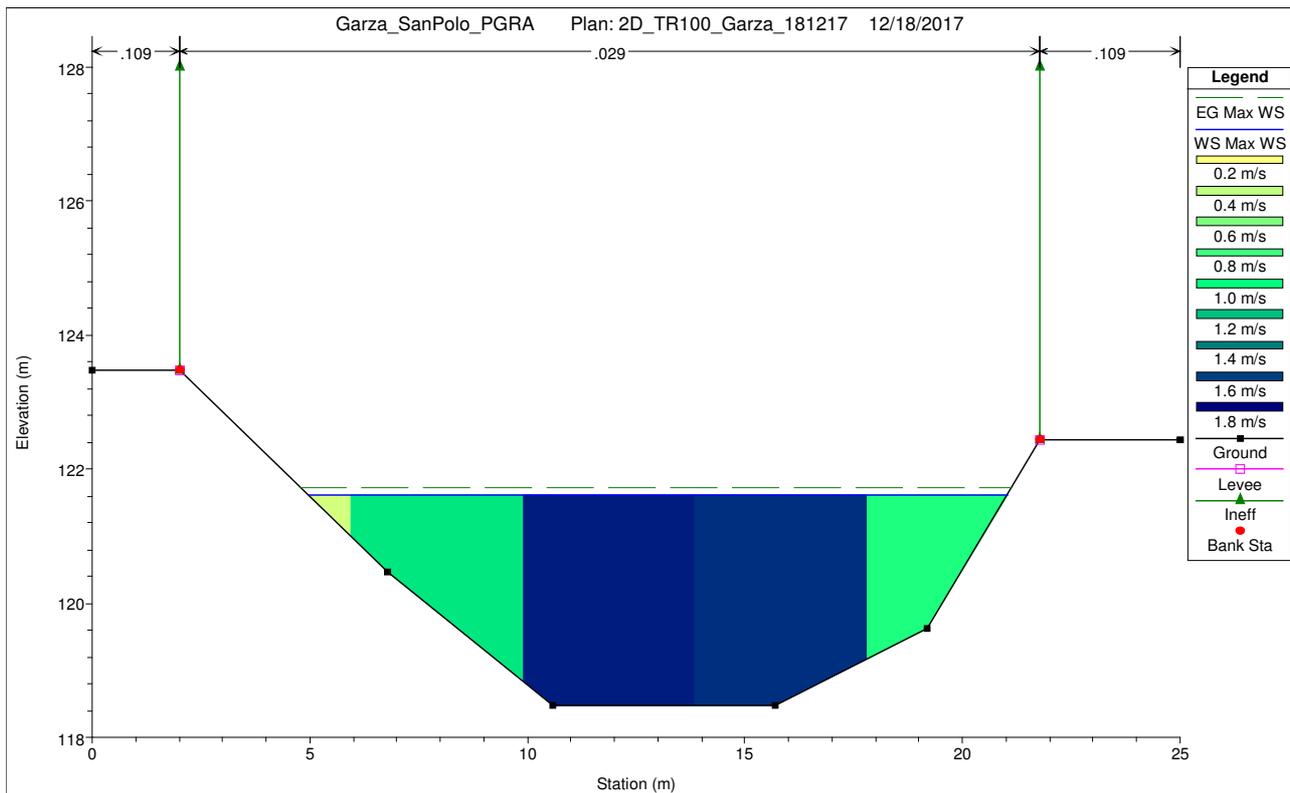
SEZIONE n°318.00 Ponte sezione di valle



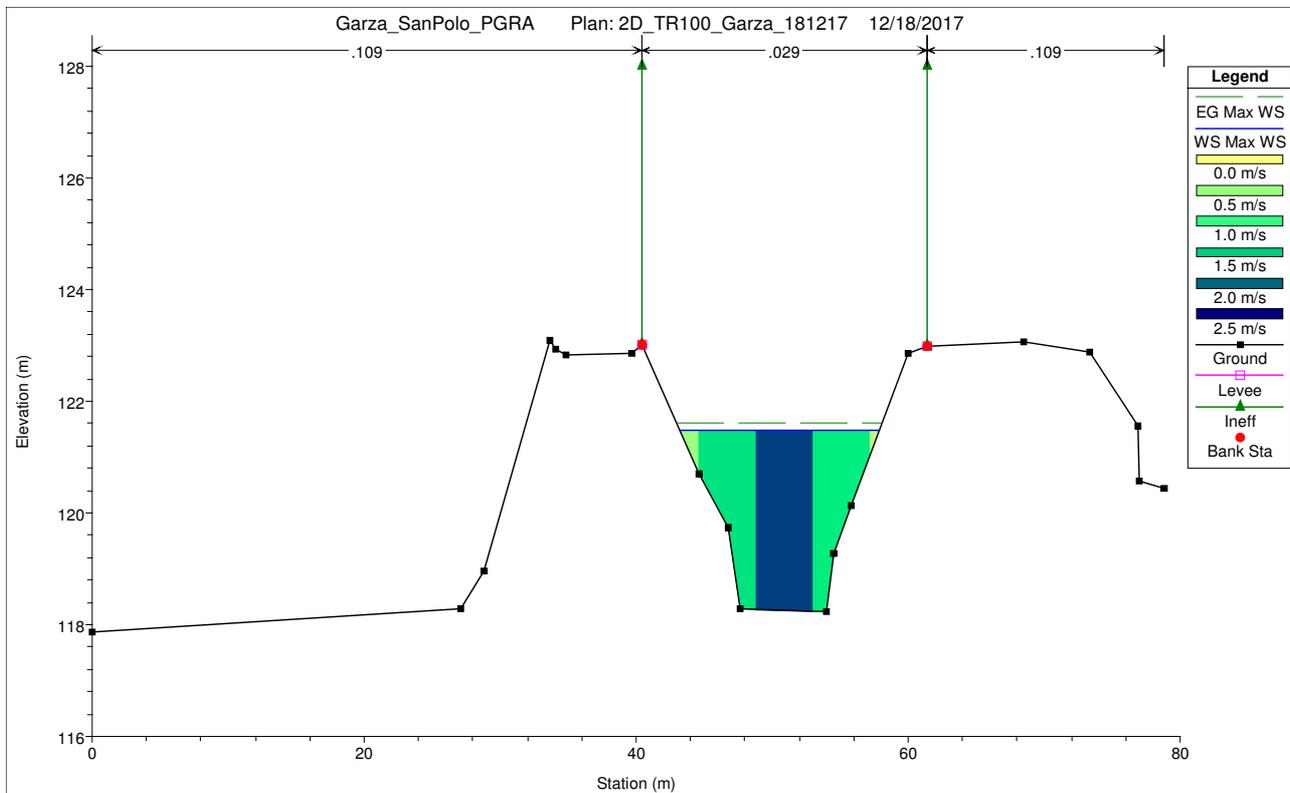
SEZIONE n°313.00



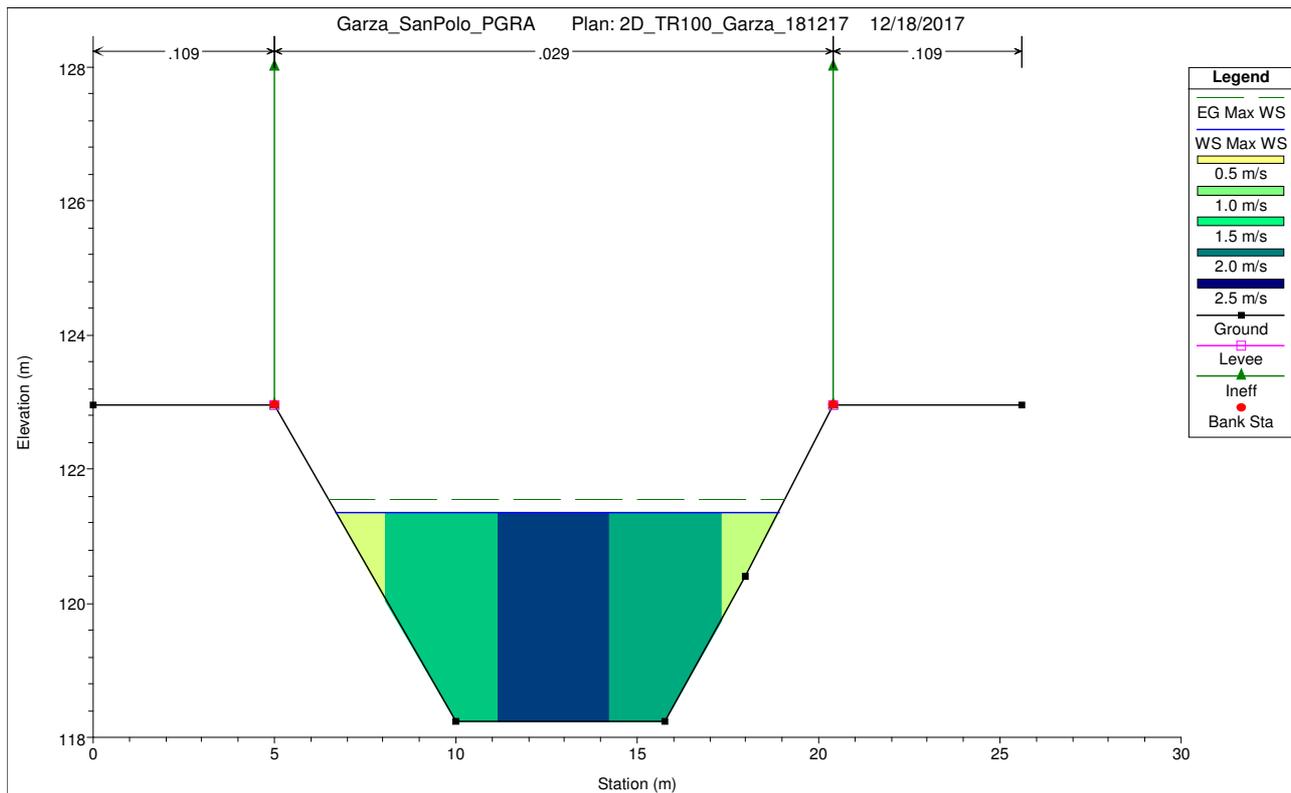
SEZIONE n°303.00



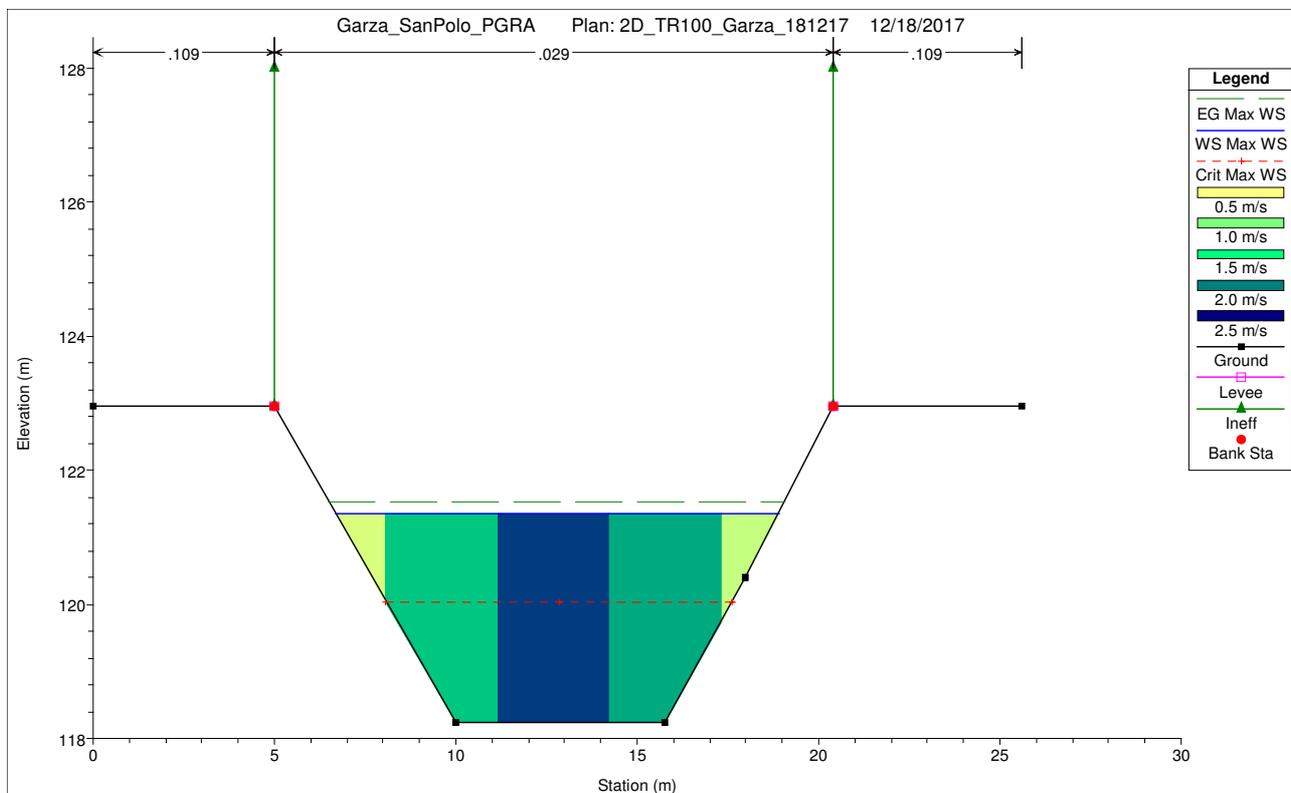
SEZIONE n°183.00



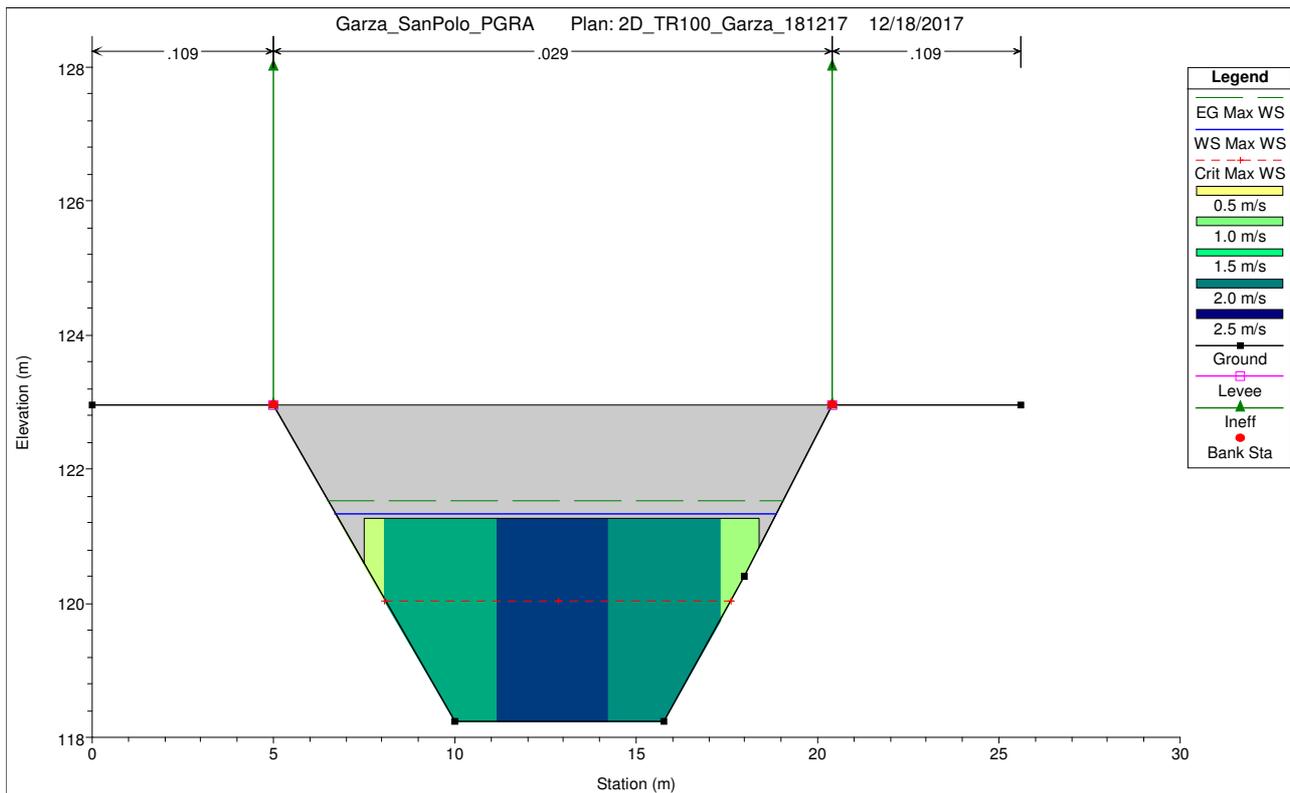
SEZIONE n°113.00



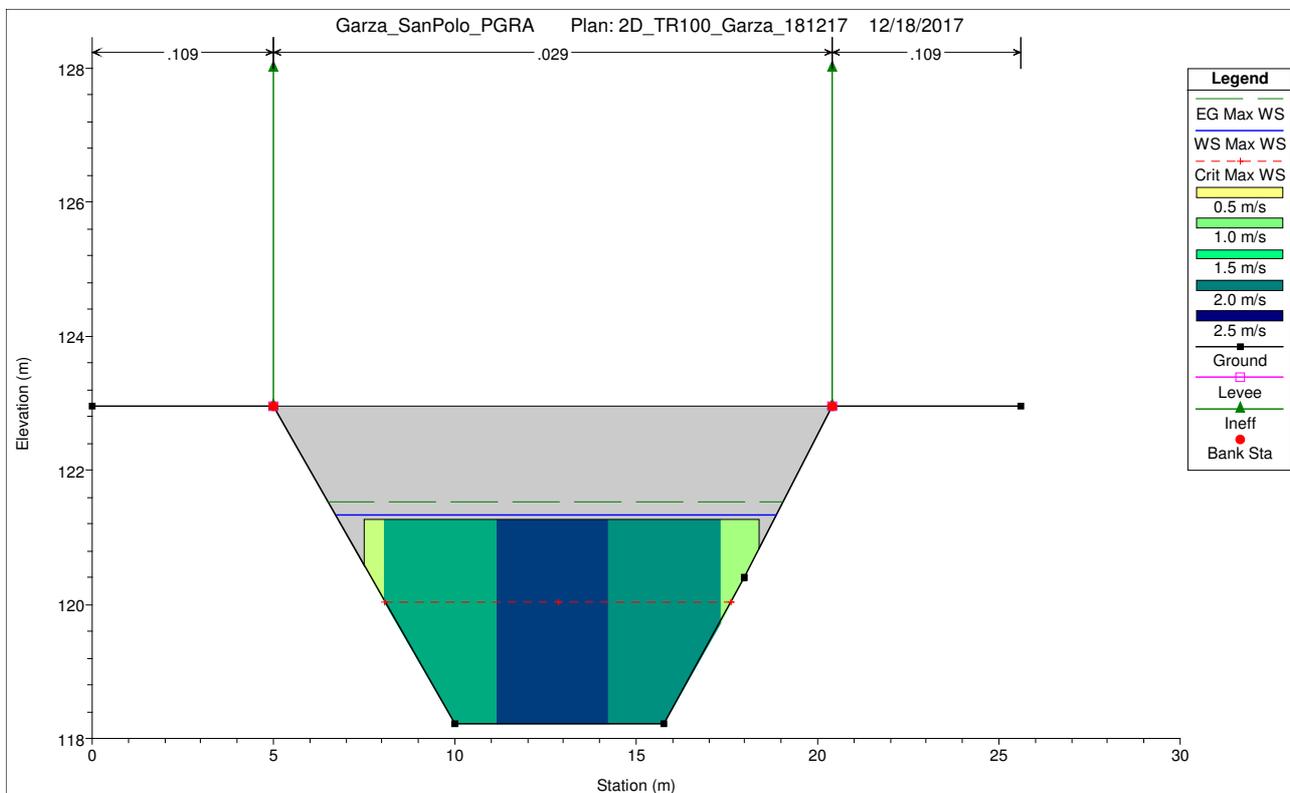
SEZIONE n°108.00



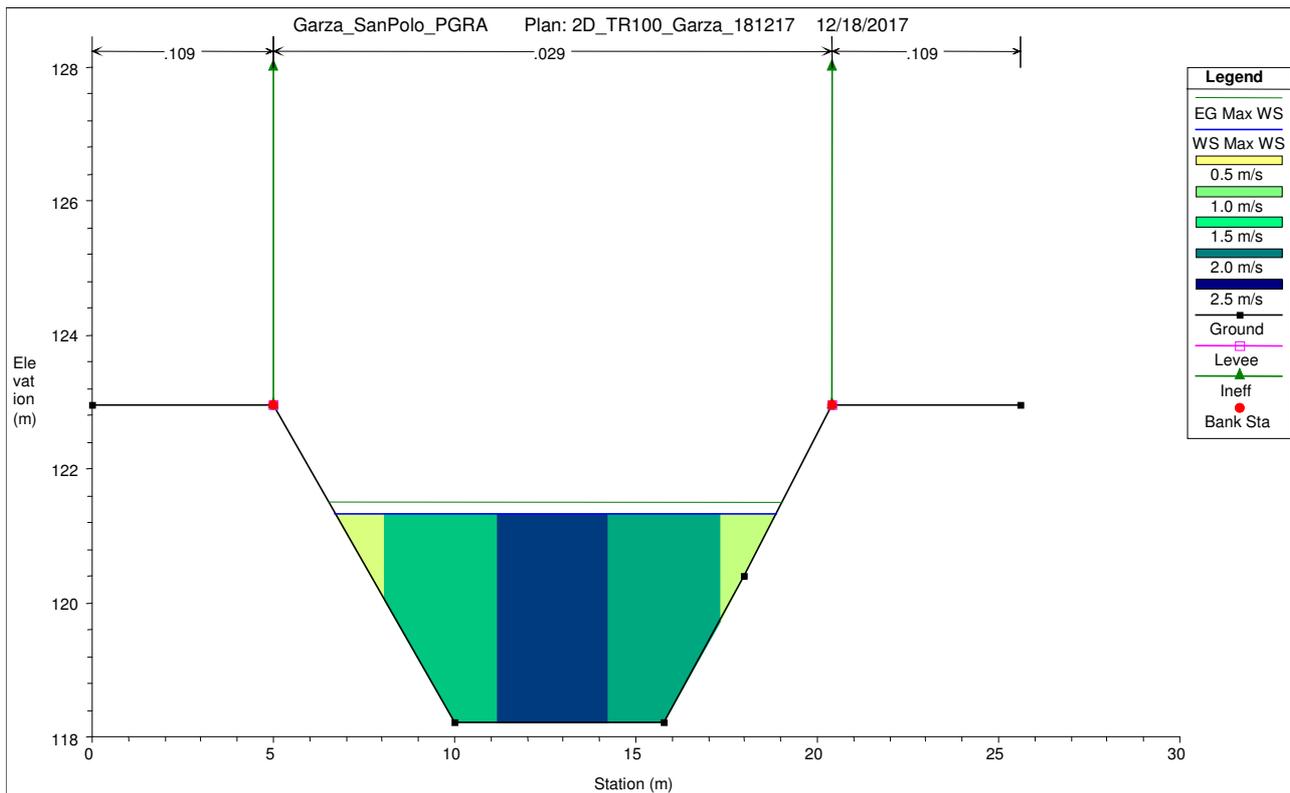
SEZIONE n°107.00 Ponte sezione monte



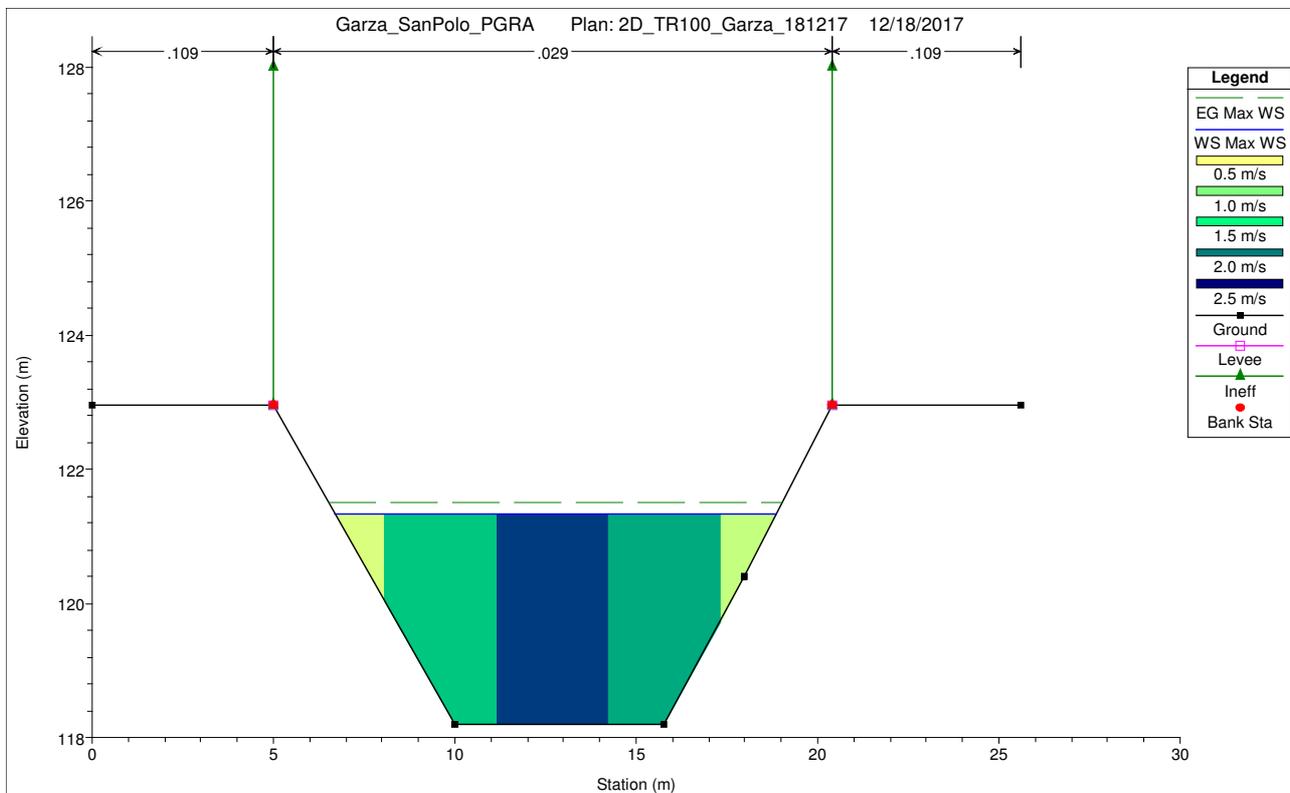
SEZIONE n°107.00 Ponte sezione valle



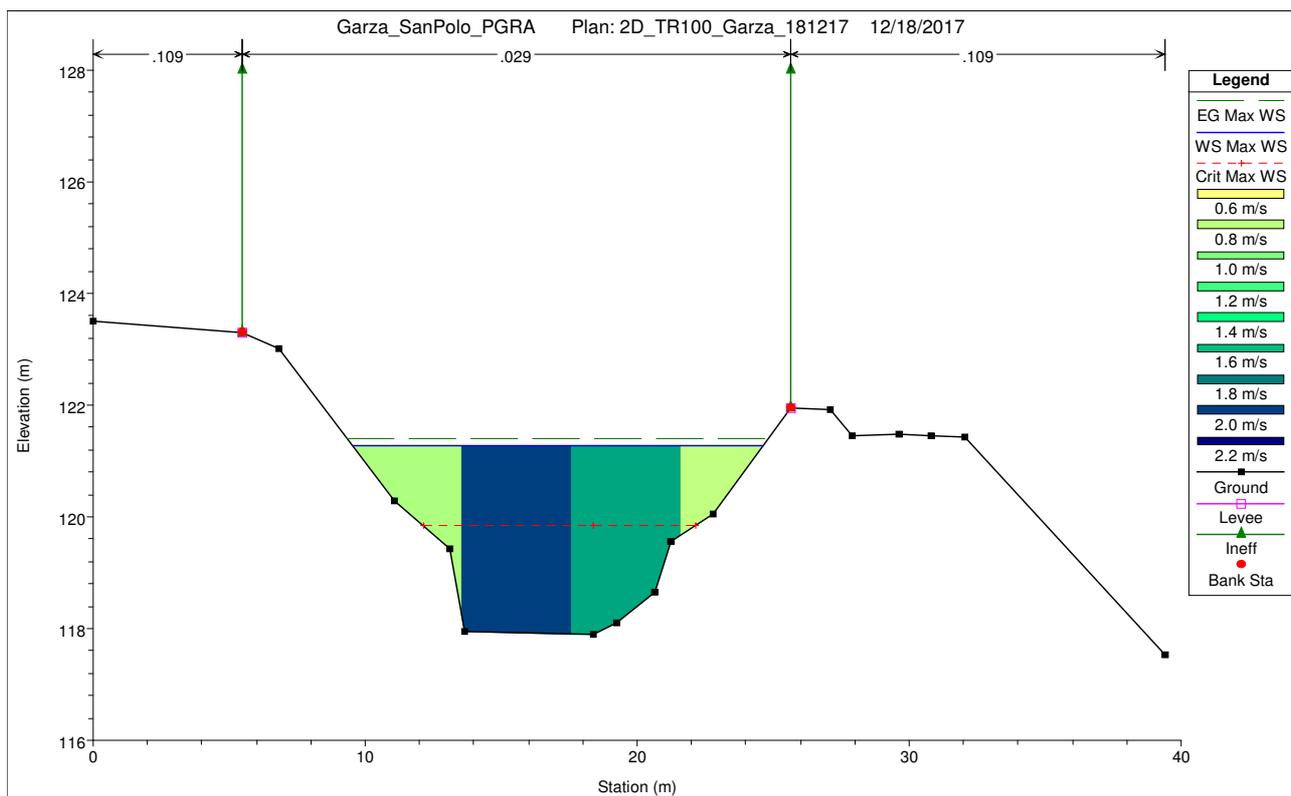
SEZIONE n°105.00



SEZIONE n°100.00

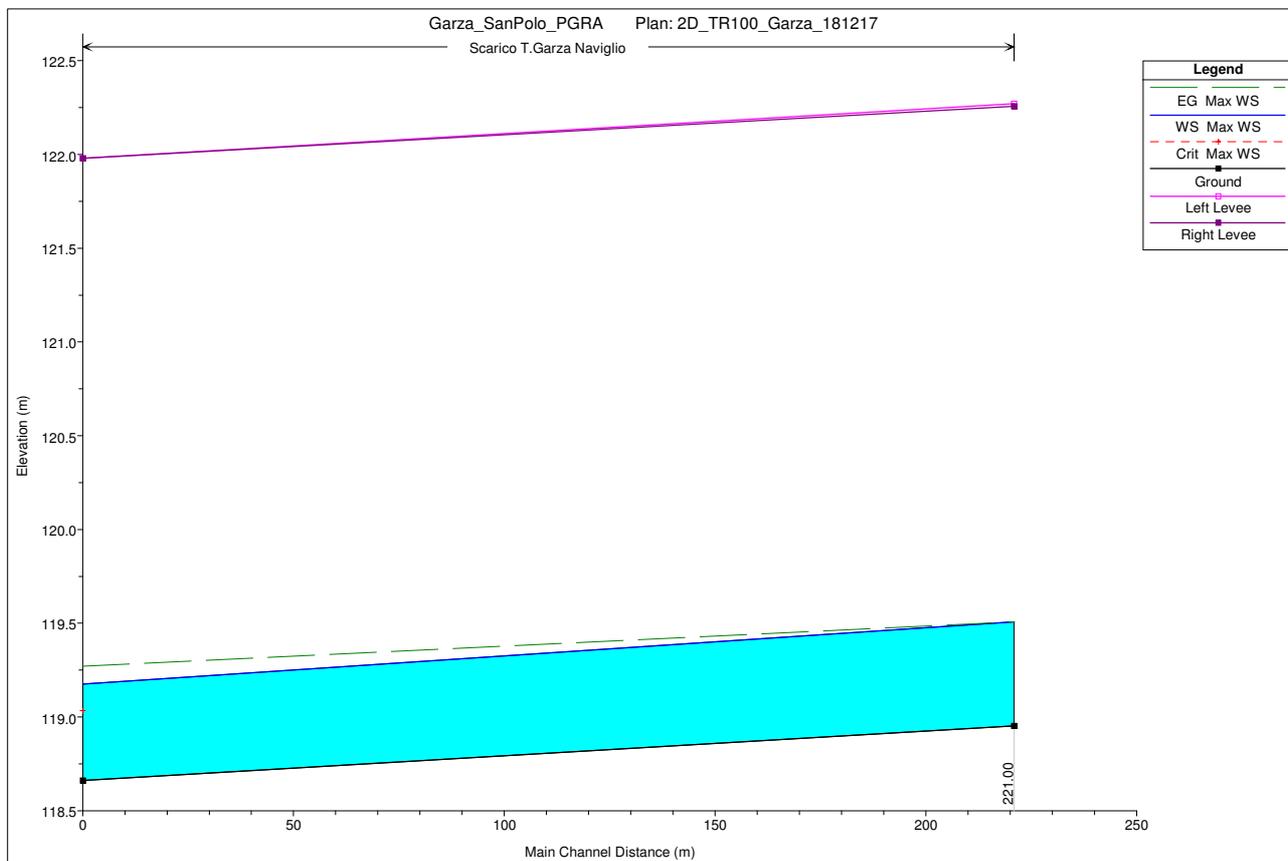


SEZIONE n°000.00

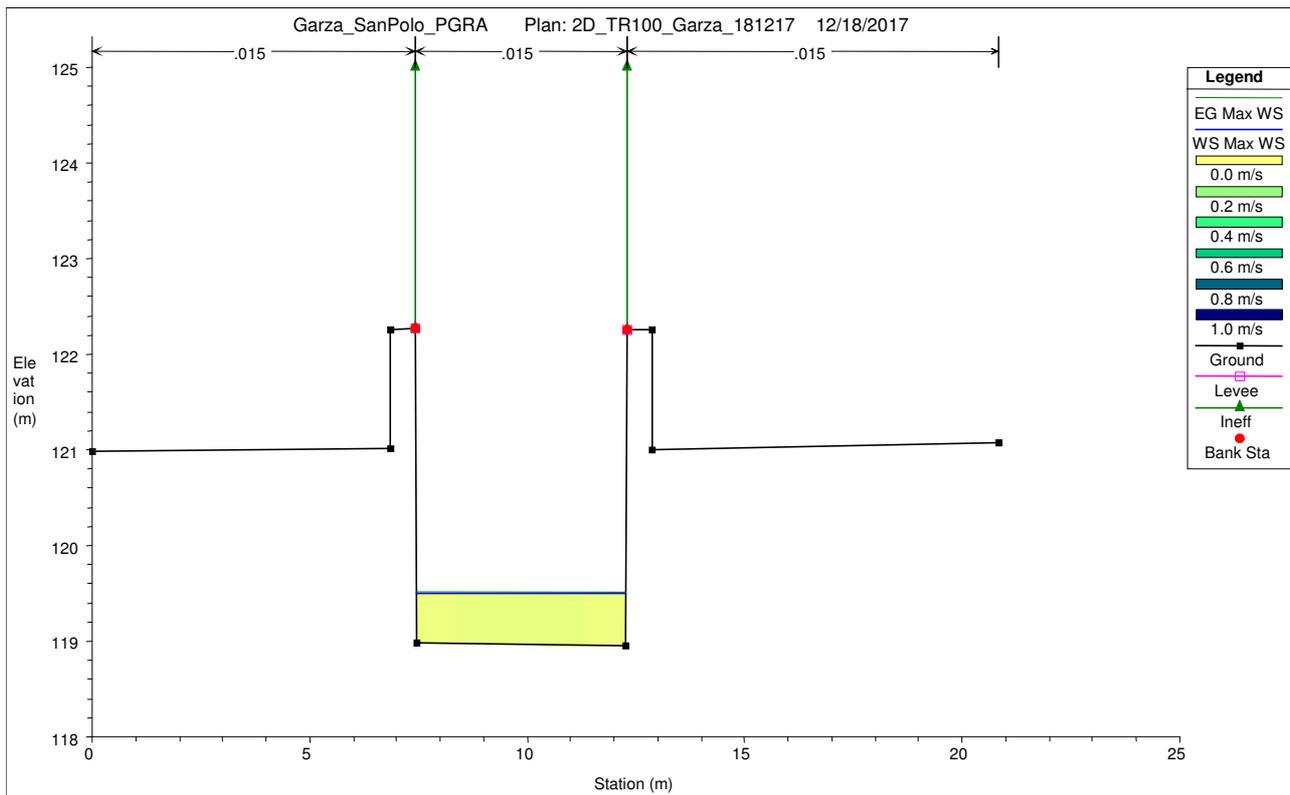


Naviglio Inferiore - Scarico del T. Garza

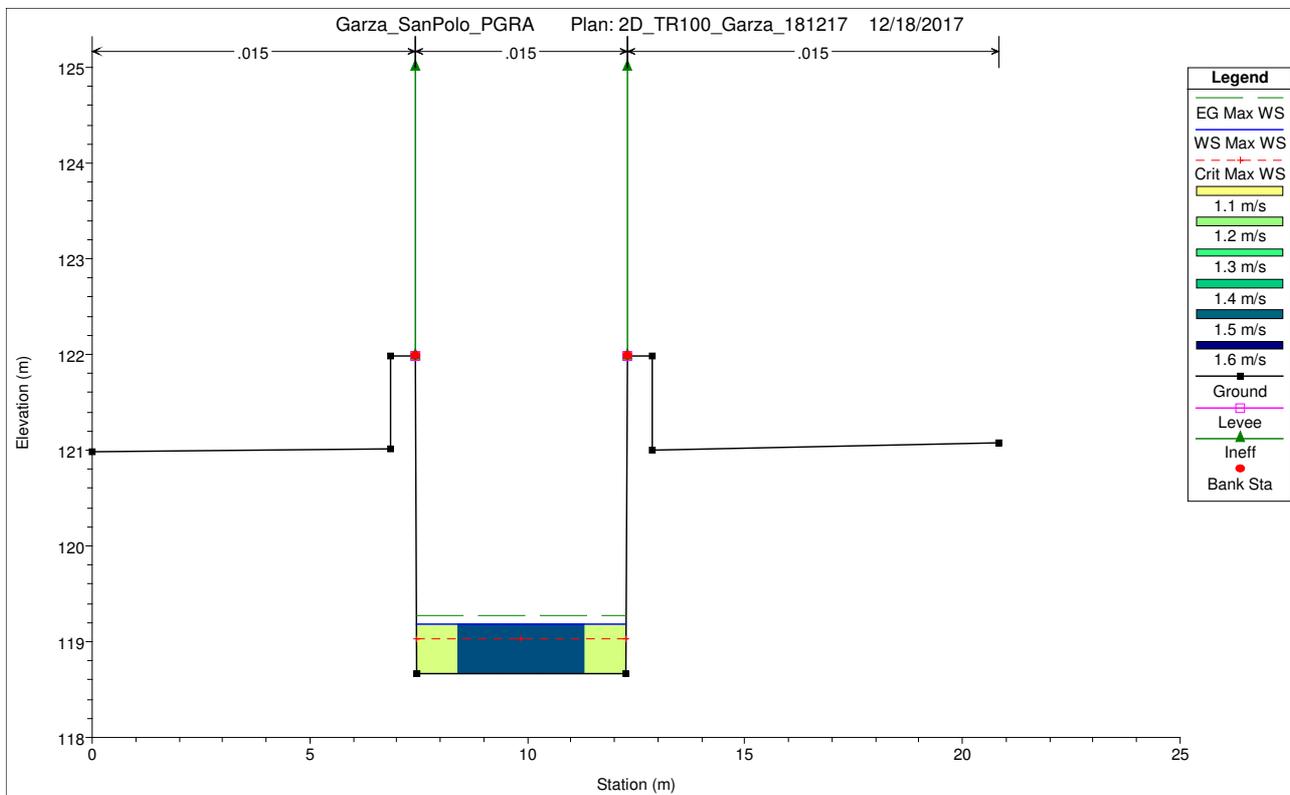
PROFILO IDRAULICO



SEZIONE n°221.00



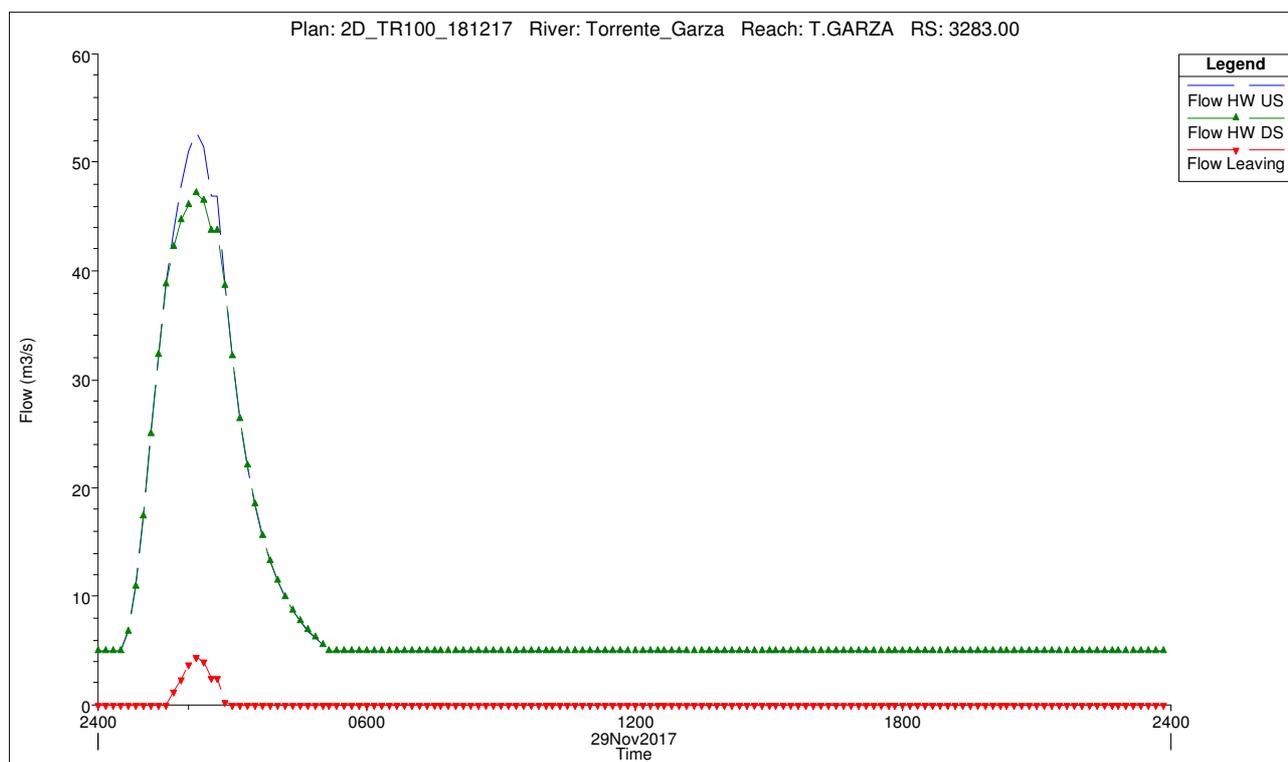
SEZIONE n°000.00



CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO DEI COLLEGAMENTI IDRAULICI

TORRENTE GARZA

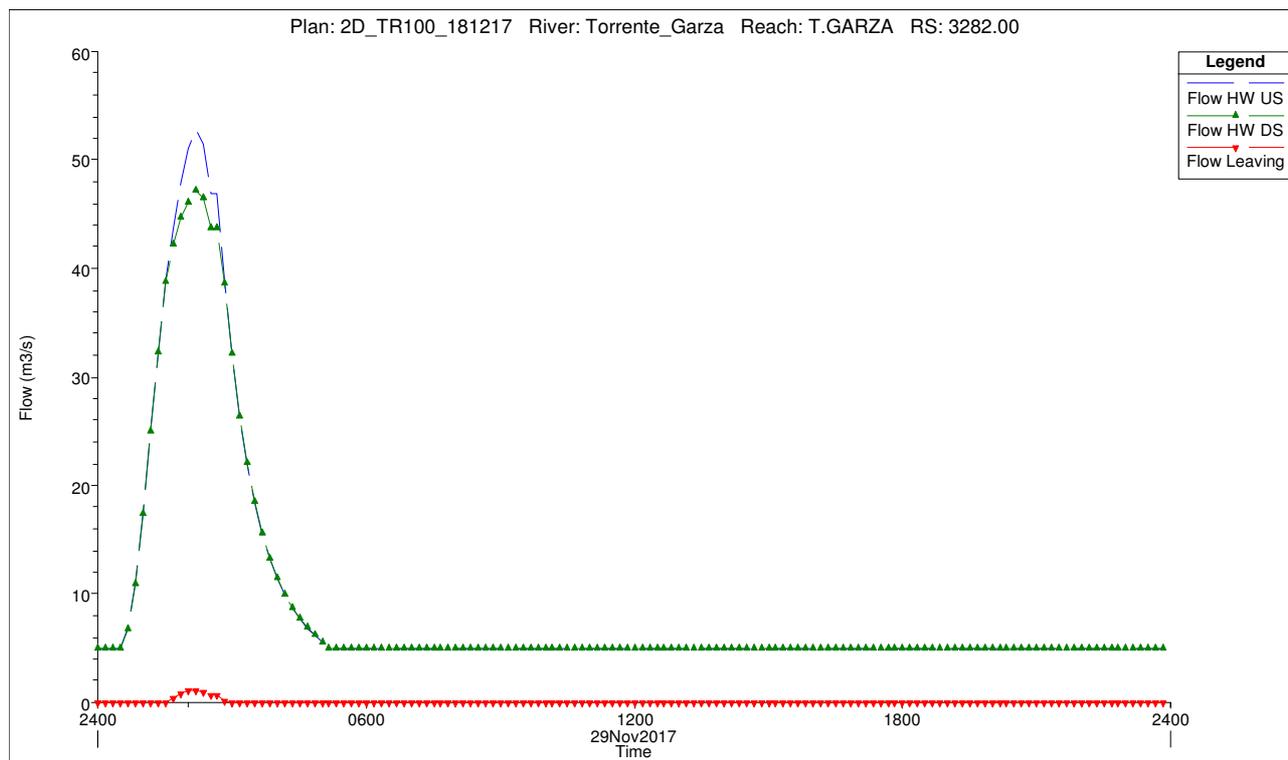
SFIORATORE (sponda destra tra sez. 3284.00 e sez. 3253.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 30,70 m
- Collegato all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 1,1
- Portata massima tracimata 4,41 m³/s (dato ore 2:10)
- Volume totale tracimato 12'610,00 m³
- Portata massima transitata a monte 52,84 m³/s (dato ore 2:10)
- Portata massima transitata a valle 47,23m³/s (dato ore 2:10)

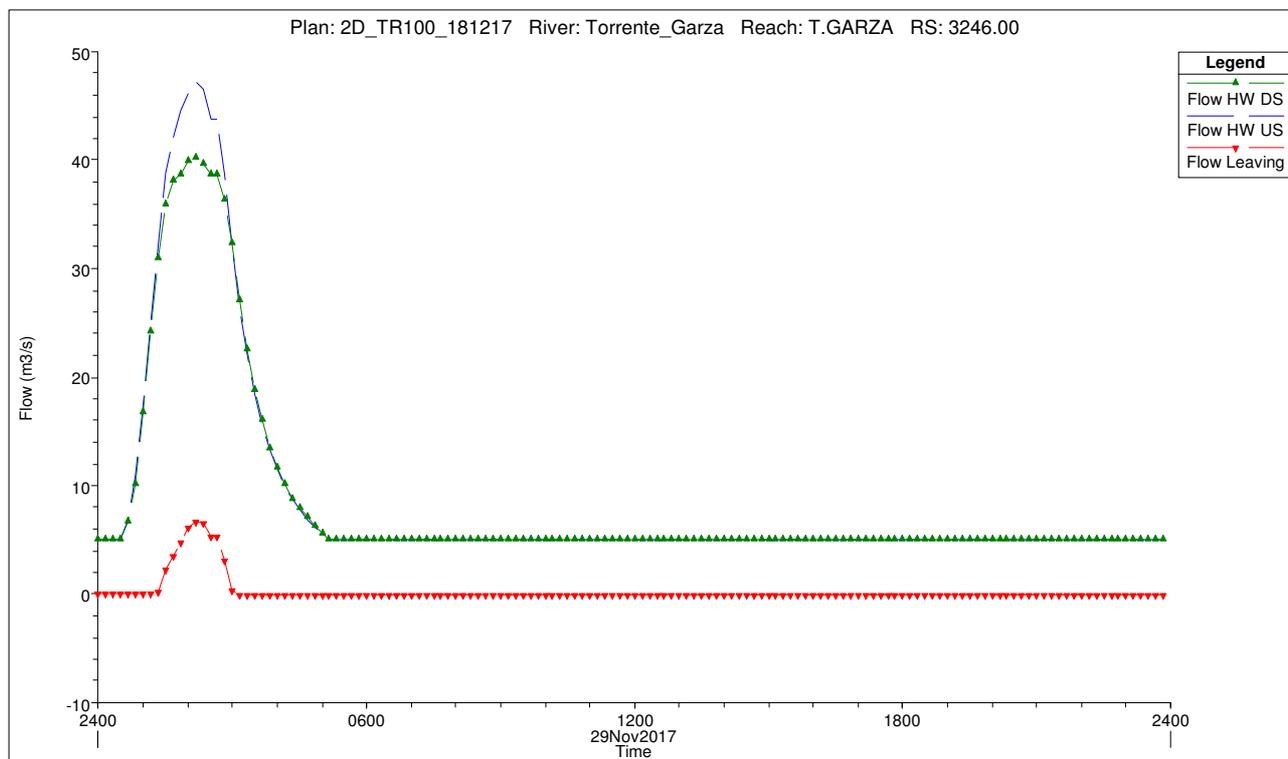
SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 3284.00 e sez. 3253.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 29,92 m
- Collegato all'area di allagamento n°02
- Coefficiente di efflusso 0,85
- Portata massima tracimata 1,17 m³/s (dato ore 2:10)
- Volume totale tracimato 3'530,00 m³
- Portata massima transitata a monte 52,84 m³/s (dato ore 2:10)
- Portata massima transitata a valle 47,23m³/s (dato ore 2:10)

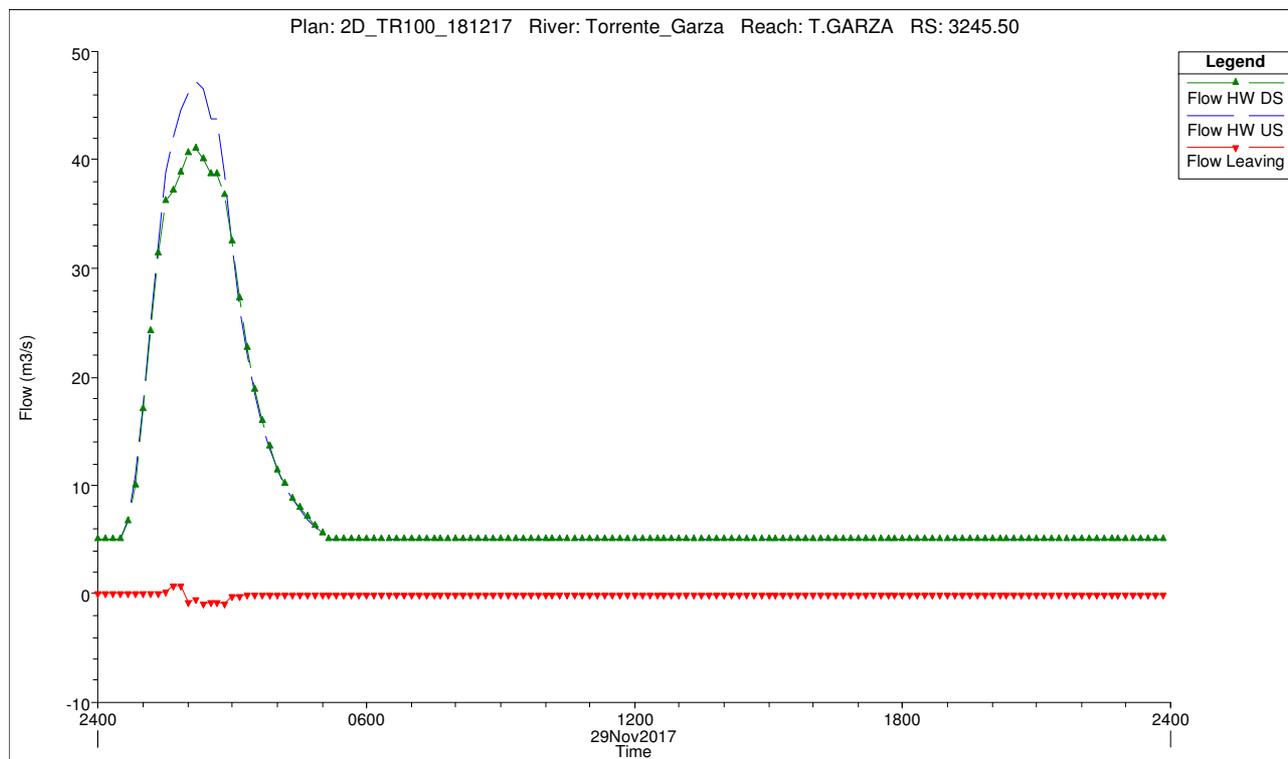
SFIORATORE (sponda destra tra sez. 3247.00 e sez. 3127.50)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 119,16 m
- Collegato all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,2
- Portata massima tracimata 6,70 m³/s (dato ore 2:10)
- Volume totale tracimato 26'330,00 m³
- Portata massima transitata a monte 47,23 m³/s (dato ore 2:10)
- Portata massima transitata a valle 40,15m³/s (dato ore 2:10)

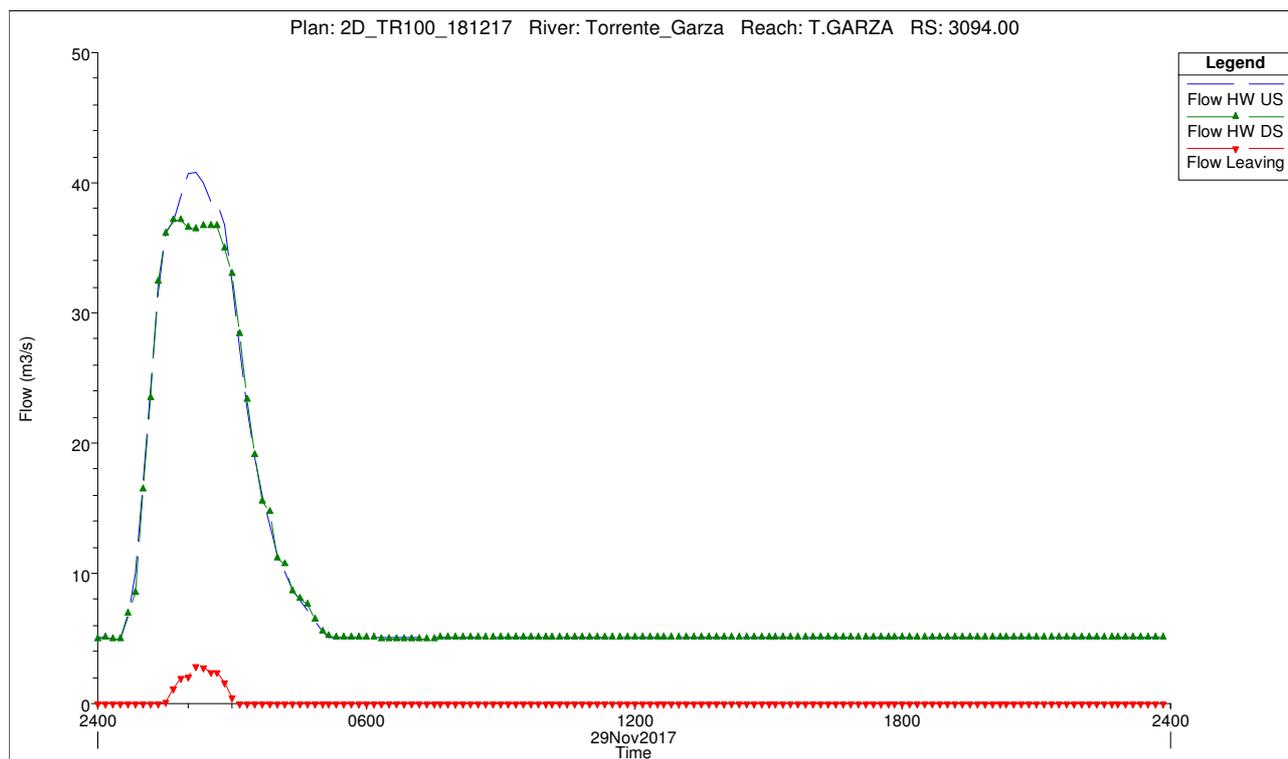
SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 3247.00 e sez. 3104.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 141,86 m
- Collegato all'area di allagamento n°02
- Coefficiente di efflusso 0,85
- Portata massima tracimata 0,73 m³/s (dato ore 1:40)
- Volume totale tracimato -2'370,00 m³
- Portata massima transitata a monte 47,23 m³/s (dato ore 2:10)
- Portata massima transitata a valle 41,05m³/s (dato ore 2:10)

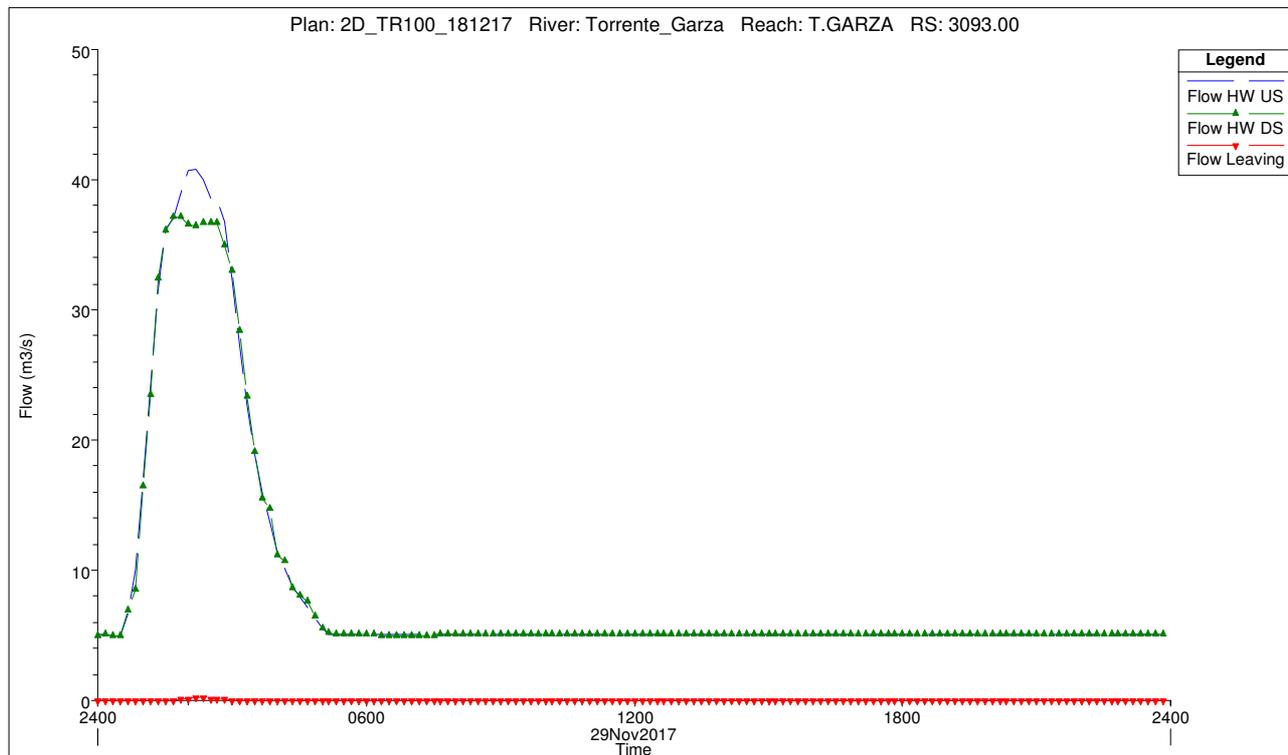
SFIORATORE (sponda destra tra sez. 3095.00 e sez. 2915.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 178,64 m
- Collegato all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,35
- Portata massima tracimata 2,90 m³/s (dato ore 2:10)
- Volume totale tracimato 10'740,00 m³
- Portata massima transitata a monte 40,77 m³/s (dato ore 2:10)
- Portata massima transitata a valle 37,15m³/s (dato ore 1:50)

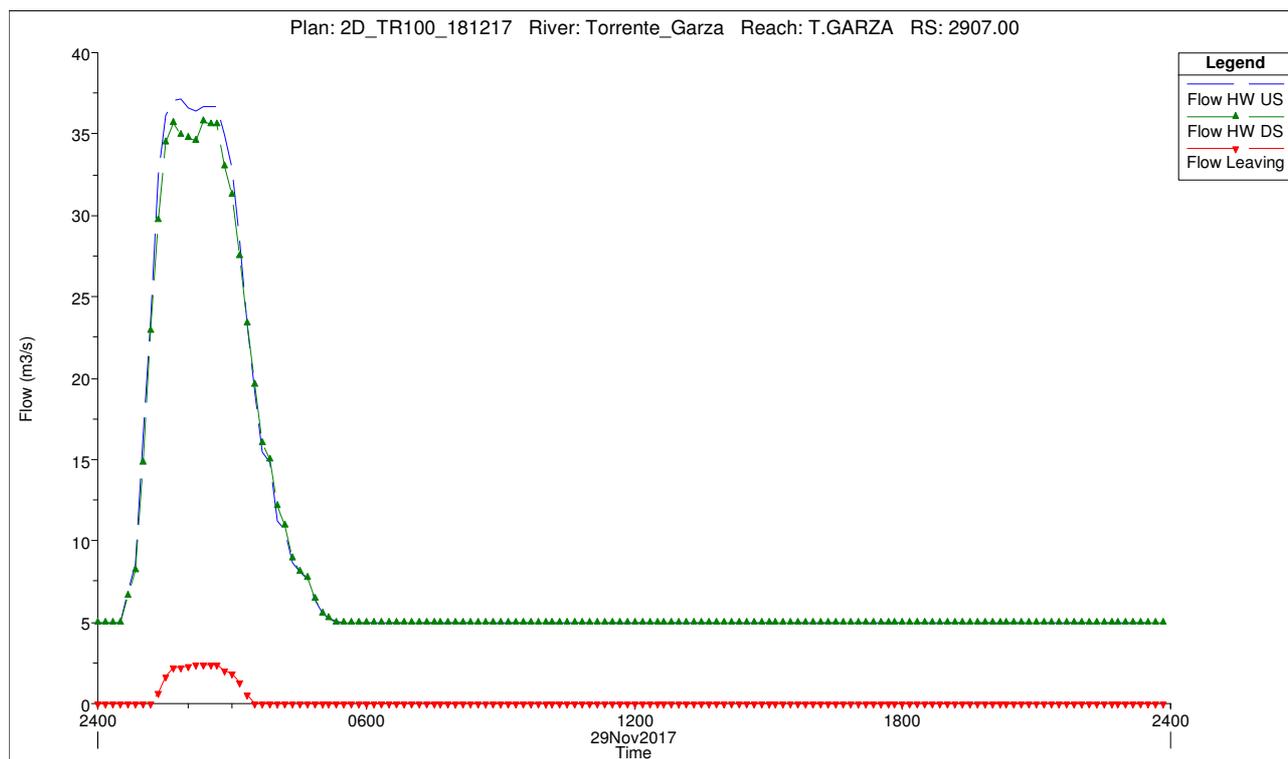
SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 3095.00 e sez. 2915.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 178,29 m
- Collegato all'area di allagamento n°02
- Coefficiente di efflusso 0,18
- Portata massima tracimata 0,20 m³/s (dato ore 2:10)
- Volume totale tracimato 610,00 m³
- Portata massima transitata a monte 40,77 m³/s (dato ore 2:10)
- Portata massima transitata a valle 37,15m³/s (dato ore 1:50)

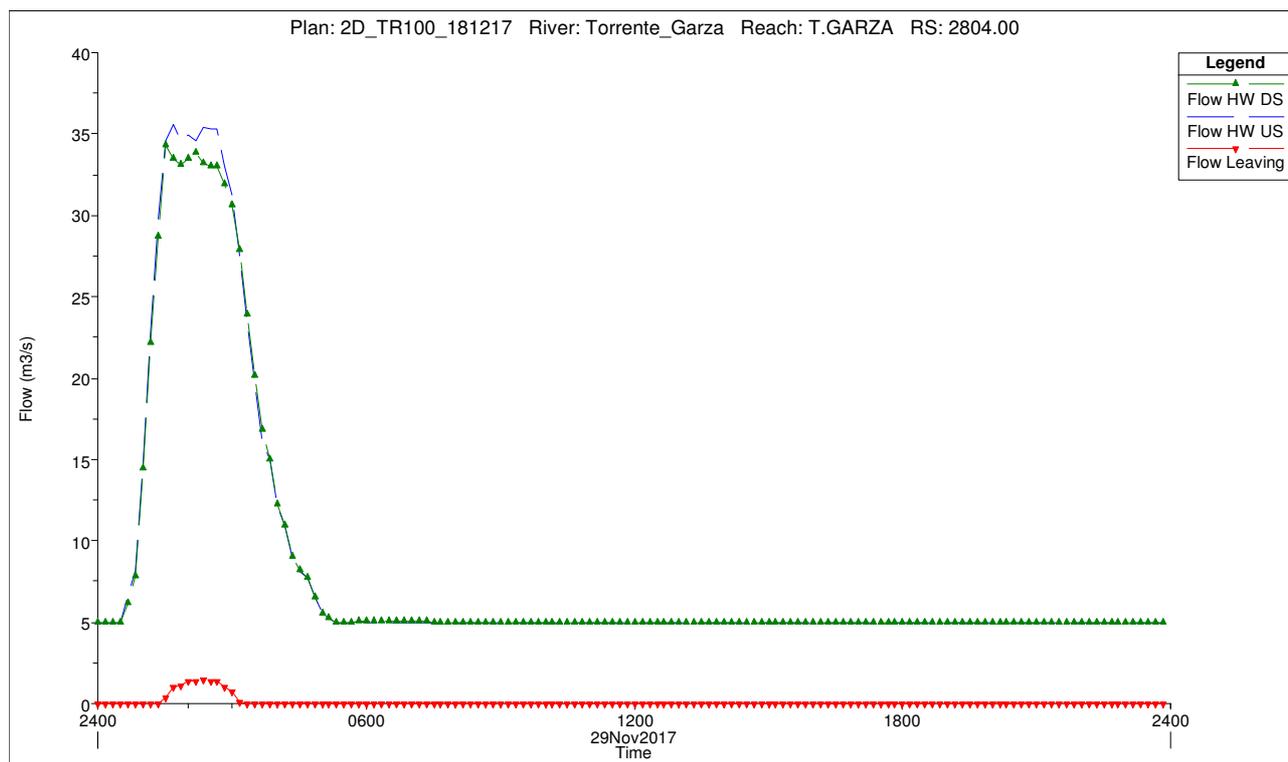
SFIORATORE (sponda destra tra sez. 2909.00 e sez. 2825.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 83,34 m
- Collegato all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,18
- Portata massima tracimata 2,42 m³/s (dato ore 2:10)
- Volume totale tracimato 14'540,00 m³
- Portata massima transitata a monte 37,15 m³/s (dato ore 1:50)
- Portata massima transitata a valle 35,77m³/s (dato ore 2:20)

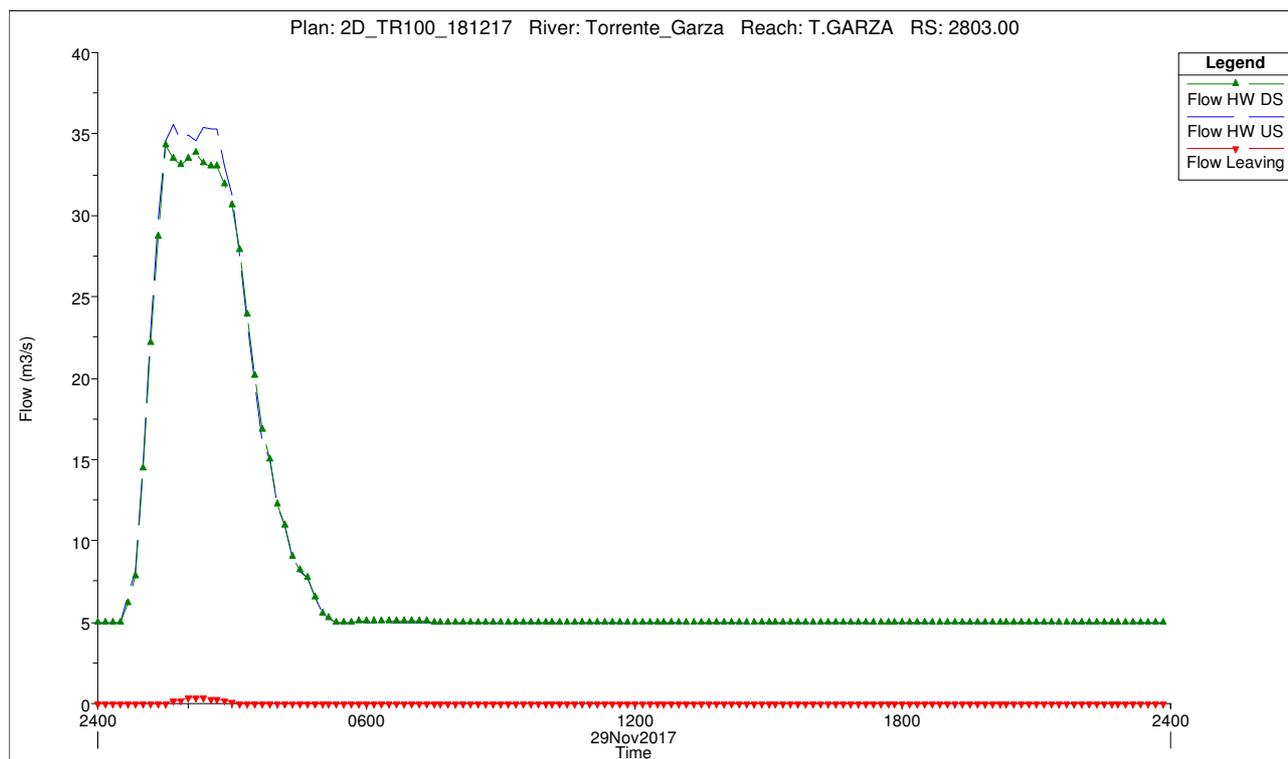
SFIORATORE (sponda destra tra sez. 2805.00 e sez. 2710.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 101,39 m
- Collegato all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,18
- Portata massima tracimata 1,45 m³/s (dato ore 2:20)
- Volume totale tracimato 6'780,00 m³
- Portata massima transitata a monte 35,54 m³/s (dato ore 1:40)
- Portata massima transitata a valle 34,30 m³/s (dato ore 1:30)

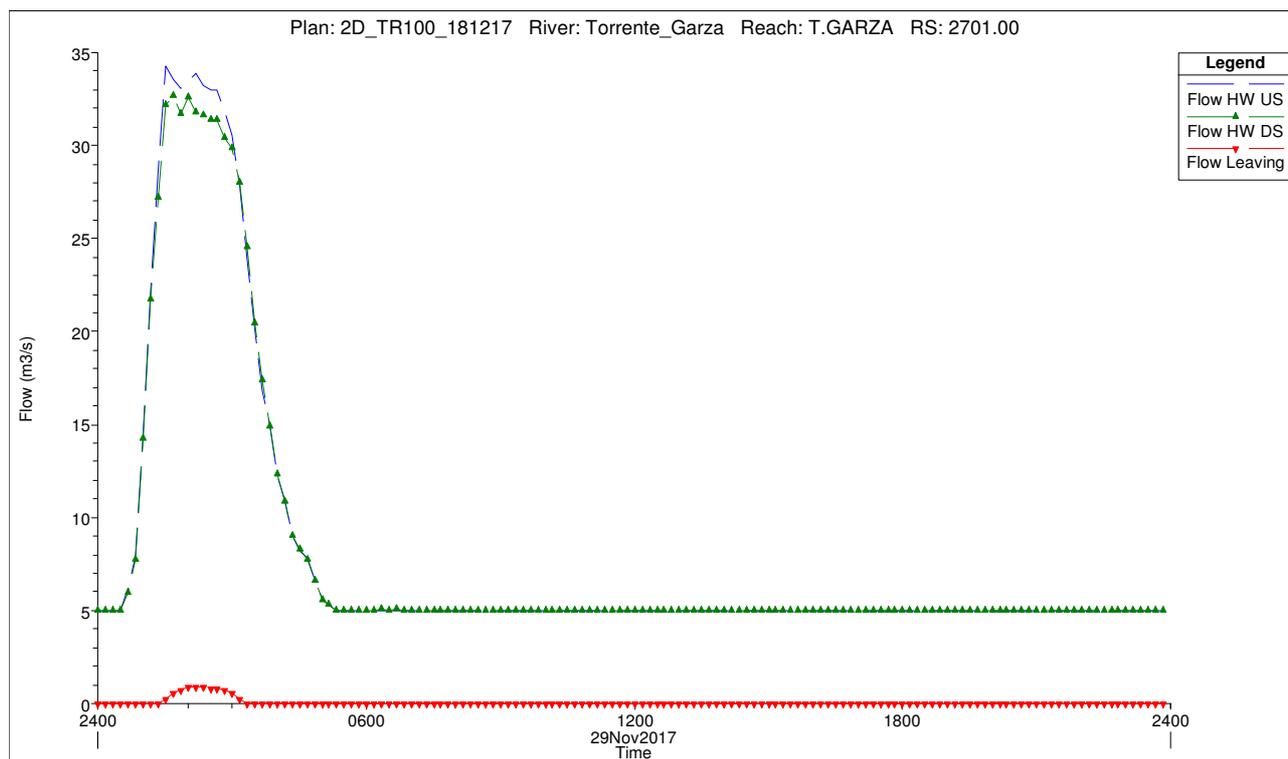
SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 2805.00 e sez. 2710.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 104,74 m
- Collegato all'area di allagamento n°02
- Coefficiente di efflusso 0,18
- Portata massima tracimata 0,38 m³/s (dato ore 2:20)
- Volume totale tracimato 1'390,00 m³
- Portata massima transitata a monte 35,54 m³/s (dato ore 1:40)
- Portata massima transitata a valle 34,30m³/s (dato ore 1:30)

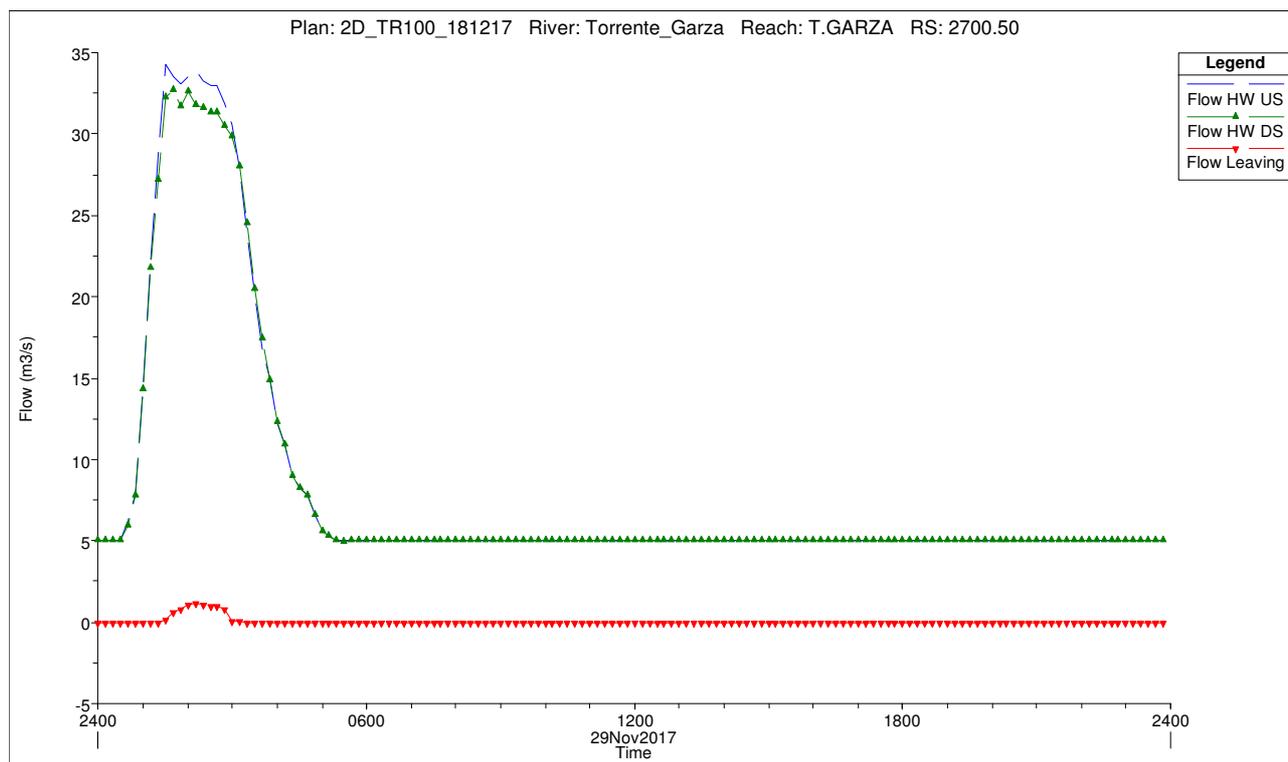
SFIORATORE (sponda destra tra sez. 2702.00 e sez. 2644.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 55,02 m
- Collegato all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,28
- Portata massima tracimata 0,92 m³/s (dato ore 2:10)
- Volume totale tracimato 4'490,00 m³
- Portata massima transitata a monte 34,30 m³/s (dato ore 1:30)
- Portata massima transitata a valle 32,68m³/s (dato ore 1:40)

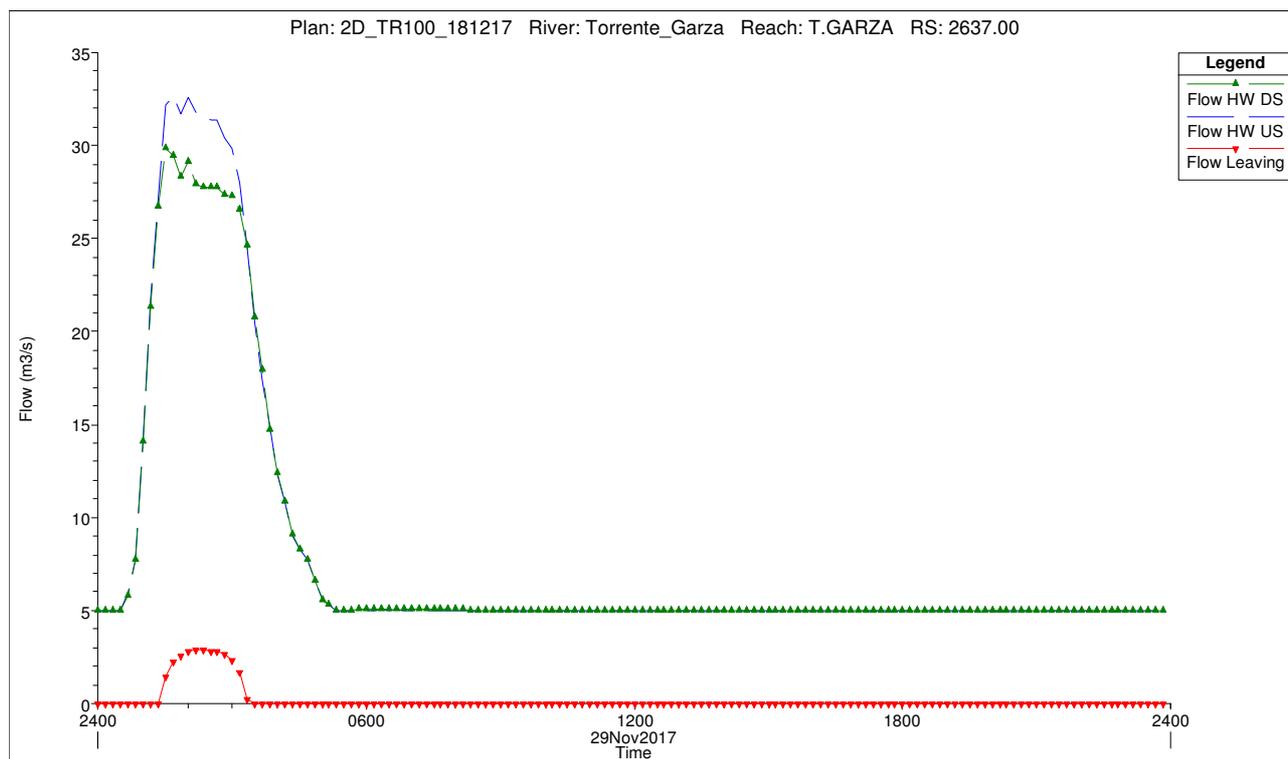
SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 2702.00 e sez. 2644.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 54,51 m
- Collegato all'area di allagamento n°02
- Coefficiente di efflusso 0,28
- Portata massima tracimata 1,12 m³/s (dato ore 2:10)
- Volume totale tracimato 4'710,00 m³
- Portata massima transitata a monte 34,30 m³/s (dato ore 1:30)
- Portata massima transitata a valle 32,68m³/s (dato ore 1:40)

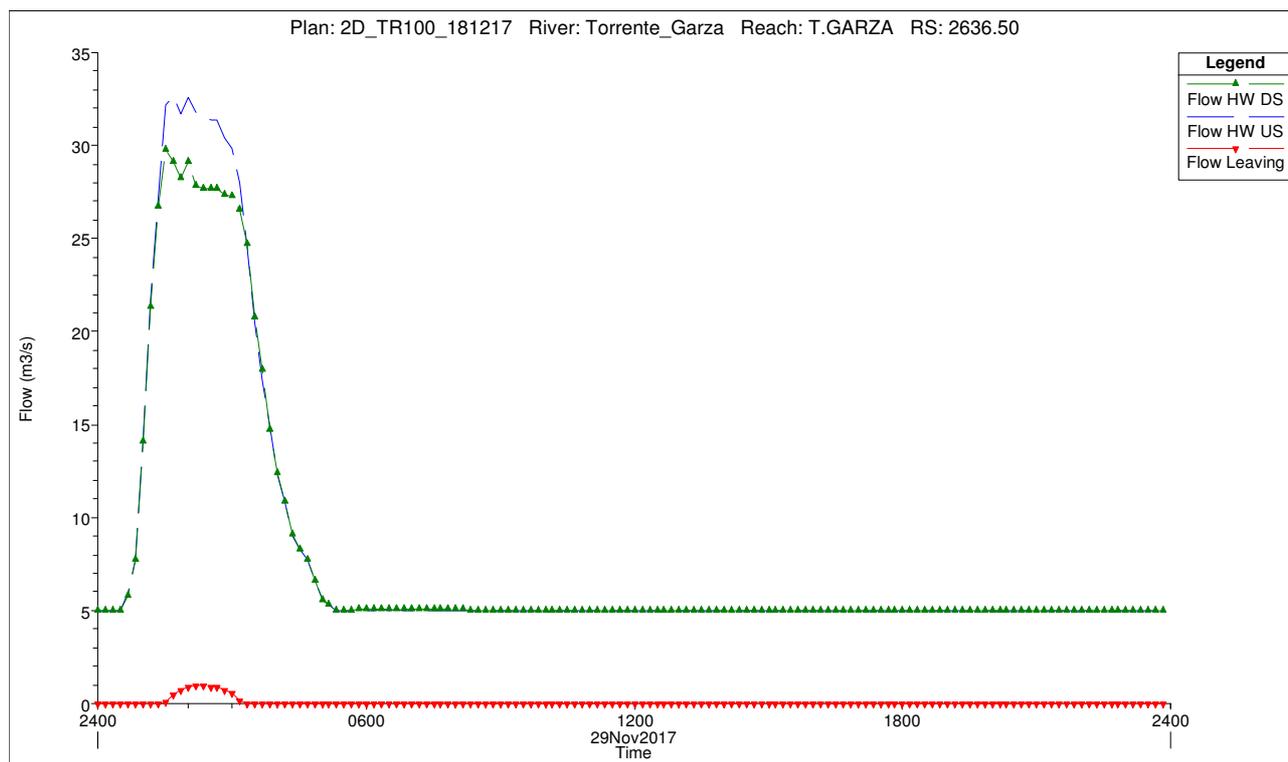
SFIORATORE (sponda destra tra sez. 2638.00 e sez. 2584.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 52,84 m
- Collegato all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,18
- Portata massima tracimata 2,91 m³/s (dato ore 2:20)
- Volume totale tracimato 16'510,00 m³
- Portata massima transitata a monte 32,68 m³/s (dato ore 1:40)
- Portata massima transitata a valle 29,85 m³/s (dato ore 1:30)

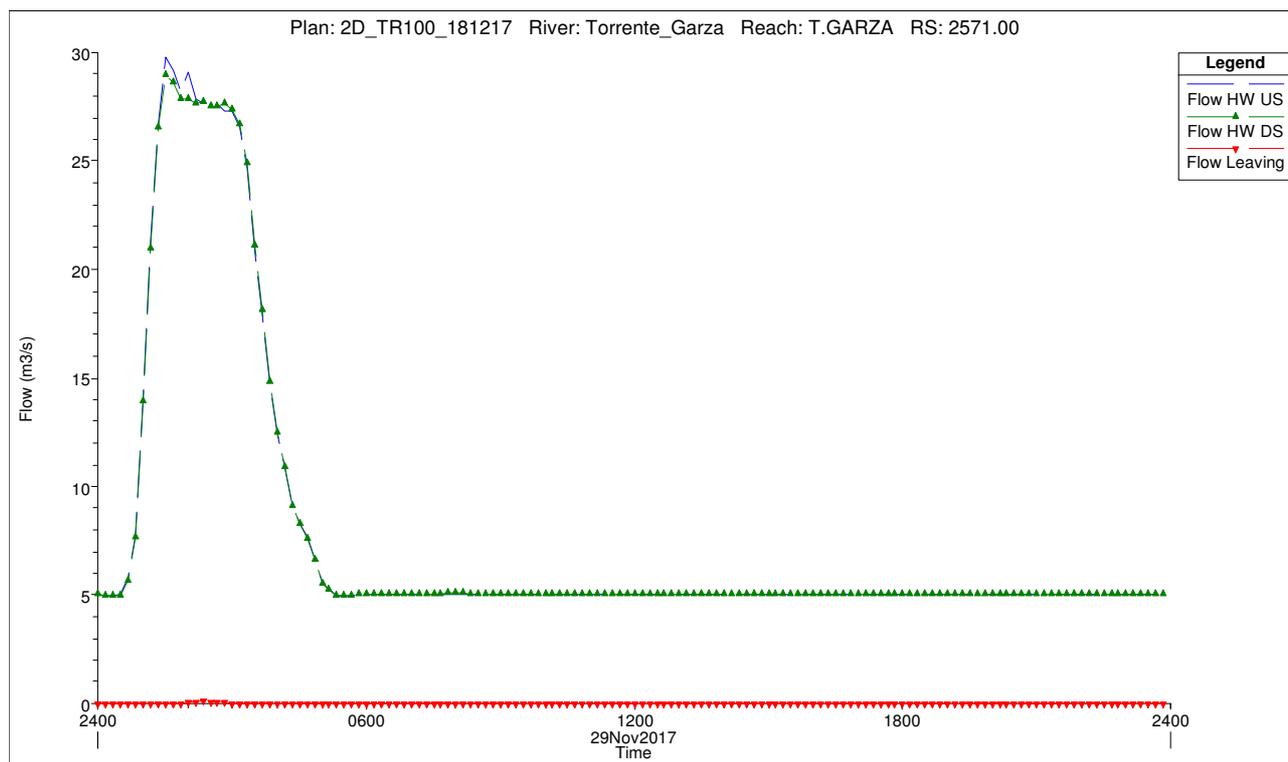
SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 2638.00 e sez. 2575.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 61,26 m
- Collegato all'area di allagamento n°02
- Coefficiente di efflusso 0,18
- Portata massima tracimata 0,94 m³/s (dato ore 2:20)
- Volume totale tracimato 4'350,00 m³
- Portata massima transitata a monte 32,68 m³/s (dato ore 1:40)
- Portata massima transitata a valle 29,78m³/s (dato ore 1:30)

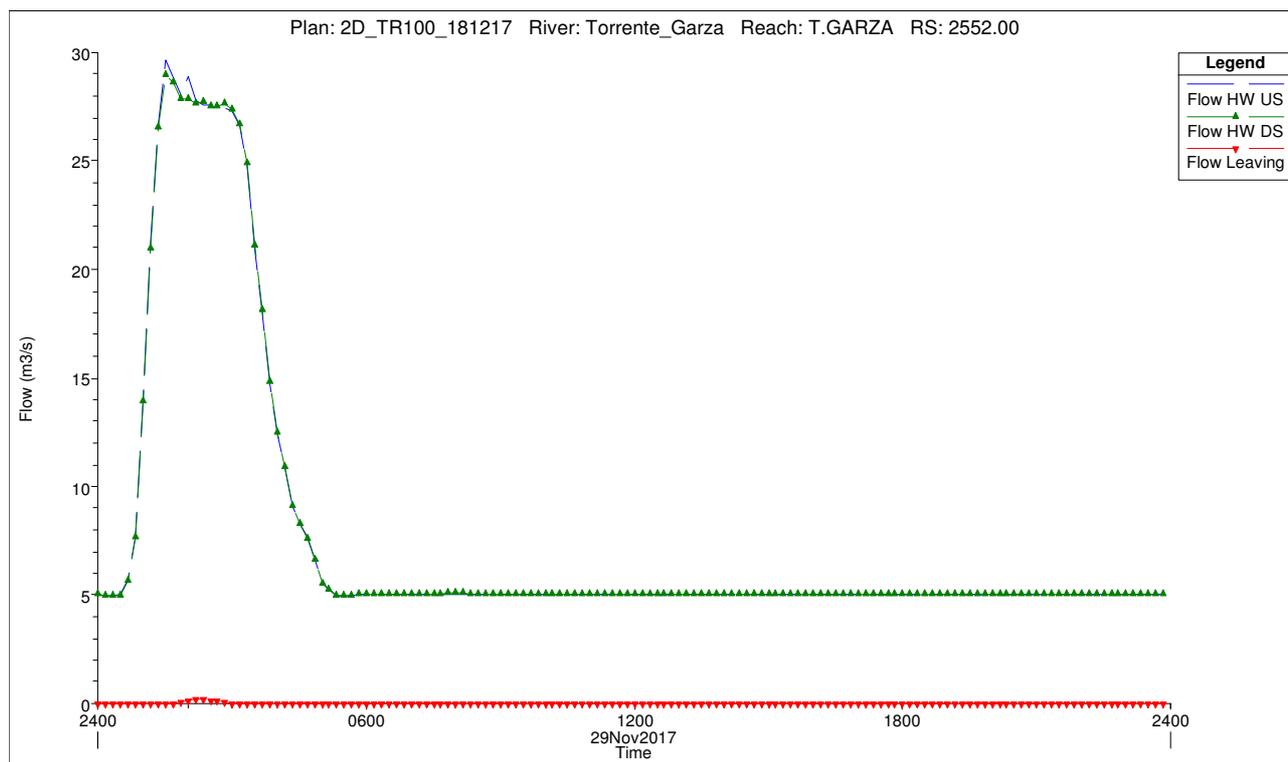
SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 2572.00 e sez. 2496.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 73,32 m
- Collegato all'area di allagamento n°02
- Coefficiente di efflusso 0,18
- Portata massima tracimata 0,11 m³/s (dato ore 2:20)
- Volume totale tracimato 280,00 m³
- Portata massima transitata a monte 29,78 m³/s (dato ore 1:30)
- Portata massima transitata a valle 28,84m³/s (dato ore 1:30)

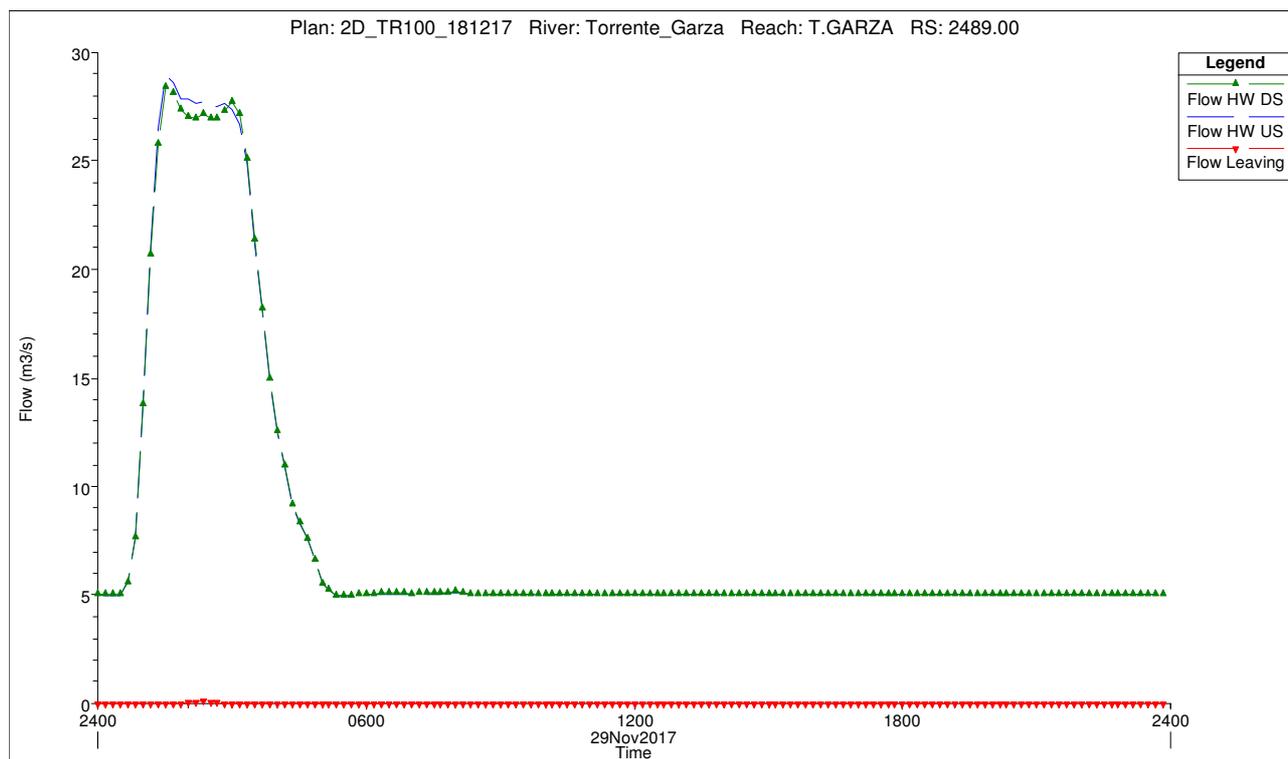
SFIORATORE (sponda destra tra sez. 2553.00 e sez. 2496.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 55,42 m
- Collegato all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,28
- Portata massima tracimata 0,20 m³/s (dato ore 2:20)
- Volume totale tracimato 540,00 m³
- Portata massima transitata a monte 29,64 m³/s (dato ore 1:30)
- Portata massima transitata a valle 28,94m³/s (dato ore 1:30)

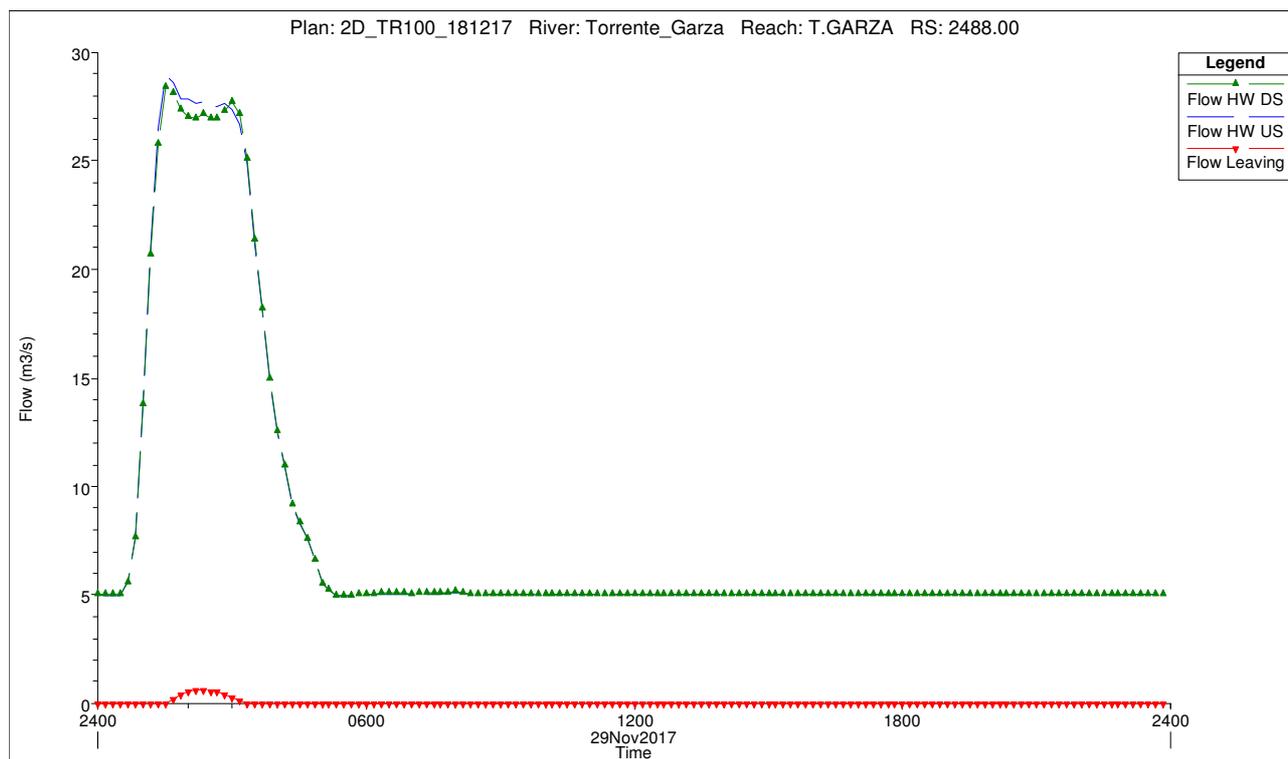
SFIORATORE (sponda destra tra sez. 2490.00 e sez. 2436.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 50,42 m
- Collegato all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,18
- Portata massima tracimata 0,11 m³/s (dato ore 2:20)
- Volume totale tracimato 250,00 m³
- Portata massima transitata a monte 28,94 m³/s (dato ore 1:30)
- Portata massima transitata a valle 28,44 m³/s (dato ore 1:30)

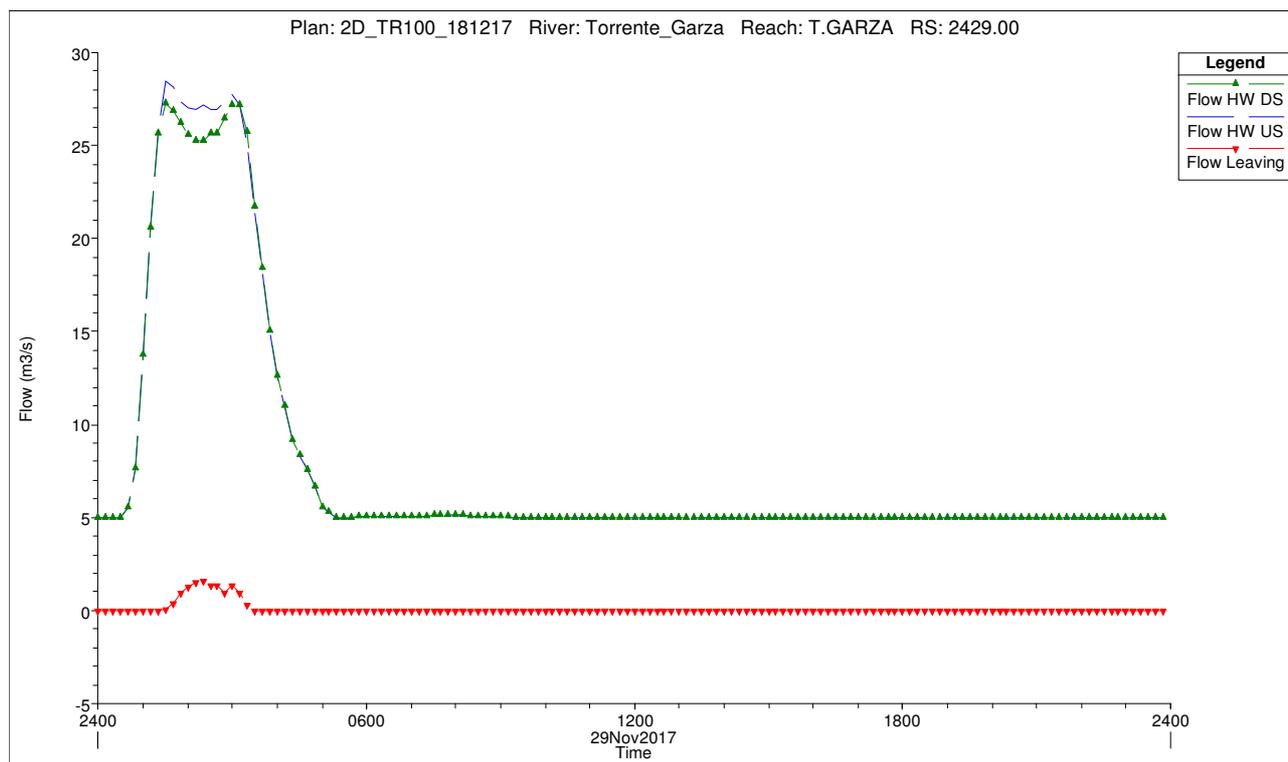
SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 2490.00 e sez. 2436.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 51,45 m
- Collegato all'area di allagamento n°02
- Coefficiente di efflusso 0,18
- Portata massima tracimata 0,63 m³/s (dato ore 2:20)
- Volume totale tracimato 2'590,00 m³
- Portata massima transitata a monte 28,94 m³/s (dato ore 1:30)
- Portata massima transitata a valle 28,44m³/s (dato ore 1:30)

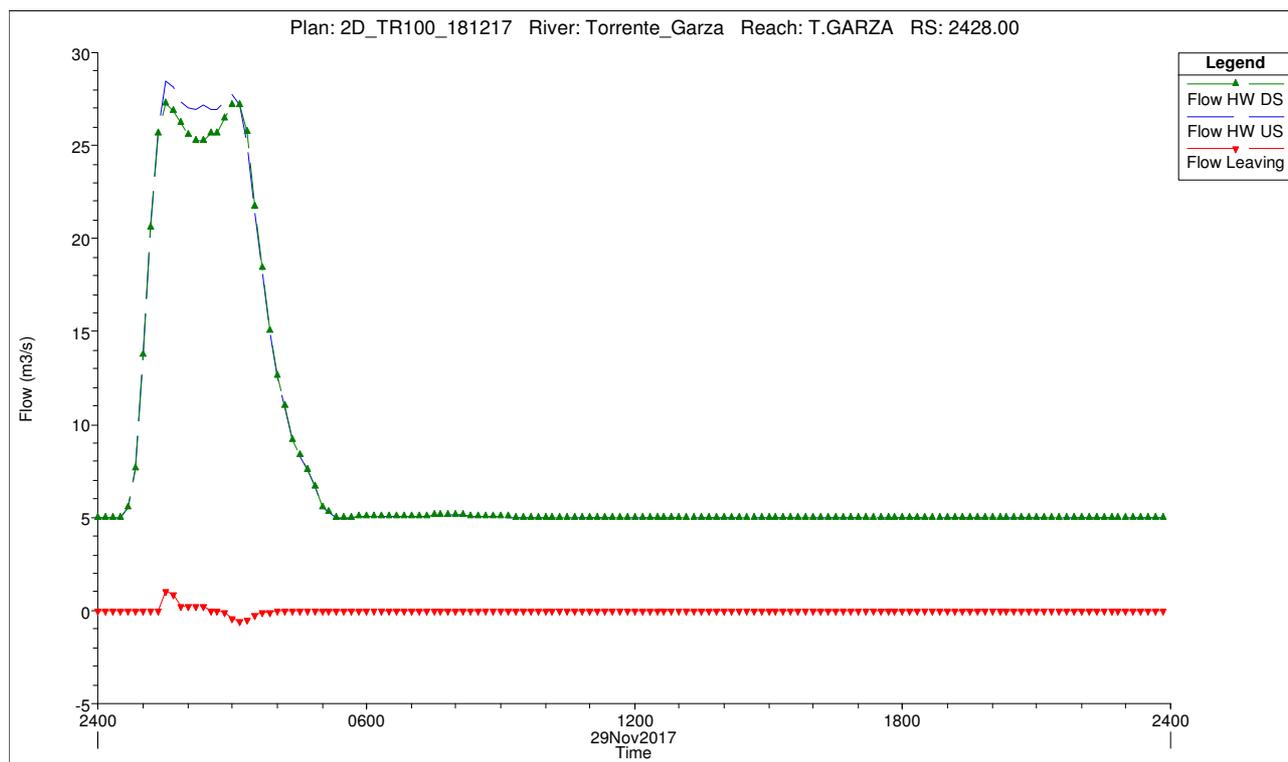
SFIORATORE (sponda destra tra sez. 2430.00 e sez. 2422.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 5,49 m
- Collegato all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 1,1
- Portata massima tracimata 1,62 m³/s (dato ore 2:20)
- Volume totale tracimato 7'320,00 m³
- Portata massima transitata a monte 28,44 m³/s (dato ore 1:30)
- Portata massima transitata a valle 27,27 m³/s (dato ore 1:30)

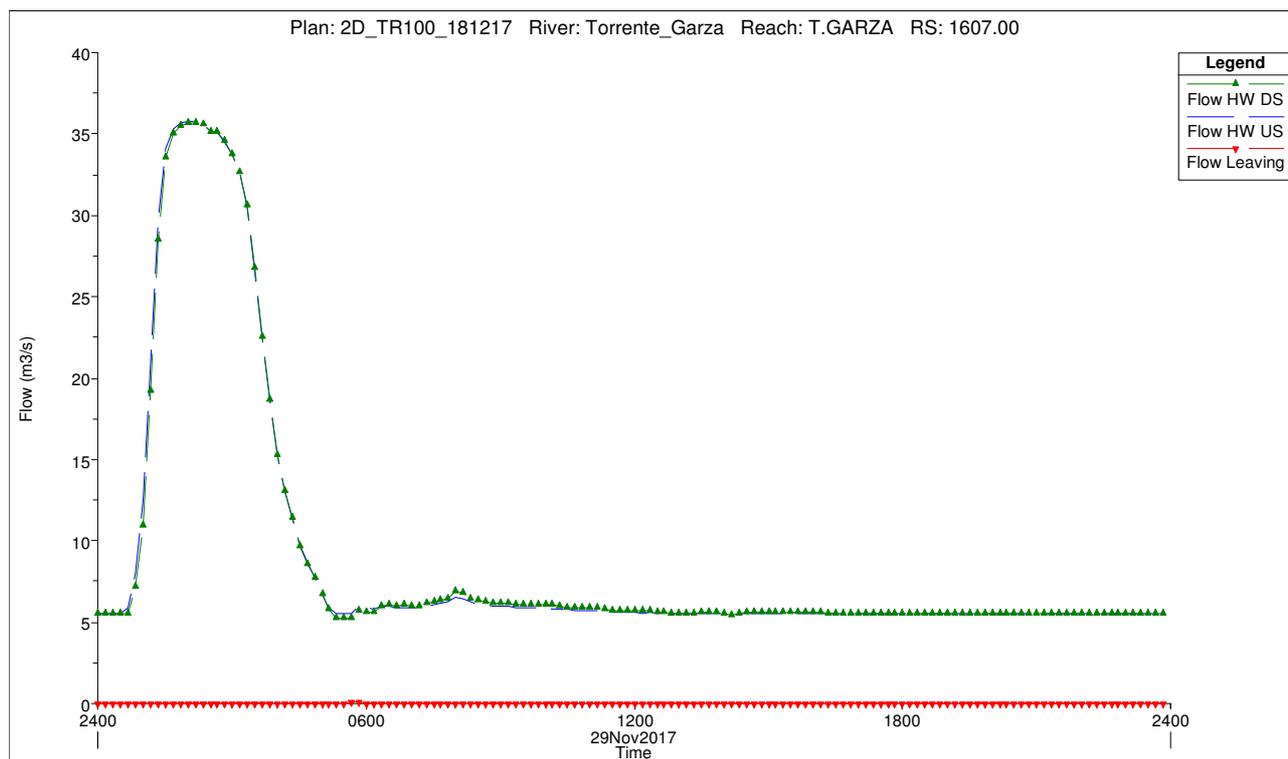
SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 2430.00 e sez. 2422.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 4,31 m
- Collegato all'area di allagamento n°02
- Coefficiente di efflusso 1,1
- Portata massima tracimata 1,00 m³/s (dato ore 1:30)
- Volume totale tracimato 240,00 m³
- Portata massima transitata a monte 28,44 m³/s (dato ore 1:30)
- Portata massima transitata a valle 27,27 m³/s (dato ore 1:30)

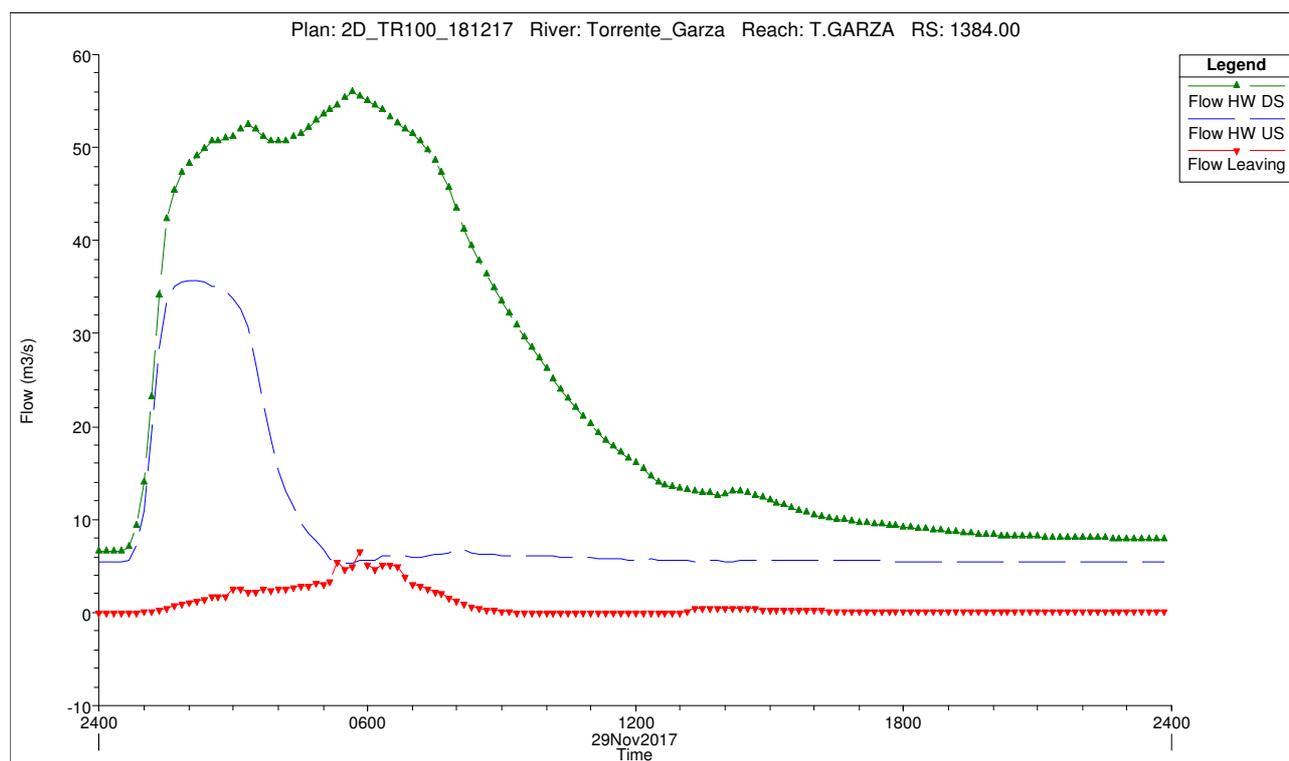
SFIORATORE (sponda destra tra sez. 1609.00 e sez. 1391.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 89,33 m
- Collegato all'area di allagamento n°03
- Coefficiente di efflusso 0,18
- Portata massima tracimata 0,07 m³/s (dato ore 5:50)
- Volume totale tracimato 140,00 m³
- Portata massima transitata a monte 35,78 m³/s (dato ore 2:00)
- Portata massima transitata a valle 35,68m³/s (dato ore 2:10)

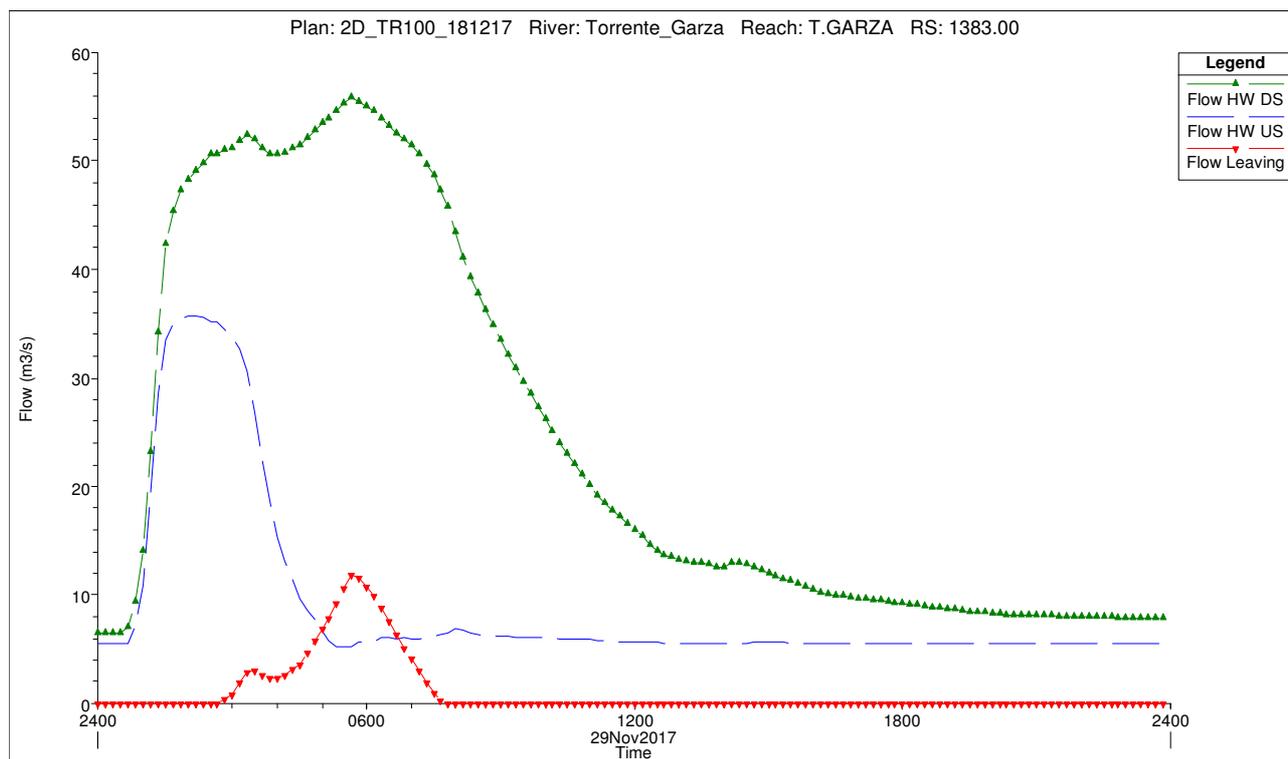
SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 1385.00 e sez. 1035.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 346,43 m
- Collegato all'area di allagamento n°04
- Coefficiente di efflusso 0,28
- Portata massima tracimata 6,64 m³/s (dato ore 5:50)
- Volume totale tracimato 77'960,00 m³
- Portata massima transitata a monte 35,68 m³/s (dato ore 2:10)
- Portata massima transitata a valle 55,91 m³/s comprensiva dell'immissione del Naviglio (dato ore 5:40)

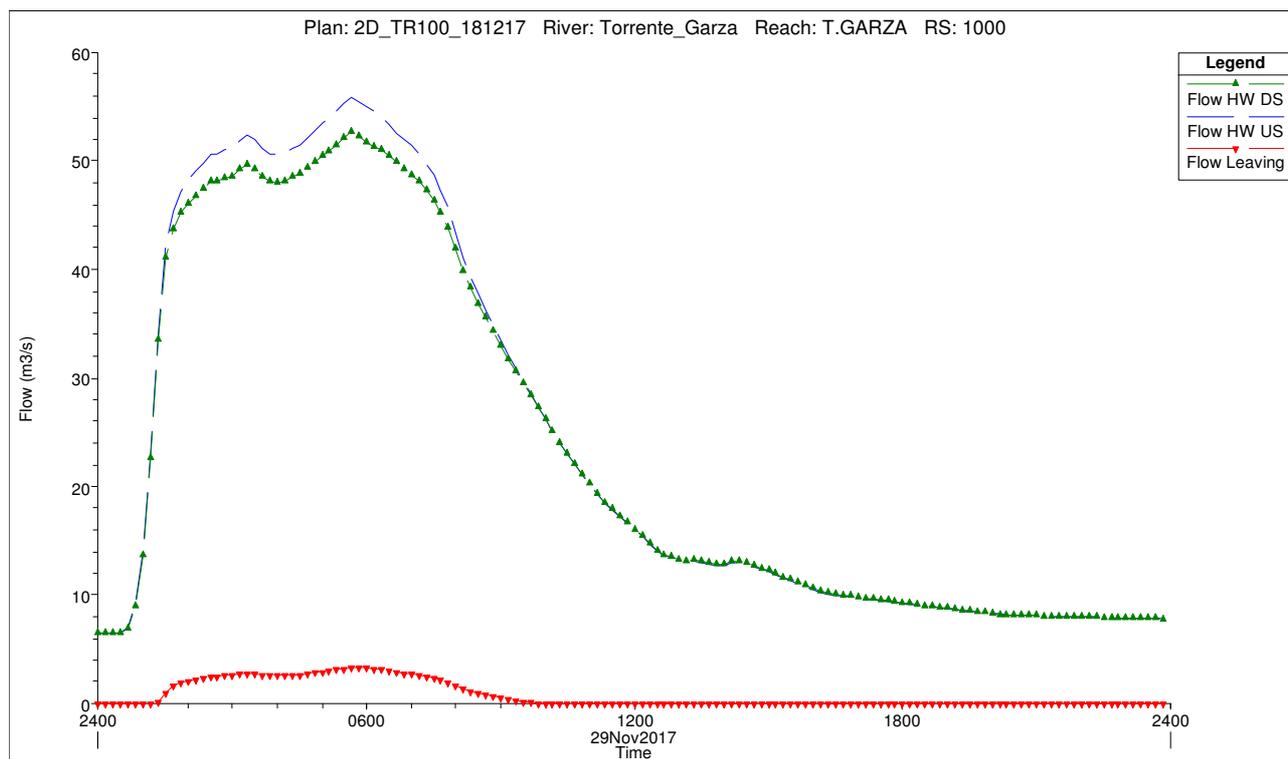
SFIORATORE (sponda destra tra sez. 1385.00 e sez. 1035.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 348,18 m
- Collegato all'area di allagamento n°03
- Coefficiente di efflusso 0,28
- Portata massima tracimata 11,83 m³/s (dato ore 5:50)
- Volume totale tracimato 92'030,00 m³
- Portata massima transitata a monte 35,68 m³/s (dato ore 2:10)
- Portata massima transitata a valle 55,91 m³/s comprensiva dell'immissione del Naviglio (dato ore 5:40)

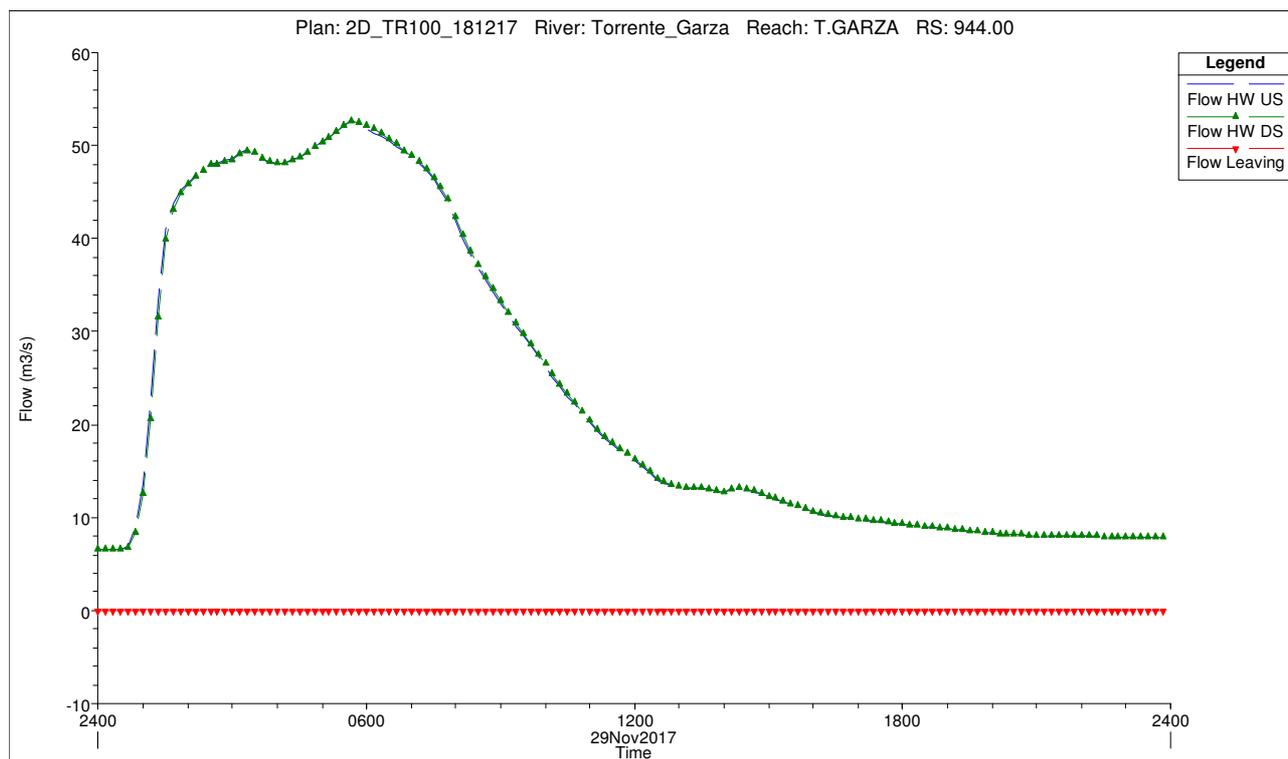
SFIORATORE (sponda destra tra sez. 1019.00 e sez. 966.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 5,87 m
- Scarico nel Naviglio Inferiore
- Coefficiente di efflusso 0,6
- Portata massima tracimata 3,30 m³/s (dato ore 5:50)
- Volume totale tracimato 66'370,00 m³
- Portata massima transitata a monte 55,92 m³/s (dato ore 5:40)
- Portata massima transitata a valle 52,68 m³/s (dato ore 5:40)

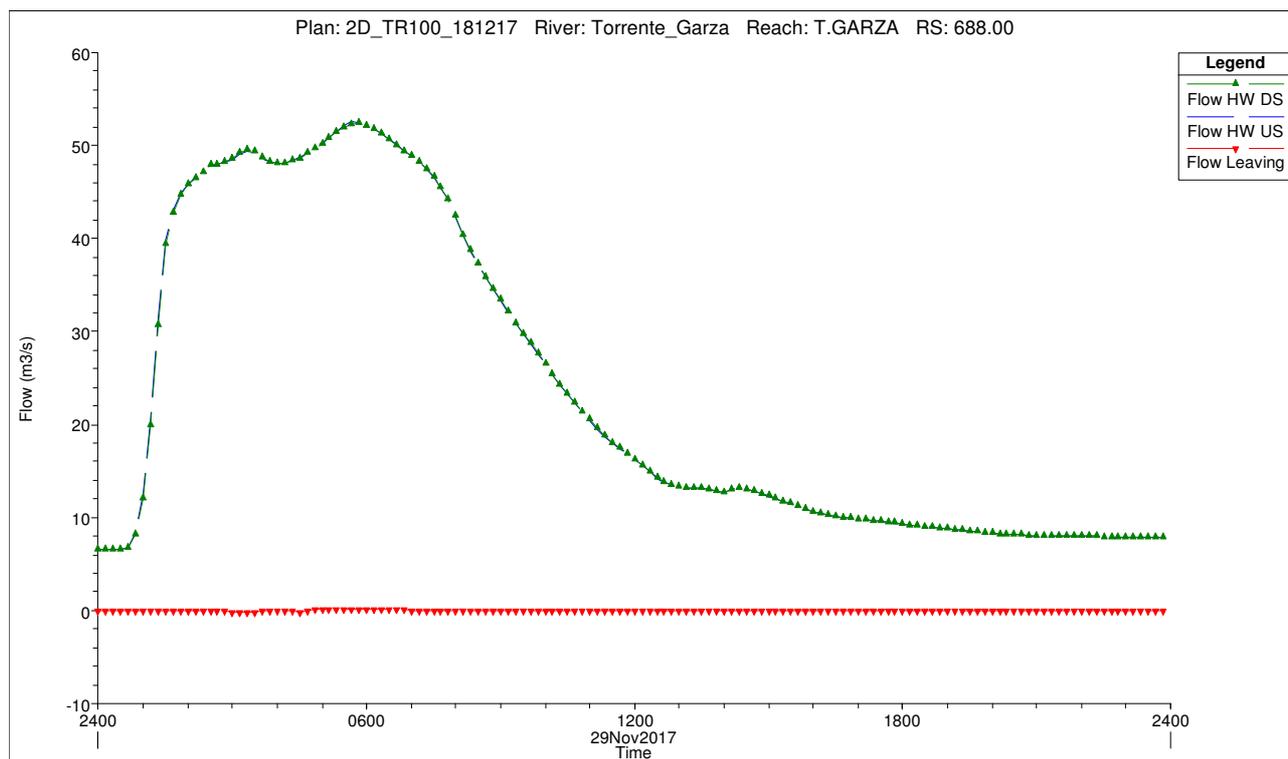
SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 945.00 e sez. 930.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 237,82 m
- Collegato all'area di allagamento n°04
- Coefficiente di efflusso 0,18
- Portata massima tracimata 0,04 m³/s (dato ore 6:00)
- Volume totale tracimato 130,00 m³
- Portata massima transitata a monte 52,68 m³/s (dato ore 5:40)
- Portata massima transitata a valle 52,55 m³/s (dato ore 5:40)

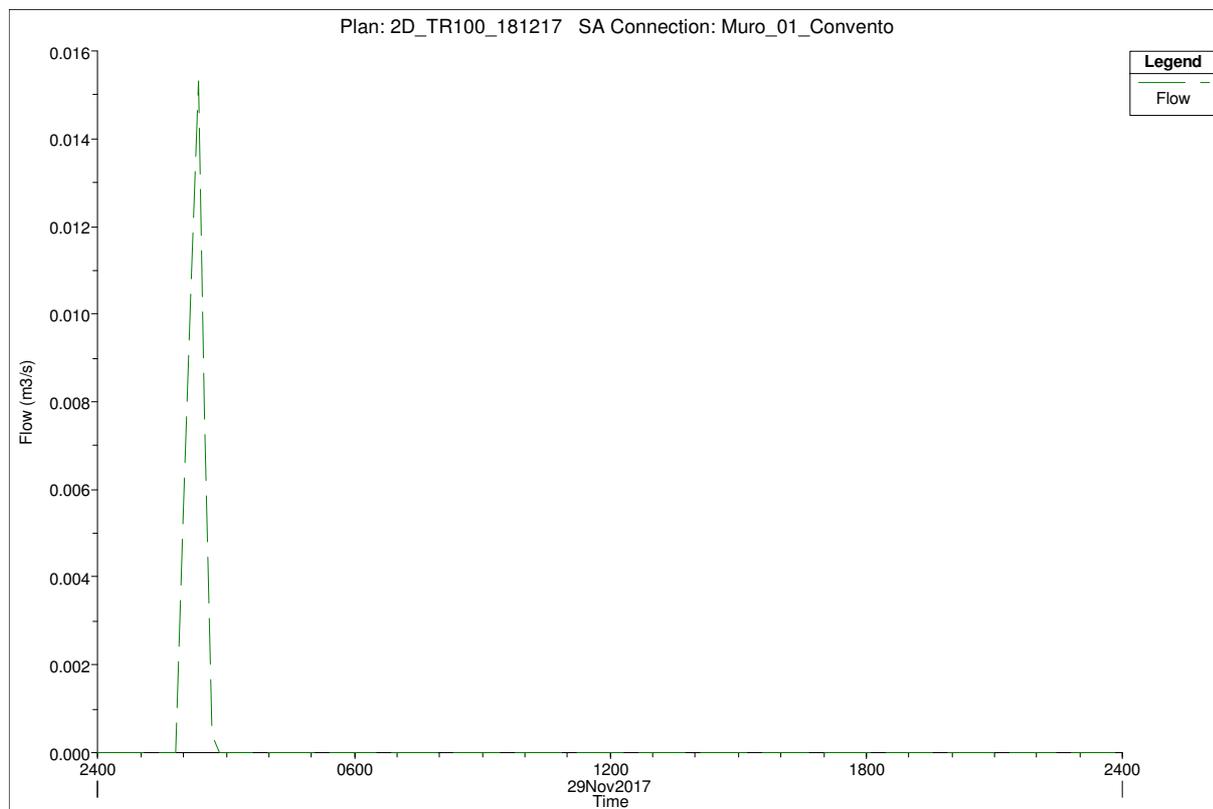
SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 689.00 e sez. 669.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 78,87 m
- Collegato all'area di allagamento n°05
- Coefficiente di efflusso 0,28
- Portata massima tracimata 0,13 m³/s (dato ore 5:50)
- Volume totale tracimato 560,00 m³
- Portata massima transitata a monte 52,55 m³/s (dato ore 5:40)
- Portata massima transitata a valle 52,39 m³/s (dato ore 5:50)

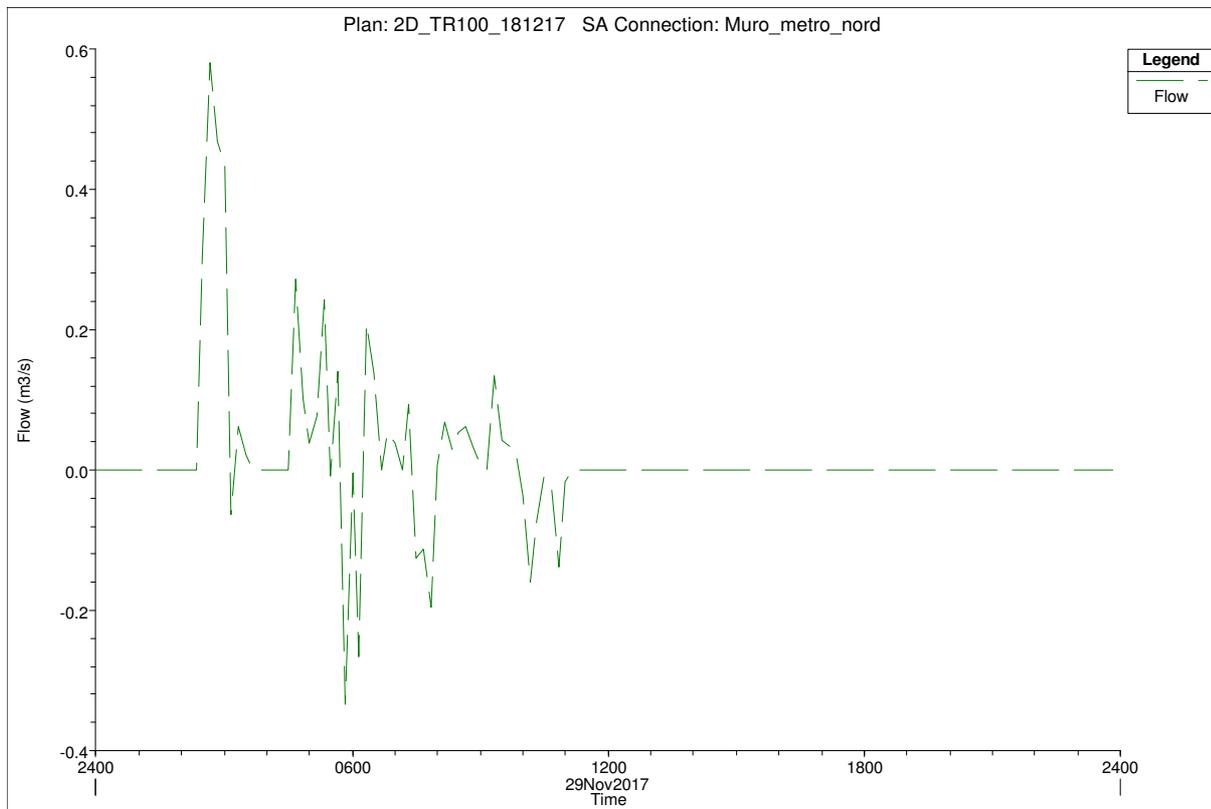
BREAK LINE - MURO DI CONFINE CONVENTO DELLE SUORE MISSIONARIE DELLA SOCIETÀ DI MARIA



Dati break line:

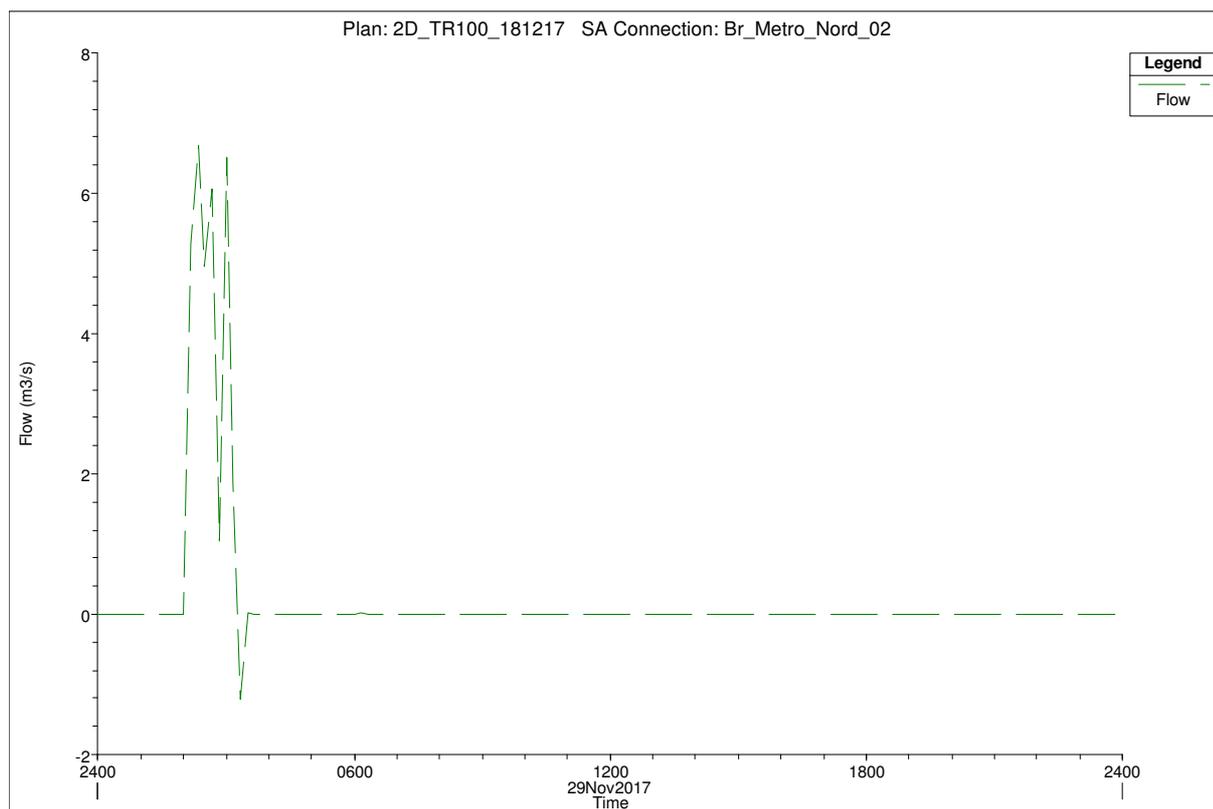
- Lunghezza 200,35 m
- Interna all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 1,0
- Portata massima tracimata 0,02 m³/s (dato ore 2:20)
- Volume totale tracimato 20,00 m³

N.2 BREAK LINE - MURO DI RECINZIONE IN CEMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA DELLA METROPOLITANA (lato nord)



Dati break line:

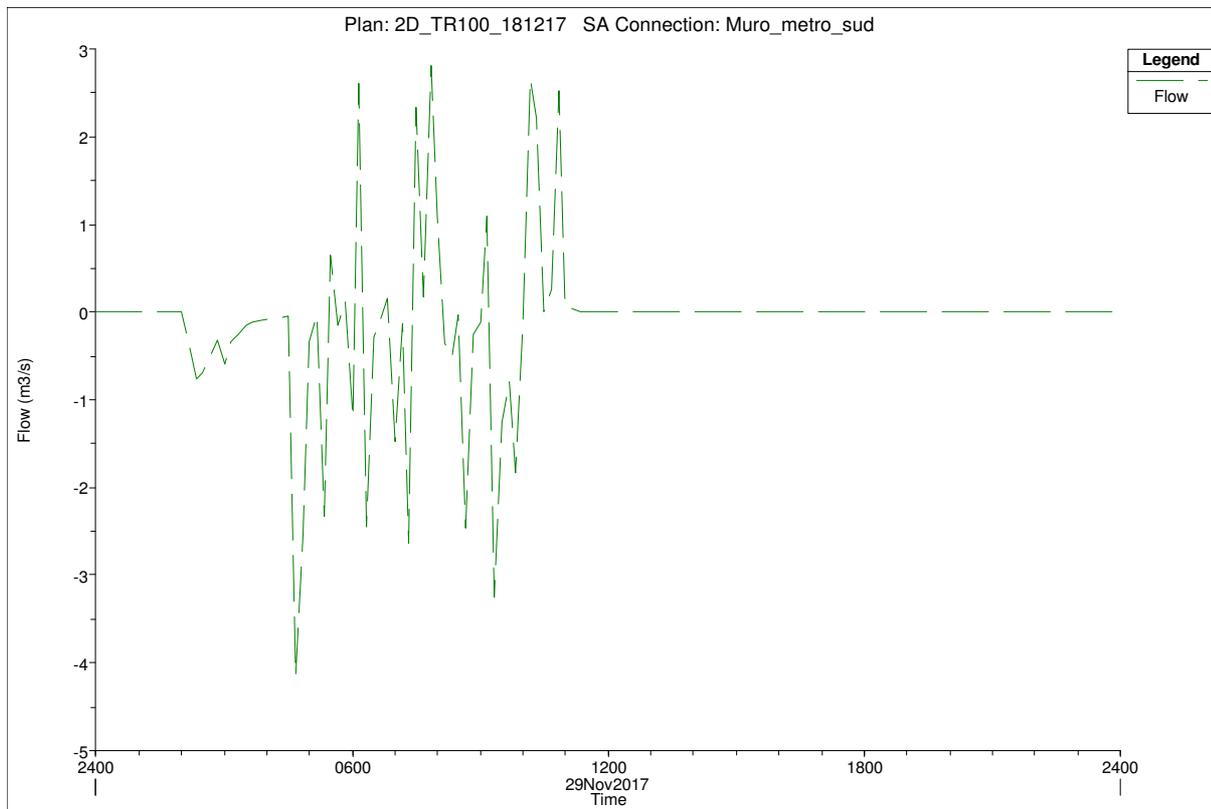
- Lunghezza 238,84 m
- Interna all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,55
- Portata massima tracimata 0,58 m³/s (dato ore 2:40)
- Volume totale tracimato 1'320,00 m³



Dati break line:

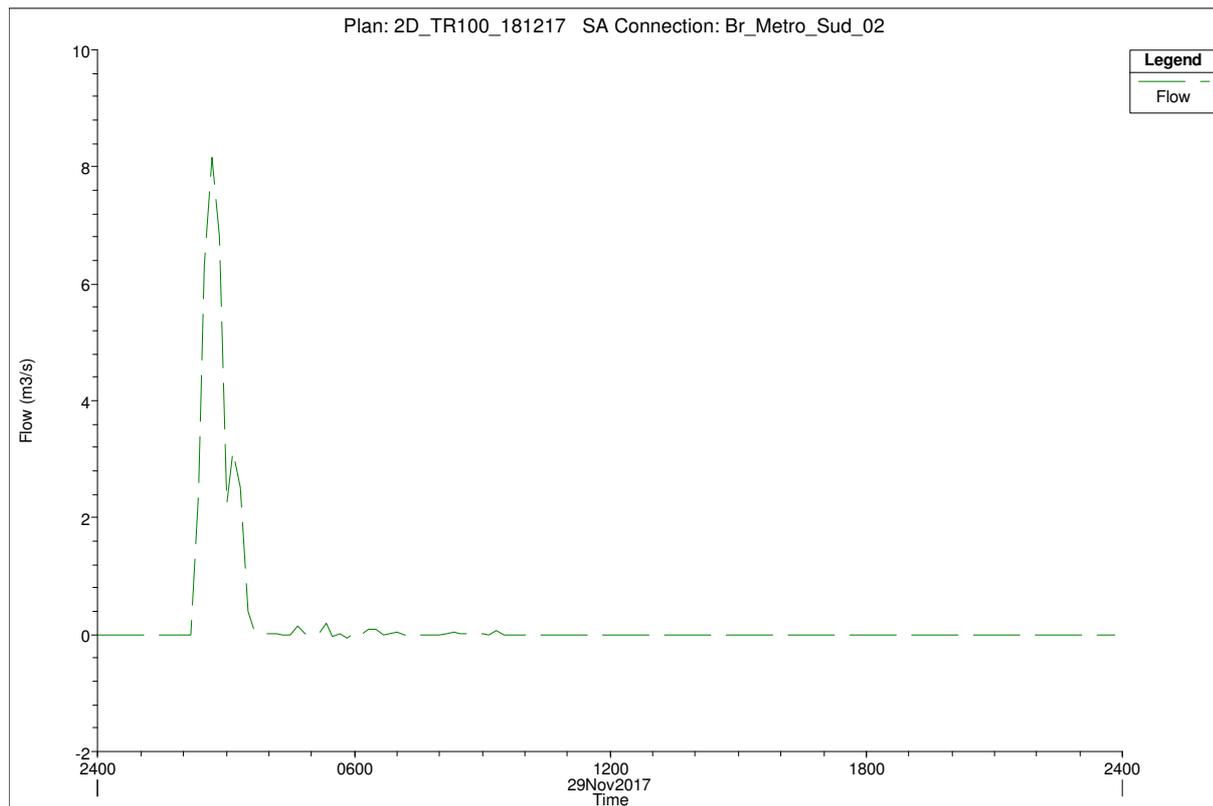
- Lunghezza 103,46 m
- Interna all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,55
- Portata massima tracimata 6,68 m³/s (dato ore 2:20)
- Volume totale tracimato 18'740,00 m³

n.2 BREAK LINE - MURO DI RECINZIONE IN CEMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA DELLA METROPOLITANA (lato Sud)



Dati break line:

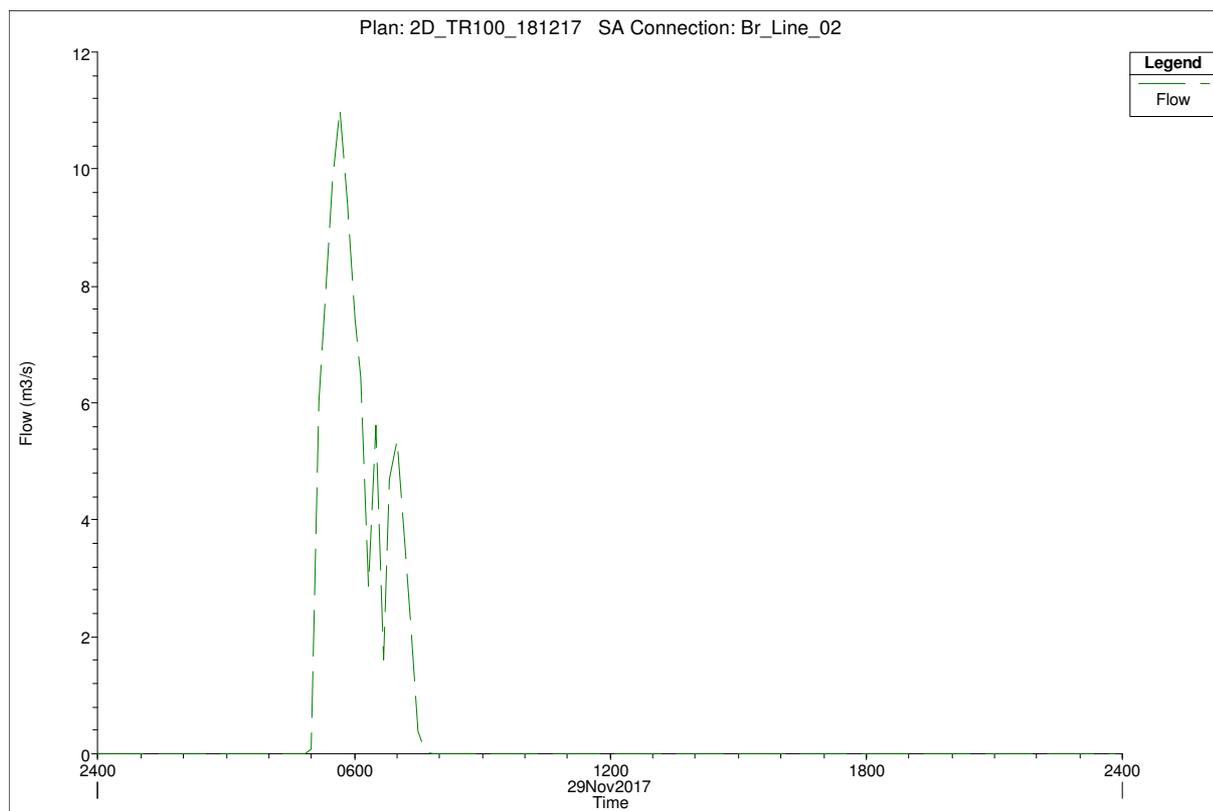
- Lunghezza 239,76 m
- Interna all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,55
- Portata massima tracimata 2,82 m³/s (dato ore 7:50)
- Volume totale tracimato 8'670 m³



Dati break line:

- Lunghezza 103,99 m
- Interna all'area di allagamento n°01
- Coefficiente di efflusso 0,55
- Portata massima tracimata 8,17 m³/s (dato ore 7:50)
- Volume totale tracimato 19'710 m³

BREAK LINE - SPONDA SINISTRA DEL T. NAVIGLIO INFERIORE



Dati break line:

- Lunghezza 217,46 m
- Interna all'area di allagamento n°03
- Coefficiente di efflusso 0,55
- Portata massima tracimata 11,03 m³/s (dato ore 5:40)
- Volume totale tracimato 50'920 m³