



COMUNE DI PALAZZOLO s/O
PROVINCIA DI BRESCIA

Pag. 1 di 56

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO (PGT)

ADEGUAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA DEL PGT
AL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (PGRA)
Ai sensi della DGR n° X/6738 del 19/06/2017

Studio della valutazione della pericolosità idraulica nelle aree interne al centro edificato di Palazzolo s/O, classificate come allagabili nelle mappe del P.G.R.A. in relazione alle possibili esondazioni del fiume Oglio

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Brescia, 23 settembre 2021

Dott. Ing. Giuseppe Rossi
Via Francesco Baracca, 4/c - Brescia
Ordine Ingegneri Prov. di Brescia n° 1383

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	3
2	AMBITO TERRITORIALE	3
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E IDROGRAFICO	3
2.2	ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ NELLE MAPPE DEL PGRA	7
2.3	CARATTERISTICHE DELLA RETE IDROGRAFICA	9
2.4	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE ALLAGABILI OGGETTO DELLO STUDIO IDRAULICO	11
3	ANALISI IDROLOGICA	14
3.1	PROCEDIMENTO	14
3.2	TEMPO DI RITORNO	14
3.3	DATI IDROLOGICI	14
4	STUDIO IDRAULICO	17
4.1	PREMESSA	17
4.2	MODELLO DI CALCOLO	17
4.3	SCABREZZE E COEFFICIENTI DI DEFFLUSSO	20
4.4	CONDIZIONI AL CONTORNO. FLUSSI IN INGRESSO	20
4.5	MODELLAZIONE IDRAULICA	21
4.6	RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI	27
5	ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ	28
6	SCHEMI GRAFICI PER LA MODELLAZIONE IDRAULICA TR200	29
6.1	PLANIMETRIA	29
6.2	PROFILO LONGITUDINALE	30
6.3	SEZIONI – ALTEZZE MASSIME DELLA PIENA CON TR200 ANNI	31
6.4	CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO DEI COLLEGAMENTI IDRAULICI	43
7	LIMITE DEGLI ALLAGAMENTI PER LE PIENE FREQUENTI (TR20) E RARE (TR500)	54

TAVOLE GRAFICHE ALLEGATE

T01 – CARTA DELLE AREE ESONDABILI – BATTENTE

T02 – CARTA DELLE AREE ESONDABILI – VELOCITÀ

T03 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ

1 INTRODUZIONE

Lo studio idraulico illustrato in questa relazione riguarda la parte del territorio comunale di Palazzolo s/O interessato dalle possibili esondazione delle piene del f. Oglio con lo scopo di fornire i dati necessari all'adeguamento della componente geologica del PGT al Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA), nell'ambito del procedimento della Seconda variante generale allo strumento urbanistico, come previsto dalla dgr n. X/6738 del 19/06/2017.

Lo studio è redatto a livello di approfondimento locale, con procedimento di calcolo idraulico mediante modellazione del deflusso della piena di progetto, in regime di moto vario combinata: monodimensionale (1D) lungo le aste del fiume Oglio, e bidimensionale (2D) all'interno del territorio allagato.

Sono stati consultati ed utilizzati gli studi idrologici e idraulici, inerenti l'ambito territoriale in oggetto, elencati nel seguito:

- Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) (AdBPo 1999);
- Perimetrazione delle aree a rischio idraulico ai sensi della L. 267/98 (area 033-LO-BS) (AdBPo 1999);
- 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 (AdBPo 2005);

I predetti studi sono stati utilizzati in particolare per quanto riguarda i rilievi delle sezioni e le caratteristiche dei corsi d'acqua, per il confronto con i rilievi topografici maggiormente recenti e con le risultanze degli accertamenti locali, specialmente per la determinazione delle scabrezze da utilizzare nella modellazione idraulica.

Per la parte idrologica, lo studio acquisisce ed utilizza i dati contenuti nello studio di fattibilità dell'AdBPo, con particolare riferimento agli idrogrammi delle piene, necessari per la modellazione idraulica al moto vario.

Si è inoltre utilizzato nel modello geometrico di calcolo della modellazione bidimensionale, il rilievo Lidar, acquisito dal comune tramite Regione Lombardia.

2 AMBITO TERRITORIALE

2.1 Inquadramento territoriale e idrografico

Il Fiume Oglio nasce nelle Alpi Orobie, sui versanti meridionale e occidentale del Corno dei Tre Signori, in corrispondenza dello spartiacque fra i bacini dell'Adda, del Noce e dell'Oglio.

Percorre l'incisione valliva della Valcamonica, lungo la quale confluiscono numerose convalli, fino ad immettersi nel Lago d'Iseo, fra Lovere e Pisogne, dopo aver percorso circa 73 km.

Il corso fluviale sottolacuale inizia dall'uscita dal lago d'Iseo a Sarnico e termina con la foce nel Fiume Po, presso Marcaria (MN), dopo un percorso di circa 155 km.

Il tronco fluviale d'interesse per il presente studio è il primo immediatamente seguente l'uscita dal lago, fra la confluenza, dalla destra, dei torrenti Guerna e Uria, a monte di Palazzolo, e del Torrente Cherio, a valle.

Esso è caratterizzato da un andamento monocursale, a tratti regolari e talvolta rettilinei, con alveo inciso in profondità nei depositi della morena glaciale dell'Oglio, confinato fra muri d'argine e sponde rialzate, all'interno di una valle delimitata da alte scarpate.

La pendenza media del fondo è all'incirca pari a 0,002 m/m, stabilita da numerose traverse e soglie di ponti e derivazioni di canali.

Figura n° 2.1.1 - Planimetria d'inquadramento

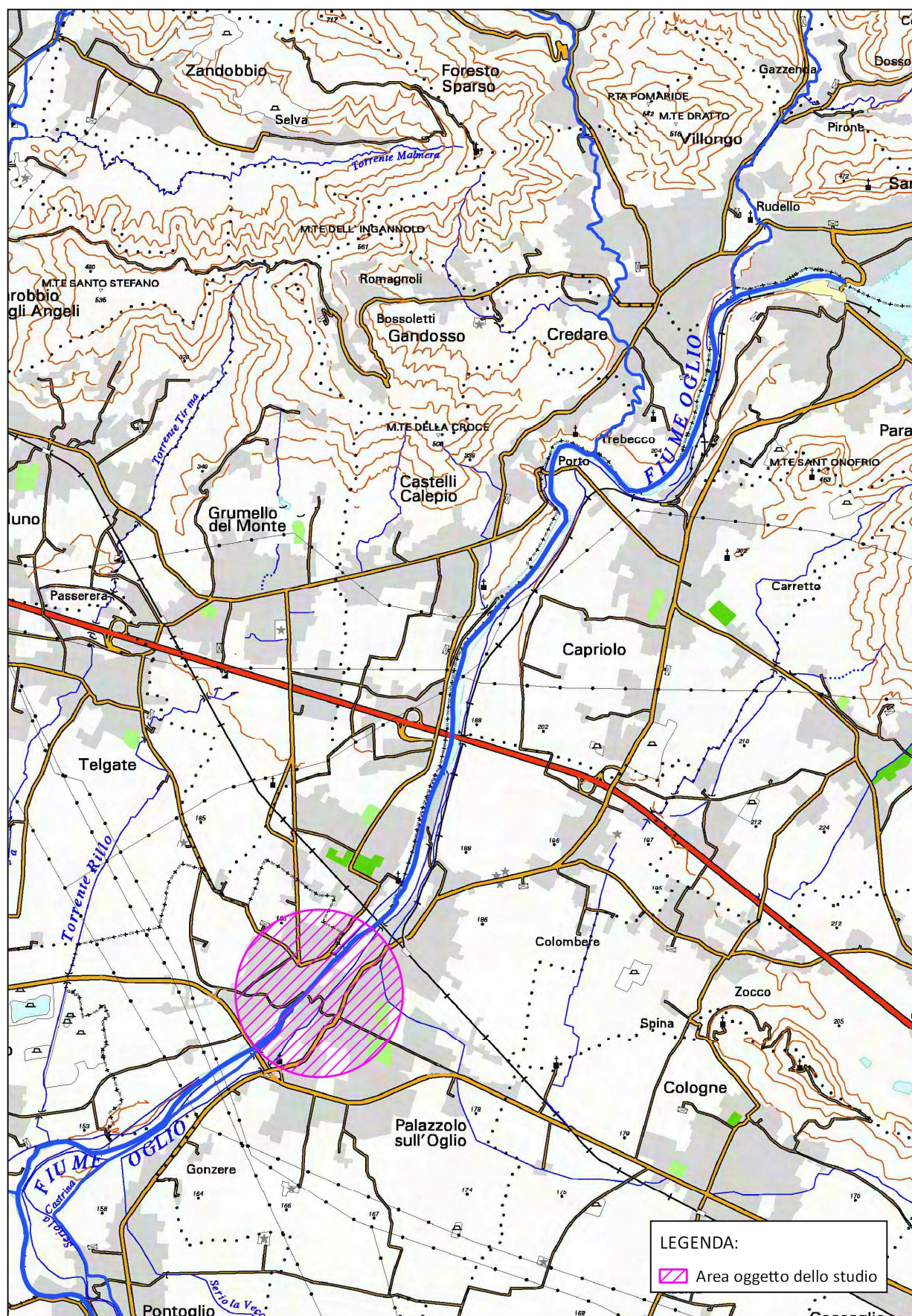


Figura n° 2.1.2 – Stralcio carta rete idrografica locale



2.2 Zonazione della pericolosità nelle mappe del PGRA

Questo ambito territoriale comprende la zona edificata a prevalente destinazione residenziale del Comune di Palazzolo ed è individuato, nelle mappe del PGRA, come ambito interessato dalle possibili esondazione del fiume Oglio, quale corso d'acqua del Reticolo principale (RP).

La delimitazione e la classificazione delle aree allagabili sono contenute nelle mappe della pericolosità del PGRA, per diversi scenari di pericolosità:

- aree P3 (H nella cartografia) o aree potenzialmente interessate da alluvioni *frequenti*;
- aree P2 (M nella cartografia) o aree potenzialmente interessate da alluvioni *poco frequenti*;
- aree P1 (L nella cartografia) o aree potenzialmente interessate da alluvioni *rare*;

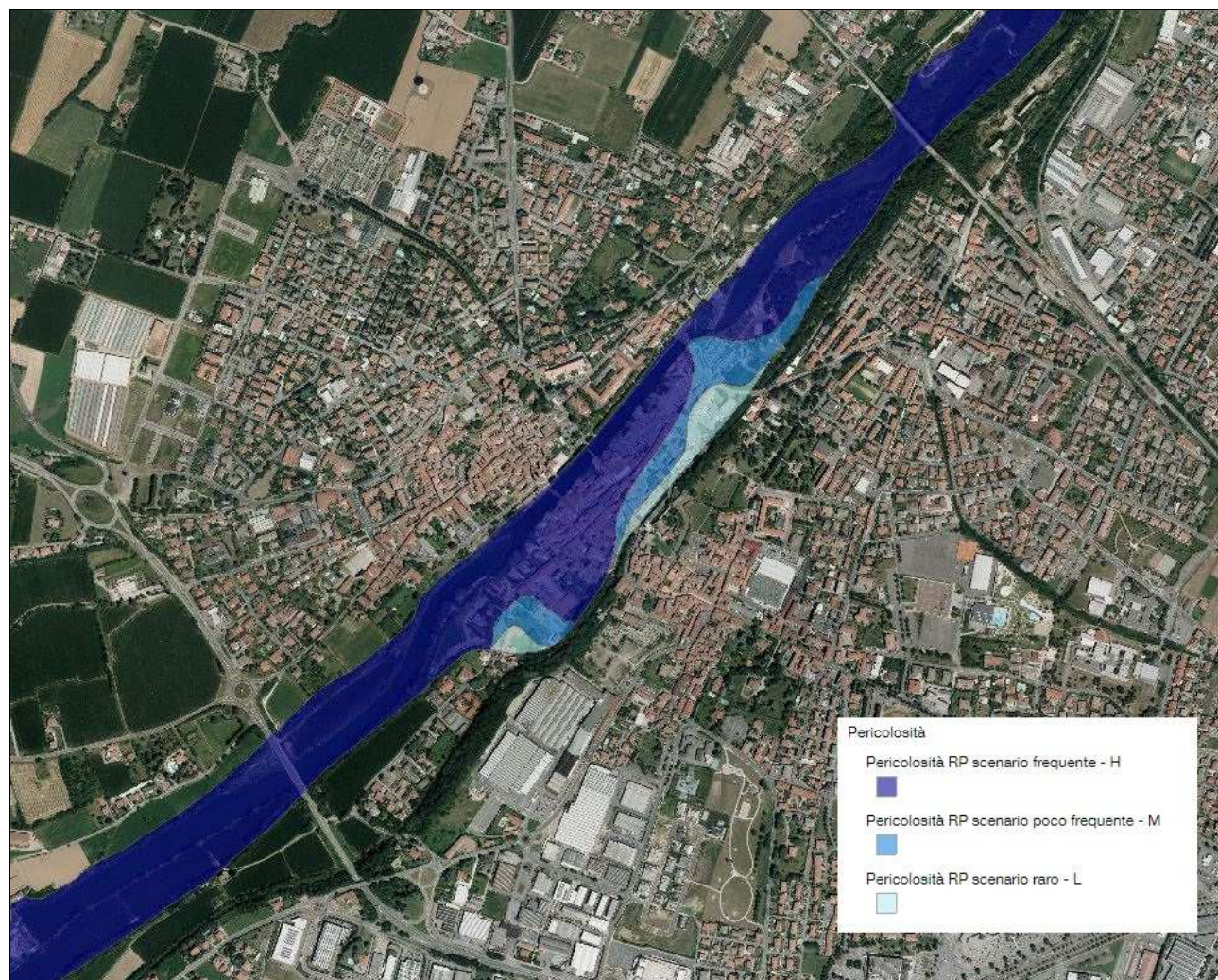
Il tempo di ritorno della piena di riferimento è quello corrispondente allo scenario di pericolosità poco frequente (P2), come definito nel PGRA.

Per il Fiume Oglio, il tempo di ritorno della piena di riferimento è pari a 200 anni.

I tempi di ritorno associati alle frequenze previste dalla Direttiva Alluvioni, sono i seguenti:

- Alluvioni frequenti (P3/H) tempo di ritorno 20 anni;
- Alluvioni poco frequenti (P2/M) tempo di ritorno 200 anni;
- Alluvioni rare (P1/L) tempo di ritorno 500 anni;

Nella seguente figura n. 2.2.1, sono rappresentati gli stralci della mappa della pericolosità del PGRA, per tutti i tre eventi alluvionali previsti nel PGRA, relativi all'area oggetto del presente studio.

Figura n° 2.2.1 – Stralcio carta PGRA

2.3 Caratteristiche della rete idrografica

Il tronco del Fiume Oglio, oggetto della modellazione idraulica, è quello corrispondente all'attraversamento del centro storico dell'abitato di Palazzolo, fra il ponte della Ferrovia Brescia-Bergamo ed il ponte della Strada Provinciale n°573 "Ogliese", della lunghezza di circa 1800 metri.

Il corso fluviale si sviluppa in modo regolare e pressoché rettilineo entro un'incisione valliva profonda e di limitata larghezza, con alveo monocursale, contenuto e ristretto entro difese e limiti spondali, addossato alla scarpata valliva naturale destra. La zona urbana del centro storico di Palazzolo si trova nella ristretta fascia di fondo valle limitrofa alla sponda sinistra, fra il corso fluviale e la naturale scarpata morfologica della valle.

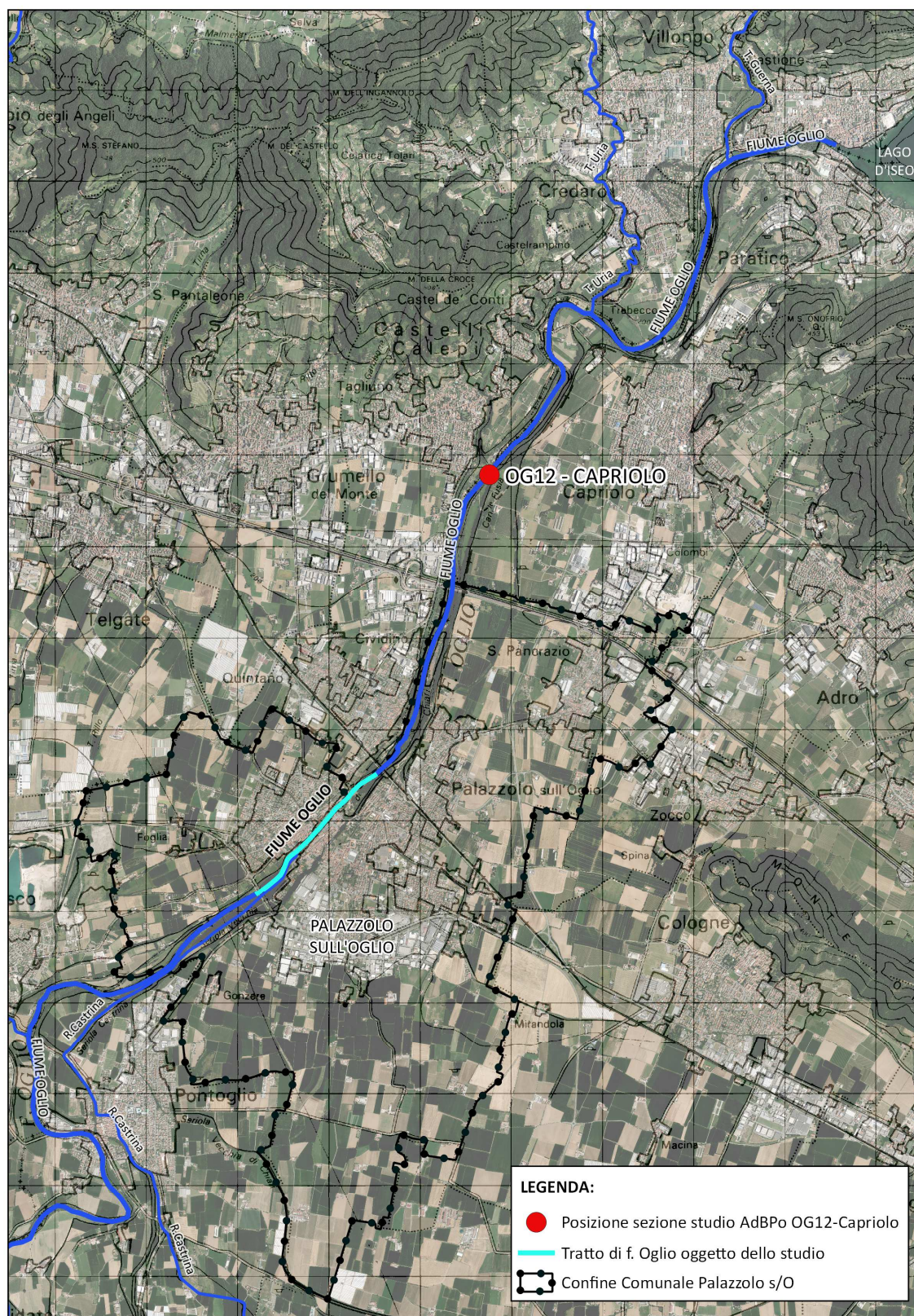
La prima parte del tratto fluviale in oggetto, dal ponte ferroviario al ponte stradale di Via XX Settembre, è caratterizzata da un alveo ampio, con sponde inizialmente allo stato naturale, ricoperte dalla vegetazione, e successivamente, presso il ponte stradale, dotate di difese radenti in muratura e scogliera di pietrame. La fascia di terreno limitrofa alla sponda sinistra, situata a quota nettamente inferiore rispetto a quella opposta, si estende trasversalmente fino al rilevato del canale irriguo Seriola Vecchia di Chiari, il cui tracciato, parallelo al corso dell'Oglio, corre al piede della scarpata naturale della valle. Questa fascia di terreno è attualmente destinata a parco urbano, a seguito di un intervento di trasformazione urbanistica della precedente area naturale, già soggetta in passato ad allagamento in caso di piena dell'Oglio. Fra le opere realizzate si evidenzia il rialzo della sponda fluviale sinistra, fino contro le strutture del ponte di Via XX Settembre, e del seguente percorso pedonale in salita verso la Seriola, a formazione di un argine a ridosso dell'area del parcheggio automobilistico accessibile da Via XX Settembre. L'impalcato del predetto ponte stradale si trova a quota tale da non interferire con il deflusso di alcuna piena dell'Oglio.

Il successivo tratto della lunghezza di circa 305 m, fino al Ponte Romano, è quello maggiormente ristretto, incanalato fra il muro alto di scarpa della sponda destra e il muro d'argine in sinistra, a difesa della zona urbana del Centro storico di Palazzolo. Sia il Ponte Romano che il precedente ponte pedonale di Via della Maddalena interferiscono con il regime dei deflussi delle piene: il primo a causa dell'ingombro delle tre pile massicce in alveo e delle volte degli archi, ed il secondo, pur essendo ad unica luce, per effetto della limitata quota d'intradosso dell'impalcato. Entrambe queste strutture causano il rallentamento dei deflussi delle piene ed il conseguente innalzamento dei livelli idrici e l'esondazione in sponda sinistra per tracimazione del muro d'argine. A seguito dei recenti eventi alluvionali, il muro d'argine della sponda sinistra è stato sovralzato sul fronte della Piazza Giovanni XXIII.

A Valle del Ponte Romano la sezione fluviale tende ad ampliarsi in larghezza. Fino alla presa della Seriosa Castrina, la sponda sinistra è delimitata dai muri dei fabbricati e dalle recinzioni delle

aree di pertinenza delle abitazioni. Successivamente, fino al ponte della Strada Statale “Ogliese”, l'alveo torna allo stato naturale, con sponde in terra ricoperte dalla vegetazione.

Figura 2.3.1 – Posizione della sezione di calcolo dell'idrogramma di piena (OG12 Capriolo- studio AdBPO)



2.4 Individuazione delle aree allagabili oggetto dello studio idraulico

Il territorio di Palazzolo s/O interessato dalle esondazione del fiume Oglio, è suddiviso in n. 2 aree di allagamento collegate all'asta fluviale, l'una comprendente l'intera area urbana della regione fluviale in sponda sinistra orografica e l'altra in destra, di modesta estensione, corrispondente alla zona golenale a monte del ponte della S.P. 573.

Le aree allagabili considerate nel calcolo idraulico, sono maggiormente estese rispetto a quelle relative allo scenario di pericolosità poco frequente (P2/M) per la piena di riferimento con TR 200 anni del PGRA, fino a comprendere le aree a pericolosità rara.

Detta assunzione deriva dalla necessità di considerare e introdurre nella geometria di calcolo le aree della regione fluviale esondabili in caso di piena, al massimo della loro estensione, fino ai limiti morfologici, naturali o artificiali, certamente non superati dai massimi livelli delle piene. Inoltre, l'utilizzo nel modello di calcolo del rilievo LiDAR, i cui dati forniscono una dettagliata ed aggiornata configurazione piano altimetrica del suolo, consente di verificare l'effettiva dinamica degli allagamenti all'interno delle aree del modello.

Figura n°2.4.1 - Planimetria di individuazione delle aree allagabili considerate nel modello di calcolo idraulico 2D -



Figura n°2.4.2 - Planimetria di individuazione delle aree oggetto dello studio idraulico –



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 dall’Autorità di Bacino, come illustrato nel seguito.

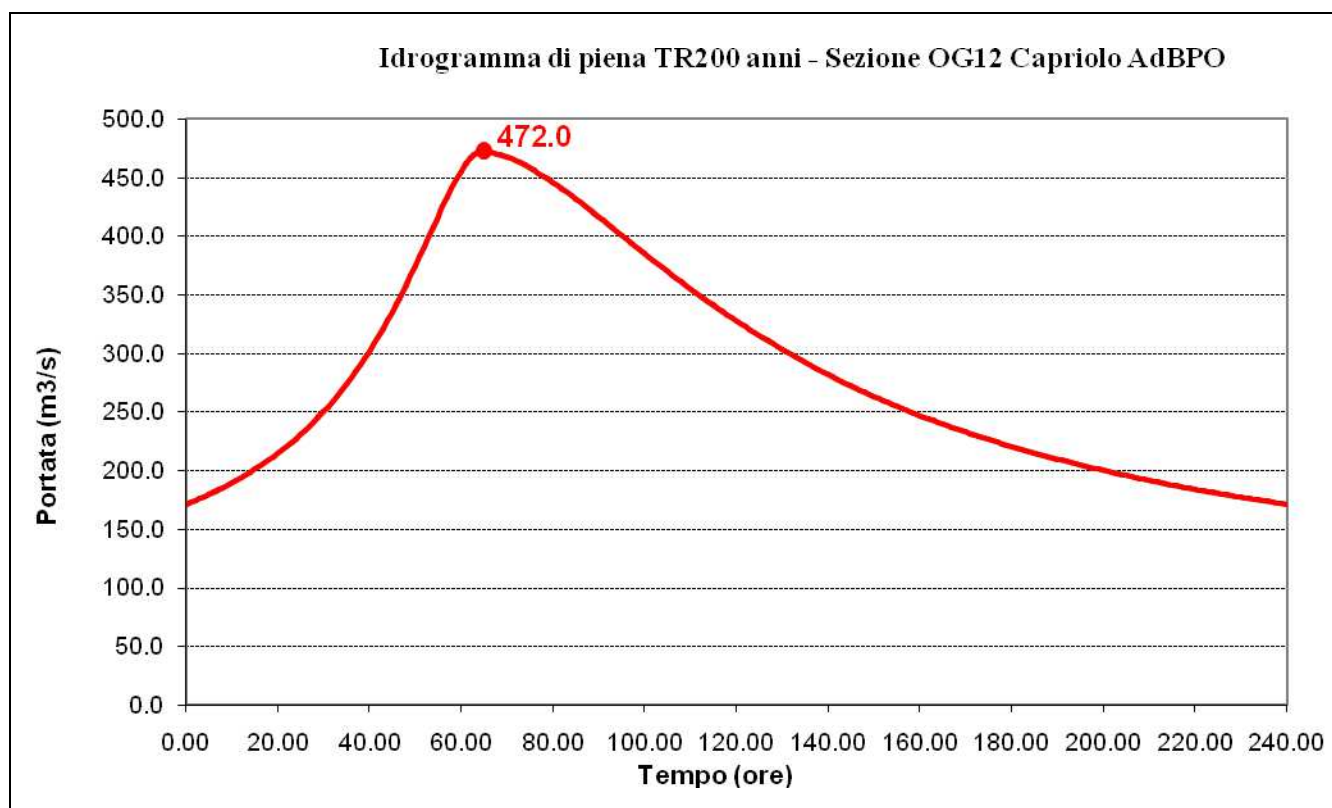
3.2 Tempo di ritorno

Il tempo di ritorno della piena di riferimento è pari a 200 anni, come già stabilito per la delimitazione della Fascia A del PAI e la mappatura delle aree di allagamento per alluvioni poco frequenti (aree P2/M) della Direttiva Alluvioni.

3.3 Dati idrologici

Si fa riferimento allo schema idrologico contenuto nella relazione descrittiva e di analisi dell'attività del Fiume Oglio sottolacuale dello Studio di fattibilità (elaborato n. 3.1.2.2/2/1R) ed agli idrogrammi dell’elaborato 3.1.2.1/1/1R - 3.2.2.1/1/1R – allegato 3.A “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 iniziale del modello di calcolo n. 1801.43, si applica l’idrogramma TR 200 della sez. OG_12 Capriolo con opportune interpolazioni per ottenere una serie di dati di altezza idrometrica ad intervalli regolare di un’ora.



1) Idrogramma tabellare alla sezione OG12 - Capriolo con TR200 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)
0.0	171.2		31.0	254.4		62.0	466.1
1.0	172.8		32.0	258.7		63.00	470.1
2.0	174.5		33.0	263.5		64.0	471.8
3.0	176.1		34.0	268.4		65.00	472.0
4.0	177.9		35.0	273.3		66.0	471.5
5.0	179.7		36.0	278.8		67.0	470.9
6.0	181.5		37.0	284.2		68.0	470.0
7.0	183.5		38.0	289.7		69.0	468.7
8.0	185.5		39.0	295.6		70.0	467.5
9.0	187.4		40.0	301.5		71.0	465.8
10.0	189.6		41.0	307.9		72.0	464.2
11.0	191.7		42.0	314.5		73.0	462.6
12.0	193.9		43.0	321.2		74.0	460.5
13.0	196.3		44.0	328.2		75.0	458.4
14.0	198.6		45.0	335.3		76.0	456.0
15.0	201.0		46.0	342.8		77.0	453.7
16.0	203.4		47.0	350.5		78.0	451.2
17.0	206.1		48.0	358.3		79.0	448.6
18.0	208.8		49.0	366.4		80.0	445.9
19.0	211.5		50.0	374.6		81.0	443.2
20.0	214.5		51.0	382.9		82.0	440.4
21.0	217.5		52.0	391.4		83.0	437.5
22.0	220.5		53.0	399.9		84.0	434.7
23.0	223.9		54.0	408.4		85.0	431.7
24.0	227.2		55.0	417.0		86.0	428.7
25.0	230.6		56.0	425.4		87.0	425.7
26.0	234.3		57.0	433.6		88.0	422.6
27.0	238.1		58.0	441.4		89.0	419.5
28.0	241.8		59.0	448.7		90.0	416.4
29.0	246.0		60.0	455.6		91.0	413.3
30.0	250.2		61.0	461.6		92.0	410.2

Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)
94.0	403.9		154.0	256.5		214.0	188.5
95.0	400.8		155.0	254.9		215.0	187.8
96.0	397.6		156.0	253.3		216.0	187.0
97.0	394.5		157.0	251.7		217.0	186.3
98.0	391.4		158.0	250.1		218.0	185.6
99.0	388.3		159.0	248.5		219.0	184.8
100.0	385.2		160.0	246.9		220.0	184.1
101.0	382.1		161.0	245.5		221.0	183.4
102.0	379.0		162.0	244.1		222.0	182.6
103.0	376.0		163.0	242.6		223.0	182.0
104.0	373.0		164.0	241.2		224.0	181.3
105.0	370.0		165.0	239.8		225.0	180.6
106.0	367.0		166.0	238.4		226.0	180.0
107.0	364.0		167.0	236.9		227.0	179.3
108.0	361.0		168.0	235.5		228.0	178.6
109.0	358.1		169.0	234.1		229.0	178.0
110.0	355.2		170.0	232.8		230.0	177.4
111.0	352.3		171.0	231.5		231.0	176.8
112.0	349.4		172.0	230.3		232.0	176.2
113.0	346.7		173.0	229.0		233.0	175.5
114.0	343.9		174.0	227.8		234.0	174.9
115.0	341.2		175.0	226.5		235.0	174.3
116.0	338.4		176.0	225.2		236.0	173.7
117.0	335.6		177.0	224.0		237.0	173.1
118.0	333.0		178.0	222.7		238.0	172.4
119.0	330.4		179.0	221.6		239.0	171.8
120.0	327.7		180.0	220.5		240.0	171.2
121.0	325.1		181.0	219.4			
122.0	322.6		182.0	218.2			
123.0	320.1		183.0	217.1			
124.0	317.6		184.0	216.0			
125.0	315.1		185.0	214.9			
126.0	312.8		186.0	213.8			
127.0	310.6		187.0	212.6			
128.0	308.3		188.0	211.6			
129.0	306.0		189.0	210.6			
130.0	303.3		190.0	209.6			
131.0	301.0		191.0	208.6			
132.0	298.8		192.0	207.6			
133.0	296.6		193.0	206.6			
134.0	294.3		194.0	205.7			
135.0	292.3		195.0	204.7			
136.0	290.3		196.0	203.7			
137.0	288.2		197.0	202.8			
138.0	286.2		198.0	201.9			
139.0	284.1		199.0	201.0			
140.0	282.1		200.0	200.1			
141.0	280.0		201.0	199.2			
142.0	278.0		202.0	198.3			
143.0	275.9		203.0	197.4			
144.0	274.1		204.0	196.5			
145.0	272.3		205.0	195.7			
146.0	270.5		206.0	194.9			
147.0	268.7		207.0	194.1			
148.0	266.9		208.0	193.3			
149.0	265.1		209.0	192.5			
150.0	263.3		210.0	191.7			
151.0	261.5		211.0	190.8			
152.0	259.7		212.0	190.0			
153.0	258.1		213.0	189.2			

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 Fiume Oglio, durante il transito della piena di riferimento.

La modellazione idraulica è stata eseguita mediante l'utilizzo del codice di calcolo HEC-RAS versione 5.0.7 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, oltre che di un rilievo strumentale per sezioni.

4.2 Modello di calcolo

Il modello geometrico implementato nel programma di calcolo HEC-RAS ver. 5.0.7 è composto come segue:

Geometria del corso d'acqua

- Fiume Oglio (tratto unico n.1):
 - lunghezza 1801,43 m, da inizio modellazione (sezione n.1801,43), fino al ponte della S.P. 573 (sezione n. 0,00);
 - sezioni del modello: n. 30;
 - Strutture trasversali: n.1 tombini: Ponte stradale Sara Giusi (da sezione n.1253.10 a sezione n. 1237.32); n. 2 ponti: Ponte pedonale via Maddalena (da sezione n. 935.53 a sezione 929.63), ponte romano stradale via Ponte Oglio (da sezione n. 821.23 a sezione 813.53)
 - Inline structure: n.1 manufatto di presa della roggia Castrina (da sezione n. 598.69 a sezione 597.41) con paratoia chiusa per tutta la durata della modellazione.

Aree di allagamento e collegamenti idraulici

Le aree allagabili considerate nel calcolo idraulico sono quelle relative allo scenario di pericolosità poco frequente (P2/M) per la piena di riferimento con TR 200anni, come risultanti dalle mappe del PGRA, ampliate e delimitate come descritto nel precedente paragrafo 2.4.

Nel corso dello studio della modellazione idraulica bidimensionale, non è stato necessario ampliare ulteriormente le aree di allagamento.

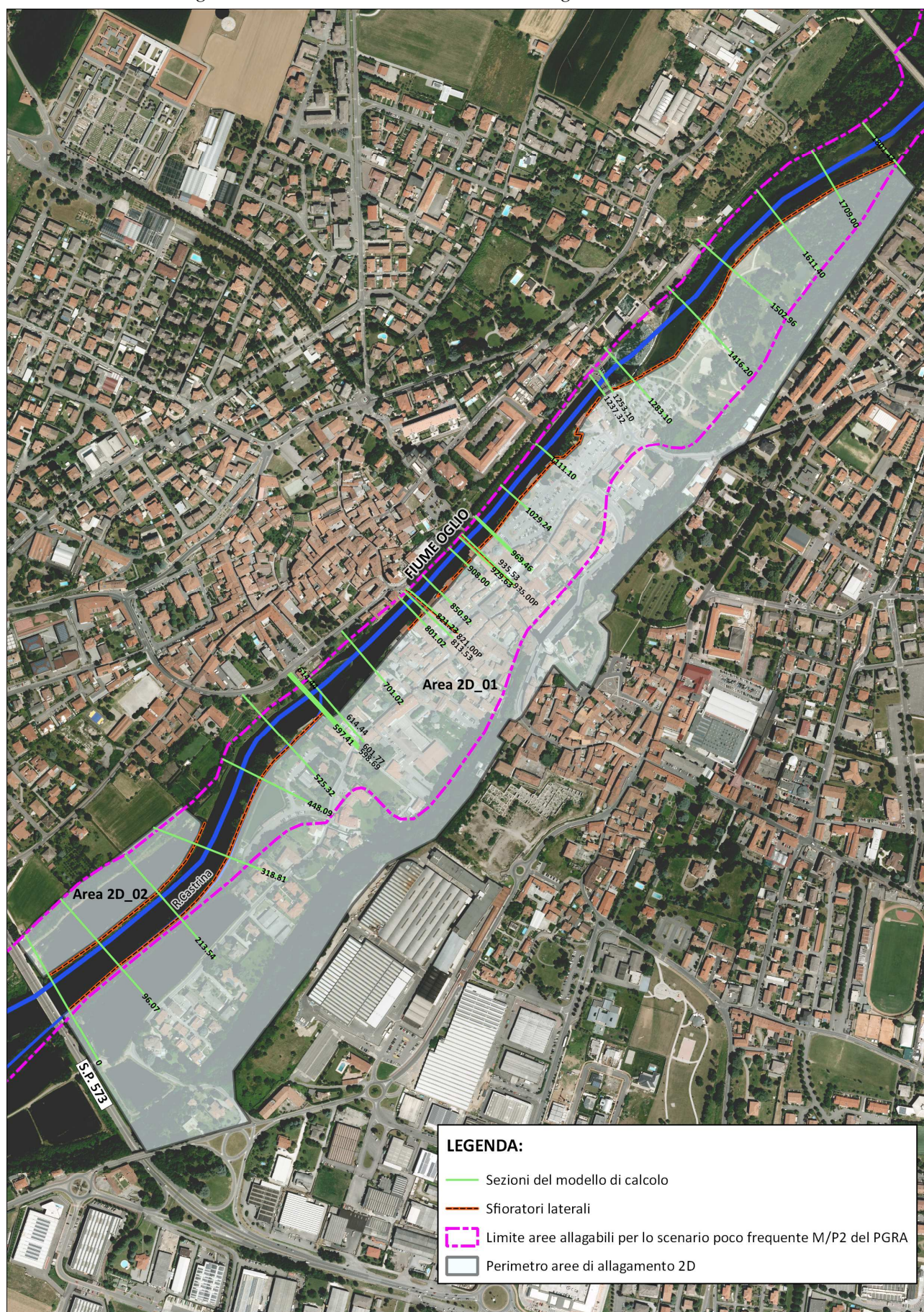
Area n. 01

- Posizione: a lato della sponda sinistra del fiume Oglio da inizio modellazione fino alla fine della modellazione presso il ponte della S.P. 573.
- Superficie: 359'371,50 m², area di allagamento TR200 del PGRA in sponda sinistra del fiume Oglio ampliata verso est.
- Uso del suolo: area prevalentemente edificata.
- Rilievo: copertura LIDAR.
- Griglia di calcolo: 5x5 m.
- Collegamenti idraulici fra area di allagamento e corso d'acqua (laterl structure):
 - n.9 sfioratori laterali consecutivi lungo la sponda sinistra da inizio modellazione sez. 1801.43 fino a 22 m a valle della sez. 801.02, intervallati da n.3 ponti e n.4 edifici (924,36 m);
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda sinistra dall'opera di derivazione della roggia Castrina sez. 598.69 fino a fine modellazione sez. 0.00 (595,78 m).
- Condizioni al contorno (SA/2D Buondary condition):
 - Lungo i limiti a sud dell'area di allagamento sono state inserite delle break line, aventi il solo compito di permettere l'uscita dell'acqua in eccesso dal sistema, evitando così che si accumuli sul bordo di tale area.

Area n. 02

- Posizione: a lato della sponda destra del f. Oglio, comprendente l'area golenale che inizia circa 330 metri a monte del ponte della SP573.
- Superficie: 24'295 m² stessa perimetrazione dell'area di allagamento TR200 del PGRA.
- Uso del suolo: area golenale ad uso agricolo
- Rilievo: copertura LIDAR
- Griglia di calcolo: 5x5 m.
- Collegamenti idraulici fra area esondabile e corso d'acqua (laterl structure):
 - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda destra su tutto il fronte dell'area n°02 da 34 m a monte della sez. 318.81 fino a sez. 0.00 (330,74 m);
- Condizioni al contorno (SA/2D Buondary condition):
 - Lungo i limiti a sud dell'area di allagamento sono stati inserite delle break line, aventi il solo compito di permettere l'uscita dell'acqua in eccesso dal sistema, evitando così che si accumuli sul bordo di tale area.

Figura n°4.2.1 - Planimetria del modello geometrico di calcolo



4.3 Scabrezze e coefficienti di defflusso

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 paragrafo 6.3.

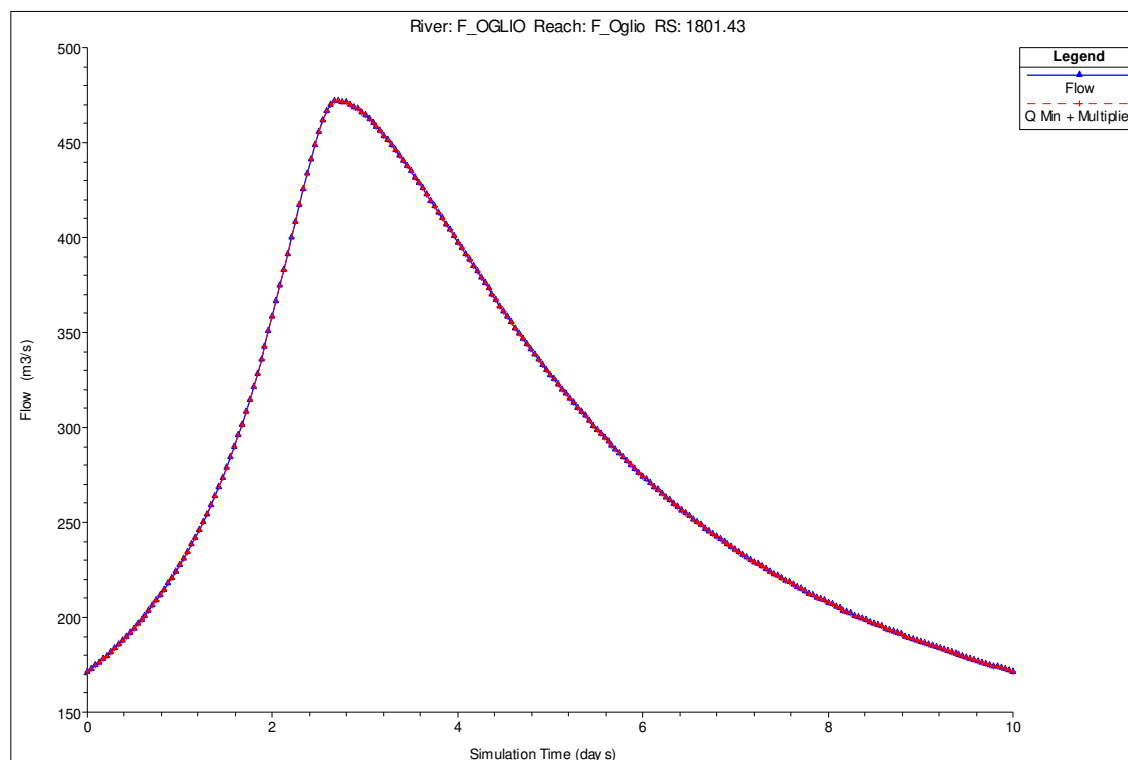
I coefficienti di efflusso utilizzati nel calcolo idraulico degli sfioratori laterali e degli altri collegamenti fra gli elementi del modello, sono riportati negli schemi grafici allegati nel successivo paragrafo 6.4.

4.4 Condizioni al contorno. Flussi in ingresso

I flussi (flow) delle portate d’acqua in ingresso al sistema idrografico del f. Oglio schematizzato 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:

- Idrogramma della piena di progetto con TR 200 anni relativo al f. Oglio alla sezione di chiusura OG12 di Capriolo calcolato nello studio d’approfondimento dell’ AdBPo e riportato nel grafico seguente, applicato in corrispondenza della sezione n. 1801.43, all’estremità a monte del t. Canale, con passo temporale di 1 ora e condizioni iniziali di portata di 171,2 m³/s

Figura 4.4.1 – Idrogramma della piena con Tr200 anni – f.Oglio



4.5 Modellazione idraulica

La durata dell'evento di piena simulato mediante la modellazione idraulica 1D/2D è di 240 ore (10 giorni), necessarie al fine di ottenere dal programma il calcolo dei flussi nelle aree 2D, fino al limite estremo delle aree allagabili ed all'esaurimento dei deflussi nelle aree allagate.

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 paragrafo 4.2, 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 degli idrogrammi di piena di progetto, lungo i singoli tratti dei corsi 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 nel seguente capitolo 6, precisando che i profili idraulici rappresentano l'involuppo dei massimi livelli idrici raggiunti dalla piena nelle sezioni, in momenti diversi.

Tabella 4.5.1 - Risultati della modellazione idraulica del f. Oglio - inviluppo dei massimi livelli idrici raggiunti per Tr200 anni

River Sta	Profile	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
1801.43	Max WS	472	92.43	1801.43	151.35	154.65	156.99	3.94	155.29		155.51	0.001090	2.07	236.49	75.41	0.35
1800.00		Lat Struct														
1709.00	Max WS	453.89	97.60	1709.00	151.25	153.97	156.92	3.77	155.02		155.40	0.001861	2.72	176.68	104.90	0.47
1611.40	Max WS	448.8	108.44	1611.40	150.41	154.04	156.96	4.36	154.77		155.16	0.003169	2.77	162.88	124.50	0.47
1502.96	Max WS	459.73	86.76	1502.96	149.39	154.03	156.72	5.00	154.39		154.83	0.002576	2.97	157.96	93.39	0.49
1416.20	Max WS	468.93	133.10	1416.20	149.86	154.40	156.39	4.38	154.24		154.57	0.002848	2.58	181.73	58.77	0.47
1300.00		Lat Struct														
1283.10	Max WS	471.97	30.00	1283.10	148.26	155.29	158.76	5.92	154.18		154.35	0.000411	1.81	260.75	51.96	0.26
1253.10	Max WS	471.95	15.78	1253.10	148.37	157.74	158.20	5.50	153.87	151.61	154.34	0.001302	3.03	155.53	30.08	0.43
1237.32	Max WS	471.96	126.22	1237.32	148.12	157.74	158.20	5.77	153.89	151.43	154.32	0.001169	2.93	161.20	30.08	0.40
1235.00		Lat Struct														
1200.00		Lat Struct														
1111.10	Max WS	470.04	81.86	1111.10	148.00	153.88	158.61	5.93	153.93		154.21	0.000682	2.35	199.93	76.96	0.31
1100.00		Lat Struct														
1029.24	Max WS	466.01	59.78	1029.24	147.98	153.66	156.66	5.86	153.84		154.15	0.000792	2.50	186.57	98.56	0.33
969.46	Max WS	458.31	1.98	969.46	147.90	153.51	156.00	5.98	153.88		154.12	0.000565	2.17	210.76	115.07	0.29
967.48	Max WS	457.73	31.95	967.48	147.90	153.51	156.00	5.97	153.87		154.12	0.000600	2.23	205.25	44.31	0.29
935.53	Max WS	453.44	1.03	935.53	147.59	153.60	155.54	6.16	153.75	150.91	154.10	0.000881	2.63	172.20	39.98	0.35
935.00		Bridge														
929.63	Max WS	453.44	21.63	929.63	147.59	153.60	155.54	5.90	153.49		153.88	0.001019	2.76	164.21	30.61	0.38
929.00		Lat Struct														
908.00	Max WS	452.84	57.08	908.00	147.63	153.40	155.60	5.94	153.57		153.86	0.000706	2.38	190.47	79.96	0.31
900.00		Lat Struct														
855.00		Lat Struct														
850.92	Max WS	447.8	29.69	850.92	147.64	152.95	154.80	5.95	153.59		153.83	0.000560	2.16	206.95	100.84	0.29
821.23	Max WS	443.53	0.88	821.23	147.80	152.55	155.22	5.83	153.63	150.14	153.82	0.000433	1.91	232.78	40.48	0.25
821.00		Bridge														
813.53	Max WS	443.52	12.51	813.53	147.80	152.55	155.00	4.22	152.02		152.40	0.001282	2.74	161.99	39.03	0.43
810.00		Lat Struct														
801.02	Max WS	444.82	100.00	801.02	147.88	152.00	155.30	4.05	151.93		152.38	0.001602	2.97	149.78	37.91	0.48
701.02	Max WS	448.69	86.58	701.02	148.80	152.06	154.07	2.85	151.65		152.17	0.002617	3.18	141.15	49.76	0.60
614.44	Max WS	448.69	12.67	614.44	148.27	152.38	160.60	3.32	151.59		151.96	0.002038	2.71	166.30	67.92	0.55
601.77	Max WS	448.69	3.08	601.77	147.51	152.32	161.23	4.14	151.65		151.94	0.001322	2.44	191.83	68.58	0.44

River Sta	Profile	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
598.69	Max WS	448.69	1.28	598.69	147.51	151.93	161.23	4.08	151.59	150.21	151.94	0.001373	2.69	175.82	56.57	0.45
598.00		Inl Struct														
597.41	Max WS	448.69	72.09	597.41	147.51	151.93	161.23	3.90	151.41		151.81	0.001633	2.85	165.92	56.22	0.48
597.00		Lat Struct														
525.32	Max WS	448.69	77.23	525.32	147.79	151.92	163.45	3.52	151.31		151.69	0.001677	2.79	169.64	65.51	0.51
448.09	Max WS	448.69	129.28	448.09	145.99	151.92	153.27	5.16	151.15		151.58	0.001380	2.93	163.77	55.67	0.45
400.00		Lat Struct														
318.81	Max WS	441.81	105.27	318.81	147.90	151.50	150.75	3.16	151.06		151.38	0.001815	2.66	185.34	87.28	0.50
213.54	Max WS	422.7	117.47	213.54	146.43	151.00	150.72	4.62	151.05		151.24	0.000946	2.12	234.94	124.52	0.38
96.07	Max WS	417.83	96.07	96.07	147.13	151.04	150.90	3.41	150.54		151.07	0.002606	3.23	129.18	44.75	0.61
0.00	Max WS	417.83			147.61	151.59	150.58	2.85	150.46	149.51	150.85	0.001980	2.77	150.68	55.25	0.54

Flusso bidimensionale (2/D) nelle aree di allagamento

Il funzionamento delle strutture di collegamento fra i vari tratti del corso d'acqua e le aree di allagamento, è rappresentato nel capitolo 6 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 nel seguito gli schemi grafici delle situazioni maggiormente significative.

L'idrogramma di progetto ha una durata di 240 ore (10 giorni), con andamento regolare della curva, molto ripida nella fase di aumento della portata fino al colmo della piena di 472 m³/s, raggiunto dopo poco più di due giorni e mezzo dall'inizio dell'incremento delle portate ordinarie (170 m³/s). La pendenza della curva di esaurimento è anch'essa regolare, nettamente meno ripida rispetto alla parte ascendente, con durata di sette giorni e mezzo.

L'applicazione nel modello di calcolo del predetto idrogramma, consente di simulare l'andamento dei deflussi in alveo e nelle aree allagate, descritto nel seguito.

- Fino a che la portata fluviale non supera i 280 m³/s, raggiunti dopo un giorno e mezzo dall'inizio dell'evento simulato, non si verificano esondazioni dall'alveo;

- Superato detto limite, inizia una esondazione dalla sponda sinistra dell'Oglio, presso piazza Roma, in continuo aumento, con allagamento della zona urbana attorno a via Carvasaglio e via Santissima Trinità, con scorrimento delle acque verso sudovest, lungo le predette vie. Il battente dell'acqua sulla strada aumenta progressivamente fino a raggiungere un massimo di circa 1,20 m, nella zona maggiormente depressa di piazza Roma, la velocità massima della corrente d'acqua è di 0,35 m/s lungo le vie del centro urbano, con punte fino ad 1,20 m/s nell'area del parcheggio presso il parco La Castrina, al colmo della piena;

- Sei ore dopo, quando la portata dell'Oglio è di 314 m³/s e nell'area urbana in sponda sinistra le acque esondate hanno raggiunto via Santissima Trinità, inizia l'allagamento dell'area golenale in destra a monte del ponte della SP 573;

- Poco dopo, alla portata di piena di 320 m³/s, inizia l'esondazione in sinistra, verso la zona parco, in corrispondenza della sezione iniziale della modellazione, situata circa 120 metri a valle del ponte della ferrovia;

- Durante il successivo periodo di 22 ore, la portata del fiume aumenta fino a raggiungere il colmo di 472 m³/s. All'esondazione nei punti precedenti, si ne aggiungono altri due, sempre dalla sponda sinistra, l'uno subito a valle del ponte Sara Giusti e l'altro presso il piazzale Giovanni XXIII;

- Transitato il colmo lungo il tronco fluviale allo studio, le tracimazioni dalle sponde fluviali terminano progressivamente lungo i tratti critici, al raggiungimento in decremento delle portate limite.

- Successivamente inizia la fase di riflusso ed esaurimento delle acque esondate verso i ricettori.

Le acque rientrano nel f. Oglio dalla sinistra presso la zona parco a monte e, limitatamente presso il piazzale Giovanni XXIII. Dalla destra, rifluiscono a valle dalla golena presso il ponte della SP 573.

Le acque esondate nel centro urbano procedono lungo le strade, con andamento parallelo rispetto al corso dell'Oglio, fino a recapitare nella roggia Castrina.

- Al termine della simulazione, rimangono allagate alcune aree depresse in corrispondenza del parco a nord e del centro storico, in sinistra, ed in parte nella golena in sponda destra, presso il ponte della SP 573.

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°4.5.2 - Planimetria dell'espansione massima dell'allagamento

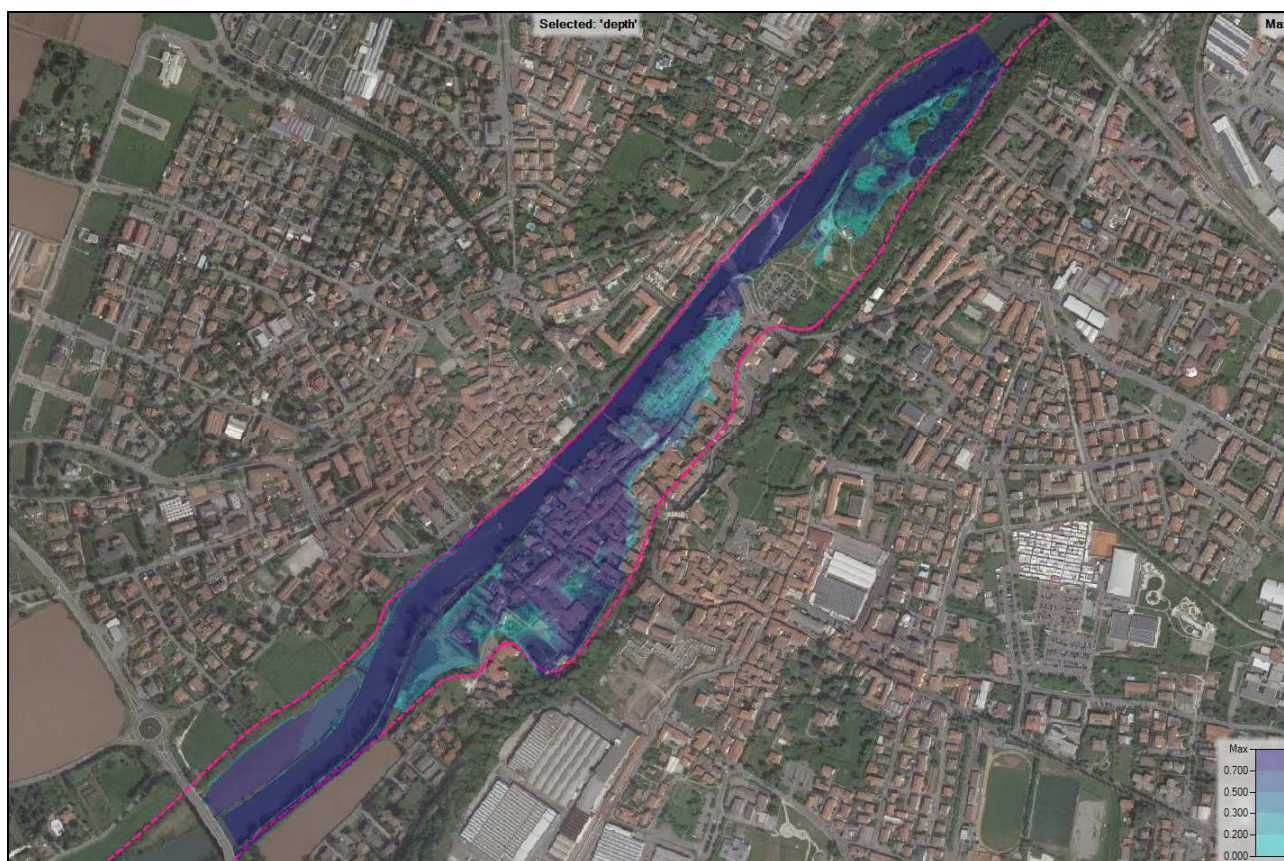


Figura n°4.5.3 - Flussi all'inizio dell'esondazione

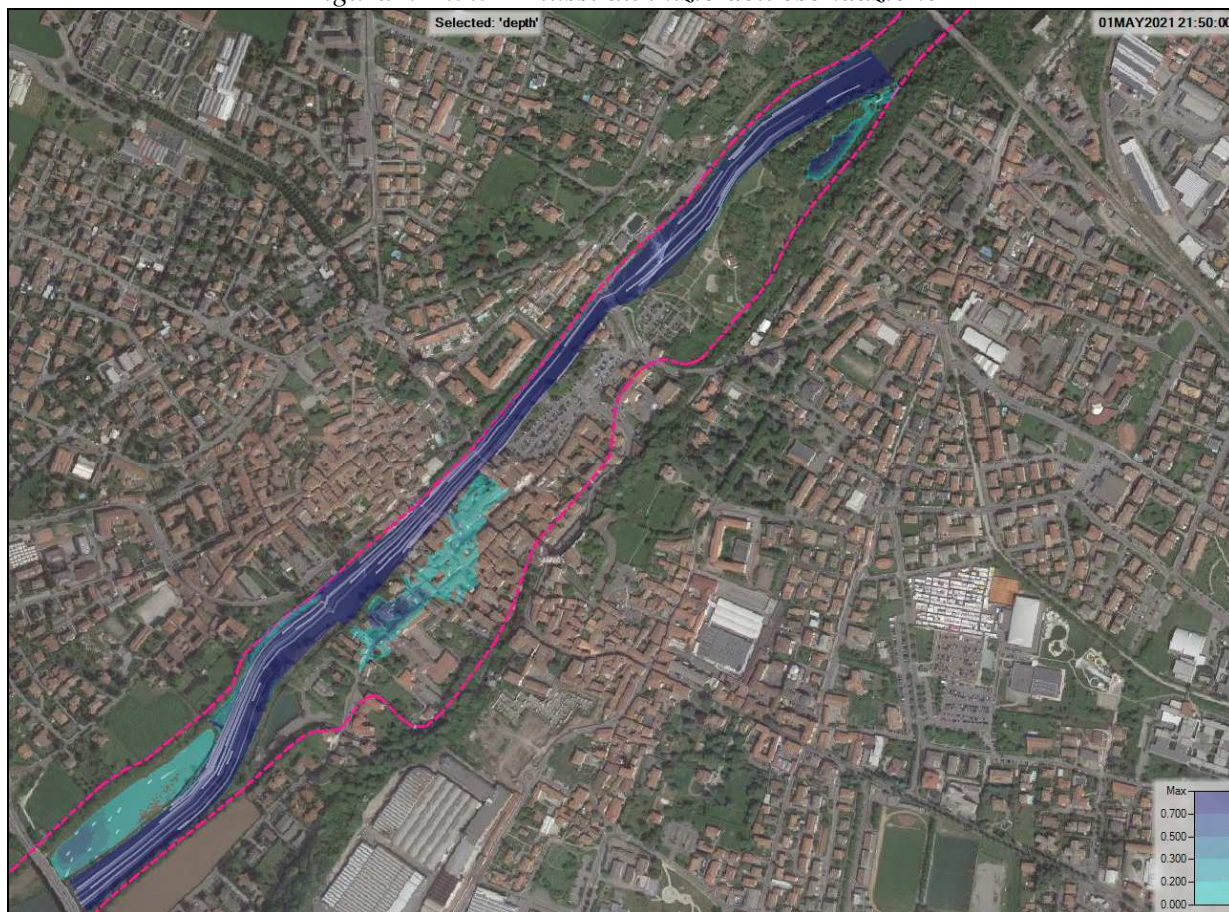


Figura n°4.5.4 - Flussi massimi nelle aree di allagamento

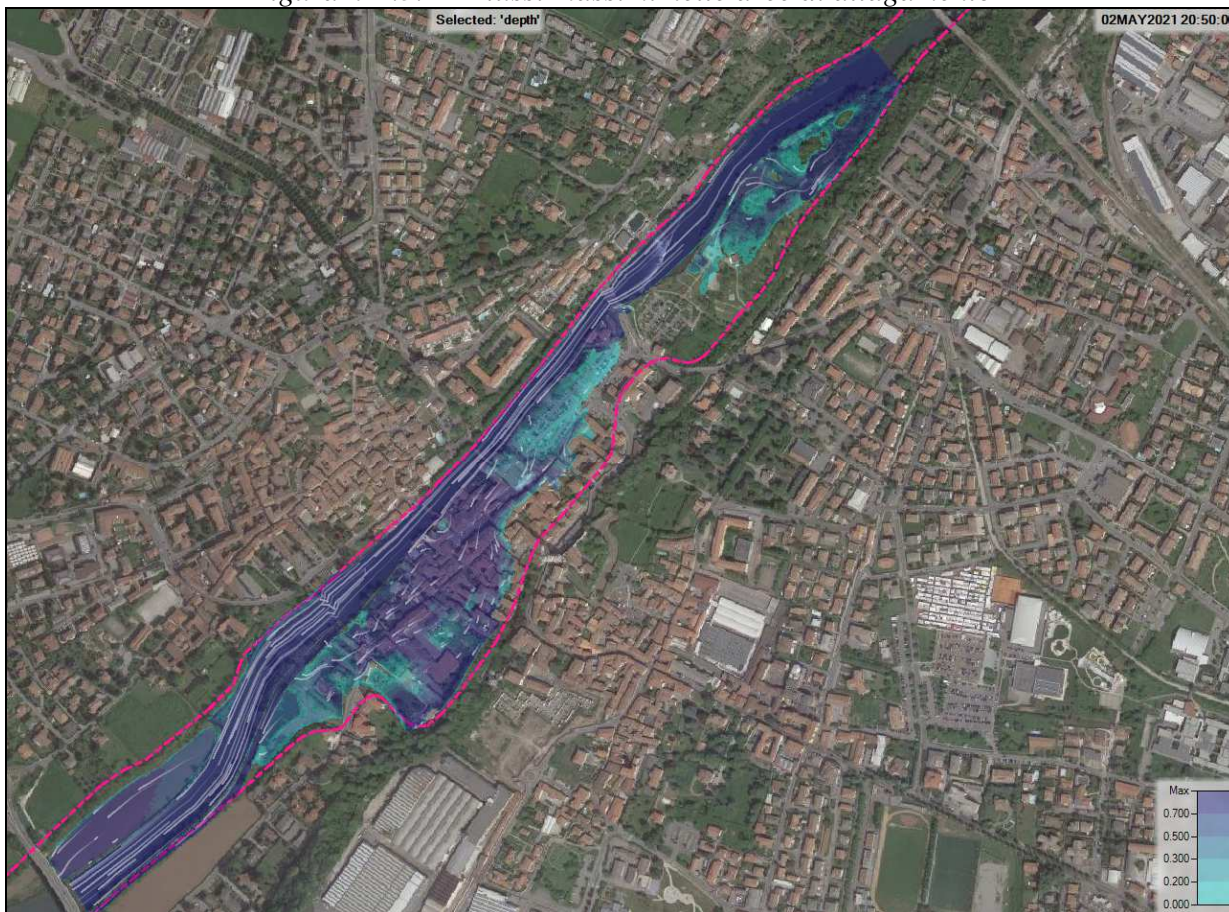
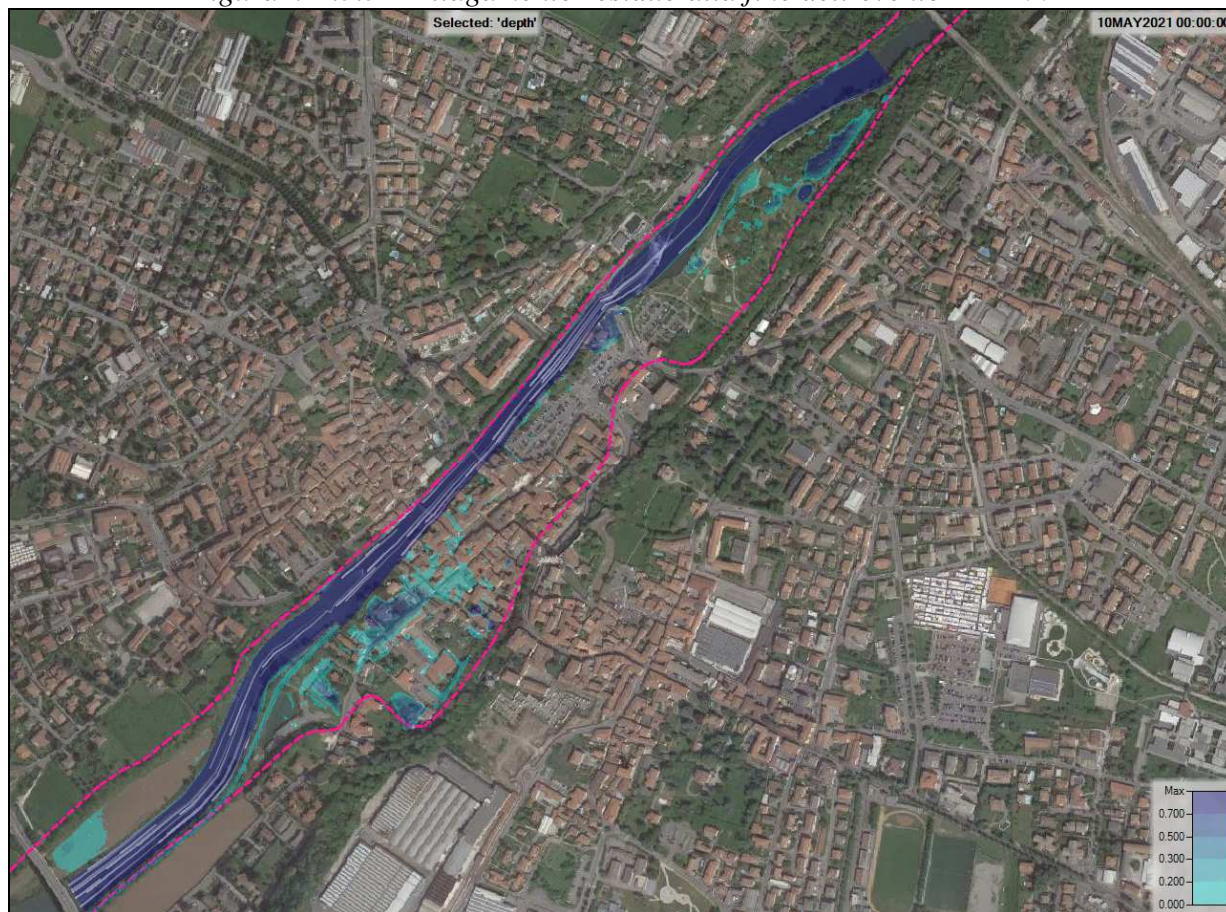


Figura n°4.5.5 – Allagamento residuo alla fine dell'evento – Tr200



4.6 Rappresentazione grafica dei risultati

Per l'intero ambito, interessato dalle possibili esondazione delle piene del f. Oglio, i risultati dello studio idraulico sono rappresentati nelle allegate carte tematiche, elencate e descritte nel seguito:

Tavola n. T02 – Carta delle aree esondabili – Battente

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 200 anni, 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. T03 – Carta delle aree esondabili – Velocità

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 200 anni, 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 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.

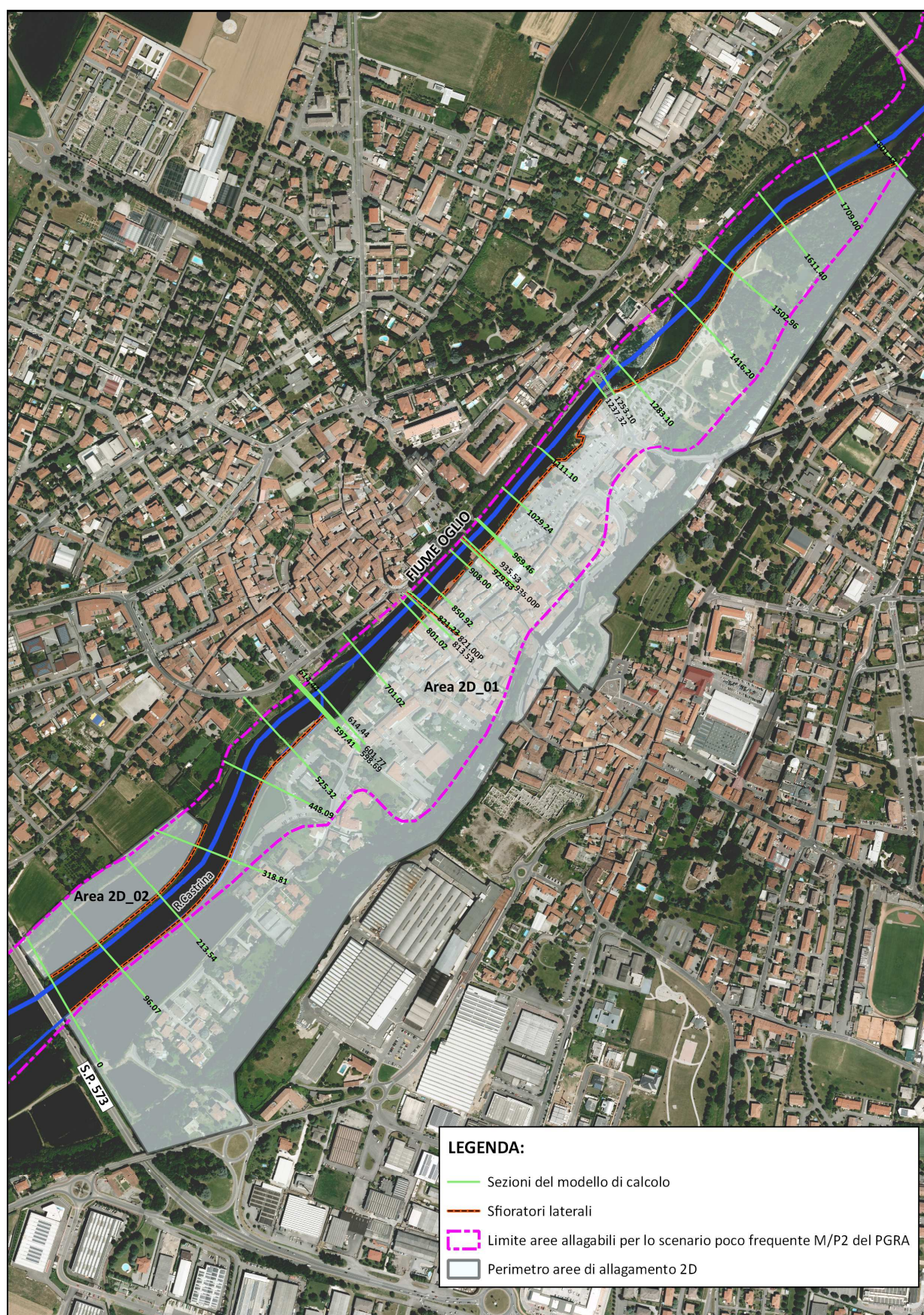
Le aree allagate sono così suddivise nelle quattro classi di pericolosità:

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

Come rappresentato nella tavola grafica n. T04 – Carta della pericolosità

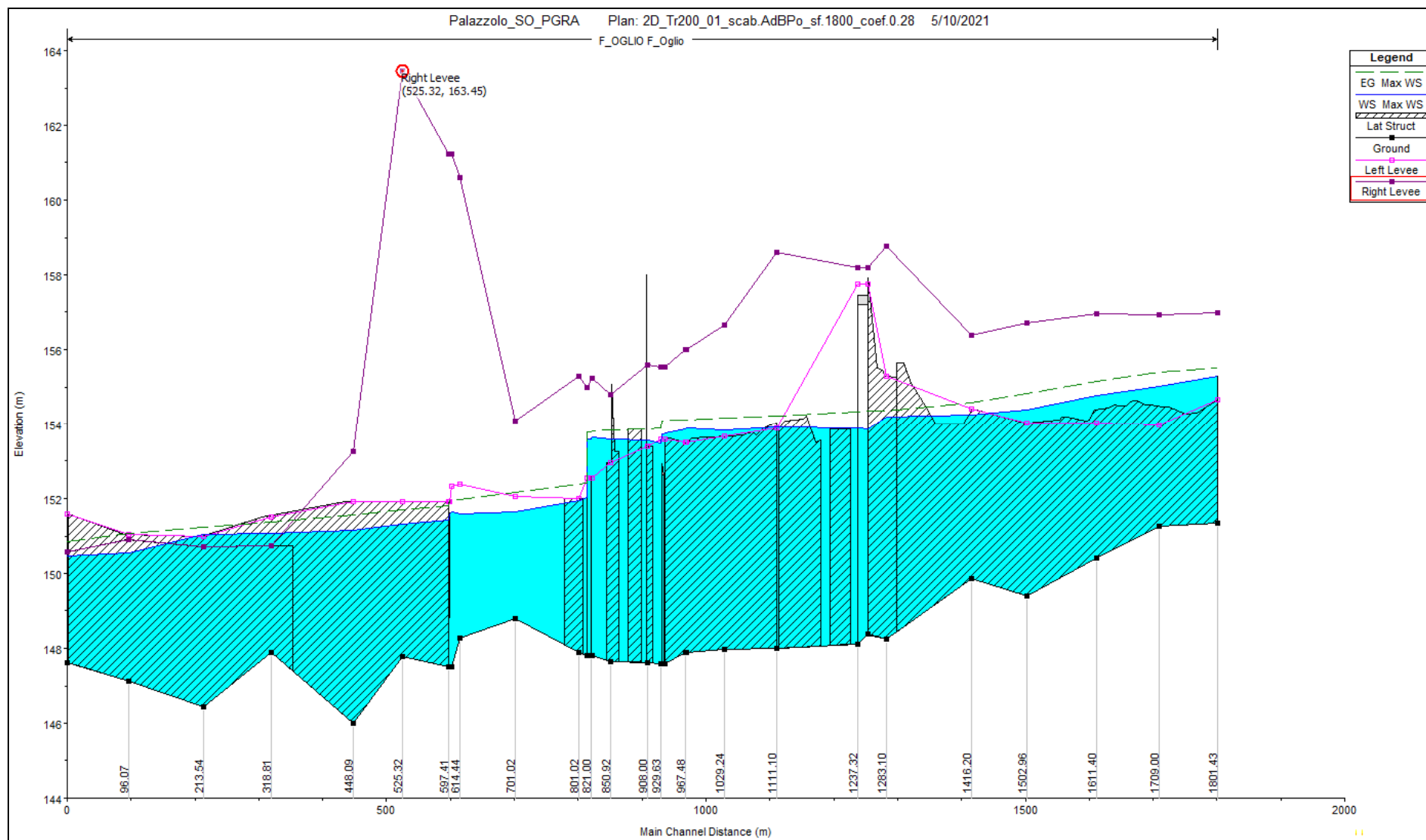
6 SCHEMI GRAFICI PER LA MODELLAZIONE IDRAULICA TR200

6.1 PLANIMETRIA

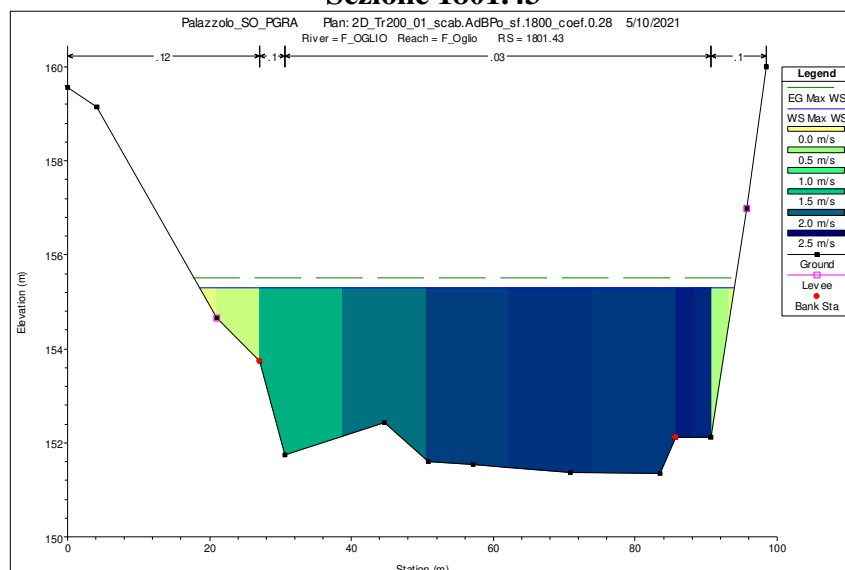
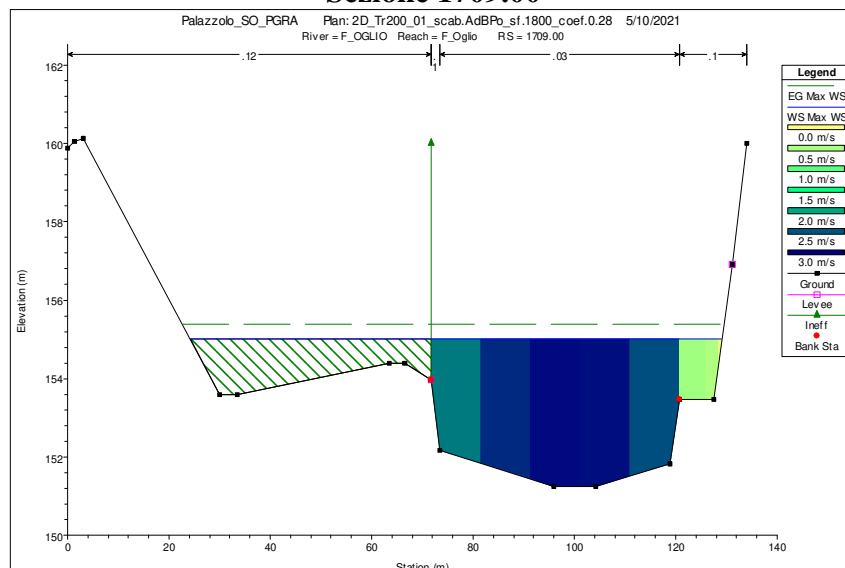
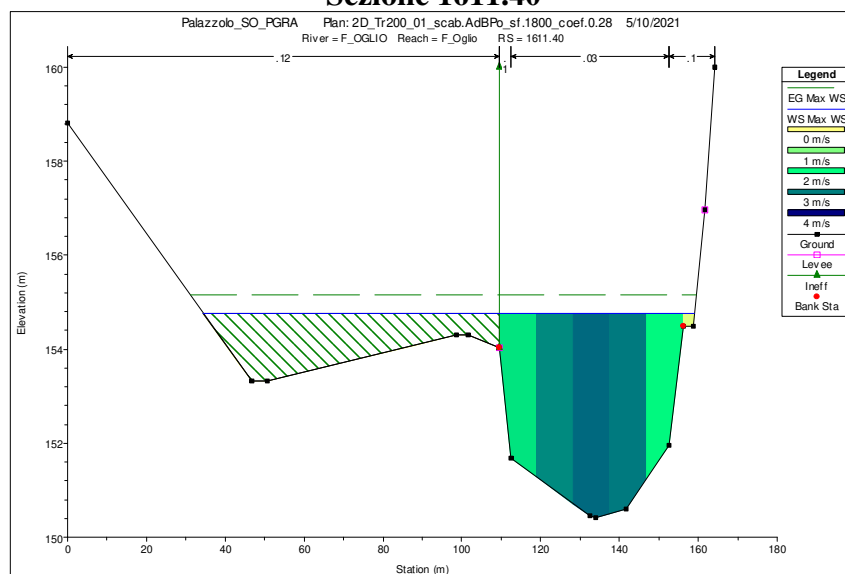


6.2 PROFILO LONGITUDINALE

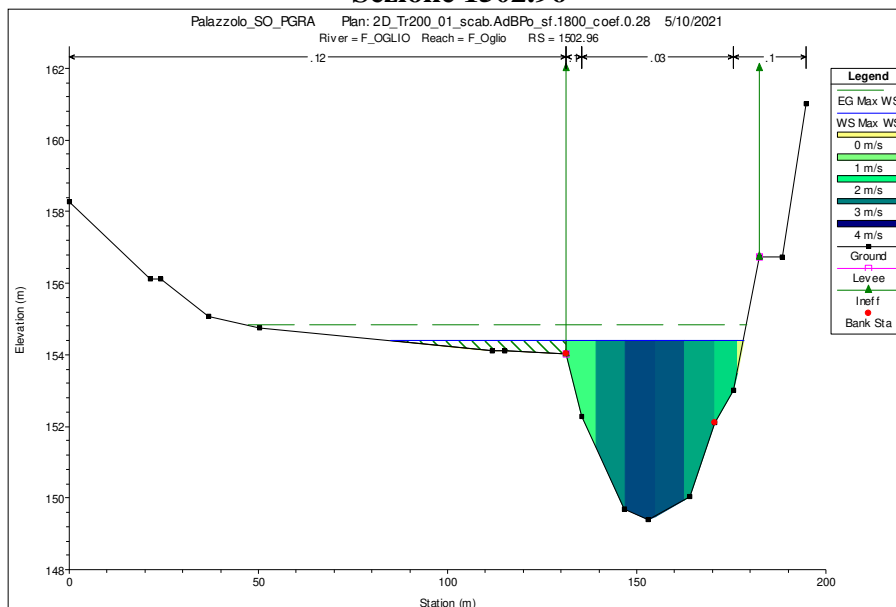
Inviluppo delle altezze massime della piena con TR 200 nelle sezioni



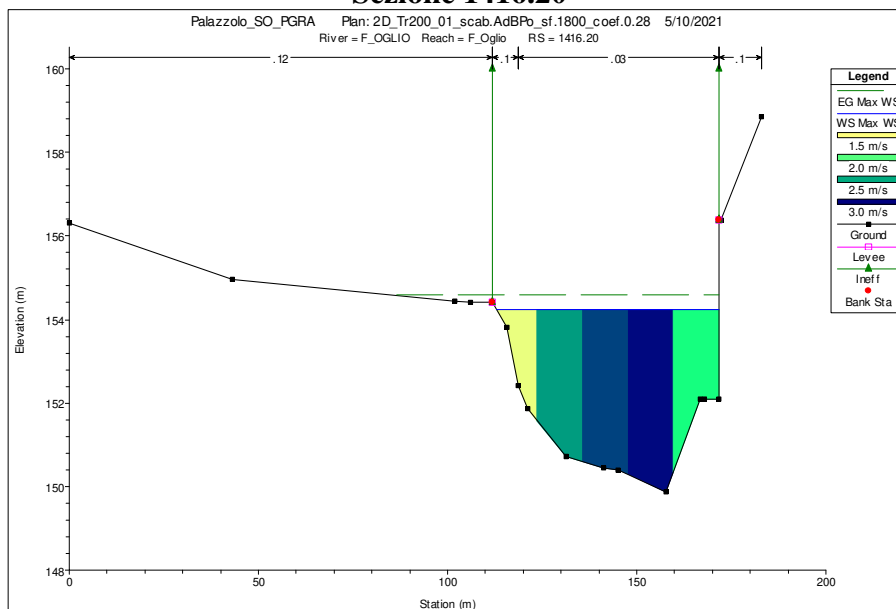
6.3 SEZIONI – Altezze massime della piena con TR200 anni

Sezione 1801.43**Sezione 1709.00****Sezione 1611.40**

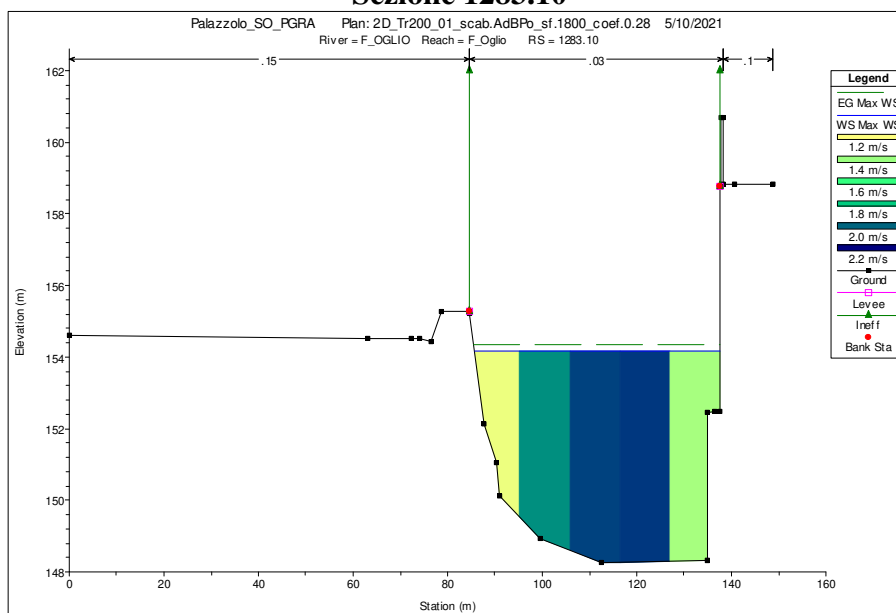
Sezione 1502.96



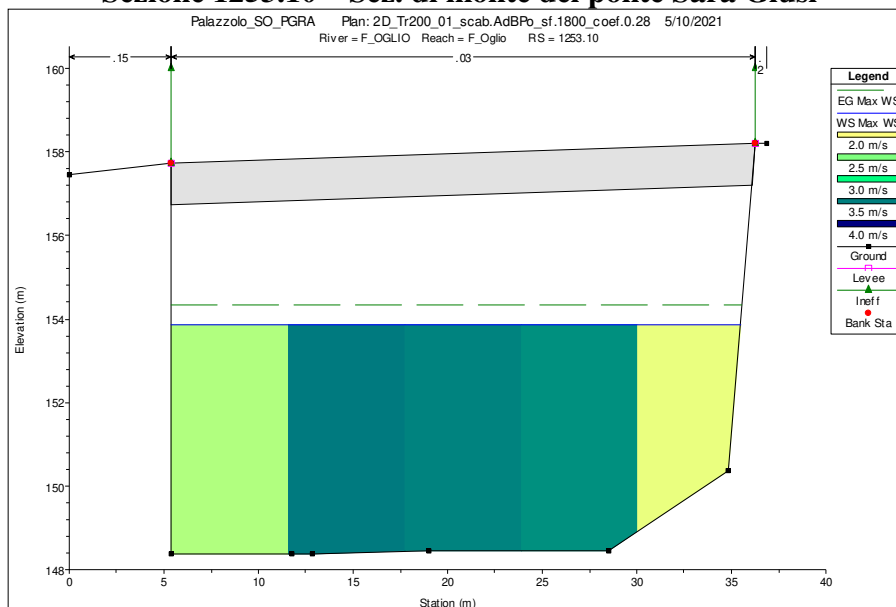
Sezione 1416.20



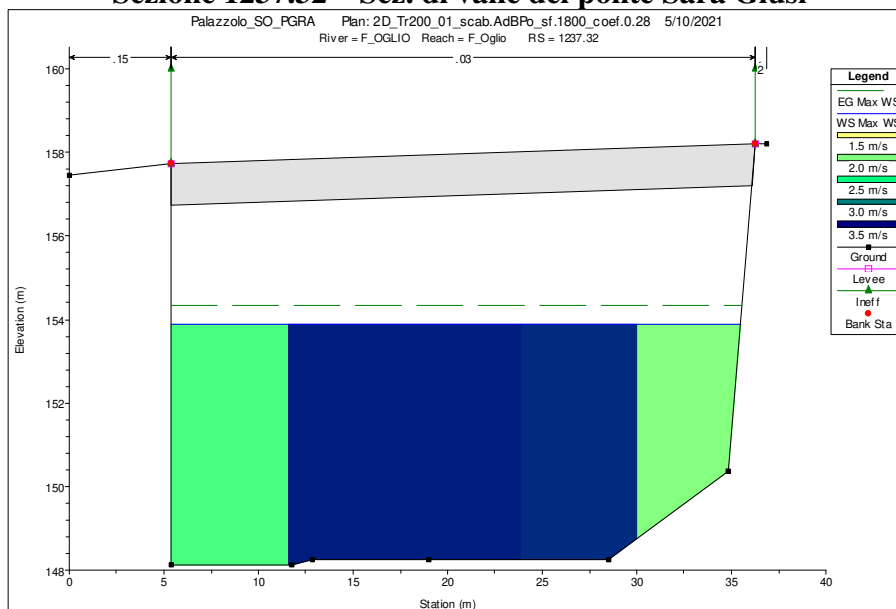
Sezione 1283.10



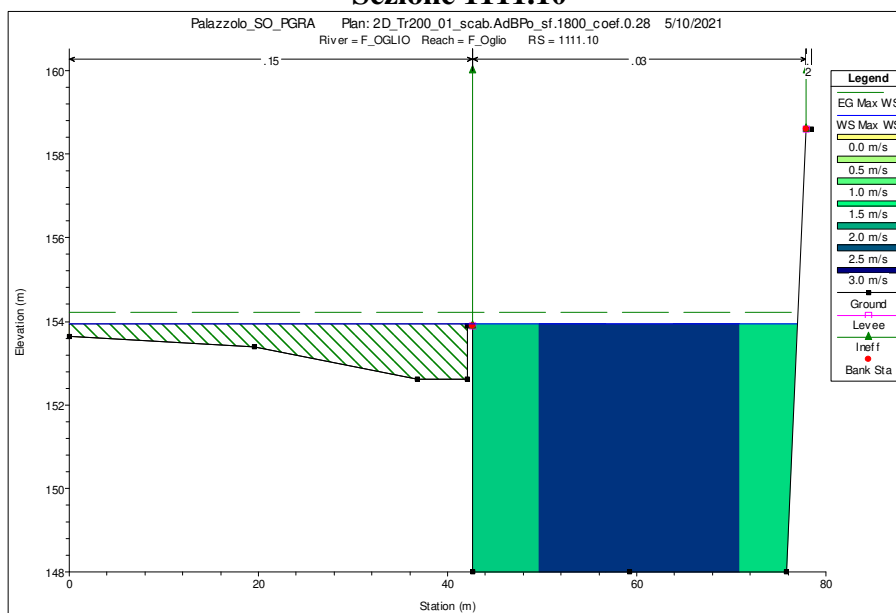
Sezione 1253.10 – Sez. di monte del ponte Sara Giusi



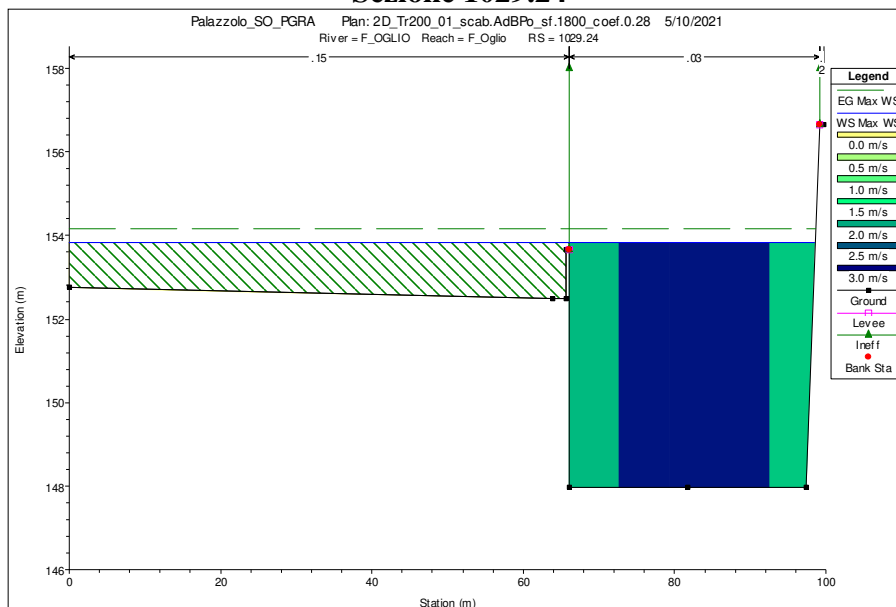
Sezione 1237.32 – Sez. di valle del ponte Sara Giusi



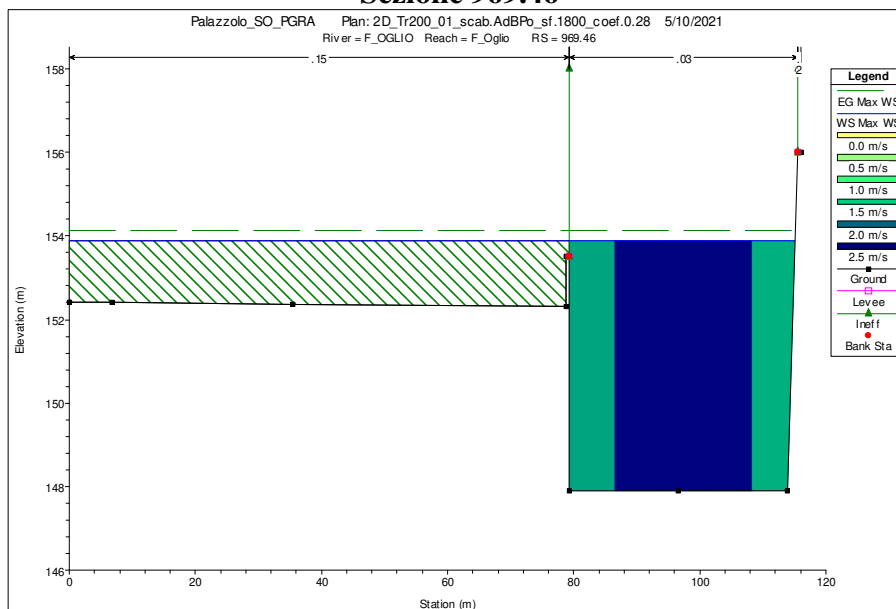
Sezione 1111.10



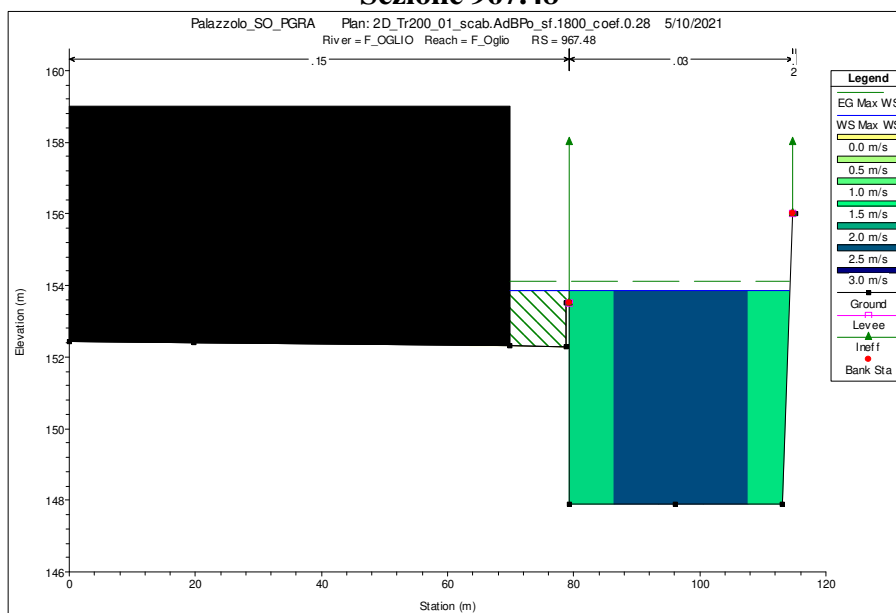
Sezione 1029.24



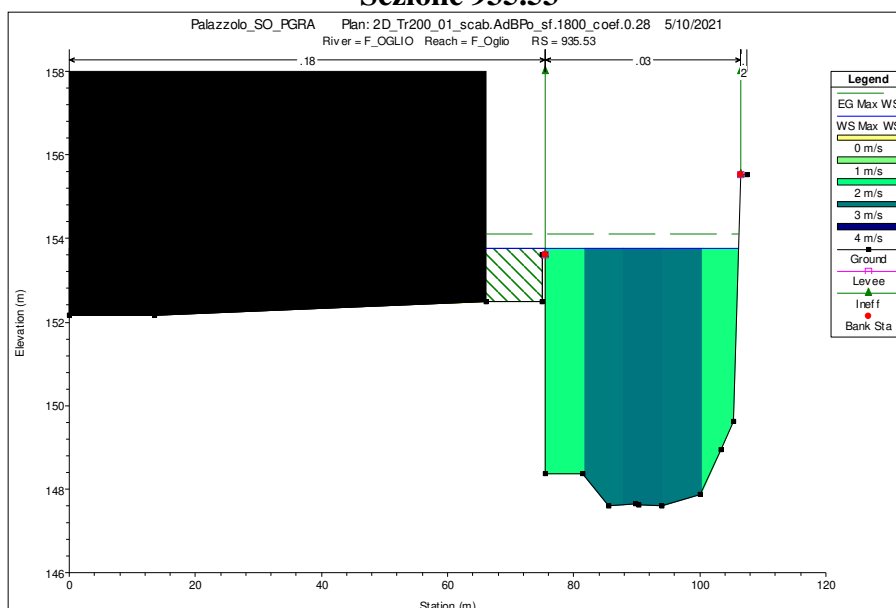
Sezione 969.46



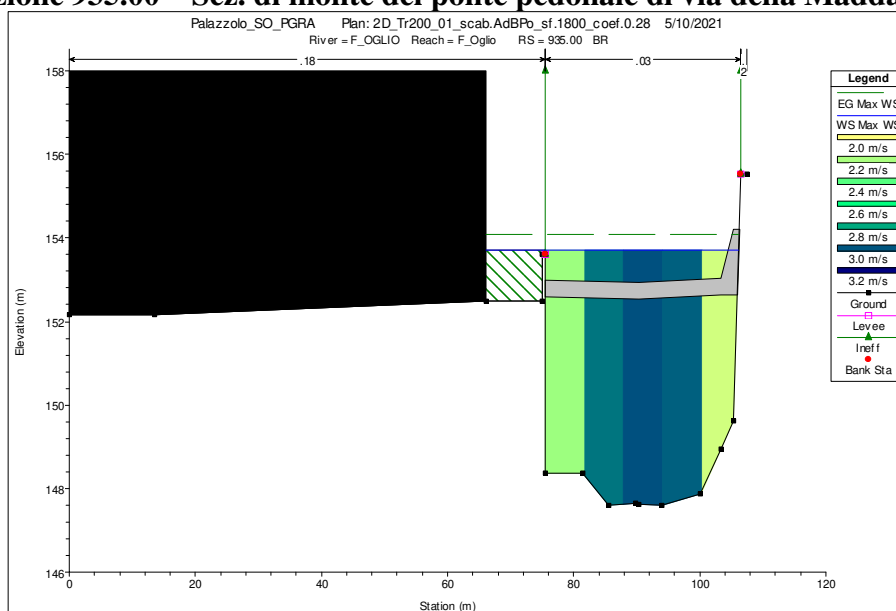
Sezione 967.48



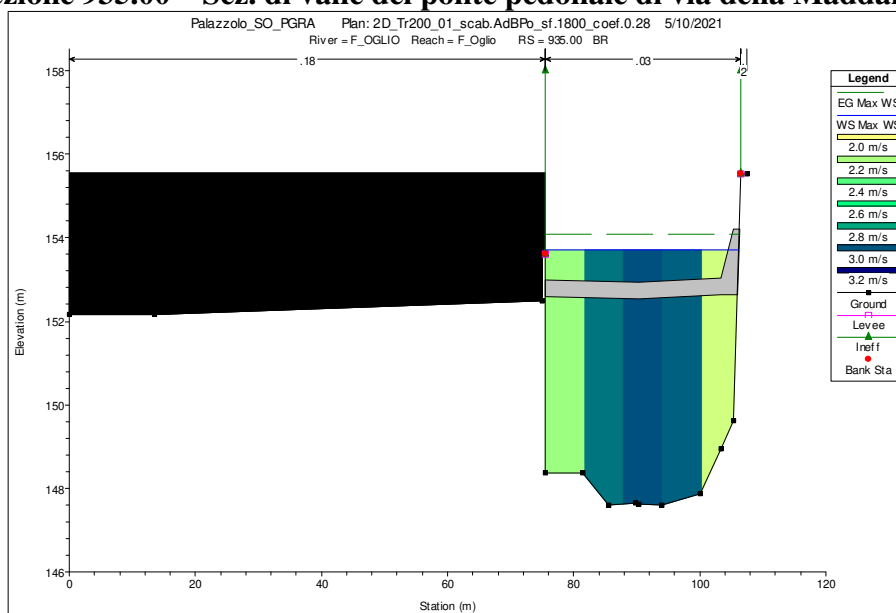
Sezione 935.53



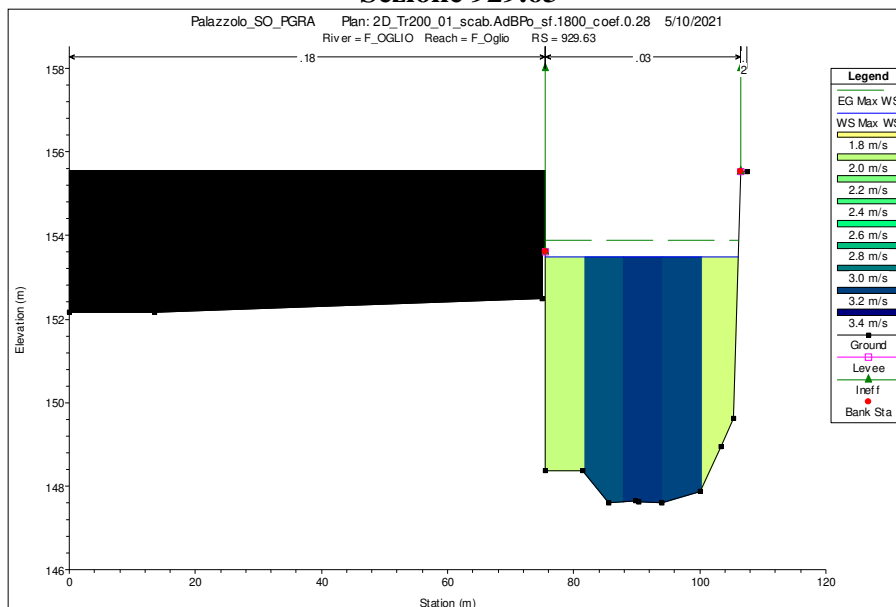
Sezione 935.00 – Sez. di monte del ponte pedonale di via della Maddalena



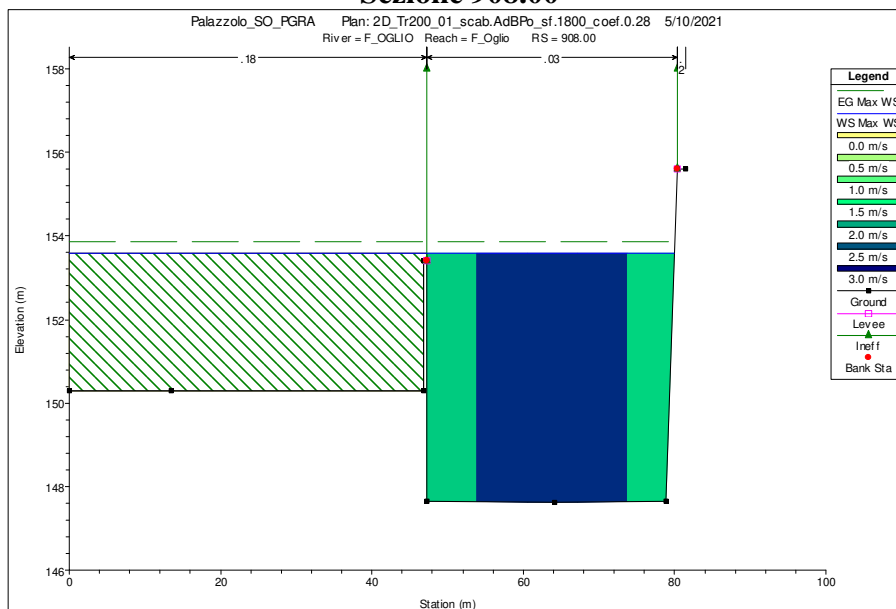
Sezione 935.00 – Sez. di valle del ponte pedonale di via della Maddalena



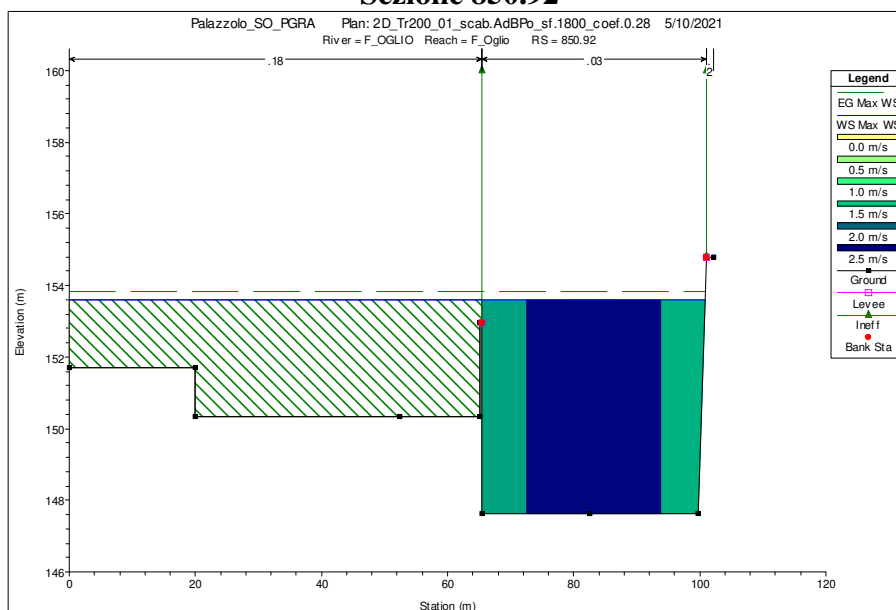
Sezione 929.63



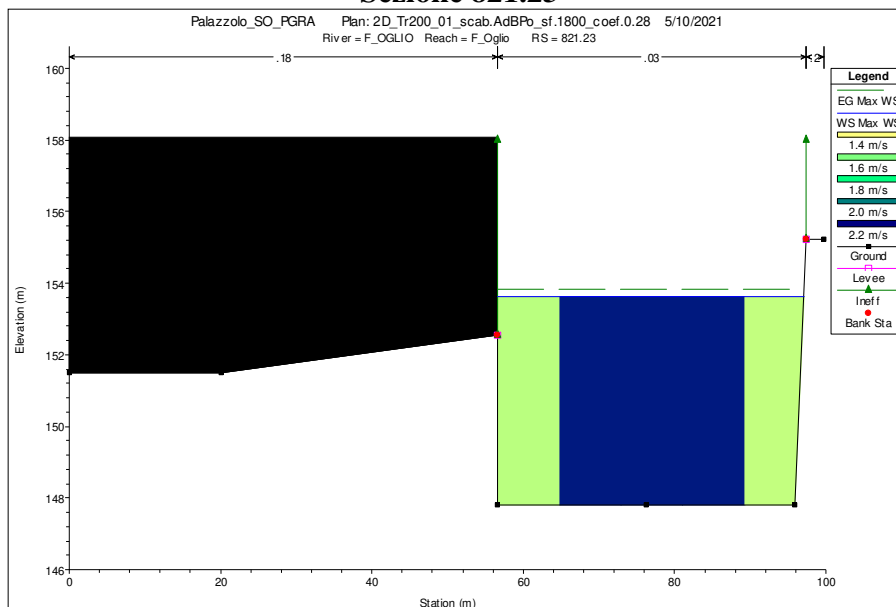
Sezione 908.00



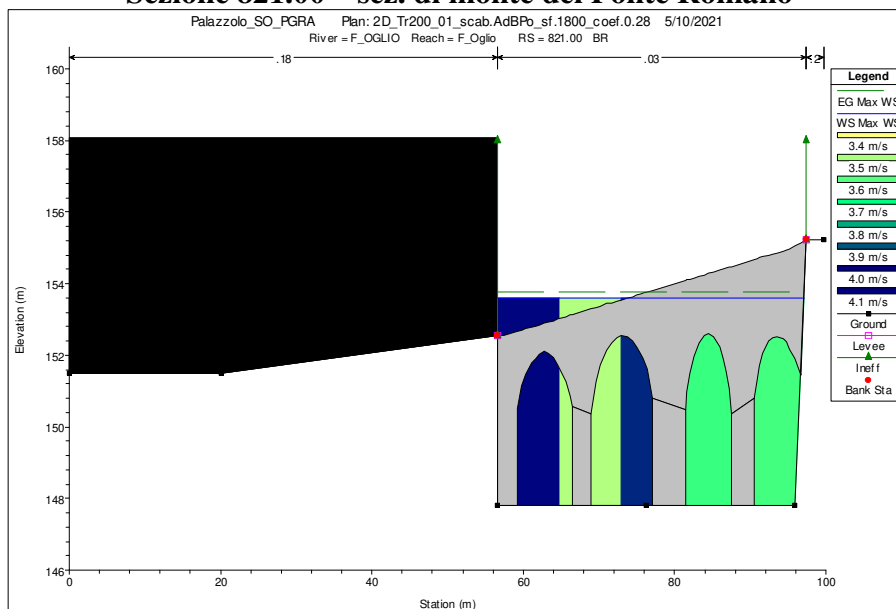
Sezione 850.92



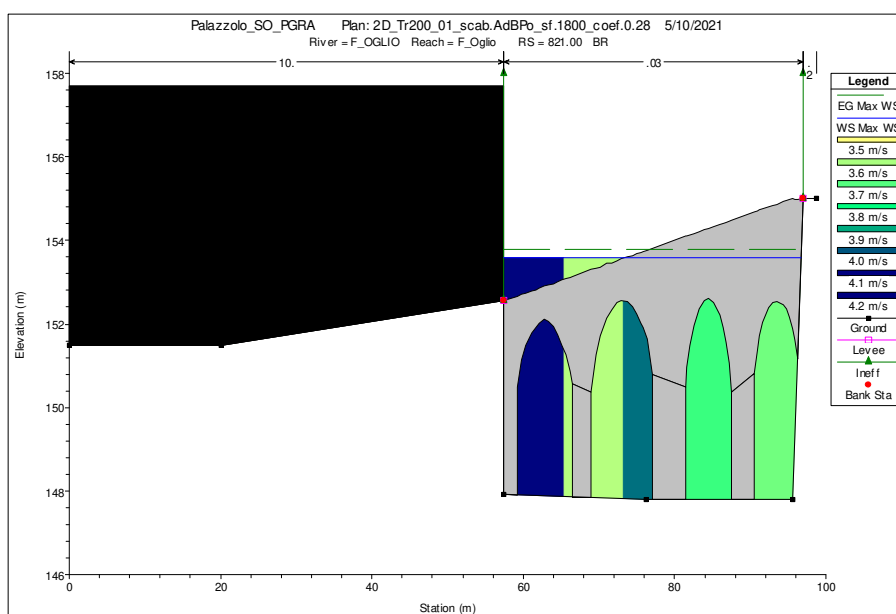
Sezione 821.23



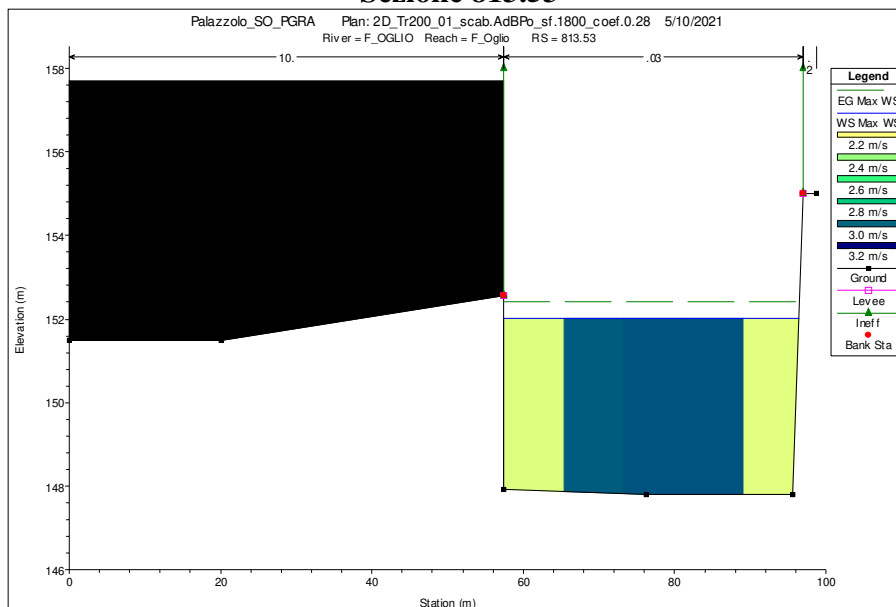
Sezione 821.00 – sez. di monte del Ponte Romano



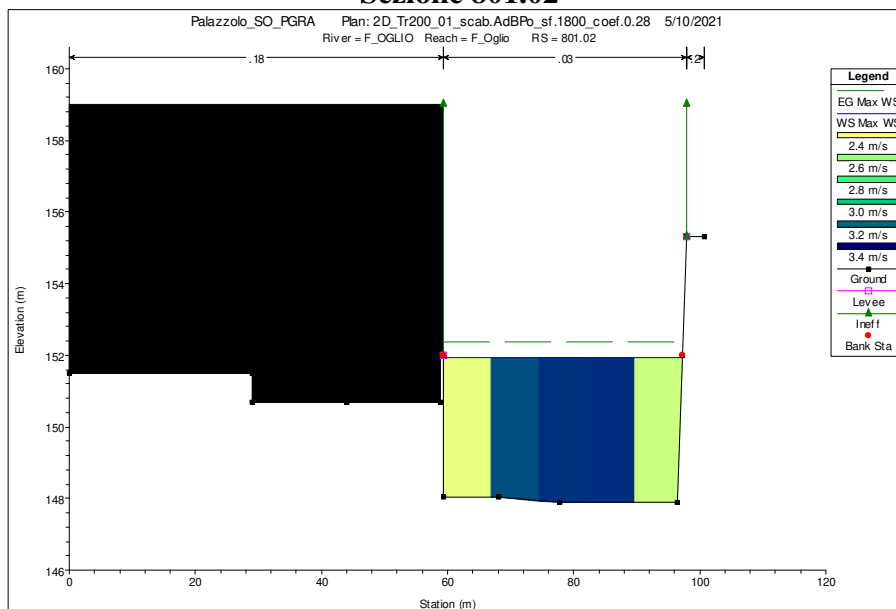
Sezione 821.00 – sez. di valle del Ponte Romano



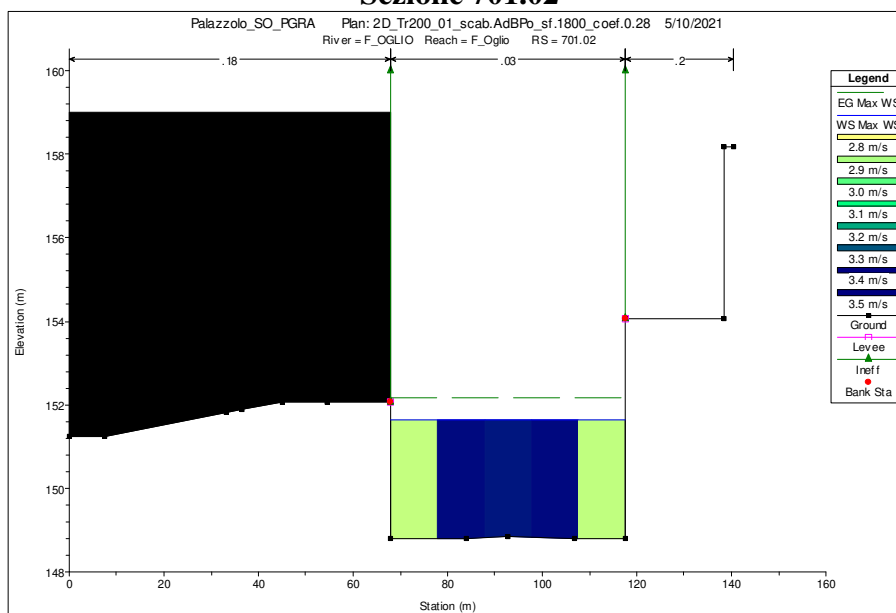
Sezione 813.53



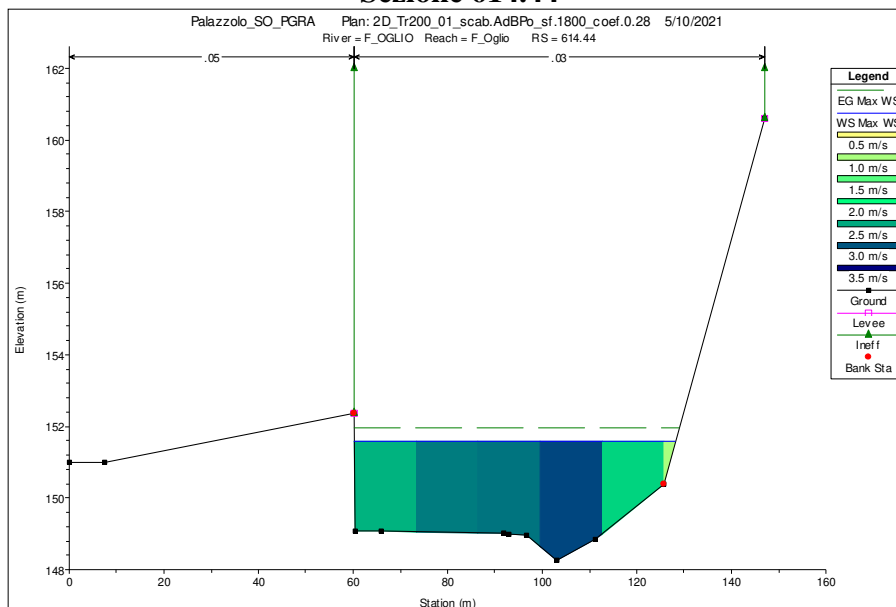
Sezione 801.02



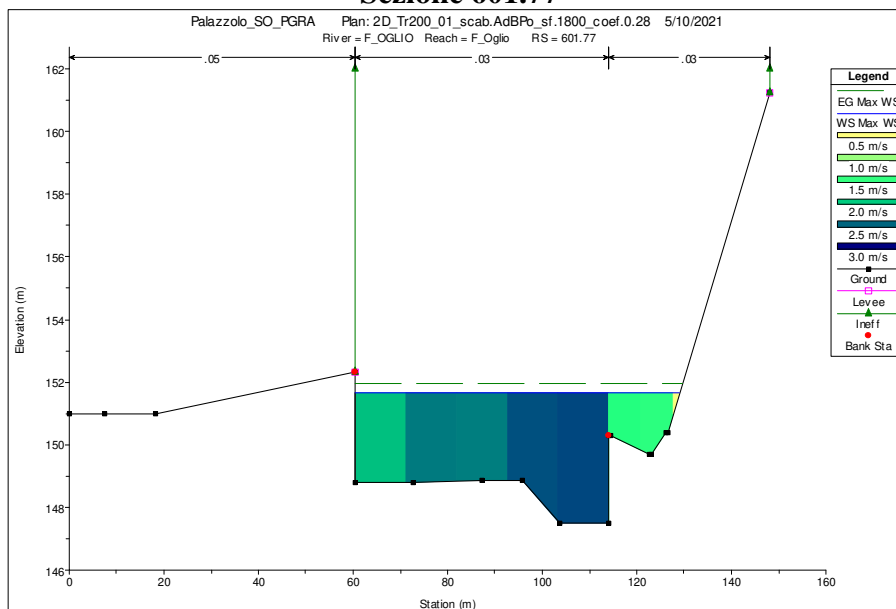
Sezione 701.02



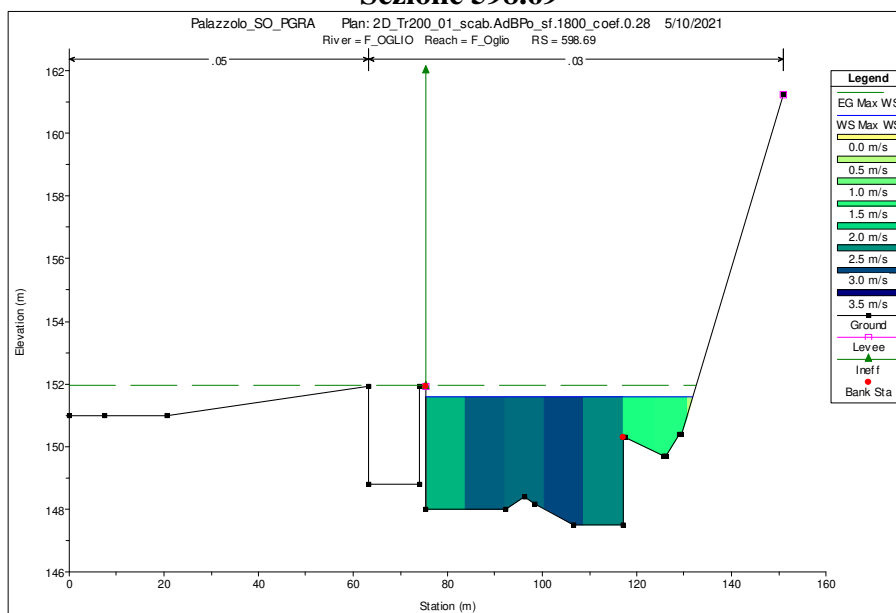
Sezione 614.44



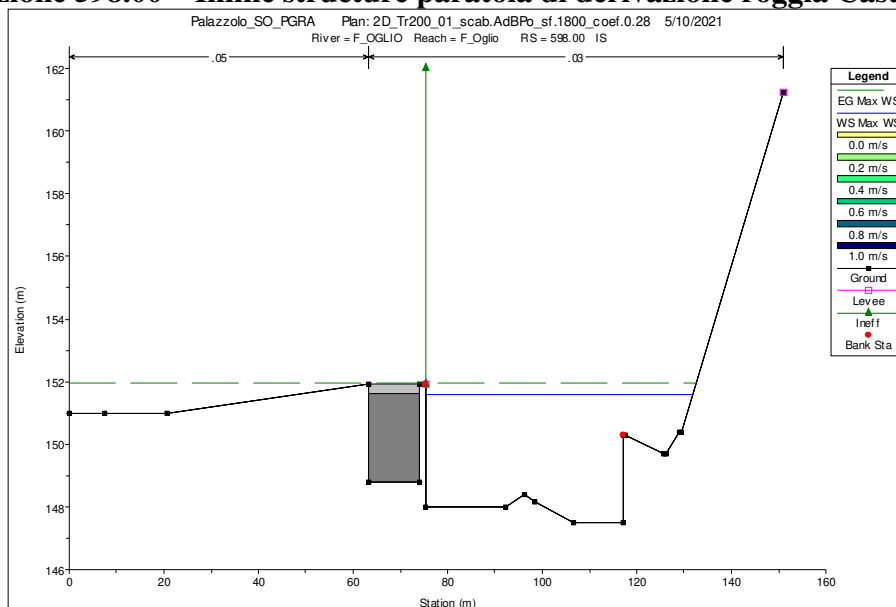
Sezione 601.77



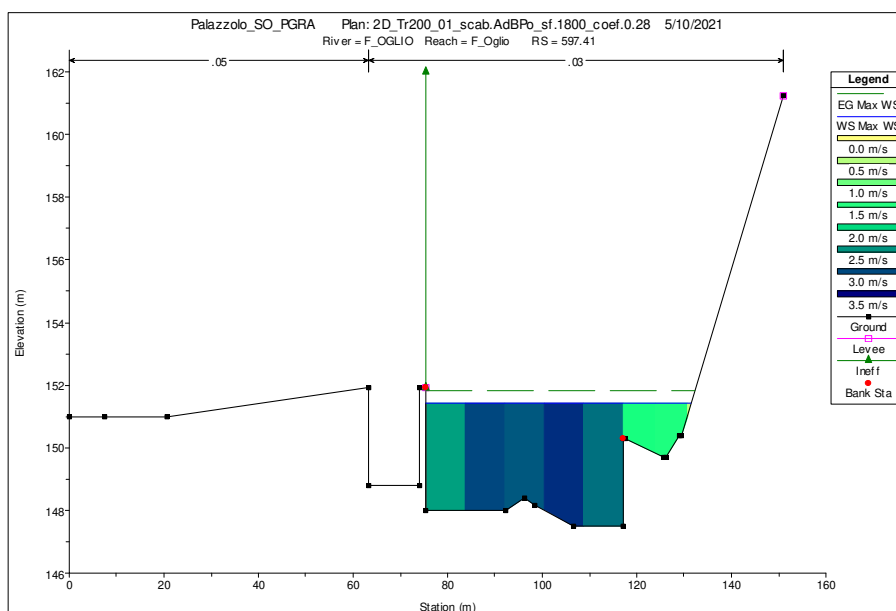
Sezione 598.69



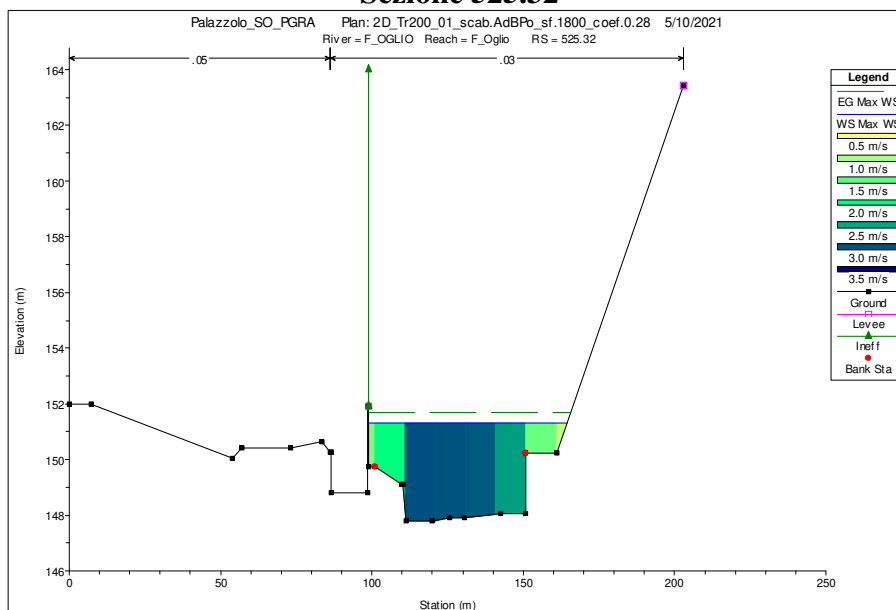
Sezione 598.00 – Inline structure paratoia di derivazione roggia Castrina



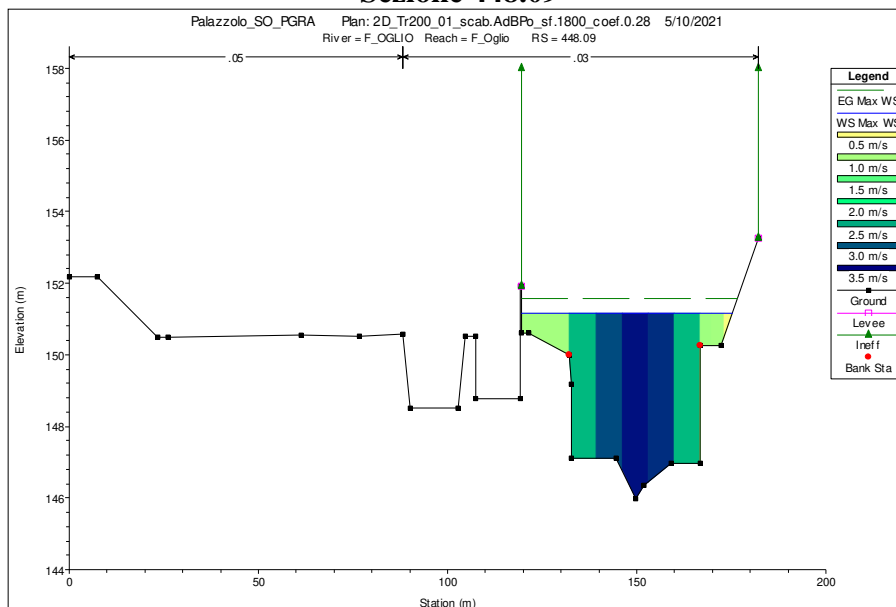
Sezione 597.41



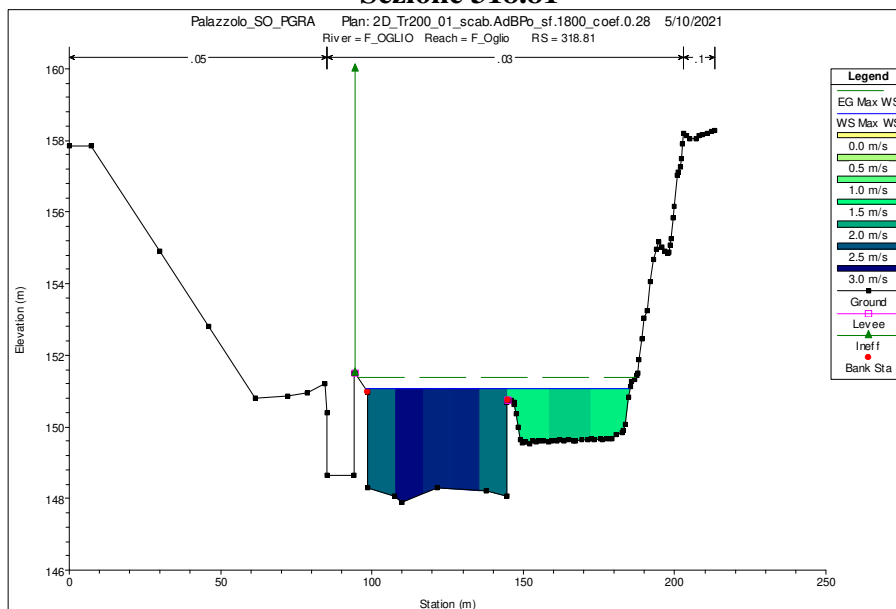
Sezione 525.32



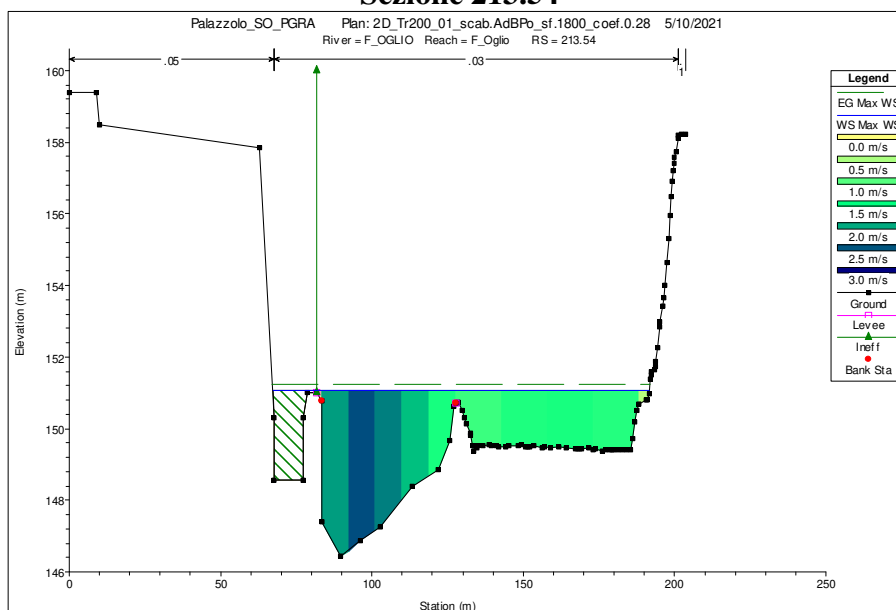
Sezione 448.09



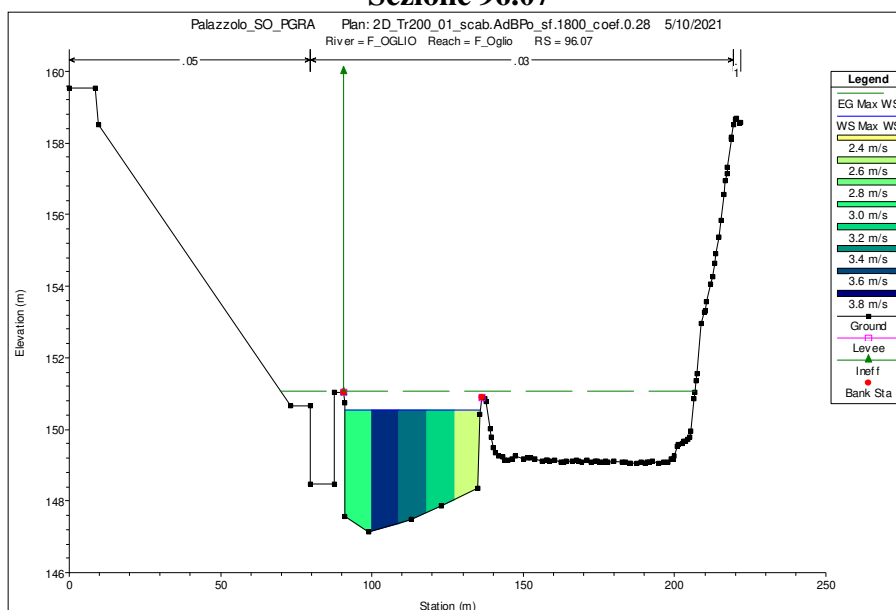
Sezione 318.81



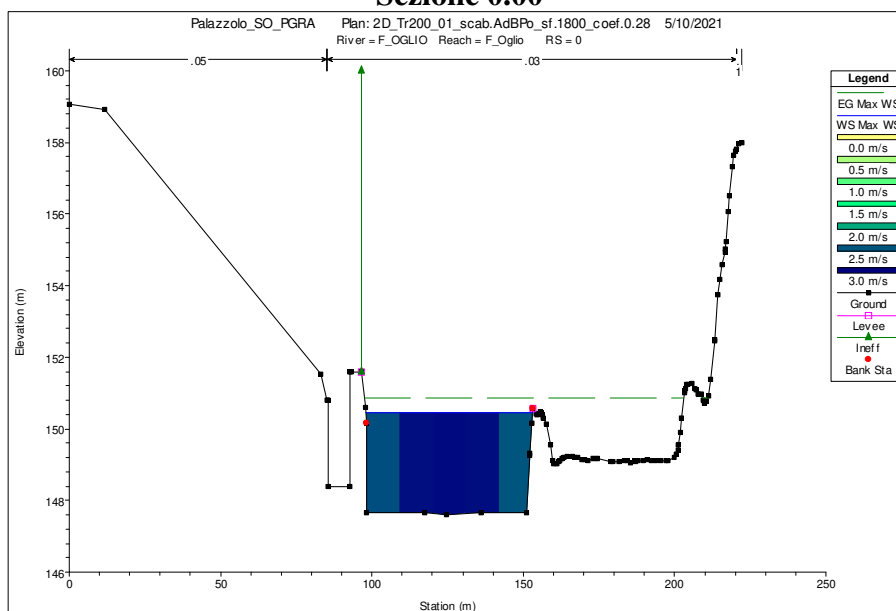
Sezione 213.54



Sezione 96.07

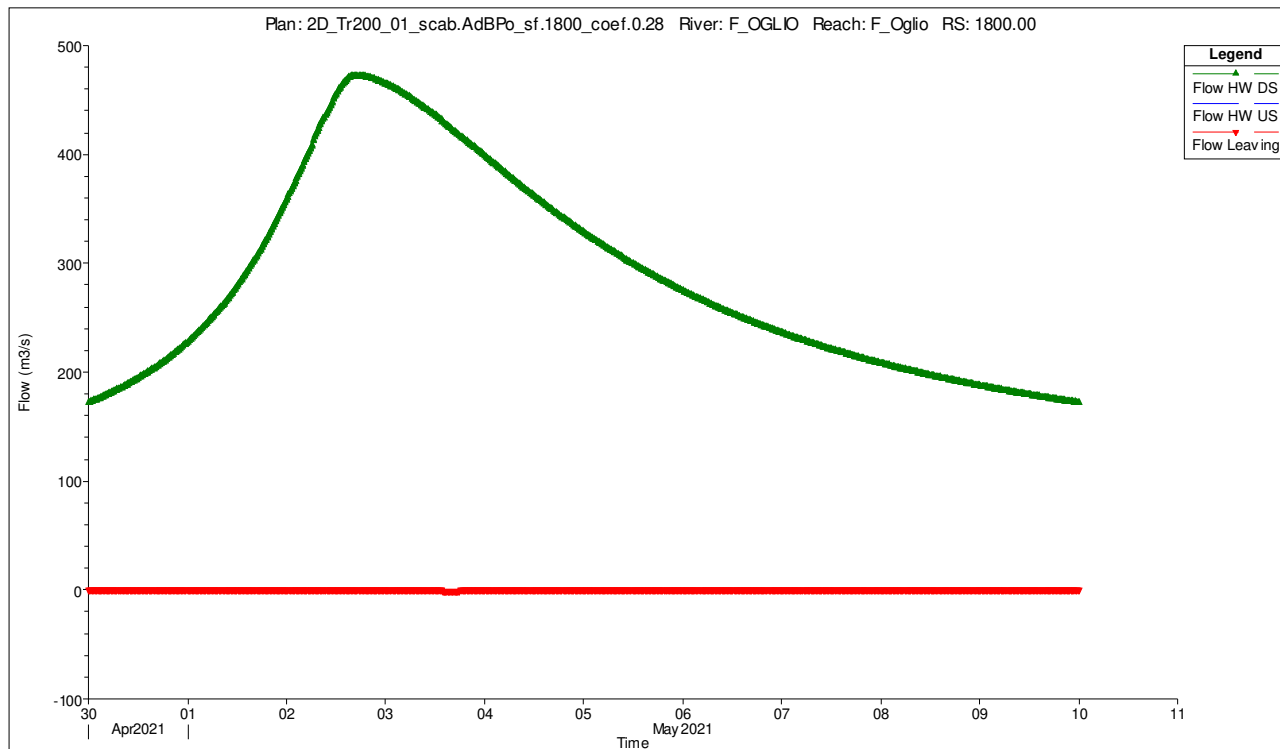


Sezione 0.00



6.4 CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO DEI COLLEGAMENTI IDRAULICI

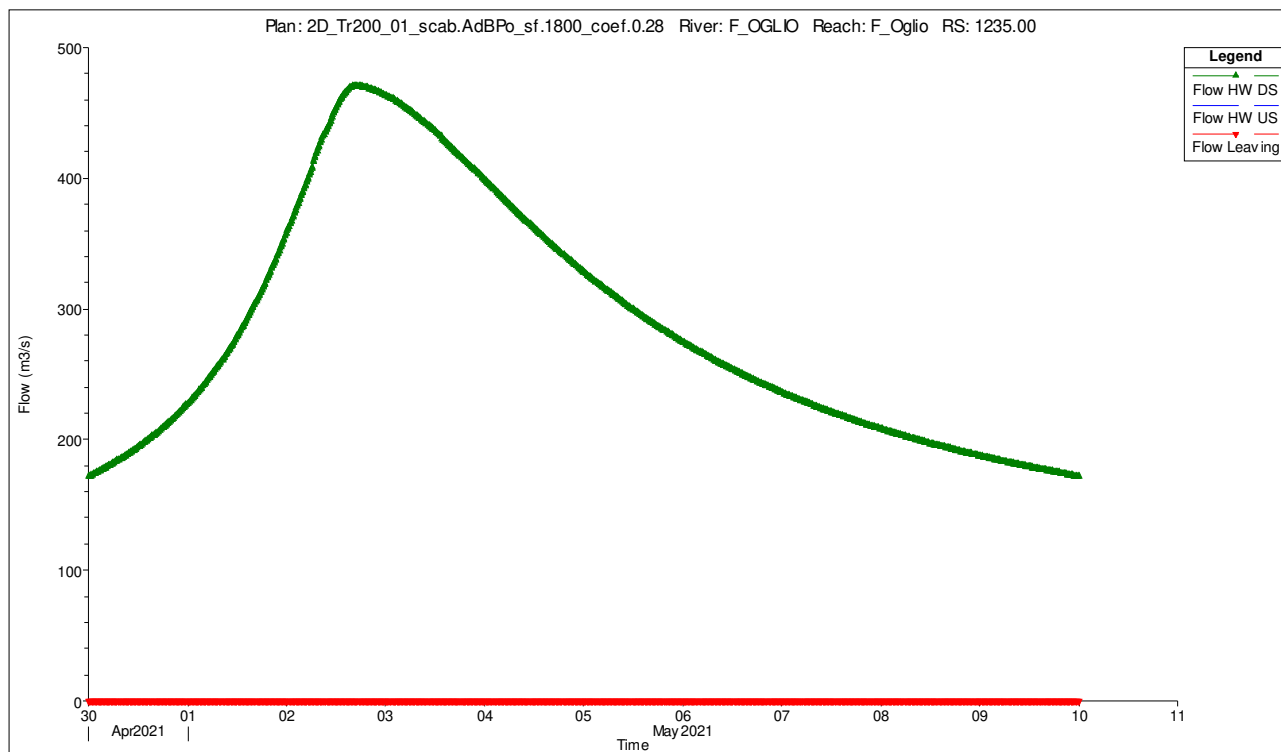
SFIORATORE n. 1800.00 (sponda sinistra tra sez. 1801.43 e sez. 1253.10)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 506,42 m
- Collegamento all'area di allagamento n. 01
- Coefficiente di efflusso 0,28
- Portata massima tracimata 0,72 m³/s
- Portata media tracimata 0,19 m³/s (durata tracimazione ore 22:10)
- Volume totale tracimato 15'474,00 m³
- Portata massima rientrata 0,28 m³/s
- Portata media rientrata 0,06m³/s (durata rientro esondazione ore 64:00)
- Volume totale rientrato 14'954,00 m³
- Volume bilancio tracimato / rientrato 520,00 m³
- Portata massima transitata a monte 472,00 m³/s
- Portata massima transitata a valle 471,97 m³/s

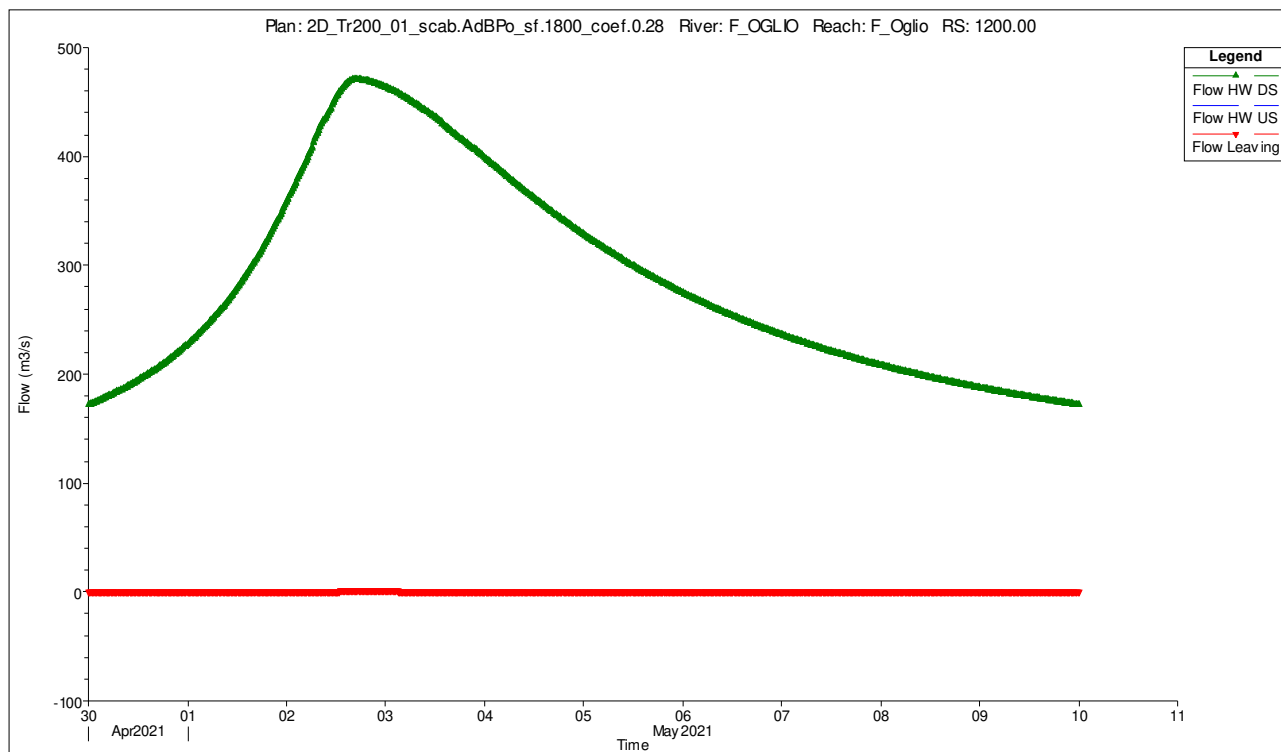
SFIORATORE n. 1235.00 (sponda sinistra tra sez. 1237.32 e sez. 1111.10)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 77,54 m
- Collegamento all'area di allagamento n. 01
- Coefficiente di efflusso 1,13
- Portata massima tracimata 1,89 m³/s
- Portata media tracimata 0,02 m³/s (durata tracimazione ore 7:00)
- Volume totale tracimato 606,00 m³
- Portata massima transitata a monte 471,97 m³/s
- Portata massima transitata a valle 470,04 m³/s

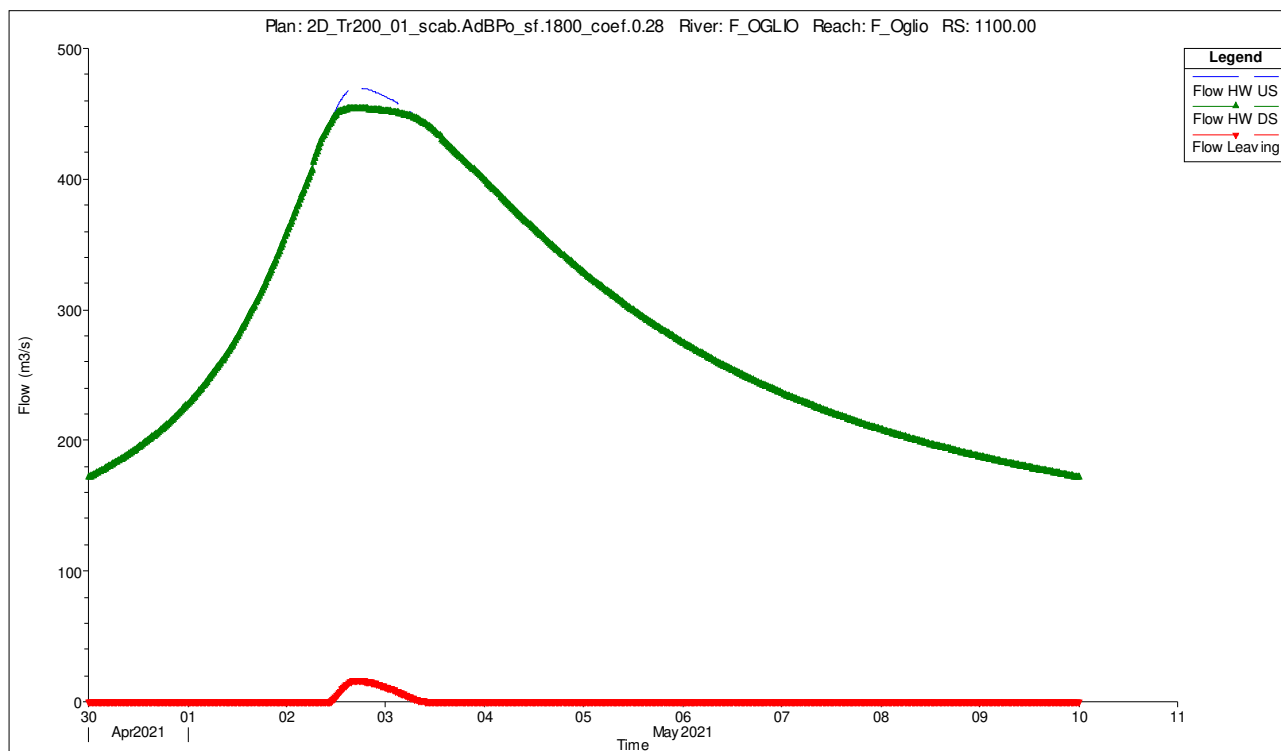
SFIORATORE n. 1200.00 (sponda sinistra tra sez. 1237.32 e sez. 1111.10)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 77,54 m
- Collegamento all'area di allagamento n. 01
- Coefficiente di efflusso 1,13
- Portata massima tracimata 1,89 m³/s
- Portata media tracimata 1,13 m³/s (durata tracimazione ore 24:30)
- Volume totale tracimato 100'368,00 m³
- Portata massima rientrata 0,05 m³/s
- Portata media rientrata 0,02 m³/s (durata rientro esondazione ore 2:20)
- Volume totale rientrato 238,00 m³
- Volume bilancio tracimato / rientrato 100'130,00 m³
- Portata massima transitata a monte 471,97 m³/s
- Portata massima transitata a valle 470,04 m³/s

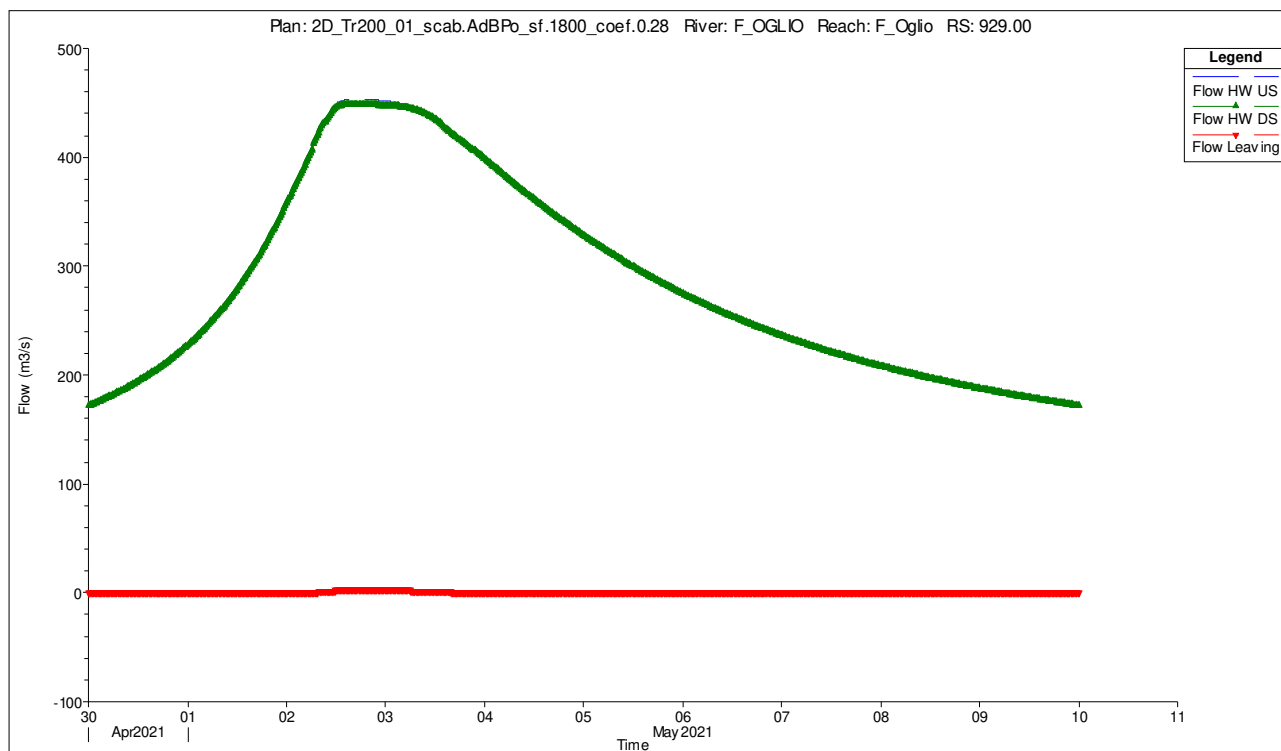
SFIORATORE n. 1100.00 (sponda sinistra tra sez. 1111.10 e sez. 935.53)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 175.42 m
- Collegamento all'area di allagamento n. 01
- Coefficiente di efflusso 1,13
- Portata massima tracimata 16,59 m³/s
- Portata media tracimata 8,69 m³/s (durata tracimazione ore 24:30)
- Volume totale tracimato 792'798,00 m³
- Portata massima transitata a monte 470,04 m³/s
- Portata massima transitata a valle 453,49 m³/s

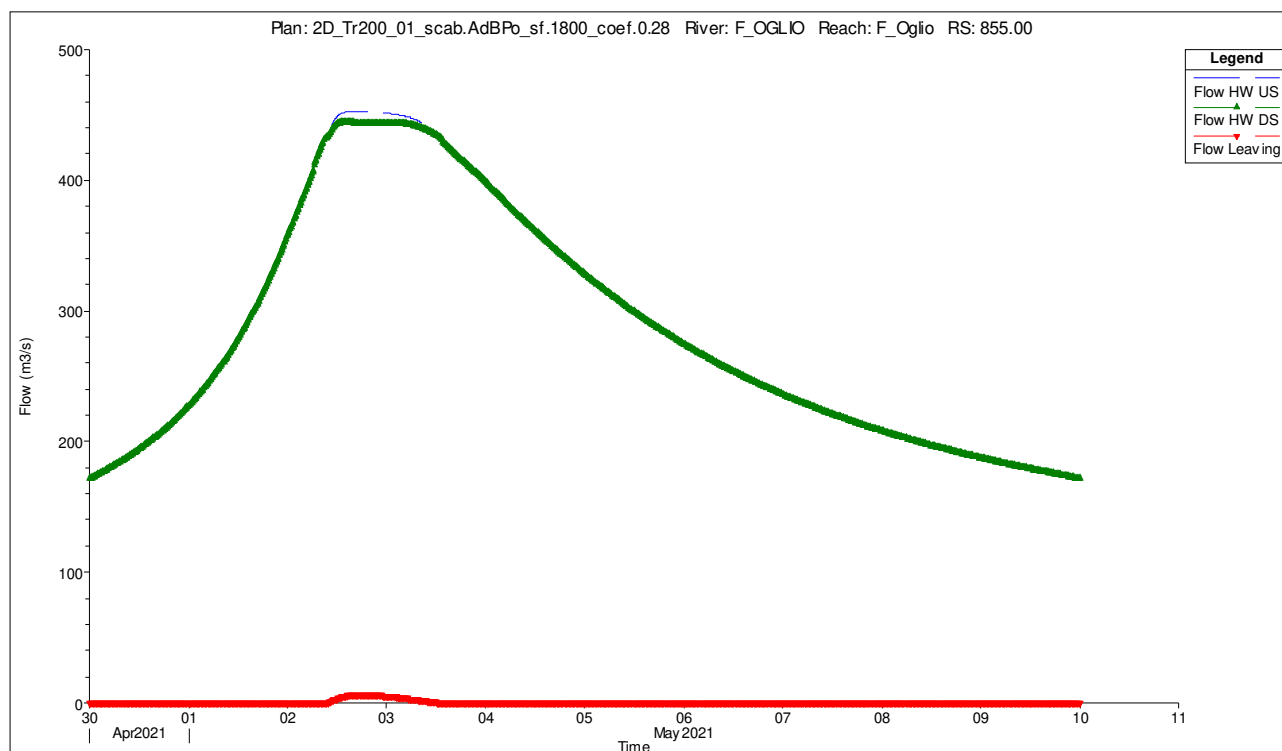
SFIORATORE n. 929.00 (sponda sinistra tra sez. 929.63 e sez. 850.92)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 10,40 m
- Collegamento all'area di allagamento n. 01
- Coefficiente di efflusso 1,13
- Portata massima tracimata 3,27 m³/s
- Portata media tracimata 0,94 m³/s (durata tracimazione ore 103:10)
- Volume totale tracimato 349'920,00 m³
- Portata massima rientrata -12,00 m³/s
- Portata media rientrata 0,011 m³/s (durata rientro esondazione ore 3:10)
- Volume totale rientrato 132,00 m³
- Volume bilancio tracimato / rientrato 349'788,00 m³
- Portata massima transitata a monte 453,49 m³/s
- Portata massima transitata a valle 447,95 m³/s

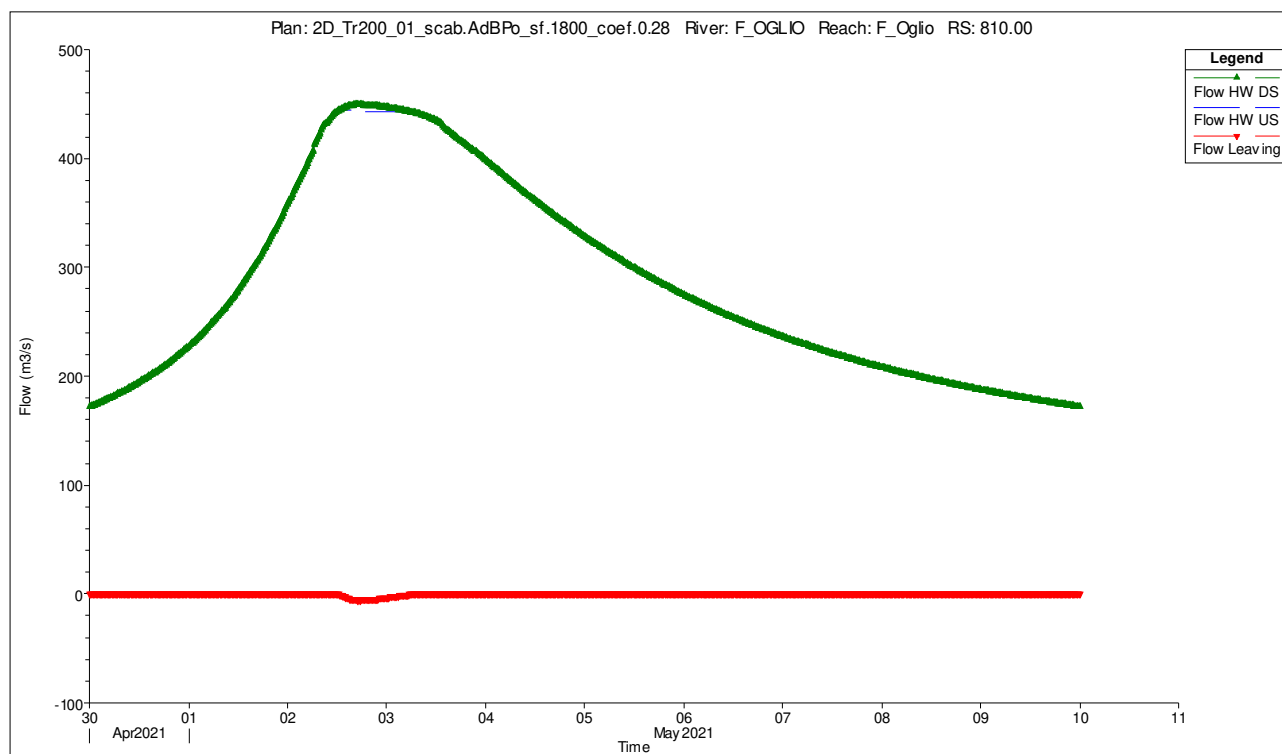
SFIORATORE n. 855.00 (sponda sinistra tra sez. 908.00 e sez. 821.23)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 20.52 m
- Collegamento all'area di allagamento n. 01
- Coefficiente di efflusso 1,13
- Portata massima tracimata 6,64 m³/s
- Portata media tracimata 4,08 m³/s (durata tracimazione ore 27:10)
- Volume totale tracimato 411'750,00 m³
- Portata massima transitata a monte 452,92 m³/s
- Portata massima transitata a valle 443,98 m³/s

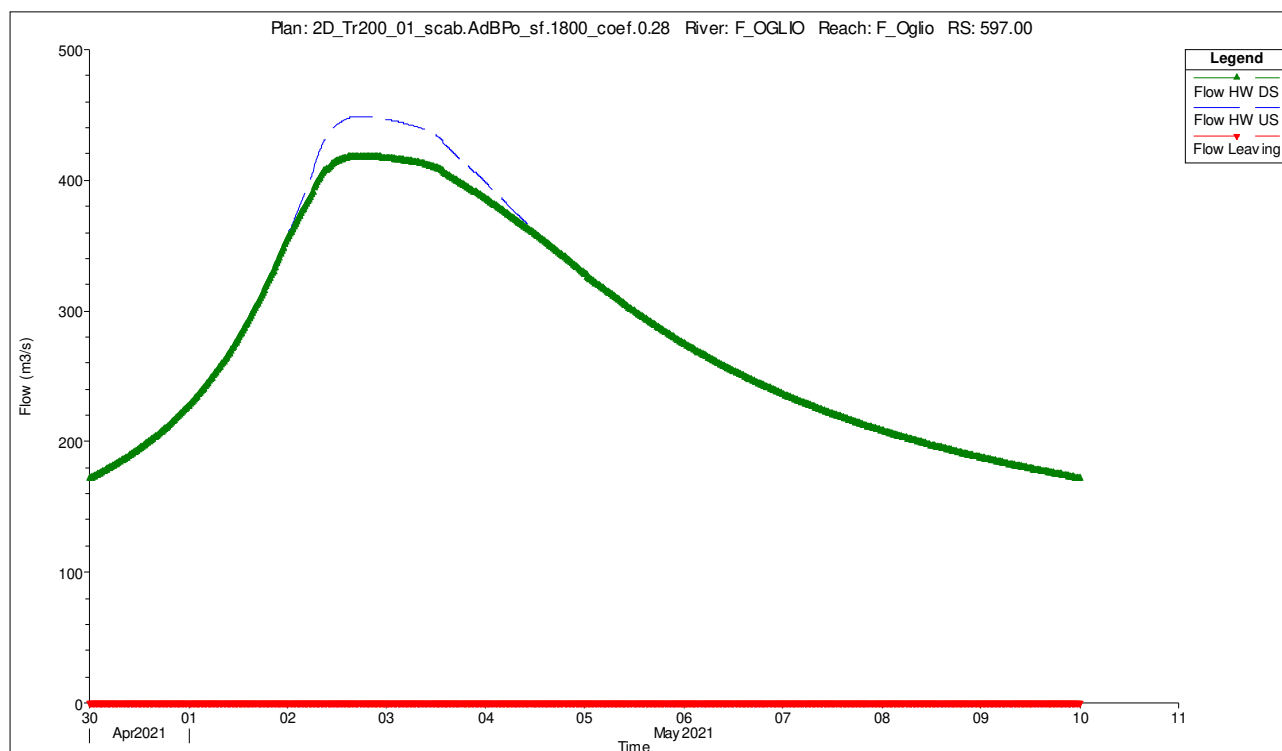
SFIORATORE n. 810.00 (sponda sinistra tra sez. 813.53 e sez. 701.02)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 29.19 m
- Collegamento all'area di allagamento n. 01
- Coefficiente di efflusso 1,13
- Portata massima rientrata 5,17 m³/s
- Portata media rientrata 3,05 m³/s (durata tracimazione ore 17:30)
- Volume totale rientrato 194'010,00 m³
- Portata massima transitata a monte 443,98 m³/s
- Portata massima transitata a valle 448,69 m³/s

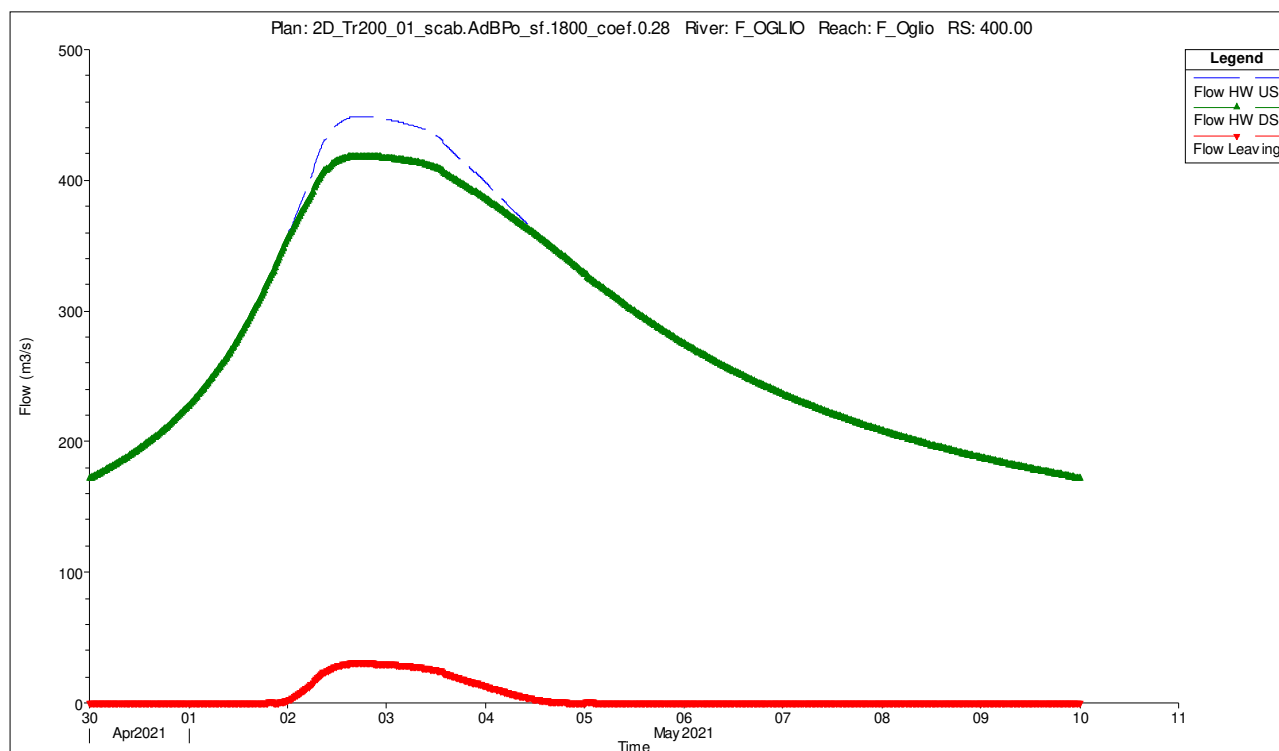
SFIORATORE n. 597.00 (sponda sinistra tra sez. 597.41 e sez. 0.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 595.78 m
- Collegamento all'area di allagamento n. 01
- Coefficiente di efflusso 1,13
- Portata massima tracimata 0,07 m³/s
- Portata media tracimata 0,04 m³/s (durata tracimazione ore 21:40)
- Volume totale tracimato 3'350,00 m³
- Portata massima transitata a monte 448,69 m³/s
- Portata massima transitata a valle 417,83 m³/s

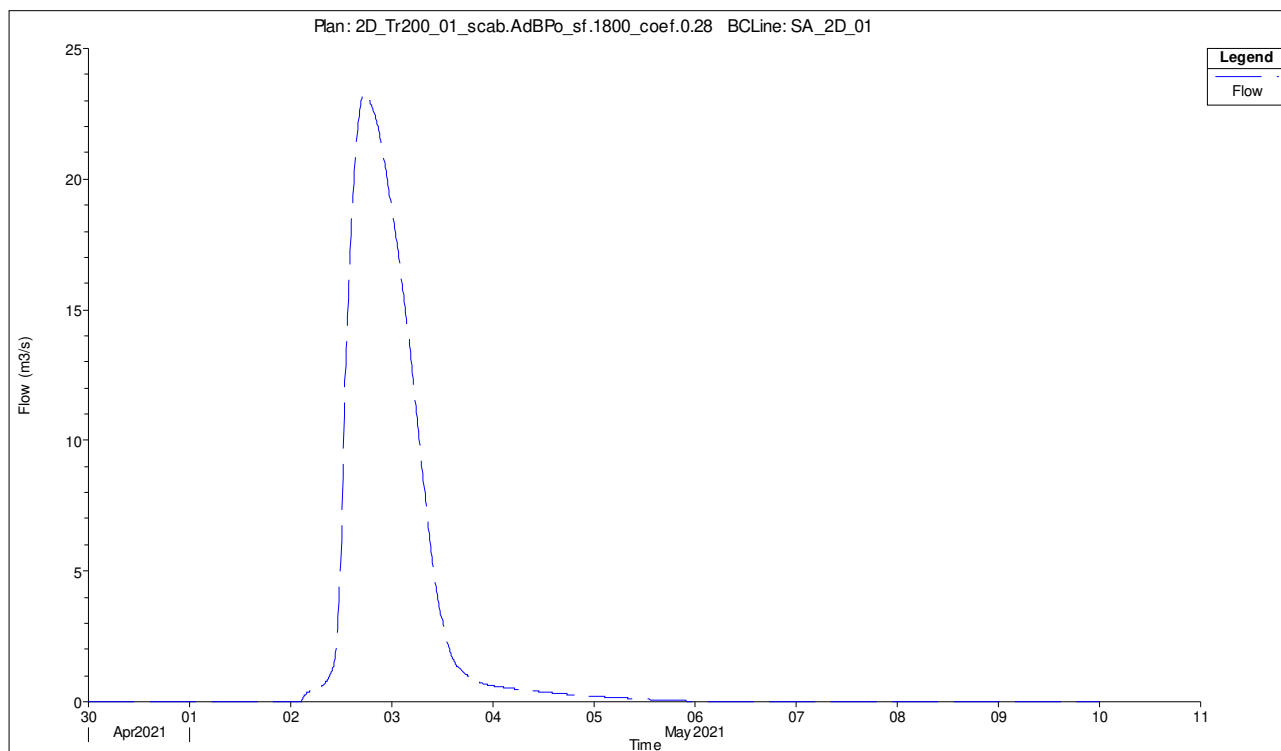
SFIORATORE n. 400.00 (sponda destra tra sez. 448.09 e sez. 0.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 330,74 m
- Collegamento all'area di allagamento n. 02
- Coefficiente di efflusso 1,13
- Portata massima tracimata 30,78 m³/s
- Portata media tracimata 14,41 m³/s (durata tracimazione ore 85:10)
- Volume totale tracimato 4'427'020,00 m³
- Portata massima transitata a monte 448,69 m³/s
- Portata massima transitata a valle 417,83 m³/s

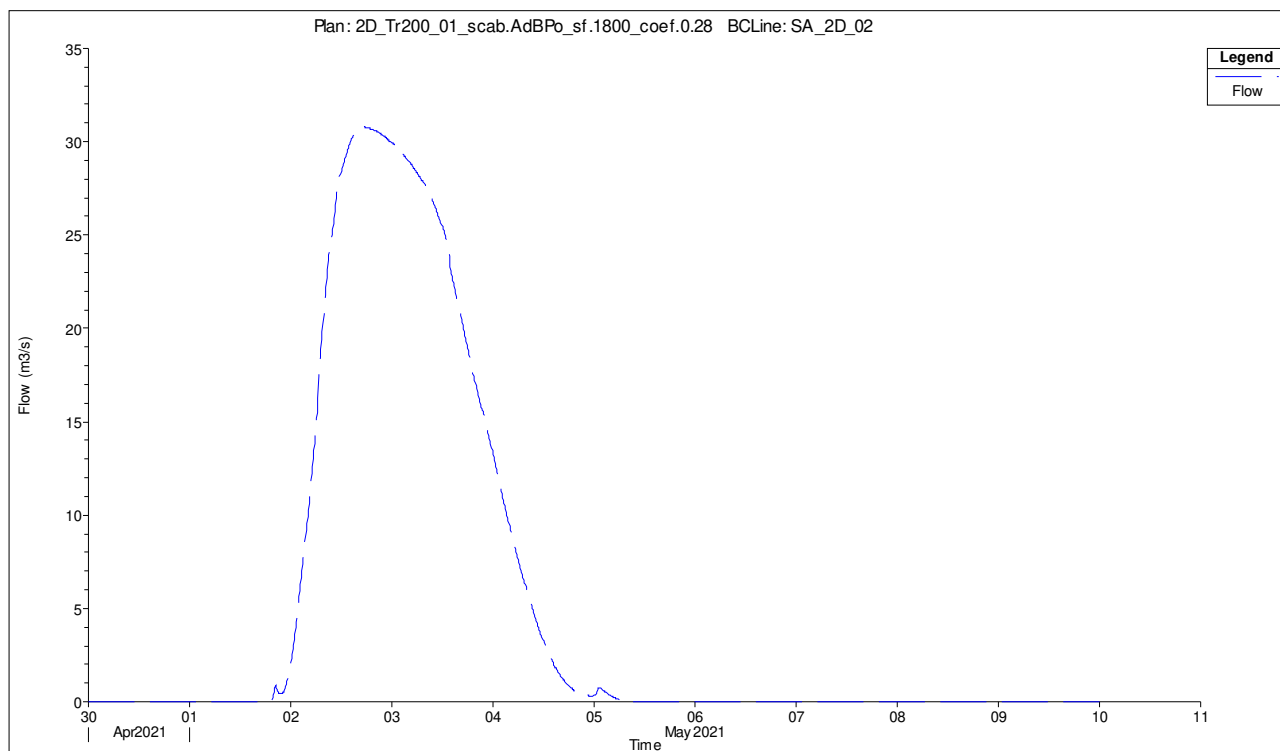
BC Line "SA_2D_01" collegata al contorno di valle all'area 2D n. 01 sponda sinistra per scorrimento acqua fuori dal programma



Dati BC Line:

- Collegamento all'area di allagamento n. 01
- Condizione al contorno pendenza terreno $i = 0,002 \text{ m/m}$
- Portata massima transitata $23,29 \text{ m}^3/\text{s}$
- Portata media transitata $3,76 \text{ m}^3/\text{s}$
- Volume totale transitato $1'457'760,00 \text{ m}^3$

BC Line “SA_2D_02” collegata al contorno di valle all’area 2D n. 02 sponda destra per scorrimento acqua fuori dal programma

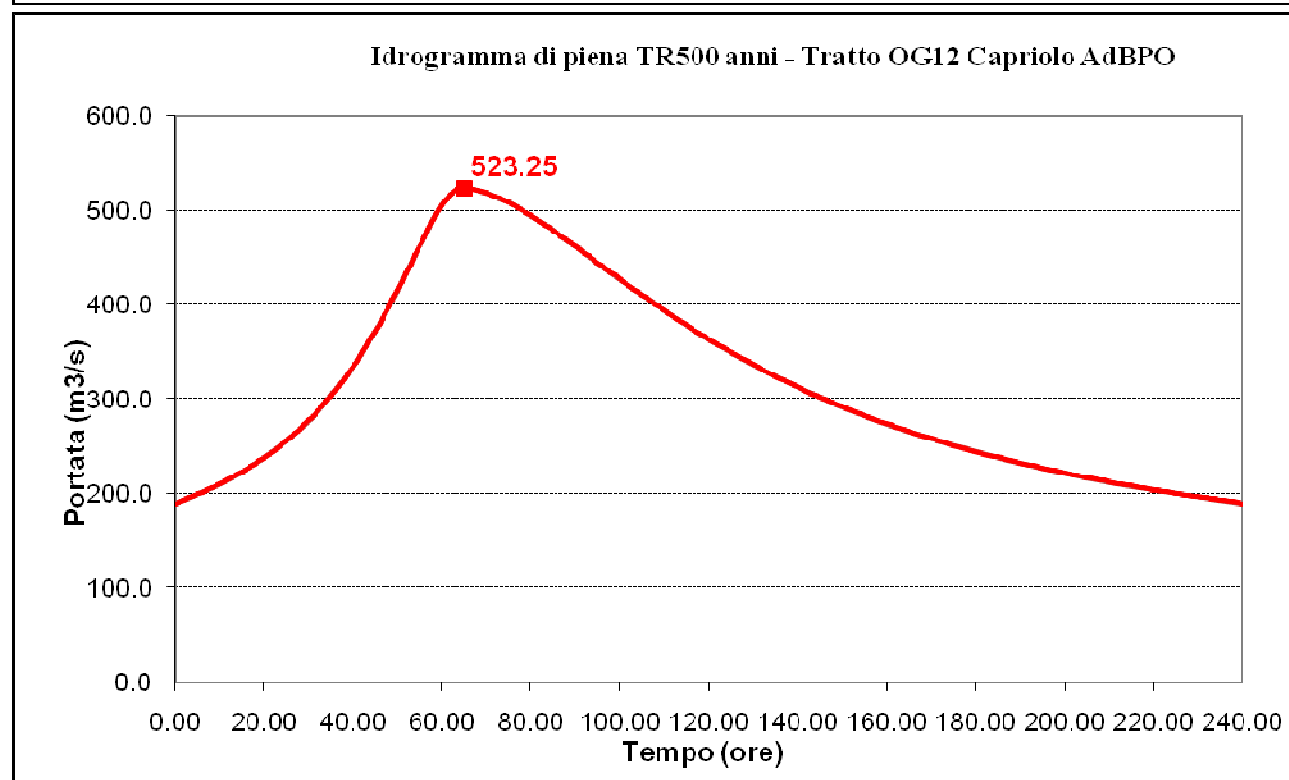
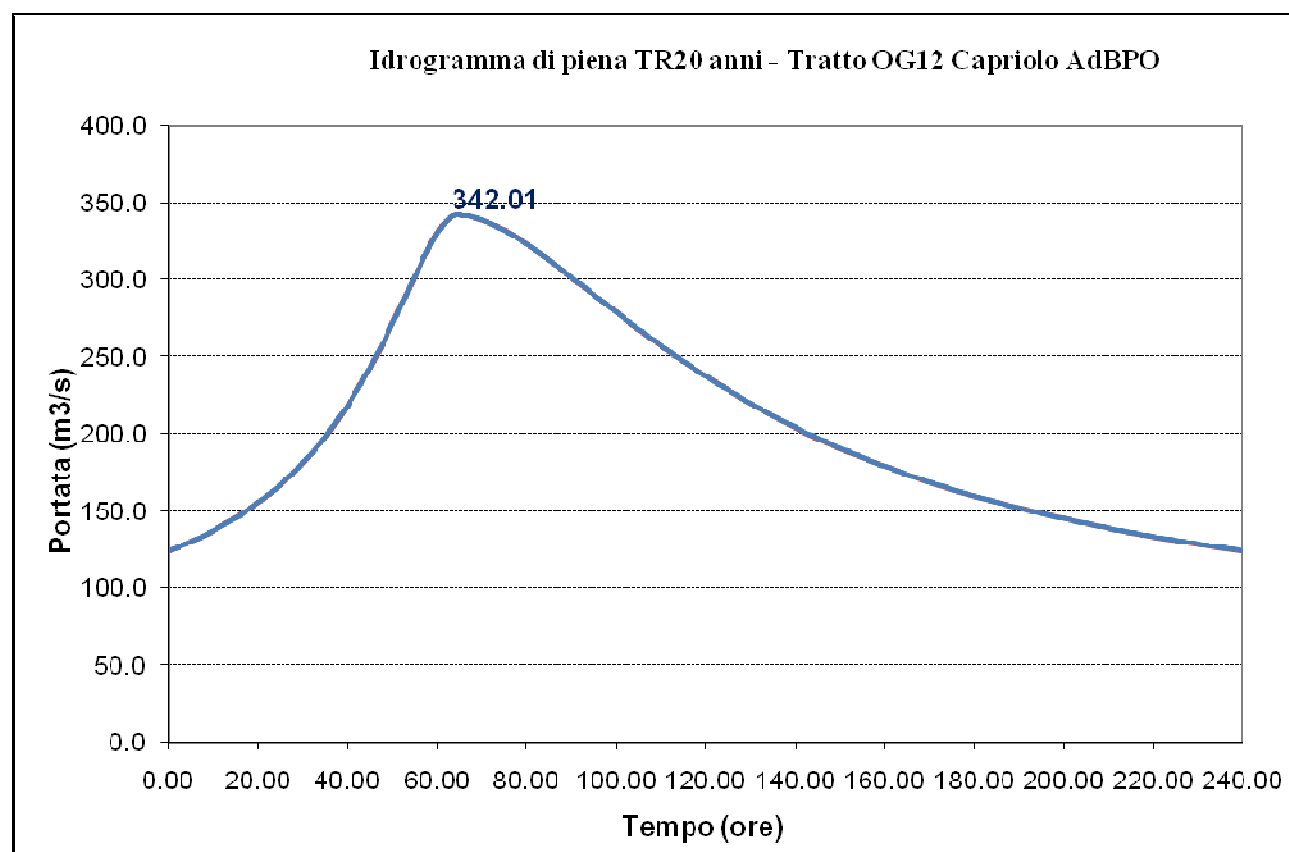


Dati BC Line:

- Collegamento all’area di allagamento n. 02
- Condizione al contorno pendenza terreno $i = 0,012$ m/m
- Portata massima transitata $30,78 \text{ m}^3/\text{s}$
- Portata media transitata $13,61 \text{ m}^3/\text{s}$
- Volume totale transitato $4'426'610,00 \text{ m}^3$

7 LIMITE DEGLI ALLAGAMENTI PER LE PIENE FREQUENTI (Tr20) E RARE (Tr500)

I dati idrologici contenuti nello Studio di fattibilità dell'AdBPo, consentono di eseguire la modellazione idraulica al moto vario, per le piene con Tr20 e Tr500, rappresentate dagli ideogrammi seguenti



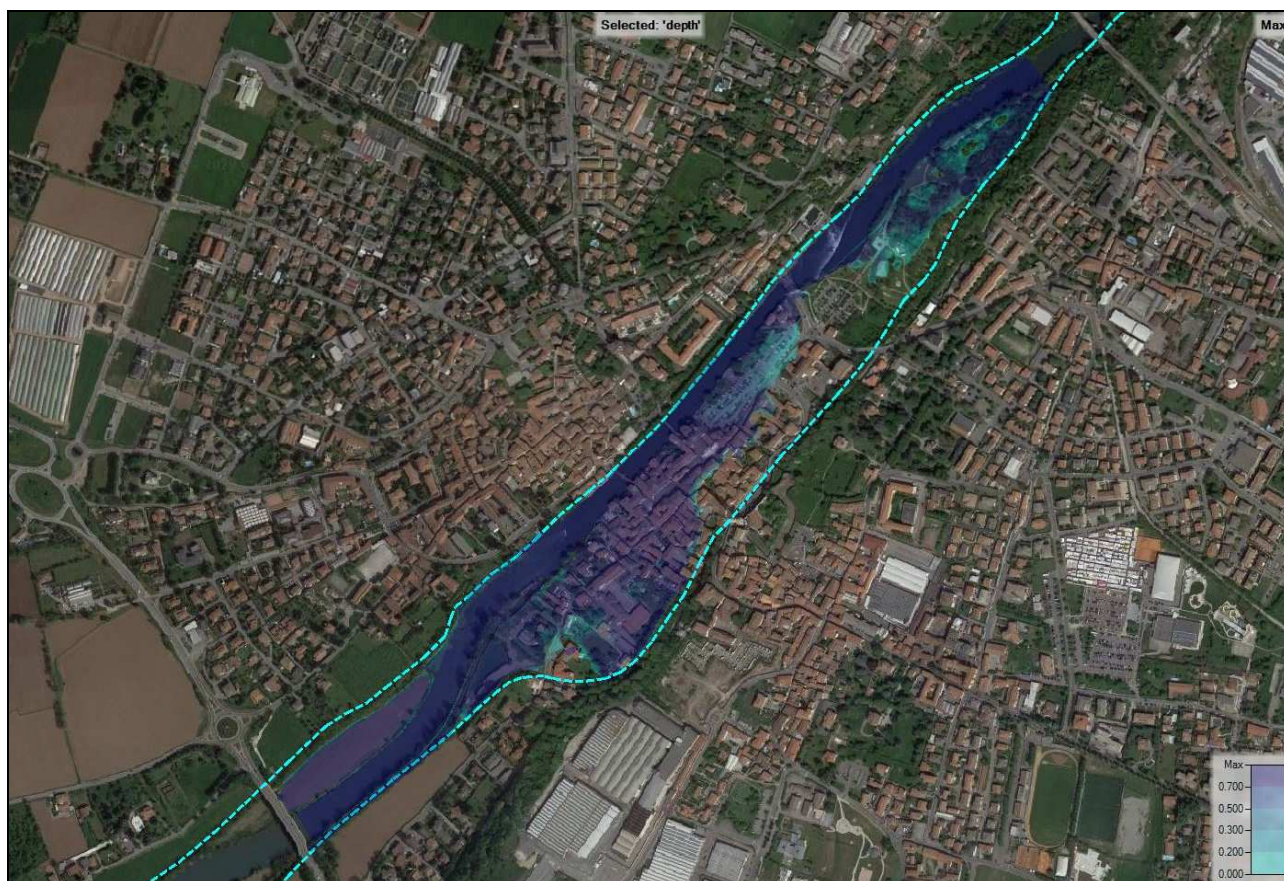
Il calcolo idraulico mostra come, in entrambi i casi, gli allagamenti rimangono contenuti entro i limiti delle rispettive aree interessate dalle piene frequenti e rare rappresentate nelle mappe del PGRA.

Figura n°7.1 - Massima espansione dell'allagamento per Tr20 anni



 Limite aree allagabili per lo scenario frequente H/P3 del PGRA

Figura n°7.2 - Massima espansione dell'allagamento per Tr500 anni



 Limite aree allagabili per lo scenario raro L/P1 del PGRA