



VARIANTE ALLA SRT 429 DI VAL D'ELSA LOTTO 3 TRATTO CERTALDO - CASTELFIORENTINO TRA LO SVINCOLO CERTALDO OVEST E LO SVINCOLO CON LA S.P. VOLTERRANA



CARTELLA

IU - STUDIO DETTAGLIATO DI INSERIMENTO URBANISTICO

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE DI APPROFONDIMENTO IDROLOGICO-IDRAULICO

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Antonio DE CRESCENZO

C.D.P. COORDINAMENTO DIREZIONE DI PROGETTO

Ing. Alessandro SILVIETTI
Ing. Iacopo MAZZONI

SUPPORTO AL RUP

Dott. Aldo PARISI

COLLABORATORI

(In ordine alfabetico)

Geom. Federico ANZUINI
Dis. Francesca BELLINI
Geom. Alessandro INNOCENTI
Dis. Edi Antonella MATTIOLI
Dis. Ligia del Pilar MONTALVO

IL PROGETTISTA DELL'ATTIVITA' SPECIALISTICA

Dott. Geol. Simone FIASCHI

ATTIVITA' SPECIALISTICHE

(In ordine dell'elenco elaborati)

GEOLOGIA E GEOTECNICA
IDROGEO Engineering & ConsultingIDROLOGIA E IDRAULICA
DA. SA. Ingegneria s.r.l.RILIEVI PLANOALTIMETRICI - PIANO PARTICELLARE
GDEC s.r.l.PROGETTO STRADALE
DLA AssociatiPROGETTO STRUTTURE - OPERE D'ARTE
Studio Tecnico Ing. Salvatore Giacomo MoranoMITIGAZIONE AMBIENTALE E OPERE A VERDE
ALEPHPIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO (PSC)
Studio Tecnico Ing. Claudio ConsortiVERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' A V. I.A.
TECNOCREO Società di Ingegneria

PROGETTO DEFINITIVO REDATTO DA



Luglio 2013

REVISIONATO

N. 20/07/2013

FASE	CARTELLA	ELABORATO	PROGRESS	REV	NOME FILE e DATA DI AGGIORNAMENTO (yyymmdd)	SCALA
D	IU	04	02	2	D_IU0402_2RelApprof_Idr_181119	
NOTE DI STAMPA:			A4		P. R. S INTERVENTO:	ID 832
					C.U.P.	
2	Novembre 2018	Emissione	Fiaschi	Fiaschi	Silvietti	
REVISIONE	DATA	MOTIVAZIONE	REDATTO	VERIFICATO	C.D.P.	

Firme

Il presente documento e le informazioni in esso contenute sono di proprietà della Regione Toscana e non possono essere riprodotte o comunicate a terzi senza preventiva autorizzazione scritta

PROGETTO DEFINITIVO
ai sensi del D. Lgs. 18 aprile 2016 – num. 50

per la realizzazione di una cassa di laminazione a corredo della Variante alla S.R.T. num. 429 di “val d’Elsa”, lotto III, tra lo svincolo di Certaldo Ovest e lo svincolo con la S.P. Volterrana.

RELAZIONE TECNICA
(art. 19 - D.P.R. 207/2010)

1. Premessa

La presente relazione è di supporto alla progettazione definitiva per la realizzazione di una cassa di laminazione lungo il fiume Elsa, a corredo dei lavori della Variante alla S.R.T. num. 429 di “val d’Elsa”, lotto III, tra lo svincolo di Certaldo Ovest e lo svincolo con la S.P. Volterrana.

Il progetto è redatto in conformità a quanto disposto dal Codice degli Appalti di cui al D. Lgs. del 18 aprile 2016, num. 50 ed anche secondo il D.P.R. 207/2010, particolarmente dall’art. 17 all’art. 24.

Durante l’espletamento della progettazione relativa alla Variante della S.R. 429 e particolarmente in occasione degli aggiornamenti dei parametri idrologici secondo l’accordo tra Regione Toscana e Università di Firenze di cui alla DGRT 1133/2012, si è preso atto della variazione del quadro conoscitivo di riferimento dell’analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme.

Inoltre, grazie alla evoluzione modellistica in materia idraulica che consente una analisi bidimensionale in moto vario, si è ritenuto necessario – facendo seguito ai confronti tecnici tenuti con gli Enti – aggiornare anche il quadro conoscitivo delle interferenze tra la nuova viabilità in progetto e la dinamica delle esondazioni del fiume Elsa.

Per quanto sopra detto, si è reso necessario il completamento della progettazione della Variante alla S.R.T. 429 - III lotto - con un progetto di fattibilità tecnica economica che prevedeva inizialmente la realizzazione di due casse di espansione, già previste nel piano di riduzione del rischio idraulico redatto dalla Autorità di Bacino competente in “aree A” (ai sensi della Normativa di Piano), dove è già vigente il vincolo di inedificabilità assoluta [all. 1 – doc. planimetria AdB].

Le due casse individuate sono state denominate rispettivamente “Cassa Nord”, posta nell’area del Podere delle Vecchierelle, e “Cassa Sud”, posta in un tratto di adiacenza di circa due chilometri in sinistra idrografica tra il Fiume Elsa ed il versante, a monte del Podere delle Vecchierelle.

In seguito alla presentazione del progetto di fattibilità si è aperto un ampio tavolo tecnico con gli uffici del Genio Civile competente, con l’Autorità di Bacino distrettuale dell’Arno e con i Comuni interessati.

Durante il suddetto contraddittorio si è potuto constatare che la realizzazione della sola “Cassa Sud” è sufficiente a produrre un miglioramento complessivo in termini di rischio idraulico del territorio interessato dalla nuova variante alla S.R.T. 429 III lotto; conseguentemente è stato ritenuto di rimandare a tempi e contesti futuri la realizzazione della cassa Nord.

In occasione dei medesimi confronti sono state analizzate numerose varianti anche alla Cassa Sud, mirate di volta in volta da una parte ad ottimizzare l’effetto benefico di compensazione e dall’altra a minimizzare l’impatto sul territorio, anche nei confronti della popolazione residente e delle attività economiche ivi presenti.

Il progetto definitivo della “Cassa Sud”, accompagnato dalla presente relazione tecnica e idraulica, pertanto è il frutto di un lungo processo di ottimizzazione tecnica e di concertazione con i vari soggetti del territorio. In questo ambito si riporta la descrizione tecnica della “Cassa Sud”, nella

sua veste finale, che rappresenta la migliore soluzione in rapporto a tutte le variabili sopra descritte.

Tuttavia, su richiesta specifica del Comune di Gambassi, in questa relazione viene riportata anche la descrizione tecnica e modellistica di una soluzione, che sarebbe stata auspicabile dallo stesso Ente, costituita dalla limitazione della cassa di laminazione al territorio posto a valle della confluenza del Rio Vallebuia in Elsa.

Tale soluzione, pur essendo scartata per le motivazioni in seguito espresse, è riportata nel proseguo della presente relazione come soluzione alternativa, che però non ha trovato giustificazioni tecniche per essere prescelta per la progettazione definitiva.

2. Indagini idrologiche

Il progetto della cassa di laminazione necessita della determinazione degli idrogrammi caratteristici del corso d'acqua.

Finora le conoscenze idrologiche e idrauliche sul Fiume Elsa avevano mostrato che la durata critica del corso d'acqua nel tratto fra Certaldo e Castelfiorentino era considerata 9-10 ore; nel progetto preliminare pertanto le valutazioni idrologiche erano state svolte, per i tempi di ritorno caratteristici di 30 e 200 anni, con quattro durate contenenti l'intervallo conosciuto, e più precisamente 7, 9, 12 e 15 ore, per un totale di 16 scenari.

Gli esiti delle modellazioni elaborate nel progetto preliminare hanno mostrato che il tempo critico del Fiume Elsa nel tratto studiato è più vicino alle 12 ore, e pertanto nello sviluppo del progetto definitivo è stata abbandonata la durata di 7 ore, ritenuta troppo lontana dalle condizioni più onerose per il corso d'acqua, e in certi scenari anche altre durate, dove è provato che tale scenario non possa produrre risultati peggiorativi. Di questo comunque verrà dettagliato nel seguente paragrafo delle indagini idrauliche.

Lo studio idraulico, come di seguito dettagliato, è stato svolto in un tratto del fiume compreso fra Certaldo (subito a valle dell'immissione del T. Agliena in destra e del T. Casciani in sinistra) e Castelfiorentino, nella sezione subito a monte della confluenza del Rio Lama (circa 1200 metri a monte della re-immissione dello scolmatore).

Il contributo idrologico a monte della sezione di partenza del tratto studiato, in termini di idrogrammi in ingresso per la definizione del modello idraulico, è stato fornito dallo studio "Hydrogeo Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio" di Firenze, a margine dell'incarico loro affidato dal comune di Certaldo per la consulenza idrologica-idraulica a supporto della redazione dei nuovi strumenti urbanistici.

Gli idrogrammi forniti dal suddetto studio tengono conto pertanto di tutti gli apporti idrici che si formano durante le piene di progetto considerate, e si riferiscono al bacino del Fiume Elsa corrispondente alla sezione di chiusura posta a Certaldo a valle delle confluenze dei torrenti Agliena e Casciani, che misura una superficie di 703 kmq.

Nelle seguenti figure 1, 2, 3 si riportano gli idrogrammi in ingresso alla sezione di monte, rispettivamente come valore complessivo di portata, quota parte proveniente dall'alveo dell'Elsa e quota parte proveniente dalla campagna a fianco del fiume.

idrogrammi in ingresso alla sezione di monte

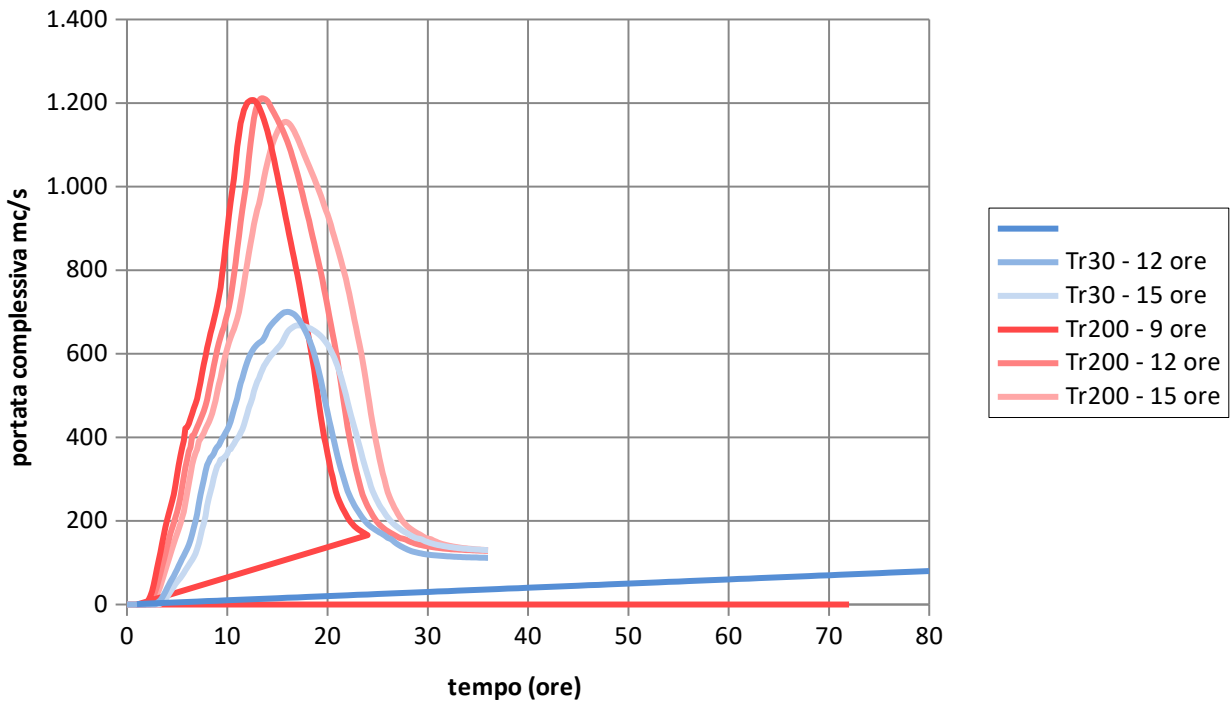


Figura 1 - idrogrammi di ingresso al modello nella sezione di monte

idrogrammi in ingresso alla sezione di monte in alveo

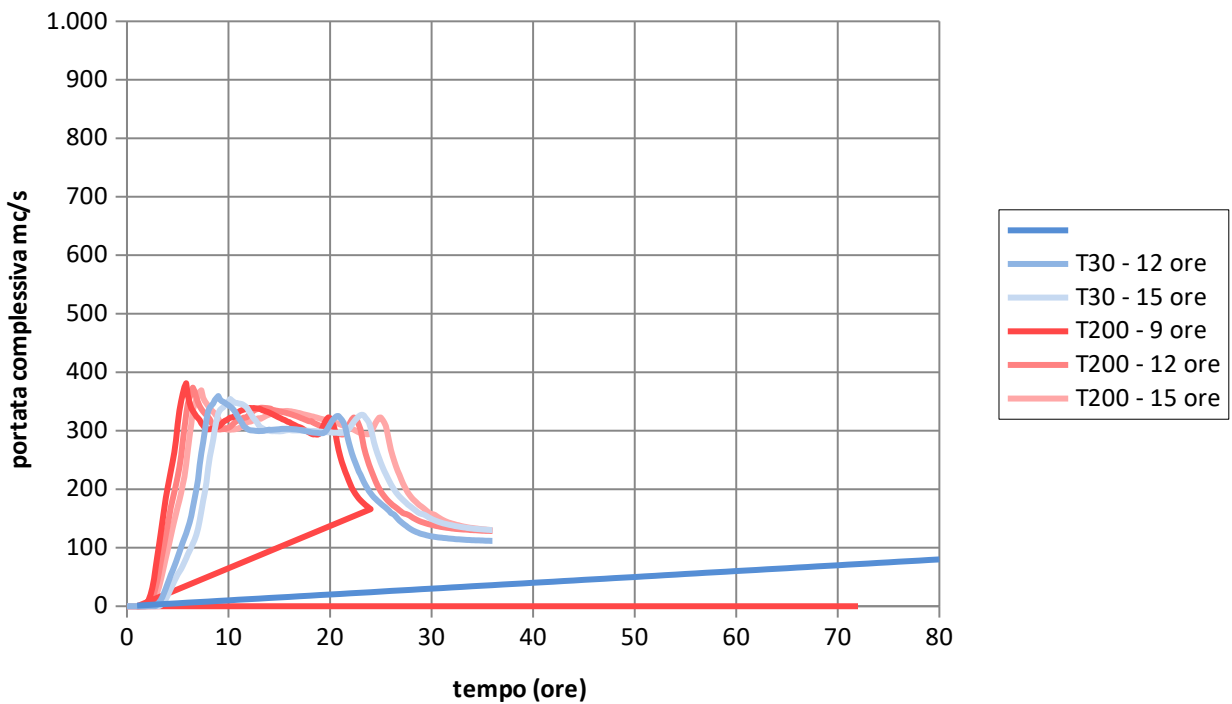


Figura 2 - idrogrammi in ingresso alla sezione di monte - solo parte in alveo

idrogrammi in ingresso alla sezione di monte fuori alveo

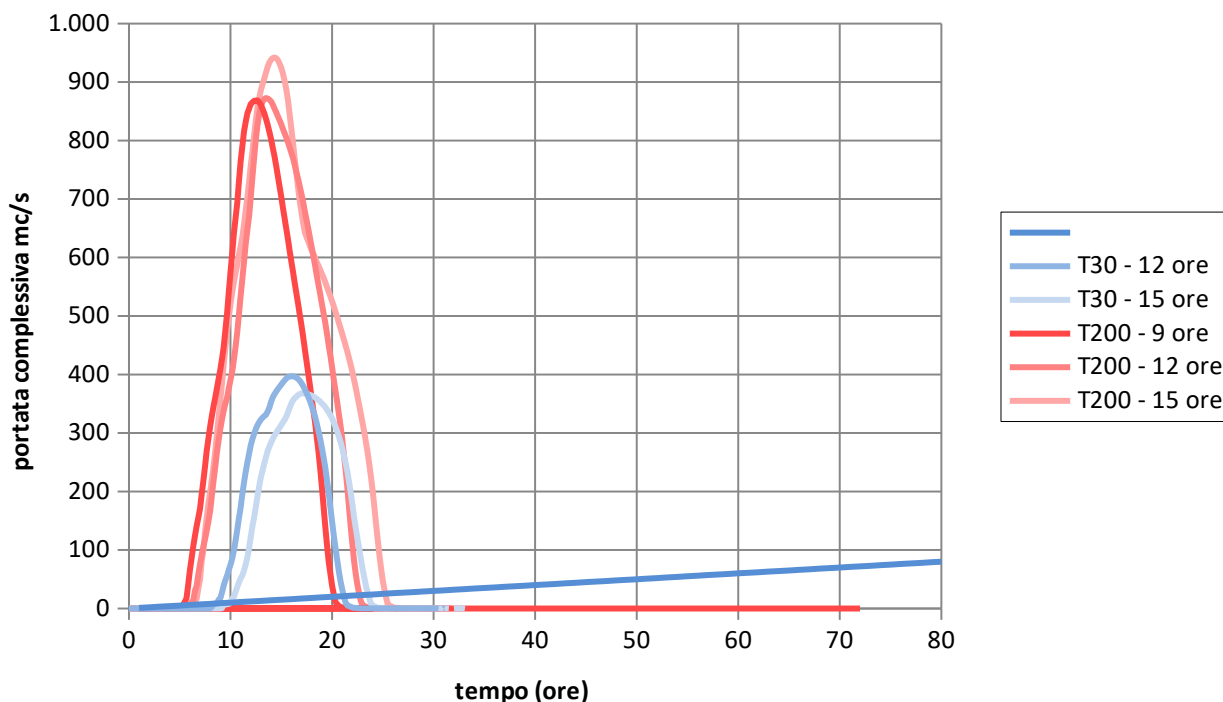


Figura 3 - idrogrammi in ingresso alla sezione di monte - solo parte fuori alveo

Nel tratto studiato si immettono nell'Elsa alcuni corsi d'acqua, la maggior parte dei quali drenano piccoli bacini, di superficie inferiore a 5 kmq.

Il principale bacino immissario nel tratto studiato è sicuramente il torrente Pesciola con una superficie di interesse pari a circa 63,70 kmq.

Gli altri bacini analizzati, da sud verso nord, sono:

Borro del Vicariato	superficie	3,10 kmq
Rio Renaccio	superficie	20,00 kmq
Rio di Valle Buia	superficie	1,50 kmq
Rio del Campo al Tesoro	superficie	0,60 kmq
Borro della Corniola	superficie	2,60 kmq
Rio Vallone	superficie	4,30 kmq

Nel modello idraulico utilizzato (Hec Ras 5.05) sono stati inseriti pertanto gli input idrologici dei bacini afferenti sopra descritti, oltre ovviamente a quello principale del bacino dell'Elsa a monte.

Fra i bacini indicati è stato escluso quello del Borro del Vicariato in quanto esso risulta essere portellato e pertanto, grazie al differente ordine di grandezza dei suoi tempi critici rispetto a quello dell'asta principale, si rileva che non può dare contributi durante un evento delle durate analizzate, in quanto il battente in alveo dell'Elsa tiene sicuramente chiusa la portella.

L'apporto del Rio Valle Buia e del Rio Campo al Tesoro sono stati considerati come direttamente affluenti soltanto nelle simulazioni dello stato attuale nella modellazione dell'Elsa, poiché nello stato di progetto i fossi vengono intercettati dalla cassa di laminazione e riuniti in un unico alveo portellato al suo ingresso in Elsa.

Gli idrogrammi relativi agli altri corsi d'acqua sono stati ottenuti mediante il calcolo dell'integrale di convoluzione che sta alla base del metodo dell'idrogramma unitario.

I parametri dei singoli bacini (I_a , K_s , n , k , K_r) sono stati desunti dal modello ALTO, mentre le piogge utilizzate sono quelle derivate dall'analisi di frequenza regionale delle precipitazioni

estreme aggiornate al 2012 fornita dalla Regione Toscana grazie all'accordo di collaborazione con l'Università di Firenze di cui alla DGRT 1133/2012.

Gli idrogrammi in ingresso sono idrologici (non tengono pertanto conto, a favore di sicurezza, di eventuali esondazioni a monte) e sono riportati nelle seguenti figure.

Idrogrammi Borro Renaccio Tr 200

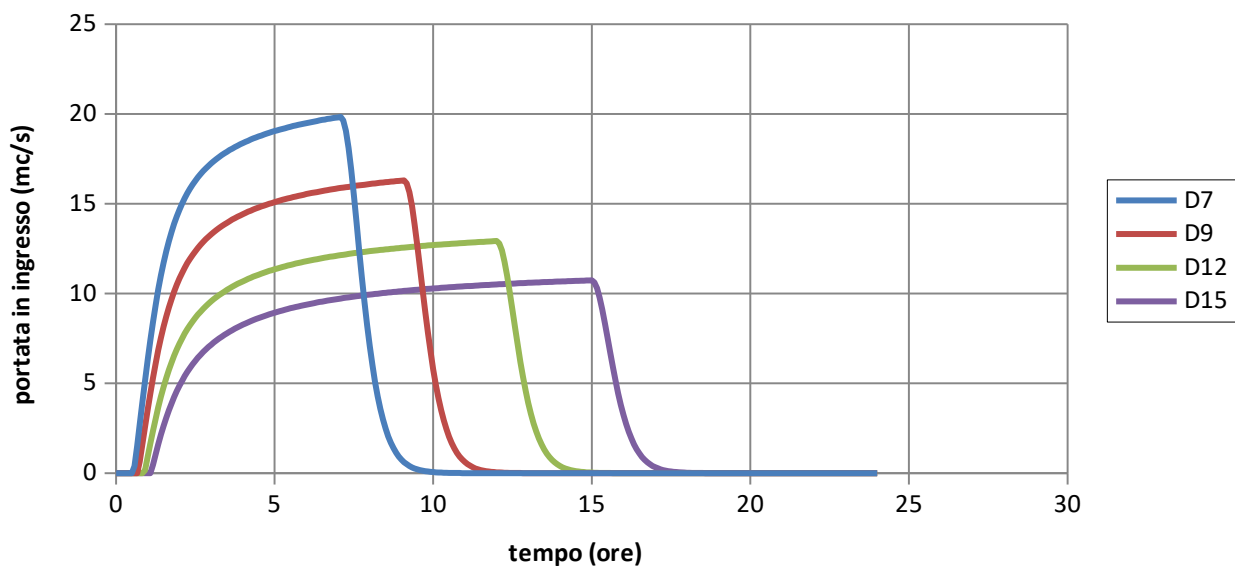


Figura 4 - idrogrammi del Borro Renaccio per Tr200

Idrogrammi Borro Corniola Tr 200

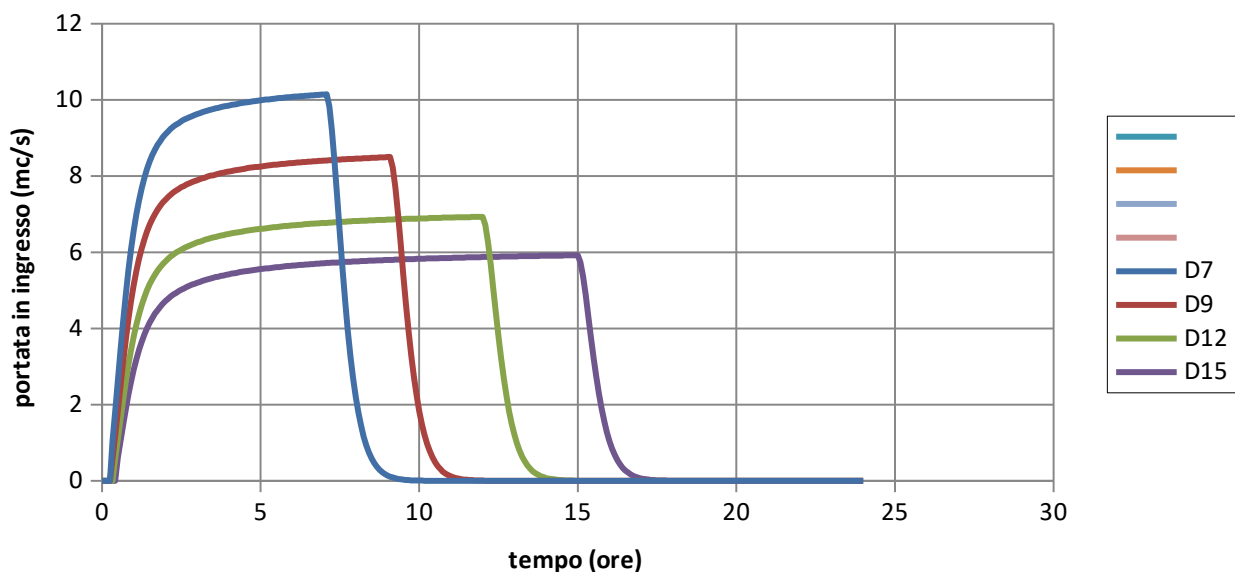


Figura 5 - idrogrammi del Borro Corniola per Tr200

Idrogrammi Rio Valle Buia Tr 200

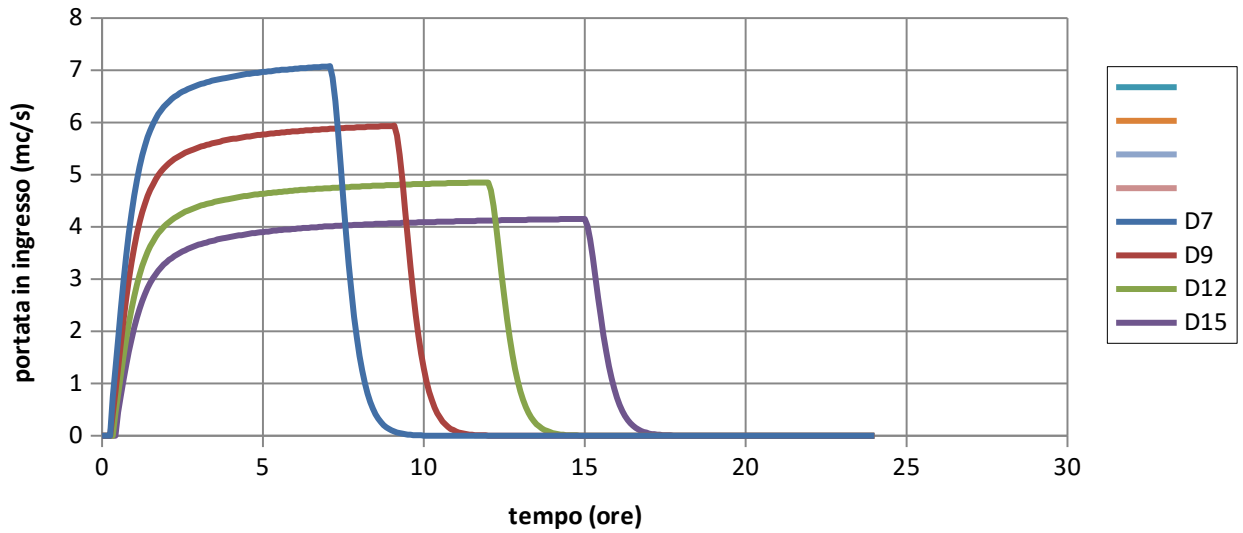


Figura 6 - idrogrammi del Rio Valle Buia e Rio Campo al Tesoro unificati per Tr200

Idrogrammi Torrente Pesciola Tr 200

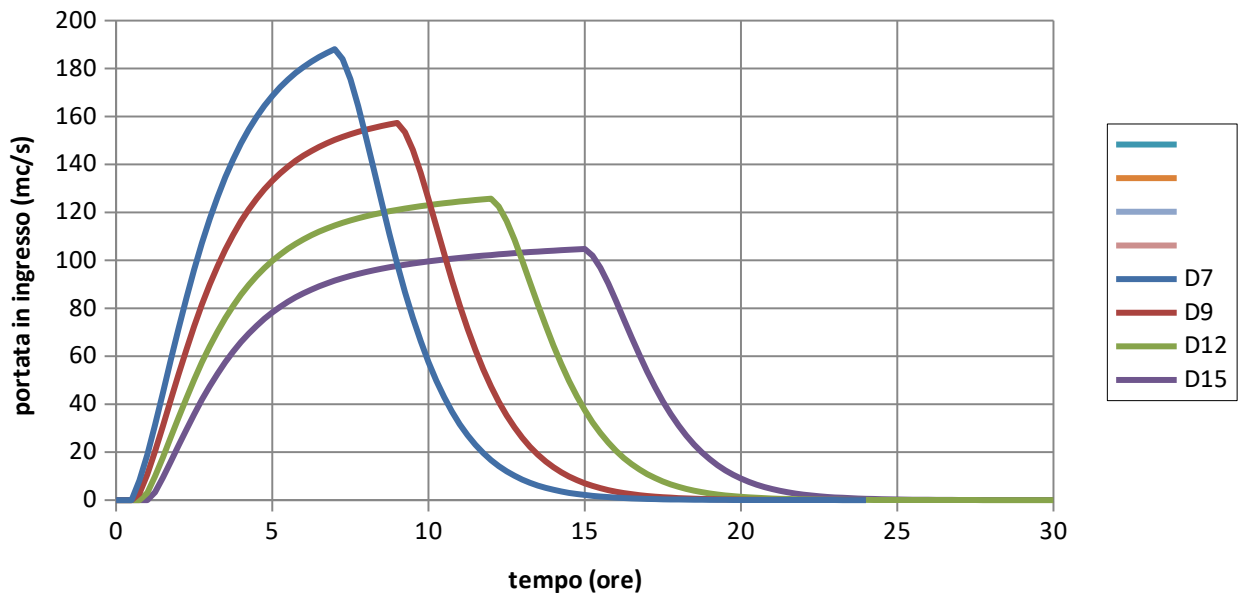


Figura 7 - Idrogrammi del Torrente Pesciola per Tr200

Idrogrammi Rio del Vallone Tr 200

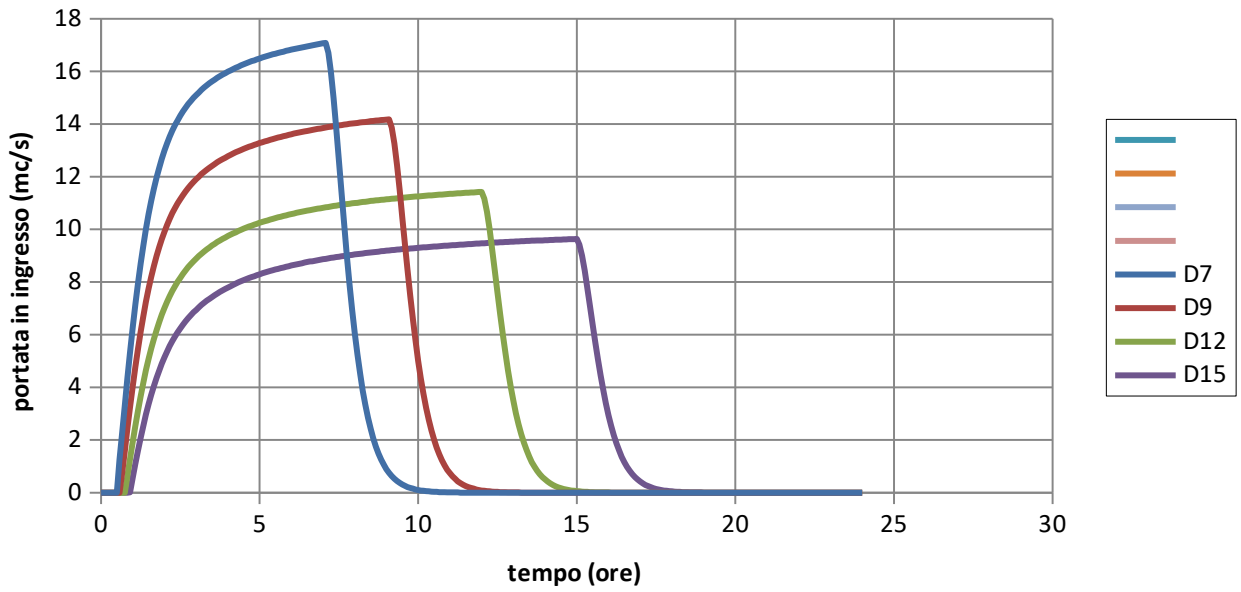


Figura 8 - Idrogrammi del Rio Vallone per Tr200

Idrogrammi Borro Renaccio Tr 30

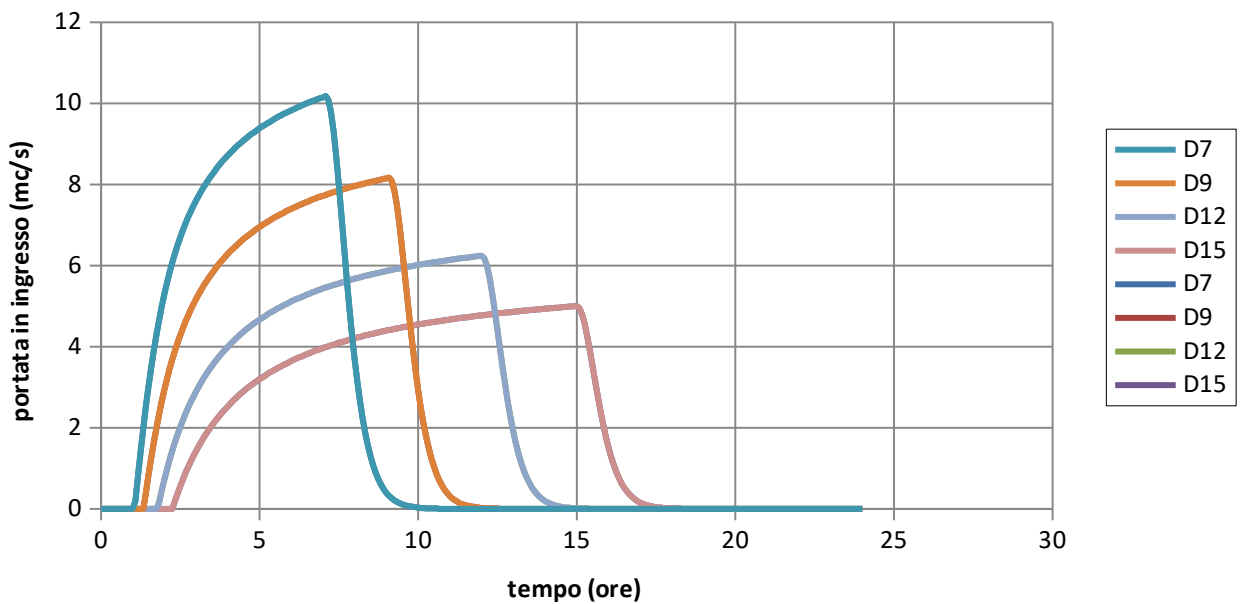


Figura 9 - Idrogrammi del Borro Renaccio per Tr30

Idrogrammi Borro Corniola Tr 30

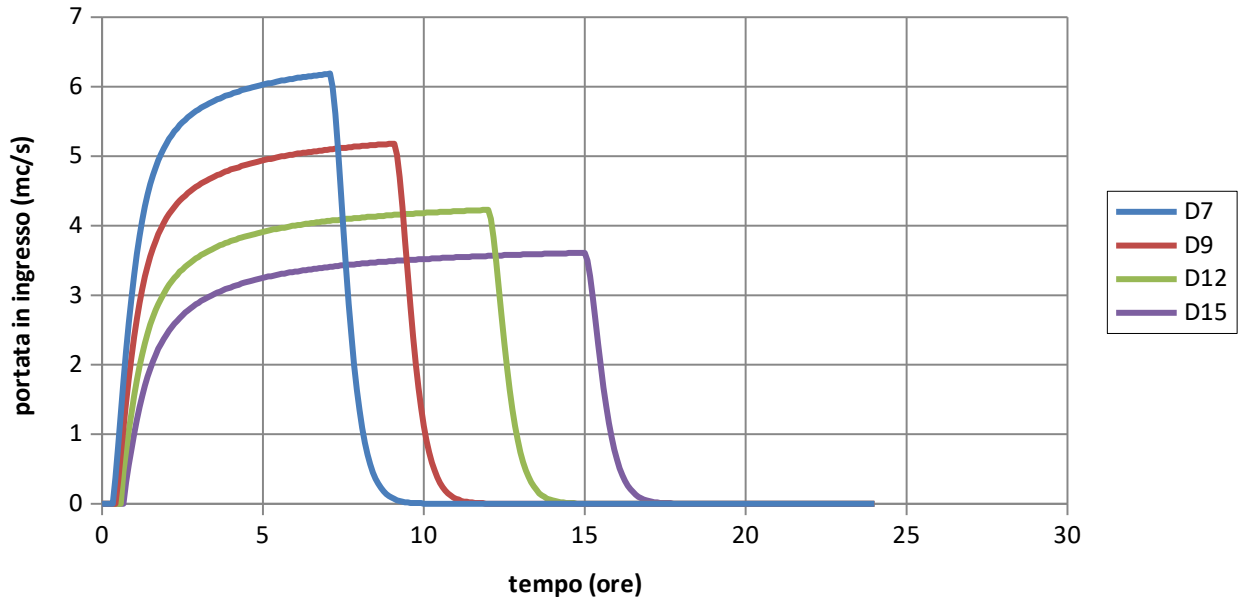


Figura 10 - Idrogrammi del Borro Corniola per Tr30

Idrogrammi Rio Valle Buia Tr 30

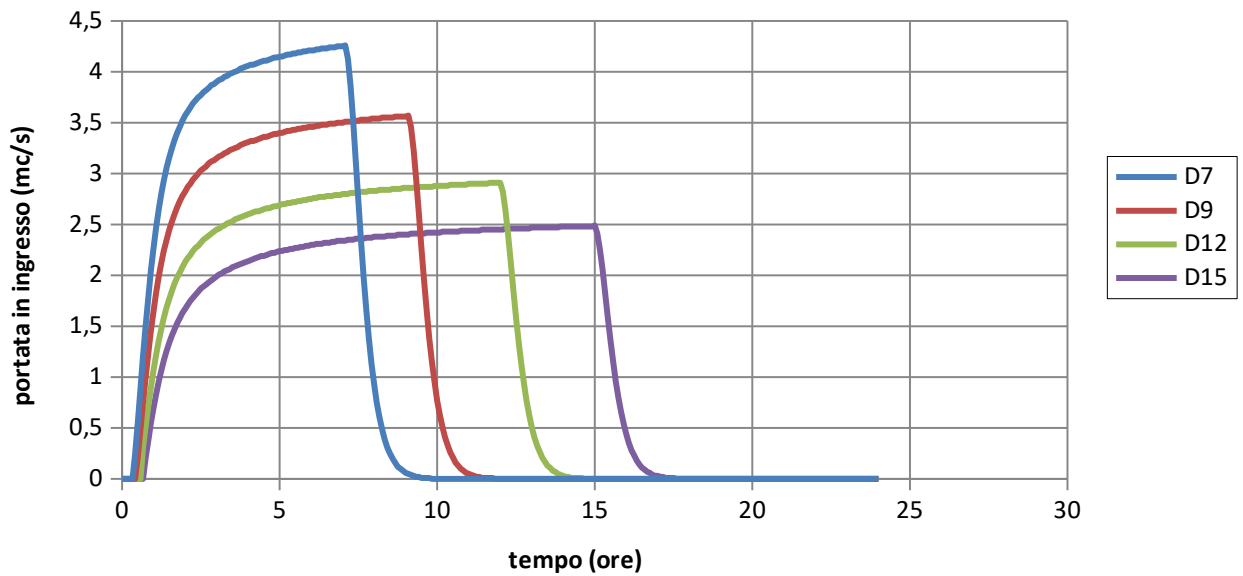


Figura 11 - Idrogrammi del Rio Valle Buia e Rio Campo al Tesoro unificati per Tr30

Idrogrammi Torrente Pesciola Tr 30

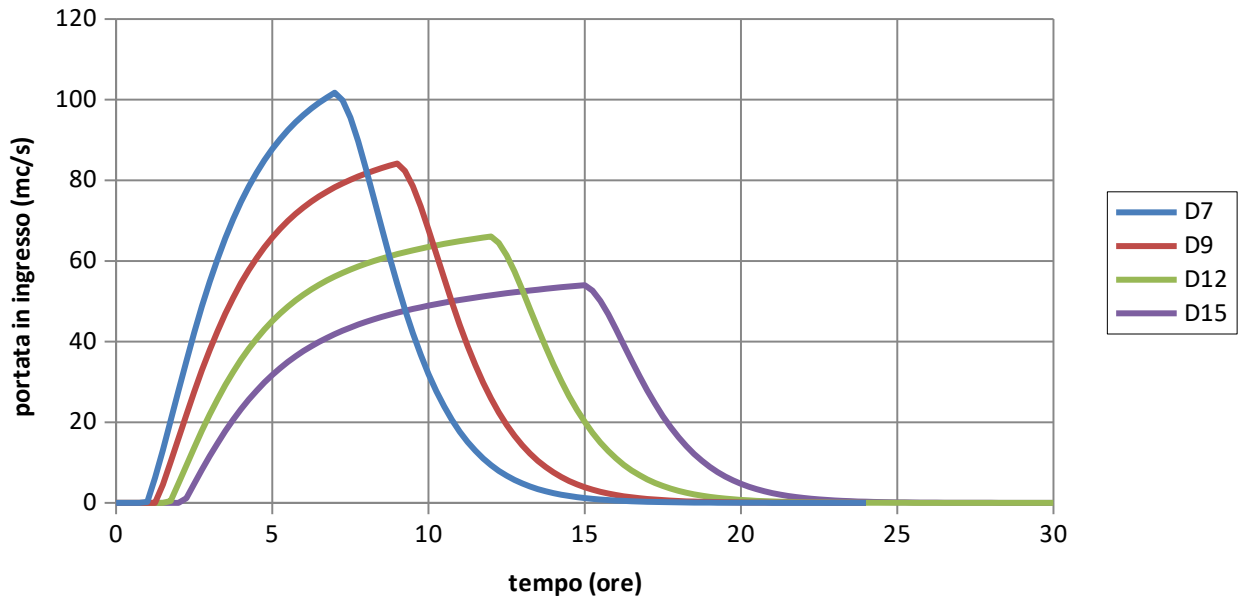


Figura 12 - Idrogrammi del Torrente Pesciola per Tr30

Idrogrammi Rio del Vallone Tr 30

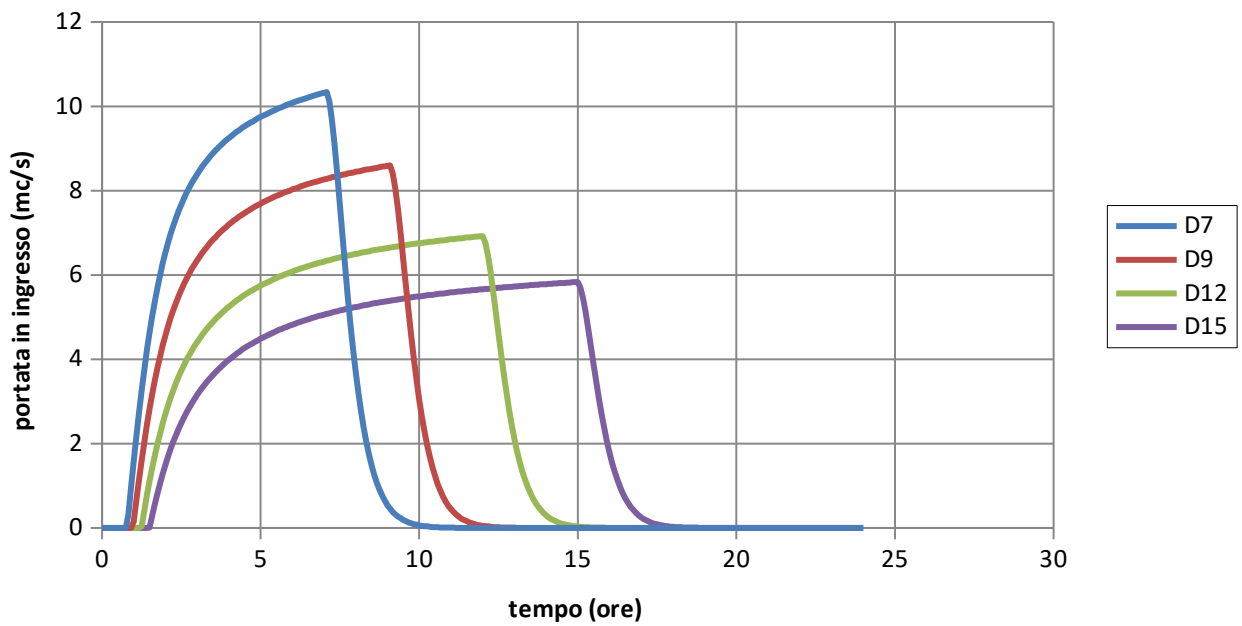


Figura 13 - idrogrammi del Rio Vallone per Tr30

2.1 Idrologia dei Rio di Valle Buia e del Rio del Campo al Tesoro

Il Rio Valle Buia e Rio del Campo al Tesoro sono corsi d'acqua che vengono intercettati dalla cassa di laminazione in progetto. Poiché il loro tratto terminale scorre parallelamente a piccola distanza l'uno dall'altro, il progetto prevede di unificarli in un unico alveo a monte della cassa, per poi scorrere in un unico alveo fino al recapito in Elsa.

Alla sezione in cui i due corsi d'acqua vengono intercettati essi sottendono un bacino idrografico rispettivamente delle seguenti dimensioni:

- Valle Buia 1.483 km²;
- Campo al Tesoro 0.577 km².

Il loro apporto è valutato sia nelle condizioni progettuali della cassa, ovvero con tempo critico di precipitazione di 9 e 12 ore per valutarne il loro contributo nella modellazione dell'Elsa e della cassa di laminazione, sia per il loro tempo critico proprio, con lo scopo di determinare il loro comportamento più oneroso nel tratto interno alla cassa.

Il loro tempo critico risulta di un'ora circa, e pertanto i loro idrogrammi vengono studiati per lo stesso tempo critico di precipitazione pari appunto ad un'ora.

La precipitazione critica anche questa volta è desunta dalle nuove curve di pioggia aggiornate al 2012 di cui si è parlato in precedenza, ed in particolare l'equazione della pioggia risulta per entrambi pari a:

$$h_p = 48.112 t^{0.26277} \text{ (Tr30)}$$

$$h_p = 66.954 t^{0.28844} \text{ (Tr200)}$$

Assegnando un coefficiente di afflusso pari a 0.8 per la determinazione della precipitazione efficace, e calcolando l'integrale di convoluzione secondo il modello di Nash, si ottengono i due seguenti idrogrammi di piena, il cui picco trentennale risulta rispettivamente di 14.9 m³/s per il Valle Buia e 5.8 m³/s per il Campo al Tesoro, mentre quello duecentennale rispettivamente 21.2 e 8.2 m³/s:

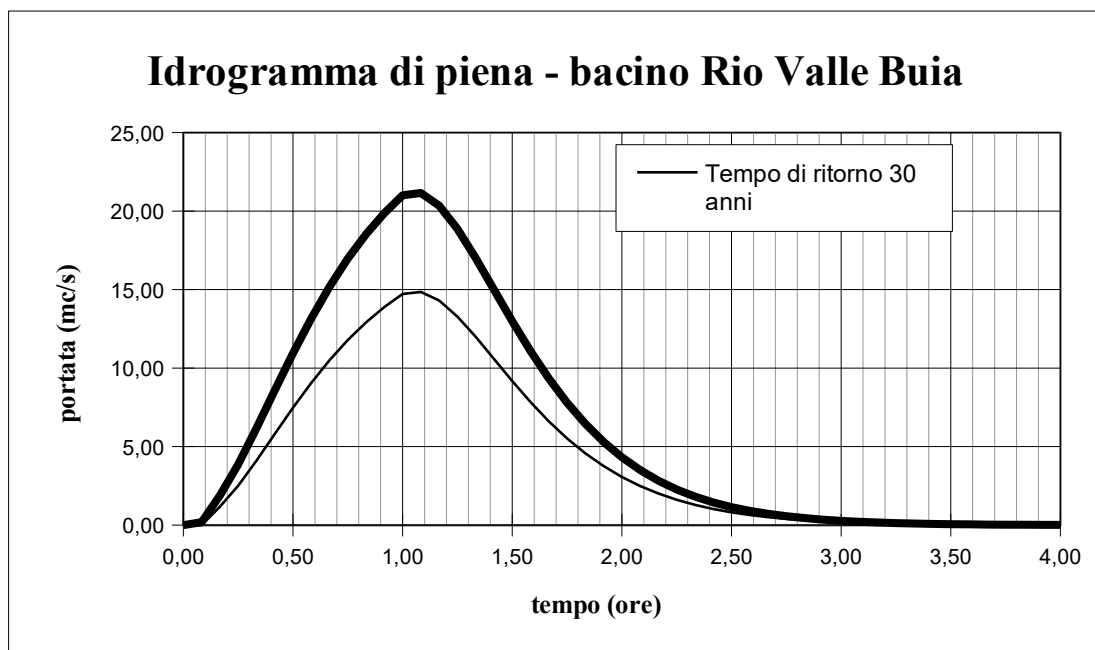


Figura 14 - idrogrammi critici Rio Valle Buia

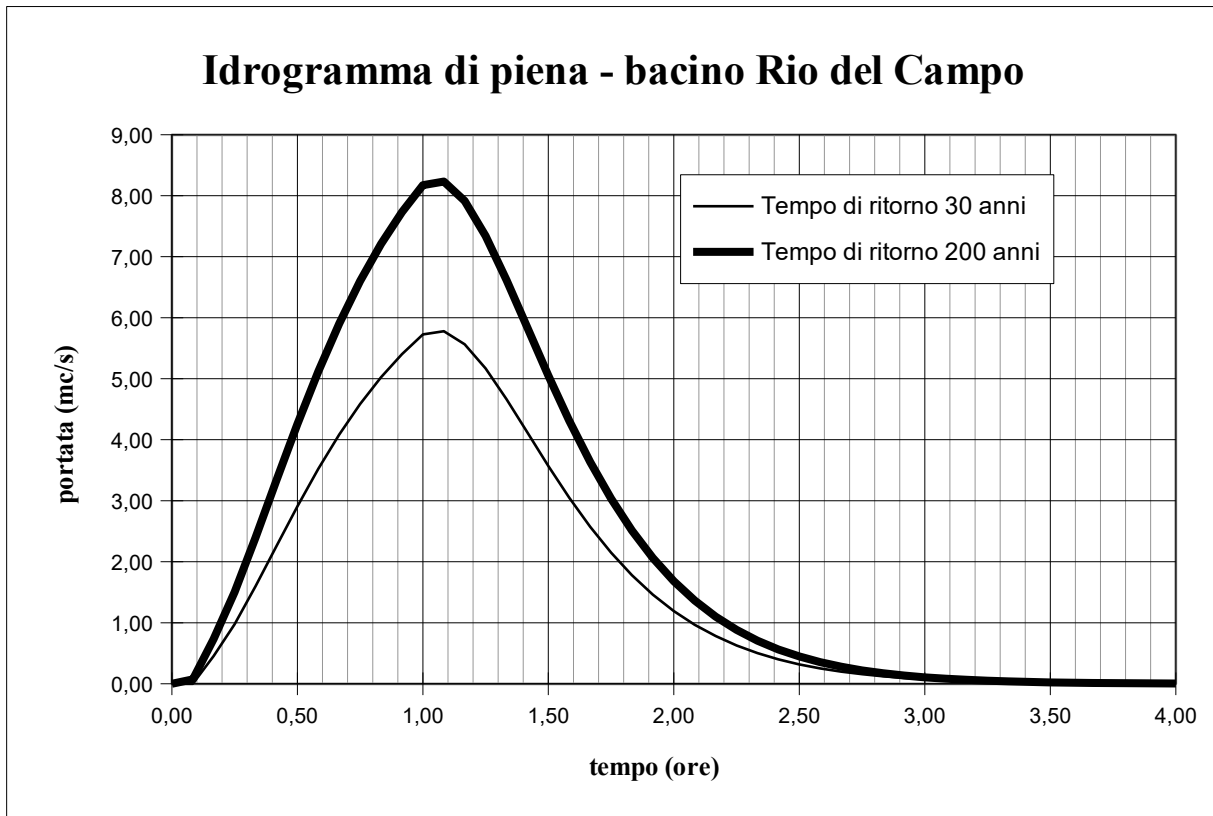


Figura 15 - idrogrammi critici Rio del Campo al Tesoro

I valori di picco degli idrogrammi mostrati verrà utilizzato per verificare l'alveo di progetto e l'attraversamento che avviene a monte della cassa della nuova strada bianca di collegamento.

3. Analisi idraulica

Una volta noti gli idrogrammi è stato possibile costruire un modello idraulico mediante il software Hec-Ras 5.05, che è stato utilizzato in modalità bidimensionale.

Le sezioni fluviali utilizzate sono quelle fornite direttamente dal Genio Civile del Valdarno Superiore, mentre tutte le informazioni topografiche della vallata sono state dedotte dal Lidar della Regione Toscana, opportunamente corretto per inserire alcuni aggiornamenti topografici legati a strutture inesistenti all'epoca del volo. Tipico esempio di ciò è il tratto di variante della SRT 429 presente fino a Certaldo.

Il modello in particolare si estende dalla sezione di monte nr 276 a monte fino alla sezione nr 201 a valle. In allegato 4 si riporta la planimetria della valle dell'Elsa con l'ubicazione delle sezioni utilizzate nel calcolo.

Le scabrezze utilizzate nelle sezioni sono concordi al precedente modello del Genio Civile, con n di Manning pari a 0.04 nelle golene e sugli argini e 0.037 nell'alveo inciso. Fuori dall'area prettamente fluviale sono stati assegnati valori di Manning di 0.03 in campagna e 0.15 nelle aree urbanizzate.

Nel tratto studiato è presente la partenza del canale scolmatore, che è stato inserito nel modello di calcolo non come "reach", ma come area bidimensionale descritta con rilievo Lidar.

La modellazione dello sfioro dello scolmatore, dal momento che non è stato definito un protocollo ufficiale di funzionamento per l'apertura delle paratoie, comporta in teoria infiniti modelli che dipendono da come, quanto e quando vengono attivate le aperture.

In questa modellazione si è assunto un criterio che è stato ritenuto ragionevole, consistente nell'ipotizzare l'apertura delle tre paratoie al momento in cui il livello idrico in alveo raggiunge la metà altezza delle luci (quota 52.20 m s.l.m.), con una velocità di mezzo metro al minuto, come mostrato nella seguente immagine.

The image shows a software dialog box titled "Elevation Controlled Gates". At the top, it displays "River: Elsa Reach: Poggi Castelfior RS: 224.9". Below this, there are several input fields and dropdown menus:

- Gate Group:** A dropdown menu set to "Gate #1".
- Reference:** A dropdown menu set to "Based on upstream WS".
- Upstream WS Elevation Reference:** A section containing two input fields:
 - "Upstream WS elevation at which gate begins to open:" with the value 52.2.
 - "Upstream WS elevation at which gate begins to close:" with the value 45.49.
- Gate Opening Rate:(m/min):** Input field with value 0.5.
- Gate Closing Rate:(m/min):** Input field with value 0.5.
- Maximum Gate Opening:** Input field with value 1.2.
- Minimum Gate Opening:** Input field with value 0.
- Initial Gate Opening (Optional):** Input field with value 0.

At the bottom right, there are "OK" and "Cancel" buttons.

Figura 16 - condizioni di apertura delle paratoie dello scolmatore

Un altro aspetto considerato nella modellistica è quello legato all'interazione che avviene nella parte nord del modello per gli apporti provenienti dal Rio Pietroso e Rio Arnese.

Di tale interazione si è tenuto conto inserendo i dati provenienti dallo studio relativo al quarto lotto della variante alla SRT 429 (Ing. Gesualdo Bavecchi) come idrogrammi di sfioro dalle lateral structures del Rio Pietroso e del Rio Arnese che confluiscono nell'area in oggetto. I dati, disponibili solo per l'evento duecentennale, sono stati applicati cautelativamente anche agli scenari trentennali.

Idrogramma da Rio Pietroso Tr200

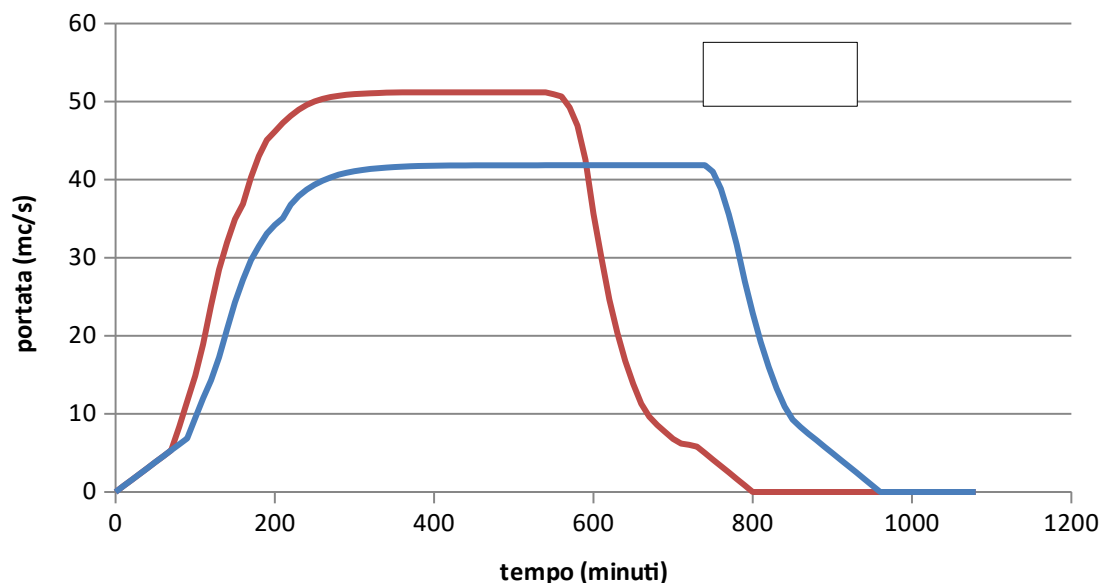


Figura 17 - idrogrammi provenienti da Rio Pietroso e Rio Arnese

Le condizioni al contorno dei modelli dunque sono costituite dall'idrogramma in alveo alla sezione 276.1 e alle BCline SX_01 e DX_01, come illustrato nel precedente capitolo dell'idrologia, dagli apporti laterali (lateral inflow hydrograph) anche questi descritti nel capitolo precedente, e dalle condizioni di moto uniforme a valle.

Tali assunzioni sono state ritenute valide considerando che l'estremo nord della cassa di laminazione progettata dista di circa quattro chilometri in linea d'aria dal limite di valle del modello e di altrettanti quattro chilometri in linea d'aria dista il limite di monte del modello dall'estremo sud della cassa.

Lo stato di progetto è stato costruito inserendo nel modello del terreno la presenza della cassa di laminazione in derivazione, della nuova variante della S.R. 429, delle aree di compensazione da realizzare in destra idrografica a monte della cassa per la variante della SRT 429 e della regolarizzazione dell'argine sinistro dell'Elsa alla quota non inferiore a 54.80 m s.l.m. nel tratto compreso tra le confluenze del Pesciola e dello scolmatore, come richiesto dal Genio Civile.

In tale stato, come sopra accennato, i corsi d'acqua Rio Valle Buia e Rio del Campo al Tesoro (o Rio del Campo) vengono fatti confluire in un unico alveo all'ingresso della cassa di laminazione, adeguatamente rimodellato e dotato di portella allo sbocco in Elsa.

La cassa ovviamente è dotata di sfioratore di ingresso, sfioratore di troppo pieno e scarico di fondo con portella. Entrambi gli sfioratori di superficie sono costituiti da un ribassamento della sommità arginale e vengono opportunamente rivestiti in scogliera per sopportare le forze di trascinamento dovute alla loro tracimabilità.

Le quote significative in m s.l.m. della cassa sono le seguenti:

Quota coronamento	59.00
Quota di sfioro in ingresso	56.60
Quota di sfioro troppo pieno	57.50
Quota fondo cassa	55.00 – 51.80

L'ubicazione planimetrica, le dimensioni e le quote degli sfiori sono stati il frutto di una lunga ed attenta analisi per tentativi successivi, volta a minimizzare gli effetti negativi e massimizzare quelli positivi.

L'opera di sfioro in ingresso alla cassa è costituita da soglia fissa libera, posta sull'argine a quota 56.60 m s.l.m., di lunghezza pari a 100 metri, posta nell'estremità sud della cassa, al fine di poter sfruttare al massimo la quota idrica corrispondente raggiunta in alveo dall'Elsa.

L'opera di sfioro di troppo pieno, posta nella parte nord, vicino all'opera di scarico di fondo, non entra in funzione per l'evento trentennale; anch'essa è costituita da una soglia fissa libera, posta sull'argine a quota 57.50 m s.l.m.

Relativamente al sistema costituito dal Rio Valle Buia e quello del Campo al Tesoro sono state sviluppate due ipotesi: la prima (soluzione "SP") è dimensionata per contenere, anche con franchi minimi o nulli, la portata critica trentennale, con un tratto iniziale in sinistra dotato di un piccolo argine a quota 56.00 che si azzerà in altezza a quota 54.00 dopo circa 120 metri, lasciando il tratto a valle totalmente incassato. Questa soluzione prevede un alveo trapezoidale con base nel tratto a monte dell'ingresso in cassa larga 3 metri, che poi entrando in cassa si allarga a 4 metri, fino ad uno sbocco portellato a quota 50.50 m s.l.m. con larghezza 4 m e luce verticale di 3 metri.

La seconda soluzione (soluzione "SP1") invece è quella in cui i due corsi d'acqua, unificati in un unico alveo, entrano in cassa con argine sinistro costantemente a quota 56.00 m s.l.m. e argine destro inizialmente coincidente con l'argine di cassa e nel tratto finale con argine proprio, anch'esso a quota 56.00. In questo caso la larghezza della base trapezoidale è costantemente pari a 3 metri, e lo sbocco avviene a quota 50.55 m s.l.m. con larghezza ancora di 3 metri e luce verticale di 4 metri.

La soluzione SP1 è stata abbandonata nel proseguo della progettazione, essenzialmente per i due seguenti motivi:

- 1) La presenza di due arginature che tagliano la cassa in due settori può provocare fenomeni di malfunzionamento idraulico per la necessità dell'acqua entrata in cassa di tracimare su due rilevati, per giunta in un punto che si trova al termine di un tratto stretto della cassa;
- 2) Tale soluzione dovrebbe prevedere due sistemi di scarico di fondo, oltre all'opera di sbocco del rio in Elsa.

Con lo scopo di verificare la corretta posizione altimetrica prevista per la soglia di presa della cassa, si è inoltre proceduto a realizzare due modelli in variante, denominati con prefisso "SP2" e "SP3", rispettivamente con la quota di sfioro posta a 56.85 m s.l.m. (+25 cm rispetto alla quota di progetto) ed a 56.35 m s.l.m. (-25 cm rispetto alla quota di progetto).

Tali varianti hanno mostrato risultati peggiori in termini di efficientamento, e quindi in termini di benefici per il territorio, e pertanto hanno mostrato che la quota prescelta di 56.60 m s.l.m. risulta la migliore; per questo motivo sono stati anch'essi abbandonati.

Come detto precedentemente è stata sviluppata anche una terza geometria che tiene conto della soluzione prospettata dal Comune di Gambassi, che è costituita da una cassa limitata alla porzione a nord-ovest del corso del Rio Vallebuia.

Tale soluzione, denominata "SPG", prevede nella parte a nord-ovest del Rio Vallebuia la stessa impronta planimetrica, chiusa però a sud da un'arginatura che tiene esterni il Rio Vallebuia e il Rio del Campo al Tesoro. Le quote del fondo della cassa sono le stesse rispetto alle precedenti soluzioni, mentre le arginature sono necessariamente e notevolmente più basse.

Non si è ritenuto opportuno approfondire ulteriormente la cassa per non spingere gli scavi a profondità troppo elevate, considerato che la soluzione prospettata nelle precedenti geometrie appare già al massimo del consentito, in relazione anche alla profondità della falda.

Anche per la soluzione "SPG" la quota di sfioro è ovviamente funzione diretta della quota idrica della piena in alveo, e pertanto essa è stata posizionata, in totale analogia con i criteri utilizzati per le altre due geometrie, a quota 55.00 m s.l.m., mentre la quota del troppo pieno risulta pari a 56.30 m s.l.m.

La testa delle arginature di cassa, per tenere conto dello stesso franco di un metro rispetto al massimo livello raggiunto in cassa, risulta a quota 57.80 m s.l.m.

Per una più specifica ed esauriente comprensione di quanto sopra illustrato, con la definizione geometrica della cassa di laminazione si rimanda alla visione degli schemi grafici allegati alla presente relazione [all. 2 – doc. schemi grafici].

Qui di seguito invece si riporta l'ubicazione delle due aree di compensazione ed una sezione schematica dello scavo da eseguirsi nelle aree medesime.

La realizzazione delle aree di compensazione in realtà si rende necessaria per integrare gli scavi allo scopo di reperire le cave di prestito per la realizzazione non solo delle arginature di cassa, ma anche per la variante alla SR 429. Mediante gli scavi suddetti infatti si raggiunge un ottimo bilanciamento fra scavi e riporti relativamente all'intero progetto (strada+casse).

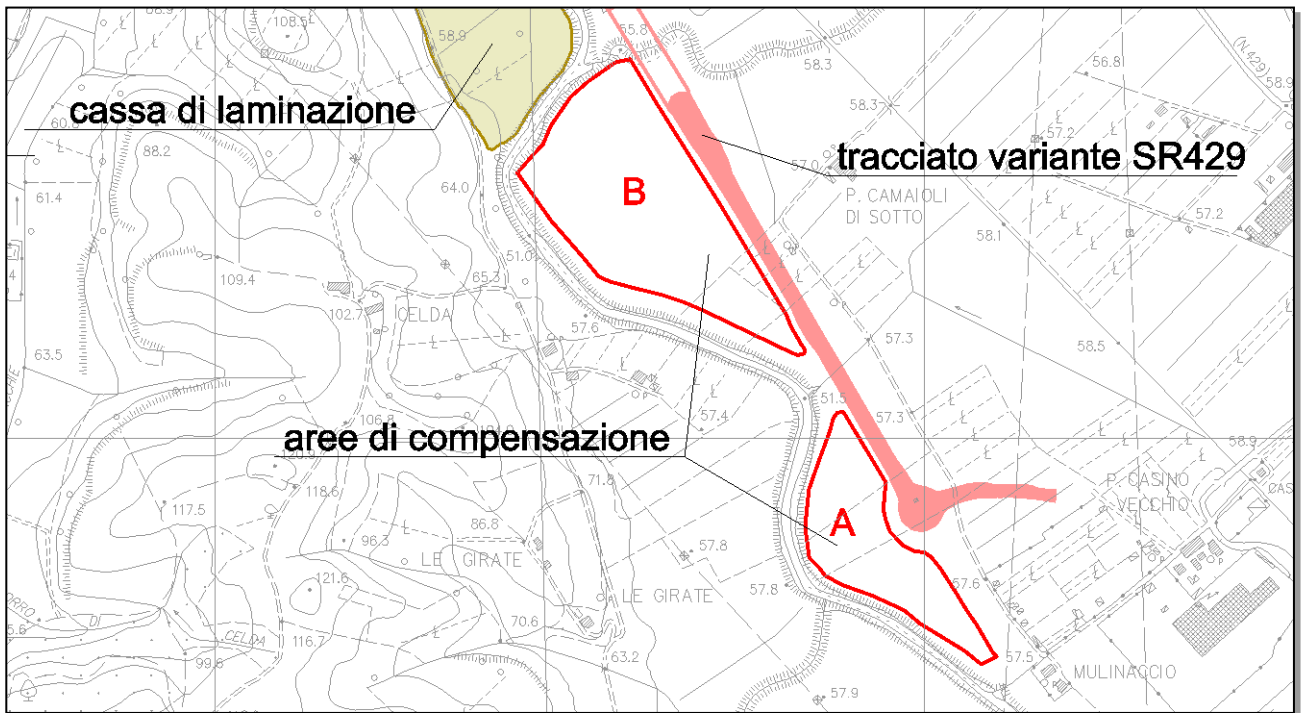


Figura 18 - ubicazione aree di compensazione

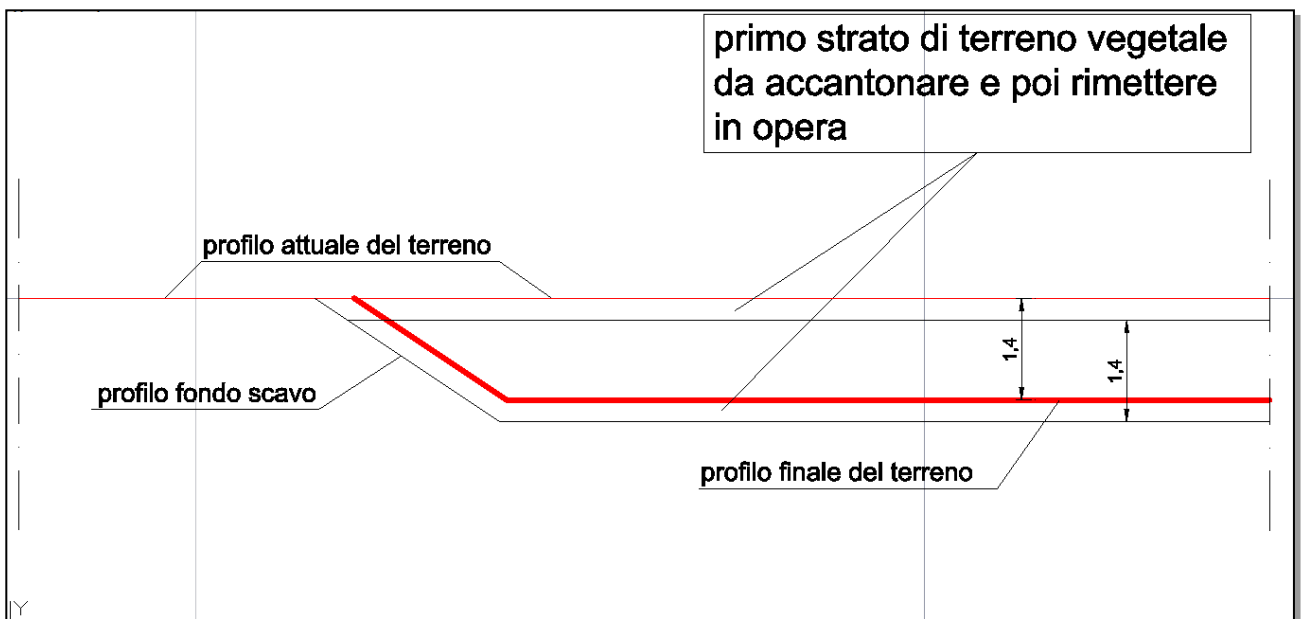


Figura 19 - schema di scavo area di compensazione

3.1 Descrizione degli scenari studiati

Come visto gli scenari studiati sono molteplici, e frutto di una lunga ricerca effettuata di volta in volta condividendo i risultati con gli Enti preposti al controllo e approvazione: Genio Civile del Valdarno Superiore e Autorità di Bacino.

Si richiama di seguito quanto detto in premessa riguardo alla scelta di abbandonare la progettazione della cassa Nord; per questa infatti il progetto prevede, come già specificato, solamente un ringrosso arginale sinistro dell'Elsa, portando la quota di difesa almeno a 54.80 m s.l.m. come sommità nel tratto compreso fra la sezione 228 e la 225 (presso lo scolmatore).

Tale intervento è considerato uno "stralcio funzionale" per la realizzazione futura della cassa di laminazione e costituisce di fatto una protezione nei confronti della variante alla SRT 429.

Lo stato attuale, individuato nel modello dal prefisso "SA", è stato studiato, per entrambi i tempi di ritorno di 30 e 200 anni, con durate critiche di 9, 12 e 15 ore.

Come detto precedentemente infatti l'evento critico di durata 7 ore è nettamente meno oneroso, e pertanto viene scartato.

Per i confronti con i vari stati di progetto si è eseguito un processo di inviluppo sulle tre durate. L'analisi ha potuto evidenziare che le durate critiche più gravose risultano:

- per l'evento duecentennale ovunque la durata di 12 ore;
- per l'evento trentennale nella parte sud del modello (più o meno fino alla Pesciola) la durata di 9 ore, e per la parte nord quella di 12 ore.

Tale fenomeno è comprensibile considerando che nel tratto studiato il fiume scorre molto più prossimo al versante sinistro, e che le arginature dei corsi d'acqua che si immettono in destra nell'Elsa di fatto rallentano il percorso dell'acqua nell'ampia golena. Per questo nella simulazione di 12 ore, nei tratti a valle l'aspetto dei volumi idrici in gioco prevale su quello delle portate di picco.

La conseguenza delle considerazioni sopra effettuate è quella che per lo stato di progetto possiamo limitare lo studio alle durate di 9 e 12 ore, considerando che comunque gli eventi con durate di 15 ore producono effetti meno onerosi.

Per l'analisi della condizione di progetto si è proceduto, come detto, a modellare la cassa con la soluzione di alveo del Vallebuia incassato, senza argini. Tale condizione viene denominata con il prefisso "SP".

Inoltre, come detto, è stata studiata la configurazione denominata col prefisso "SPG" per rappresentare l'ipotesi richiesta dal Comune di Gambassi, che limita il contorno sud della cassa a valle del Vallebuia.

Infine è stato studiato un ulteriore scenario, denominato SP0, che tiene conto di altri fenomeni che verranno dettagliati nel paragrafo 4.1.

Nella seguente figura è riportata l'immagine complessiva dell'estensione del modello idraulico.

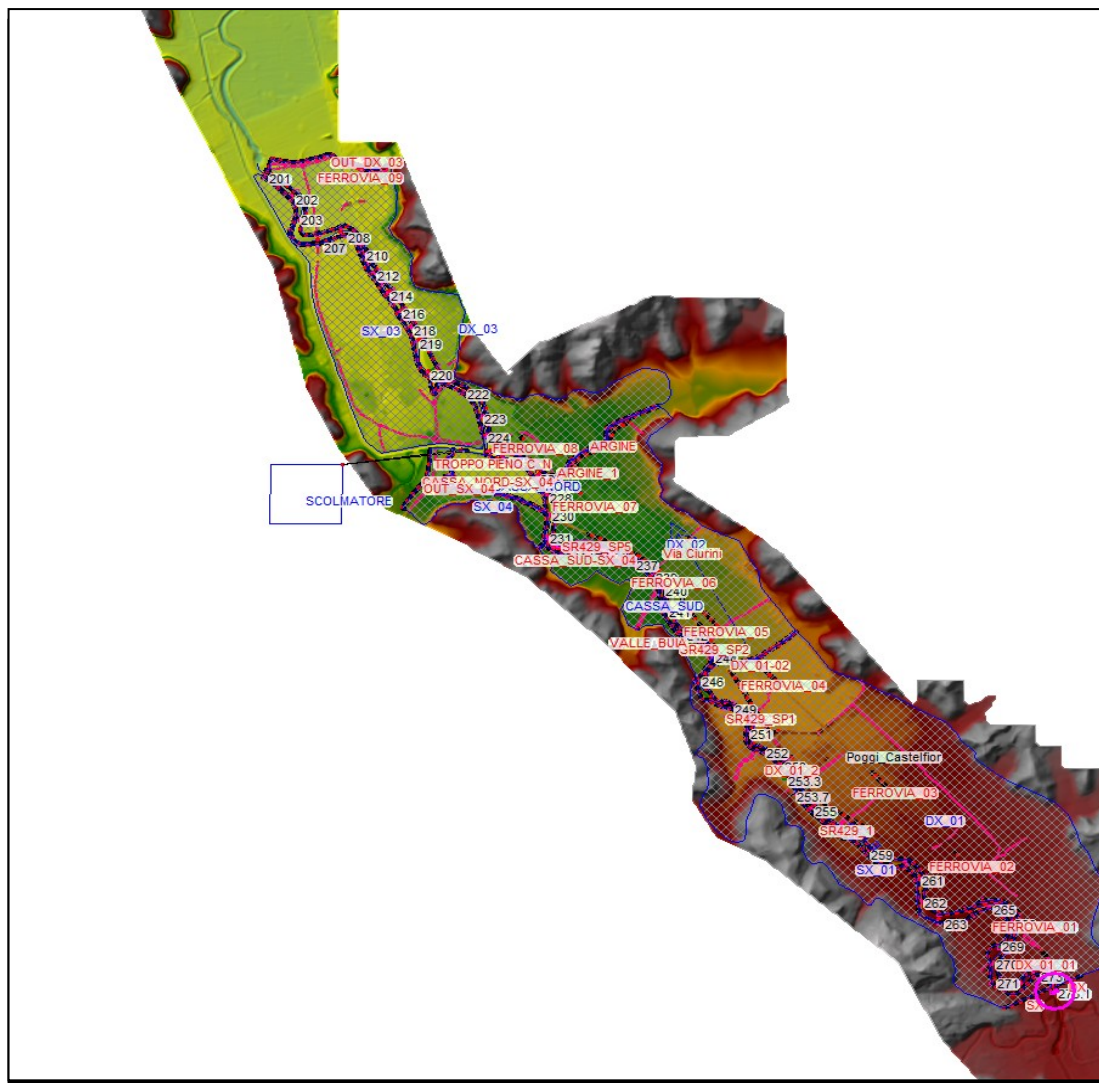


Figura 20 - estensione completa del modello idraulico 2d

4. Risultati dei modelli

Si premette che la valle dell'Elsa, per eventi estremi come quelli oggetto dei calcoli e dei modelli messi a punto, rappresenta una grandissima golena, dove i trasferimenti di volume durante gli eventi studiati impegnano tutta la pianura con battenti elevati.

Conseguenza di questo fatto è che la quasi totalità delle aree che costituiscono la cassa progettata sono già allo stato attuale, anche per tempo di ritorno di 30 anni, oggetto di inondazioni molto diffuse e con battenti molto elevati.

A titolo di esempio l'evento trentennale con durata 12 ore allo stato attuale porta un'inondazione sui terreni destinati a cassa a quote comprese fra 55.70 e 57.20 m s.l.m, con battenti compresi mediamente fra uno e due metri.

Tutto ciò porta ad intuire che l'effetto della cassa di laminazione non è assolutamente risolutivo, ma è limitato ad escludere certe aree dall'inondazione, ad attenuare leggermente i battenti in aree maggiormente sensibili e soprattutto a contrastare il più possibile gli effetti negativi che il rilevato stradale della variante alla SRT 429 porterebbe come conseguenza, anche se dotato di elementi di collegamento idraulico fra una parte e l'altra del territorio che attraversa.

Data la complessità del modello, l'estensione delle aree indagate ed il numero corposo degli scenari studiati è impossibile in relazione dare pieno resoconto degli effetti di tale progetto.

Per questo motivo nella presente relazione verranno illustrati solo alcuni elementi caratteristici del progetto stesso, rimandando all'analisi completa del modello mediante la fornitura

dei files in formato proprio del software utilizzato. Le carte allegate di sintesi più significative, necessarie per avere coscienza degli effetti della cassa di laminazione e della nuova strada, sono le cartografie che mettono a confronto tutti i vari scenari di riferimento in termini di differenza di battenti idraulici rispetto allo stato attuale. Tali mappe sono contenute nell'allegato 3, mentre il dettaglio numerico delle grandezze idrauliche in alveo sono contenute, per gli scenari studiati, nell'allegato "fascicolo dei calcoli".

Ai fini di analizzare le conseguenze sulla progettazione del terzo lotto della variante alla SRT 429 si riassumono le quote raggiunte in alveo nel F. Elsa in corrispondenza delle sezioni significative, ovvero alla confluenza dei rii minori con lo stesso F. Elsa oltre alla sezione dell'attraversamento in viadotto. Tali risultati vengono qui riassunti nelle condizioni 30SP, 30SP0, 200SP e 200SP0

	Scenario			
	30SP	30SP0	200SP	200SP0
corso d'acqua	livelli idrici massimi in m s.l.m.			
Bacino1 (*) alla confluenza con F. Elsa	58.1 1	58.12	58.75	58.76
Corniola alla confluenza con F. Elsa	57.3 4	57.32	57.93	57.90
Olmo alla confluenza con F. Elsa	57.0 5	57.02	57.56	57.56
Cascine alla confluenza con F. Elsa	56.1 3	56.11	56.57	56.57
F. Elsa in corrispondenza del viadotto	53.6 6	53.65	55.47	55.48

*si veda relazione idraulica di cui al progetto di variante alla SRT 429 III Lotto.

4.1. Funzionamento degli sfioratori

La prima immagine che segue rappresenta la planimetria della zona della cassa con l'indicazione delle sezioni e degli altri elementi caratteristici lungo l'asta dell'Elsa in adiacenza agli argini della stessa.

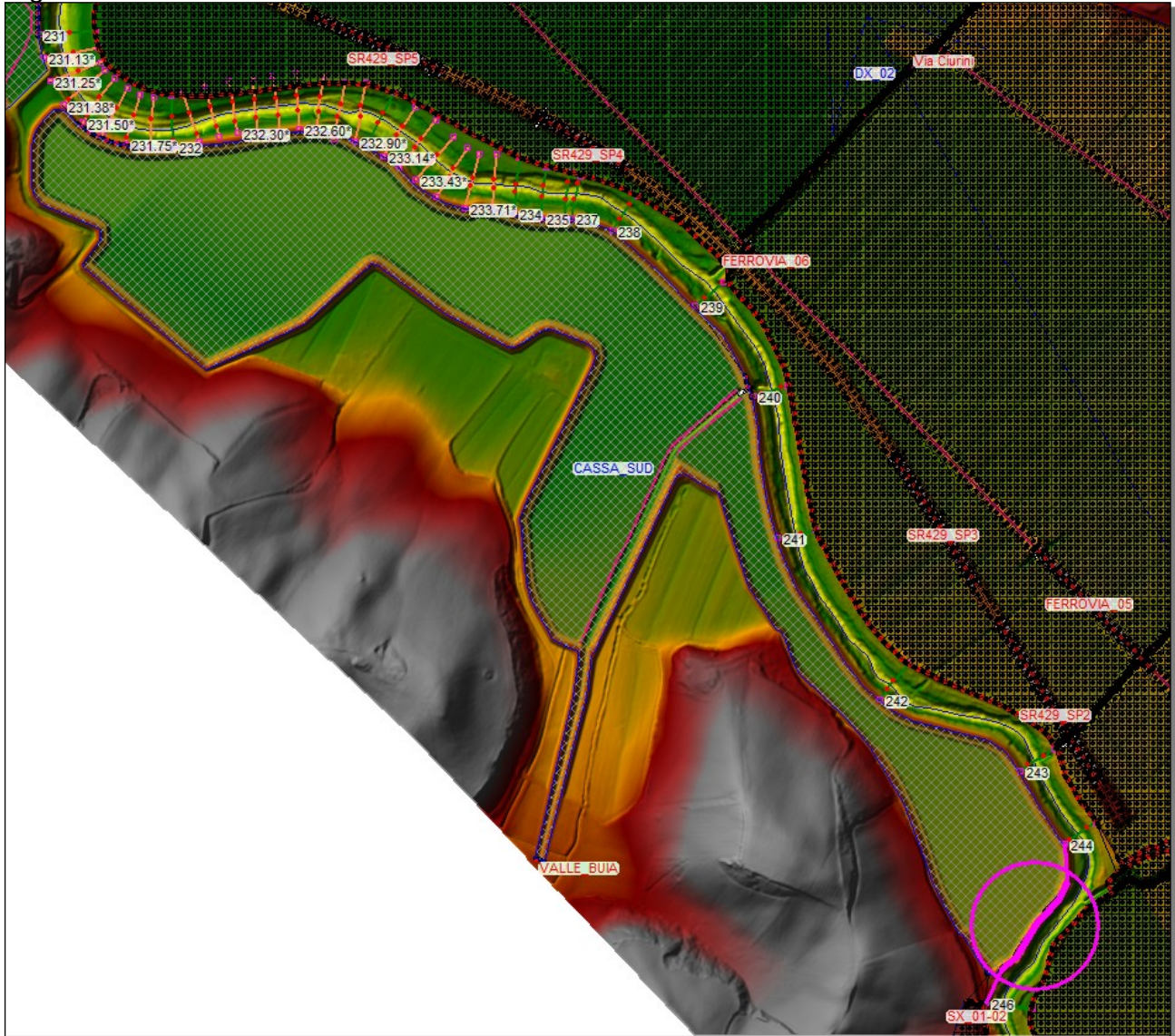


Figura 21 - modello del terreno in progetto - particolare zona cassa

Il primo elemento da analizzare è lo sfioratore in ingresso alla cassa, associato alla sezione 245.99. Dalle seguenti immagini possiamo evidenziare il funzionamento dello sfioratore in termini di portate in ingresso alla cassa e quelle transitanti a monte e a valle.

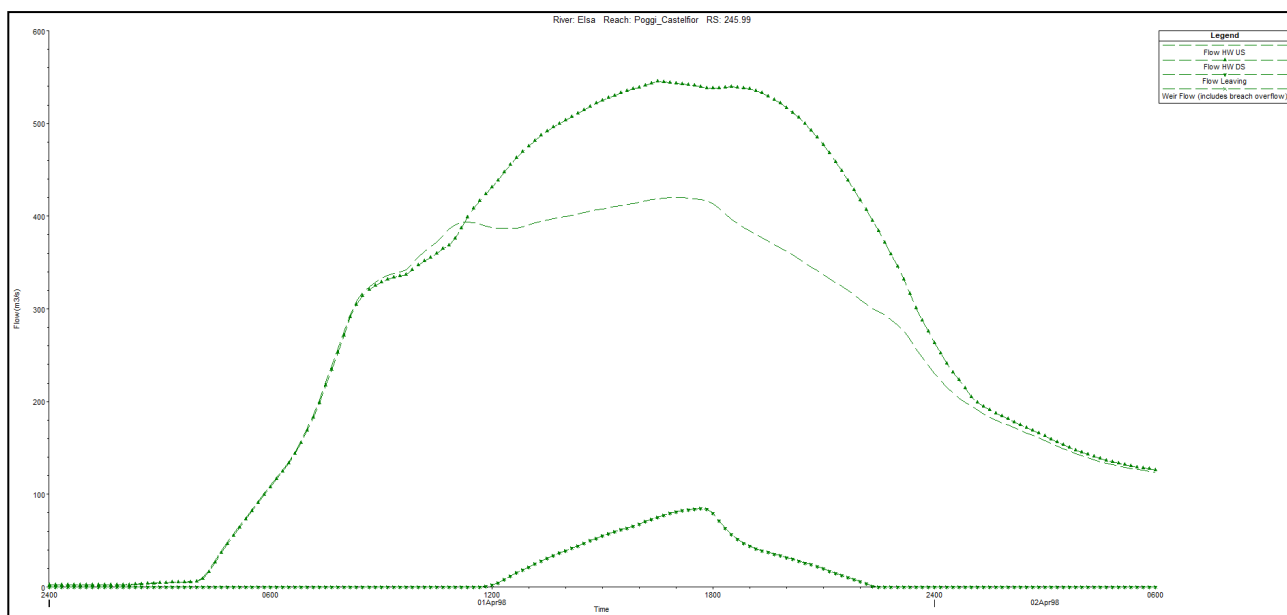


Figura 22 - Funzionamento sfioratore in ingresso per Tr30-12

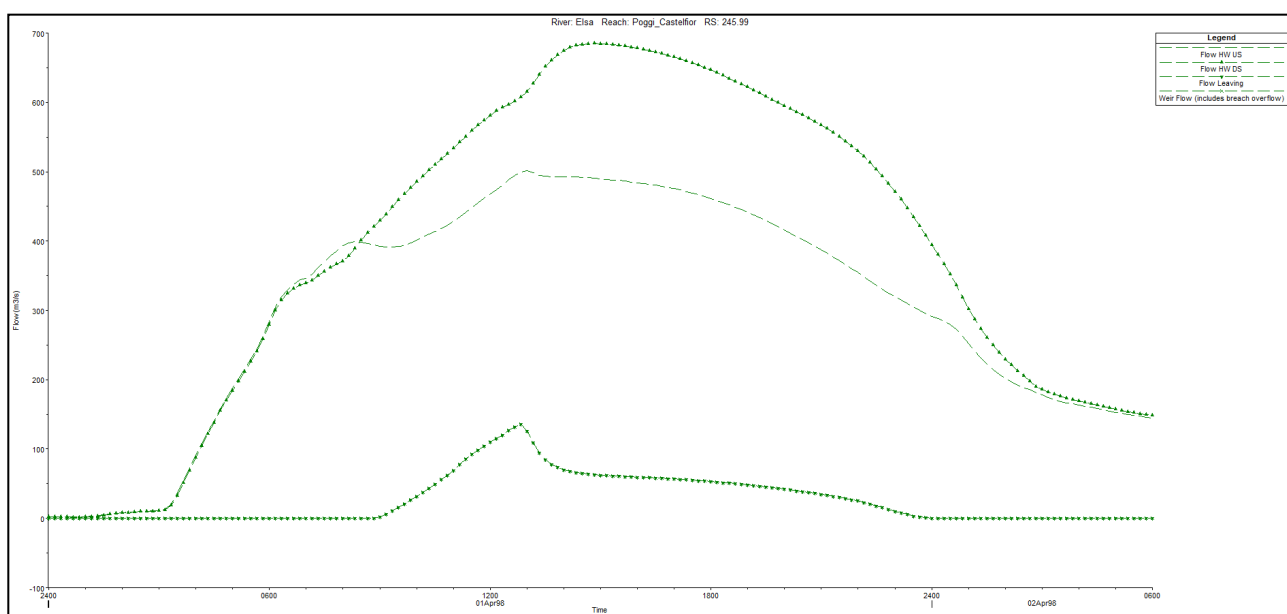


Figura 23 - Funzionamento sfioratore in ingresso per Tr200-12

In particolare è da segnalare che la quota di sfioro di progetto è prevista alla stessa quota dell'attuale sponda sinistra, che già oggi risulta più alta di quasi un metro rispetto a quella in destra. Conseguenza di questo fatto è che la parte ascendente della piena di progetto comincia ad esondare in destra prima di entrare in cassa, impegnando prima l'area di compenso "B" e altre aree in destra, e poi, raggiunta la quota di sfioro, mettendo in funzione la cassa di laminazione. Questo avviene ovviamente per gli eventi di progetto, che come da prassi consolidata e da regolamenti normativi vari, hanno tempi di ritorno di 30 e 200 anni.

Sembra peraltro doveroso segnalare che per eventi con tempi di ritorno inferiori, già oggi, ma anche nello scenario di progetto, vengono allagate le aree in destra idrografica prima che possa entrare in funzione la cassa.

Come sopra accennato, per cercare di ovviare a questo aspetto è stato studiato un ulteriore scenario, denominato "SP0", che prevede, lasciando inalterato il resto del progetto, anche la realizzazione di un piccolo argine in destra idraulica dell'Elsa fino a trovare la quota di 56.60, per

evitare che piene inferiori a quella di progetto trentennale possano invadere il territorio in destra idraulica dell'Elsa lasciando non operativa la cassa.

I risultati di questo scenario mostrano che la realizzazione del piccolo argine in destra di fatto modifica in modo leggermente negativo i risultati dello scenario SP : la differenza in termini di battenti idrici, si manifesta prevalentemente nelle aree di ristagno, più che in quelle di transito.

In particolare nelle aree confinate a nord dal T. Pesciola si registrano peggioramenti dell'ordine di 7-8 centimetri di maggiore battente idrico per l'evento trentennale.

Il fatto si spiega tecnicamente osservando la dinamica degli sfiori e dei rientri in alveo che avvengono nel tratto corrispondente alla soglia di sfioro della cassa, ma in destra idraulica.

Osservando infatti il seguente diagramma, dove sono segnate convenzionalmente come positive le portate che escono dall'alveo e negative quelle che rientrano dalla campagna, e l'andamento planimetrico dei volumi rientranti nell'immagine successiva, a fronte di una iniziale portata in uscita, ci sono volumi molto superiori in rientro nell'alveo nel proseguo dell'inondazione. La presenza dell'argine suddetto pertanto, rallenta questo rientro in alveo, e di conseguenza produce nella pianura dei risultati leggermente peggiori (in termini di efficacia della cassa) rispetto a quelli dello scenario "SP", come verificabile nelle planimetrie riportate in allegato 3.

In sintesi si può quindi affermare che nel confronto con la SP, la soluzione SP0 che prevede anche la realizzazione del piccolo argine in destra, è migliorativa per eventi con tempi di ritorno più frequenti, ma è leggermente peggiorativa rispetto a quelli trentennali. Per quelli ancora più severi non si riscontrano differenze apprezzabili.

Lo scenario SP0 pertanto viene consegnato, a livello di condivisione dei files, insieme agli altri affinché, in fase di approvazione del progetto da parte della Conferenza dei Servizi, possa essere deciso se debba essere o meno inserita l'esecuzione del suddetto argine.

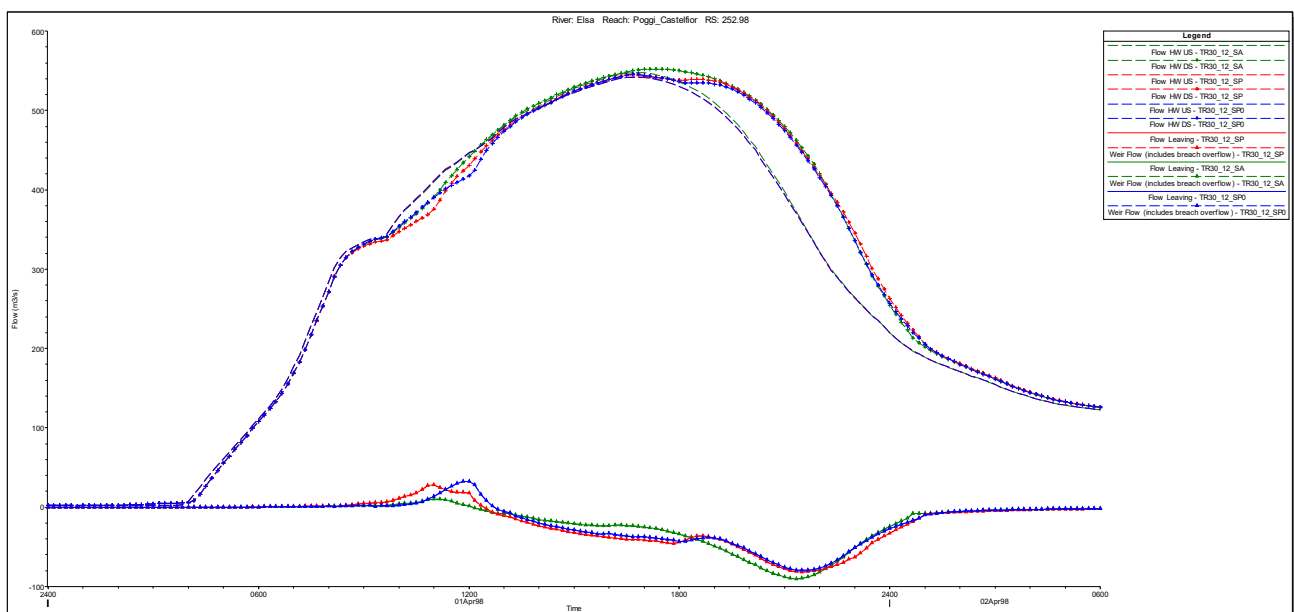


Figura 24 - andamento delle portate in ingresso e uscita dalla sponda opposta allo sfioratore della cassa

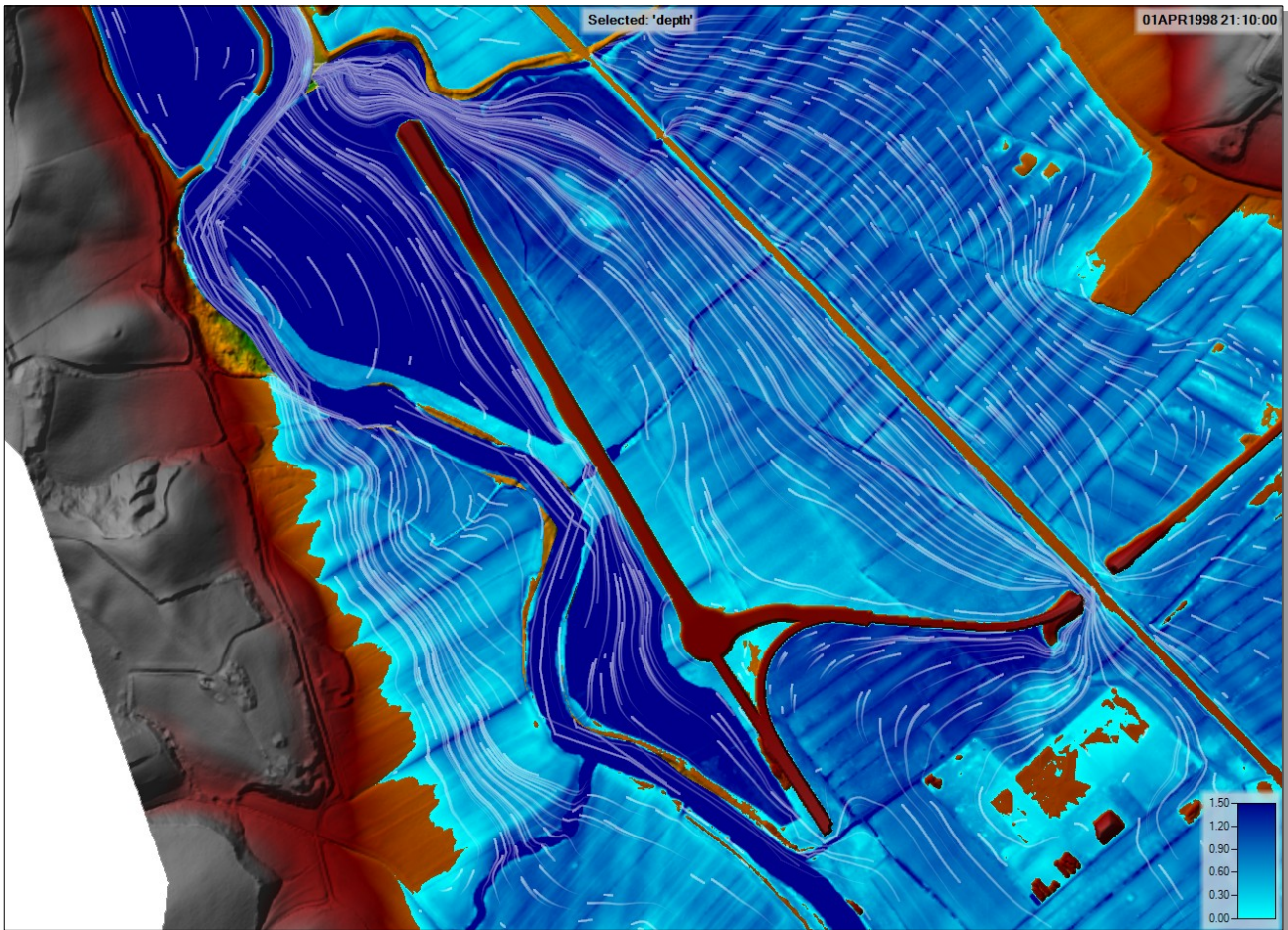


Figura 25 - direzione dei flussi durante la fase critica

Il secondo elemento da evidenziare è il manufatto di restituzione del Rio Vallebuia in Elsa. Come detto questo manufatto è a sezione rettangolare, nella versione SP è 4m in larghezza per 3m in altezza.

Nelle due prossime figure (rispettivamente per tr 30 e tr200) si evidenzia nella soluzione SP il flusso idrico di restituzione della cassa in alveo.

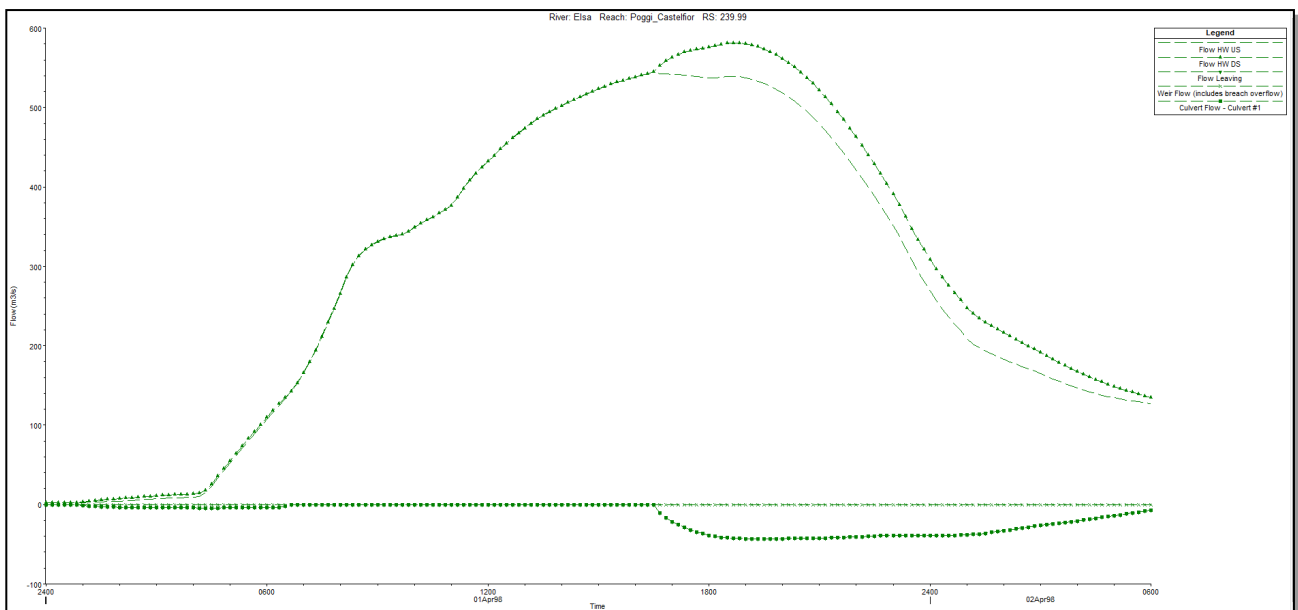


Figura 26 - Funzionamento restituzione Vallebuia per Tr30-12

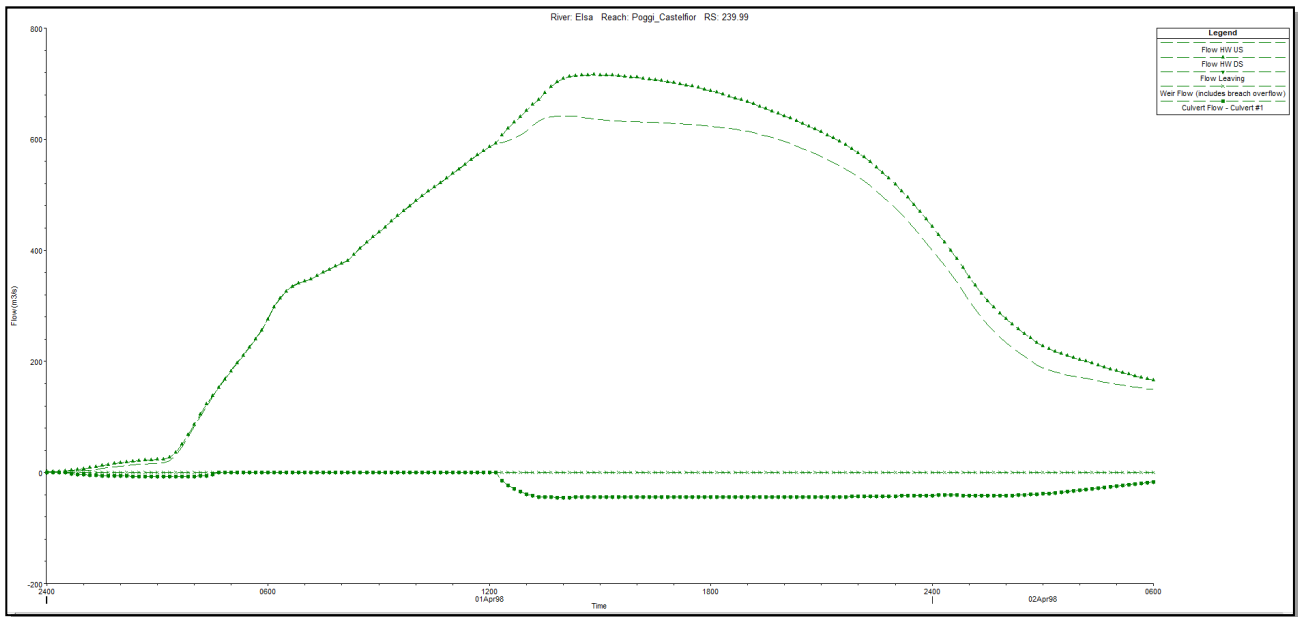


Figura 27 - Funzionamento restituzione Vallebuia per Tr200-12

Venendo ad esaminare lo sfioratore di troppo pieno della cassa, che non entra in funzione per l'evento trentennale, esso scarica portate appena inferiori a 20 m³/s in condizioni duecentennali, come evidenziato dall'immagine seguente.

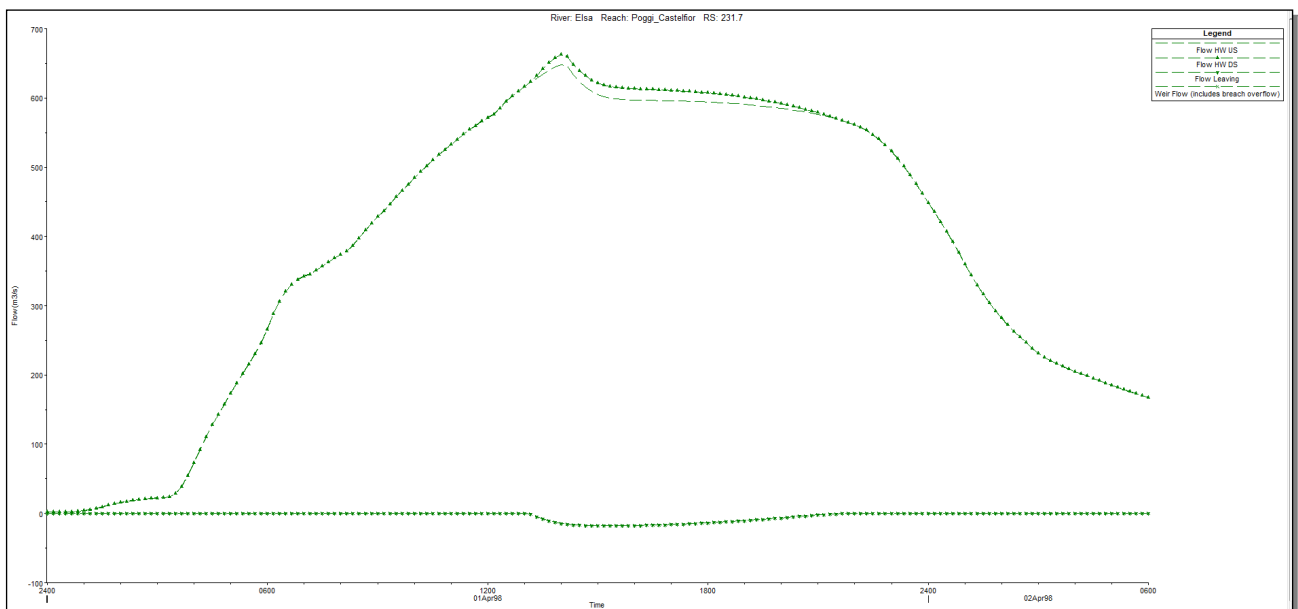


Figura 28 - Funzionamento scarico di troppo pieno per Tr200-12

Il livello idrico massimo in cassa per gli scenari duecentennali è per entrambe le soluzioni pari a 58.00 m s.l.m., e pertanto l'arginatura, posta uniformemente a quota 59.00 garantisce ovunque un metro di franco.

Per quanto attiene infine alle aree allagate fuori cassa si è provveduto a calcolare gli inviluppi dei massimi livelli ottenuti per le durate critiche studiate (per ciascun tempo di ritorno e per entrambi gli stati - attuale e di progetto) e di seguito sono state mappate le differenze “stato attuale meno stato di progetto”; conseguentemente si riportano le mappe che sintetizzano l’effetto delle casse [all. 3 – doc. planimetria di confronto].

In particolare è importante fornire un commento tecnico sullo scenario SPG, quello cioè con la limitazione della cassa alla parte di territorio posta a valle dei Rii del Campo al Tesoro e di Valle Buia.

In questo scenario si riduce notevolmente il volume immagazzinabile nella cassa. Tale diminuzione è legata sia alla minore ampiezza areale, sia al fatto che, spostando necessariamente verso valle l’opera di presa, si è costretti a porre la soglia di presa a quota decisamente inferiore (1.60 metri più bassa), invasando (rispetto alle altre soluzioni) il minor volume compreso fra la quota 56.30 (massimo livello in cassa per la soluzione SPG) e la quota 57.37 (massimo livello per la soluzione SP) nelle condizioni trentennali.

Nelle condizioni duecentennali la differenza di invaso si determina fra le quote di 56.71 m s.l.m. per la soluzione SPG e 57.96 m s.l.m. per la soluzione SP.

Riguardo all’analisi dei risultati, osservando le mappature riportate in Allegato 3, si dimostra che la soluzione SPG produce ovunque sul territorio dei livelli idrici decisamente più elevati rispetto agli equivalenti scenari SP e SP0.

Infine è da segnalare che la soluzione SPG mostra una situazione inammissibile determinata dal verificarsi di battenti superiori esternamente cassa (nelle aree limitrofe alla stessa) rispetto a quelli interni.

Per quanto sopra dettagliato si ritiene che lo scenario denominato SPG non sia tecnicamente idoneo per la risoluzione delle problematiche idrauliche.

4.2 Svuotamento della cassa

Lo svuotamento della cassa dopo il suo funzionamento è garantito da due opere:

- la prima è lo scarico del Rio Valle Buia;
- la seconda è un manufatto appositamente eseguito per accelerare il processo e per svuotare la parte di cassa sotto quota 53 m s.l.m.

La portella a clapet del Rio Valle Buia è di 4 m di larghezza per 3m di altezza mentre lo scarico posto a valle, all’estremità nord della cassa, è costituito da due scatolari di dimensioni ciascuno di 2x2 m.

Il calcolo dello svuotamento è stato eseguito mediante l’integrazione numerica della equazione differenziale costituita dalla condizione di continuità all’interno del lago che si forma dopo il funzionamento della cassa, che risulta la seguente:

$$\frac{dV}{dt} = Q_a(t) - Q_e[h(t)]$$

dove:

$\frac{dV}{dt}$ rappresenta la variazione del volume idrico del bacino invaso

$Q_a(t)$ la portata affluente all’invaso

$Q_e(t)$ la portata in uscita dallo scarico

$h(t)$ il carico idraulico nel lago riferito allo sbocco dello scarico (baricentro della paratoia)

Conoscendo il legame analitico $S(h)$ fra la superficie dell’invaso e la sua profondità la suddetta equazione può essere riscritta nel seguente modo:

$$S[h(t)] \cdot \frac{dh}{dt} = Q_a(t) - Q_e[h(t)]$$

Dove il legame analitico fra la superficie e la quota del pelo libero dell’acqua è ottenuto con un’espressione polinomiale, frutto di un calcolo di regressione lineare effettuato sui dati progettuali.

Il calcolo è eseguito fra le quote di 57.50 (quota dello scarico di troppo pieno) e di 51.80, corrispondente al fondo cassa nella porzione più depressa.

Il risultato ottenuto mostra una durata teorica di circa 9 ore, che per effetto di molteplici fattori in realtà potrà perdurare più a lungo, ma sempre per un tempo stimabile dell'ordine di 12-15 ore.

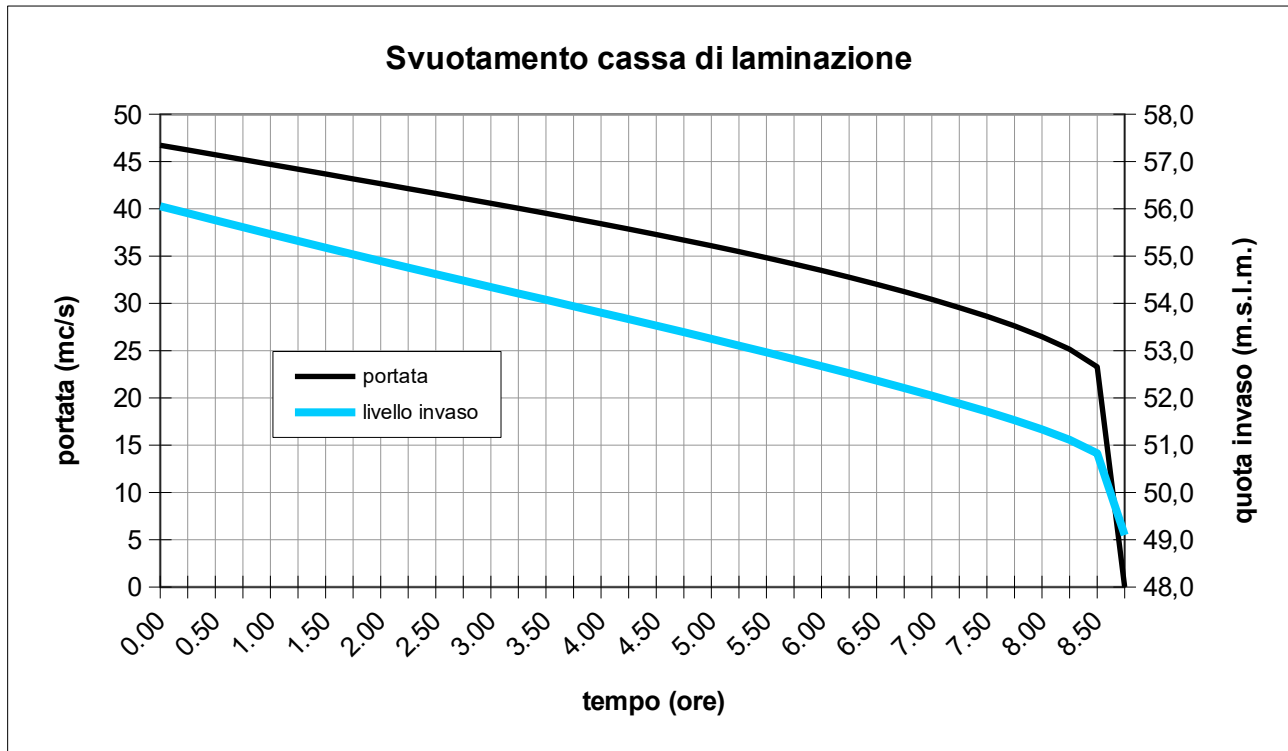


Figura 29 - svuotamento della cassa

4.3 Verifica idraulica dei Rii Valle Buia e Campo al Tesoro

È stato costruito un modello a parte dei due corsi d'acqua in quanto, per il loro tempo critico molto inferiore, è certo che in tale circostanza la cassa non entrerebbe in funzione al verificarsi dell'evento di verifica.

Il modello è realizzato in condizioni di moto permanente nelle condizioni di picco di piena in quanto necessita di verificare:

- il comportamento complessivo della piena trentennale;
- il comportamento del tratto di monte (dove verranno realizzati gli attraversamenti) in condizione duecentennale;

Il progetto prevede che i due corsi d'acqua confluiscono in un unico alveo trapezoidale, con base di tre metri di larghezza, fondo a quota 56.57 e sponde a quota 59.0 m s.l.m., proseguendo per circa 150 metri fino ad arrivare al confine di cassa, dove viene effettuato un salto di fondo per evitare che il corso d'acqua risulti pensile fra le quote 55.60 e 53.50.

Nel primo tratto all'interno della cassa l'alveo è confinato a destra dall'argine di cassa, mentre in sinistra la sponda segue l'andamento della cassa stessa.

Dopo circa 280 metri, dove l'argine di cassa cambia direzione, l'alveo rimane confinato per entrambe le sponde dalla quota del fondo cassa.

In tale tratto, fino allo sbocco con portella a clapet, il fondo alveo e le sponde verranno rivestite con materassi reno per proteggere l'alveo dalla potenziale erosione dovuta al funzionamento della cassa.

Nella seguente immagine si riporta il profilo idraulico delle due correnti in moto permanente, da dove si verifica che la piena trentennale viene contenuta in alveo, seppure in certi tratti senza franco.

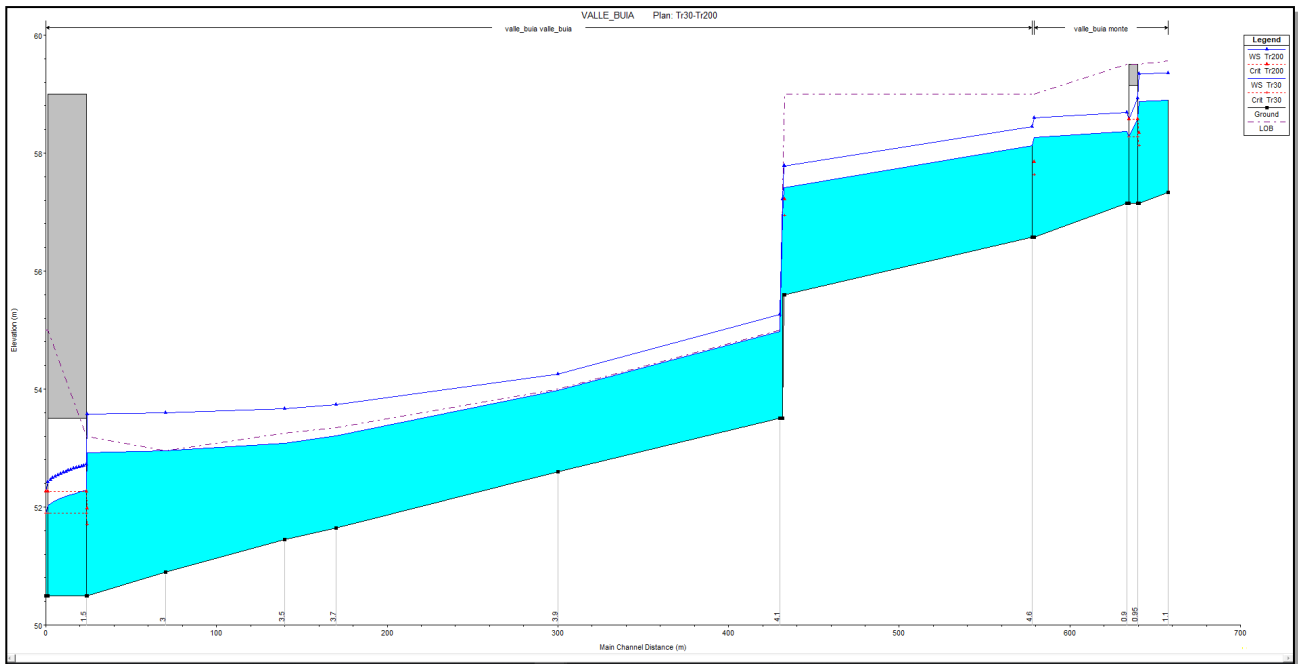


Figura 30 - profilo idraulico Valle Buia per durata critica propria

La piena duecentennale non viene trattenuta in alveo nel tratto all'interno della cassa, ma rigurgita alla portella a quota 53.58, di soli 8 centimetri sopra l'estradosso della portella stessa.

Viceversa la piena duecentennale viene contenuta in alveo in tutto il tratto esterno alla cassa.

I due rami di monte verranno attraversati dalla nuova viabilità di collegamento, facente parte del progetto, con due sezioni scatolari.

L'attraversamento del Valle Buia a monte è previsto con sezione rettangolare 4x2 e prevede un franco duecentennale di circa 20 cm e un franco trentennale di circa 60 cm.

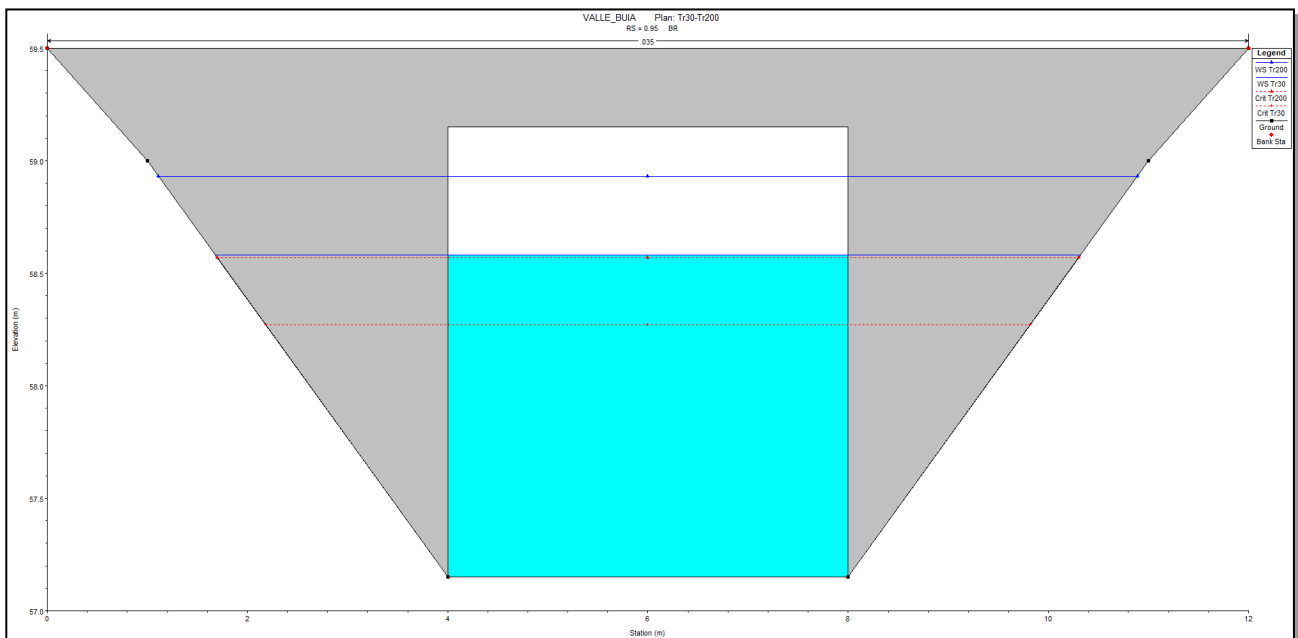


Figura 31 - attraversamento Valle Buia a monte cassa

L'attraversamento del Rio del Campo al Tesoro è previsto con sezione rettangolare 3x2 e prevede un franco duecentennale di circa 60 cm e un franco trentennale di circa 90 cm.

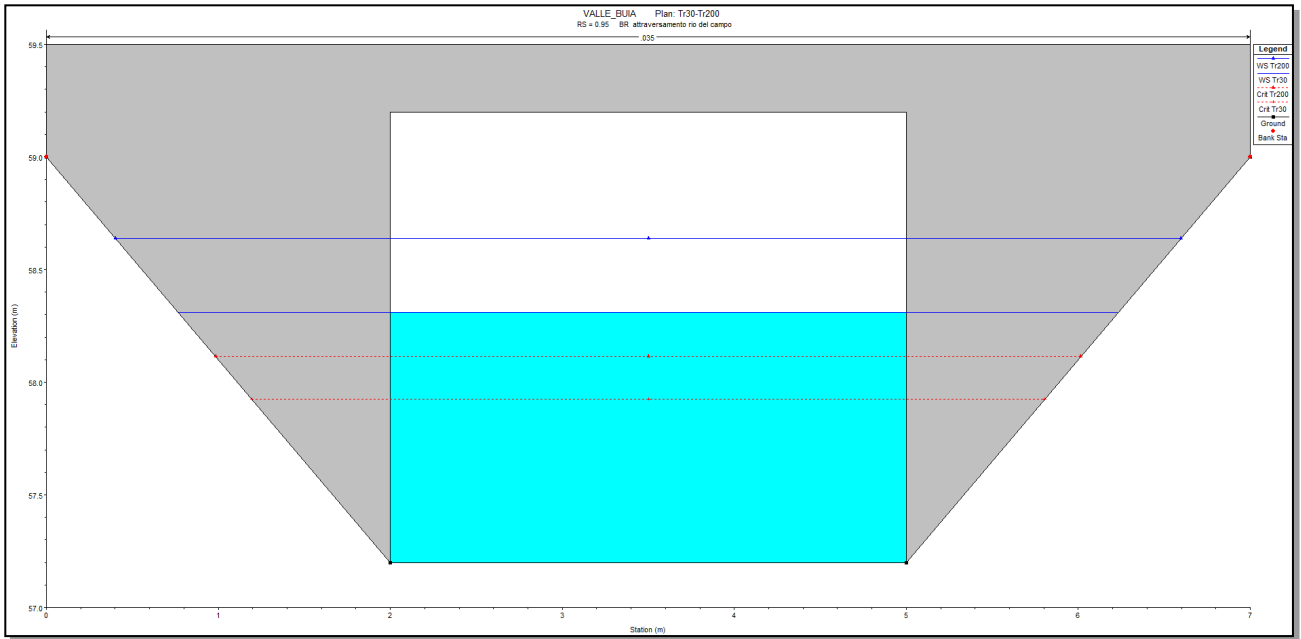


Figura 32 - attraversamento Rio del Campo al Tesoro a monte cassa

4.4 Gestione delle acque di gronda

Le acque di pioggia che cadono sul versante sudovest della cassa devono essere intercettate al fine di evitare ristagni e allagamenti nelle aree pianeggianti confinate dall'argine di cassa.

L'analisi morfologica del versante, in relazione alla conformazione piano altimetrica della cassa, ha mostrato la necessità di suddividere il territorio da intercettare idraulicamente in sette settori, come indicato nella tabella seguente:

bacino	superficie	canale/tubazione
	m ²	
1	40'500	canale 1
2	99'700	canale 1
3	67'100	canale 1
4	100'800	tubazione 1
5	45'000	canale 2
6	37'500	canale 3
7	50'700	tubazione 2
totale	441'300	

In allegato 5 si riporta la planimetria con la definizione dei 7 bacini ed il tracciato dei canali e delle tubazioni previste.

Per ciascuno dei settori è prevista una soluzione, studiata in relazione non solo alle condizioni morfologiche del terreno, ma anche tenendo in considerazione l'uso attuale del suolo, per evitare che la soluzione del problema comportasse danni ingenti ai proprietari dei terreni.

I tratti di canale di gronda, in conformità con la normale pratica di smaltimento delle fognature urbane, è dimensionato con eventi ventennali.

Considerato che il territorio da studiare è totalmente naturale, considerate le pendenze del versante ovunque abbastanza dolci e utilizzando il metodo razionale, si è assunto un coefficiente di afflusso pari a 0.65.

La precipitazione è ancora calcolata tenendo conto delle nuove curve (2012) della Regione Toscana, che nel caso specifico, per tempo di ritorno ventennale, portano alla seguente formula:

$$h_p = 43.407 t^{0.24759} (\text{Tr}20)$$

Con tale assunzione, e considerando un tempo di corrvazione medio pari a mezz'ora l'altezza di pioggia di calcolo è di 36.5 mm, con intensità media nella mezz'ora di 73.1 mm/h. Con tali assunzioni lo schema delle portate da convogliare è il seguente:

bacino	superficie	portata	portata cumulata
	m ²	m ³ /s	m ³ /s
1	33'500	0.44	2.65
2	99'700	1.32	2.21
3	67'100	0.89	0.89
4	100'800	1.33	1.33
5	45'000	0.59	0.59
6	37'500	0.50	0.50
7	50'700	0.67	0.67

Come dimensionamento del canale si fa riferimento allo schema indicato nella seguente figura, dove le dimensioni b, h e L sono definite dalla tabella che segue, dove sono previste due pendenze possibili per ogni tratto.

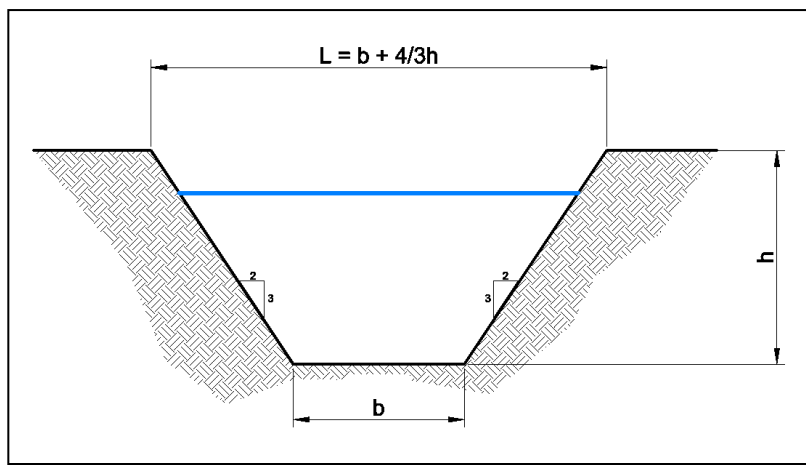


Figura 33 - schema dimensionale del canale di gronda

Bacino	portata m ³ /s	pendenza 1%			pendenza 0.5%		
		b	h	L	b	h	L
1	2.65	0.90	1.00	2.23	1.00	1.20	2.60
2	2.21	0.60	1.20	2.20	0.80	1.20	2.40
3	0.89	0.40	0.90	1.60	0.60	0.90	1.80
5	0.59	0.50	0.70	1.43	0.60	0.70	1.53
6	0.50	0.50	0.70	1.43	0.60	0.70	1.53

Riguardo ai bacini 4 e 7, non potendo drenare l'acqua mediante un canale di gronda, verranno poste in opera due tubazioni, del diametro rispettivamente di 1000 mm per il bacino 4 e di 700 mm per il bacino 7. Le due tubazioni attraverseranno la cassa, andando a recapitare in Elsa con uscita portellata e protetta.

I dati caratteristici idraulici delle due tubazioni sono riportati nella seguente tabella:

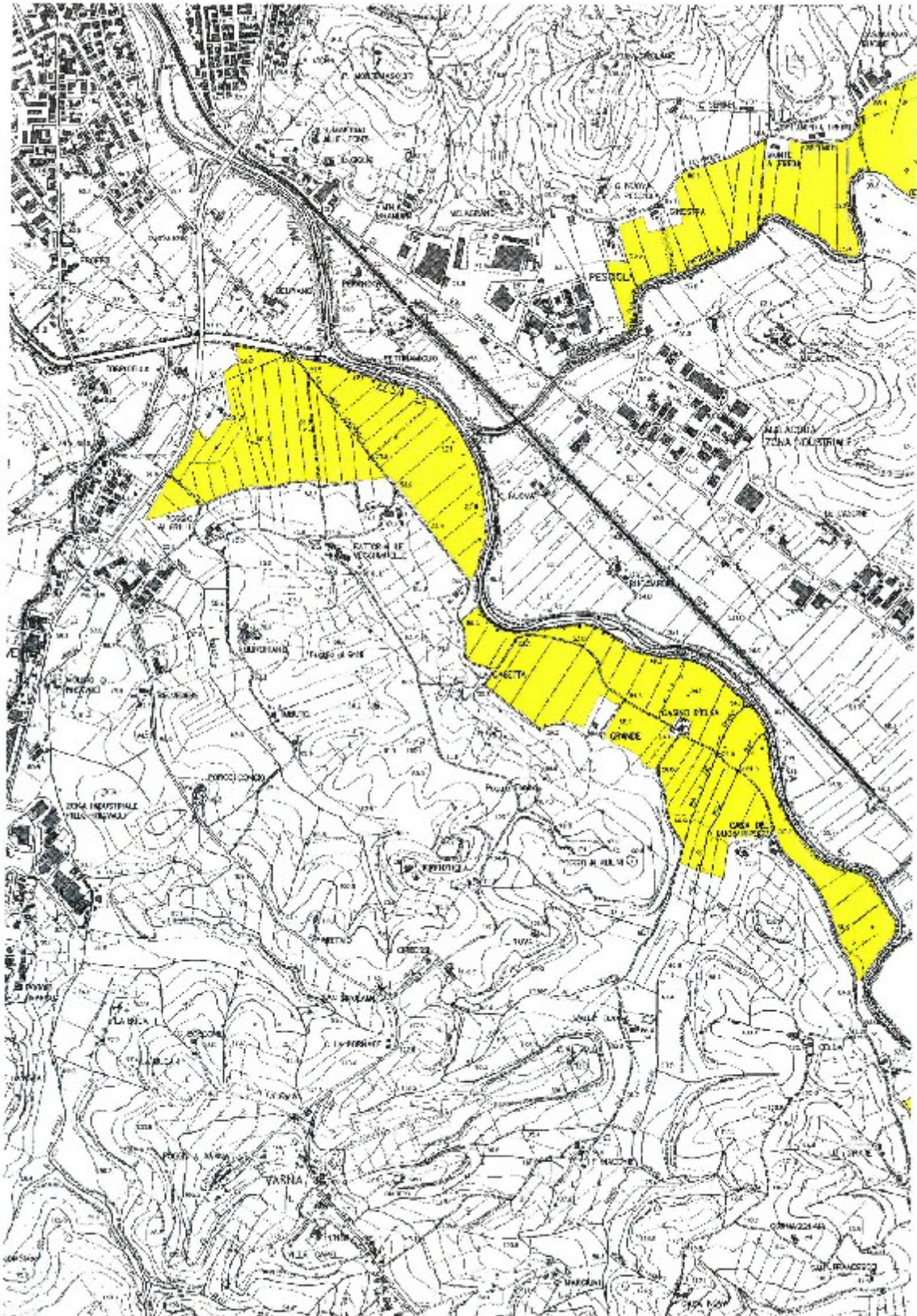
bacino	Portata m ³ /s	lunghezz a	pendenz a	dislivello	Quota imbocco	Quota sbocco	diametro
4	1.33	160.00	0.60%	0.96	52.75	51.79	1000
7	0.67	95.00	0.60%	0.57	51.90	51.33	700

Impruneta, 31/10/2018

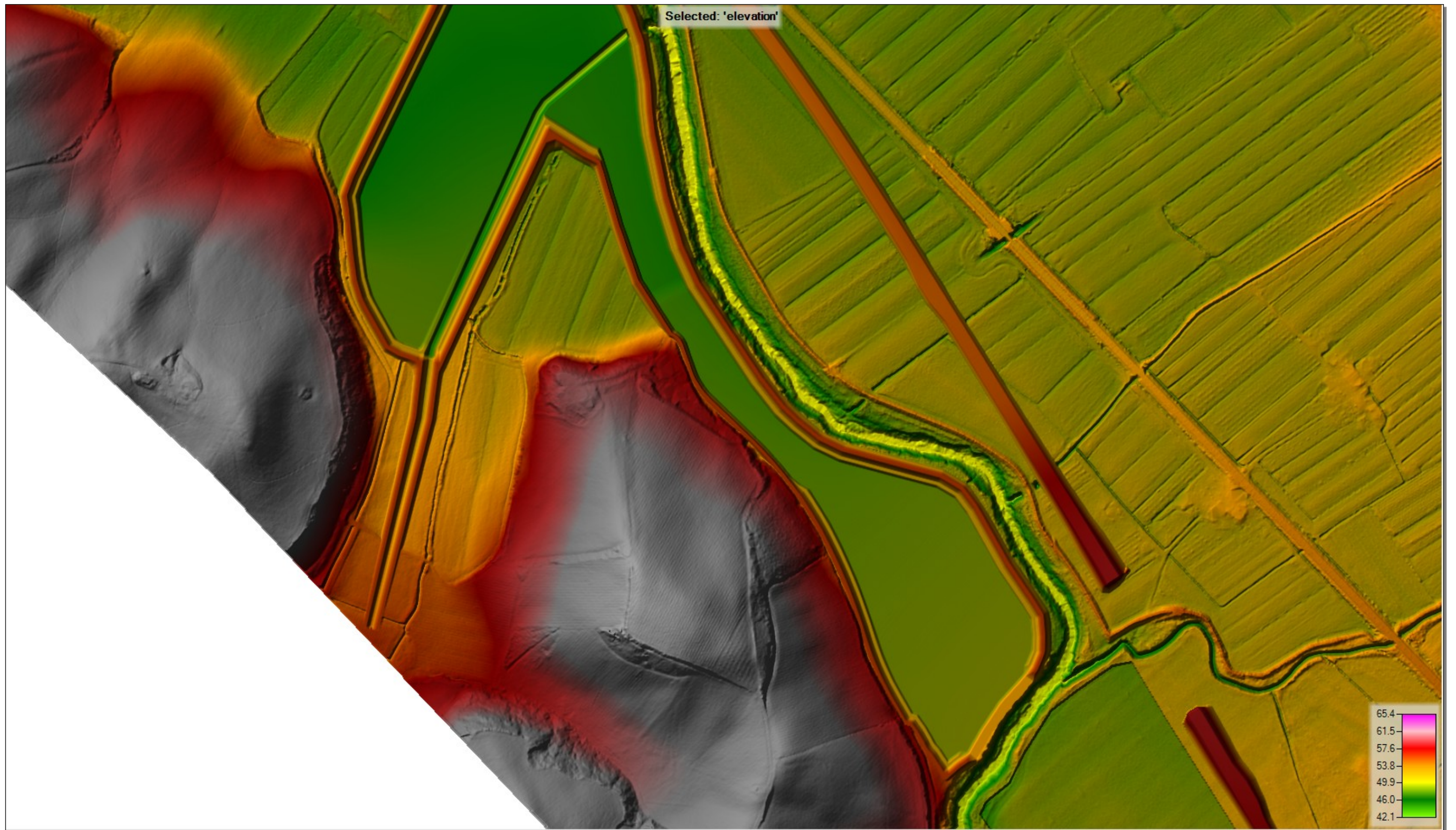
il tecnico
dott. ing. Francesco Uzzani

allegati:

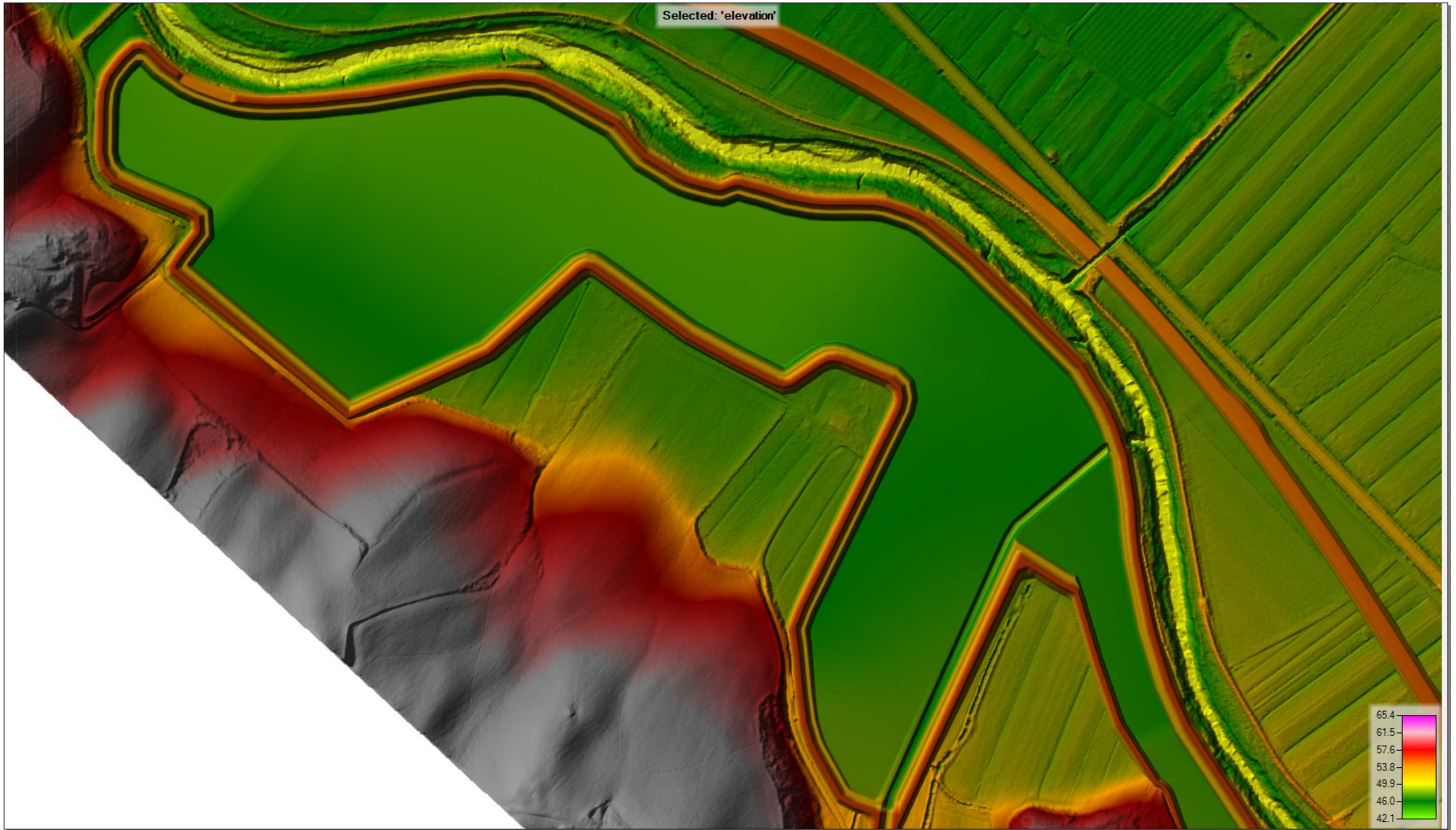
- allegato 1 – doc. planimetria AdB
- allegato 2 – doc. schemi grafici e numerici – cinque elaborati
- allegato 3 – doc. planimetrie di confronto – quattro elaborati
- allegato 4 – doc. planimetria Elsa con sezioni del modello
- allegato 5 – doc. planimetria delle acque di gronda



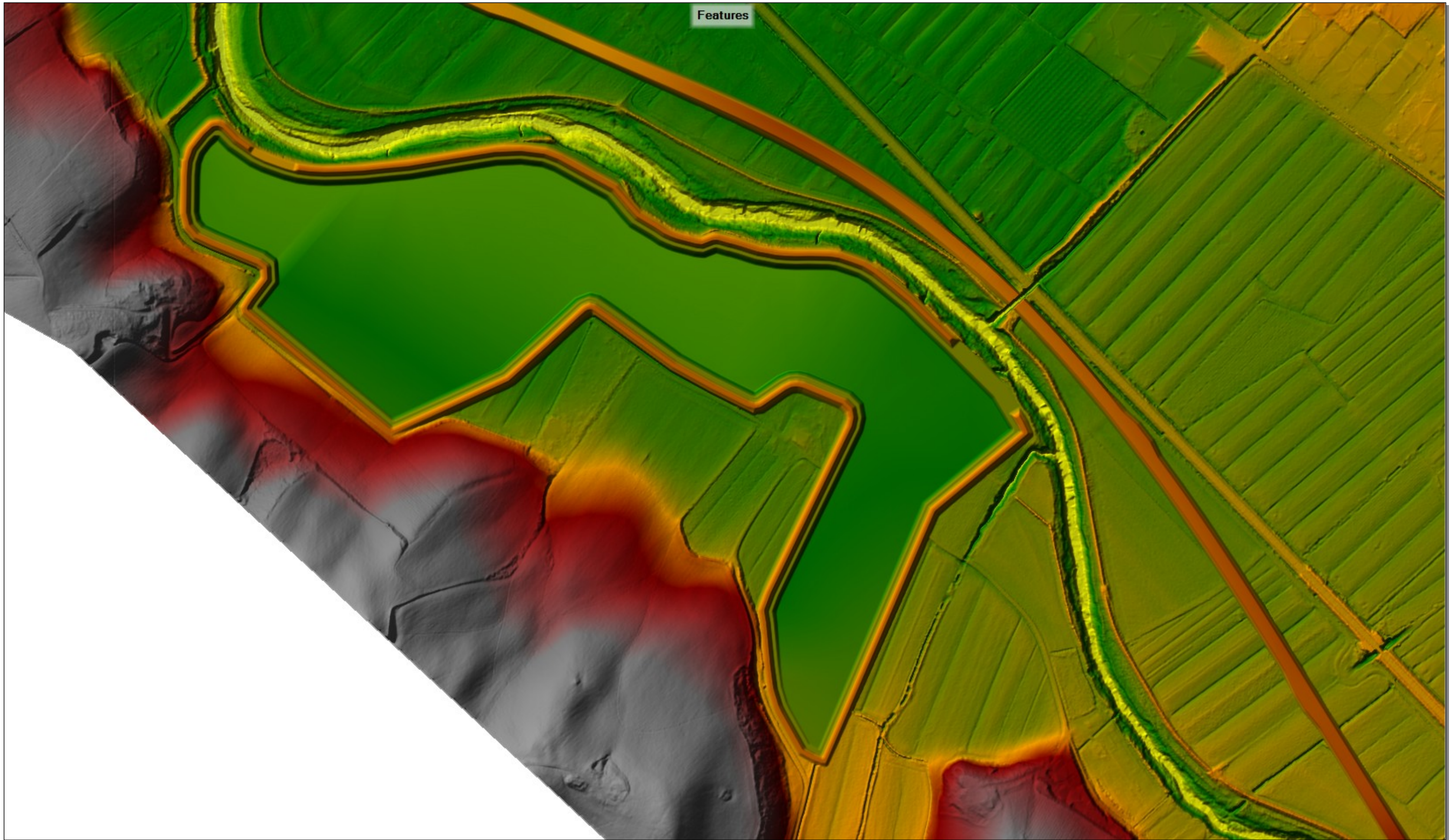
[all. 1 – doc. planimetria AdB]



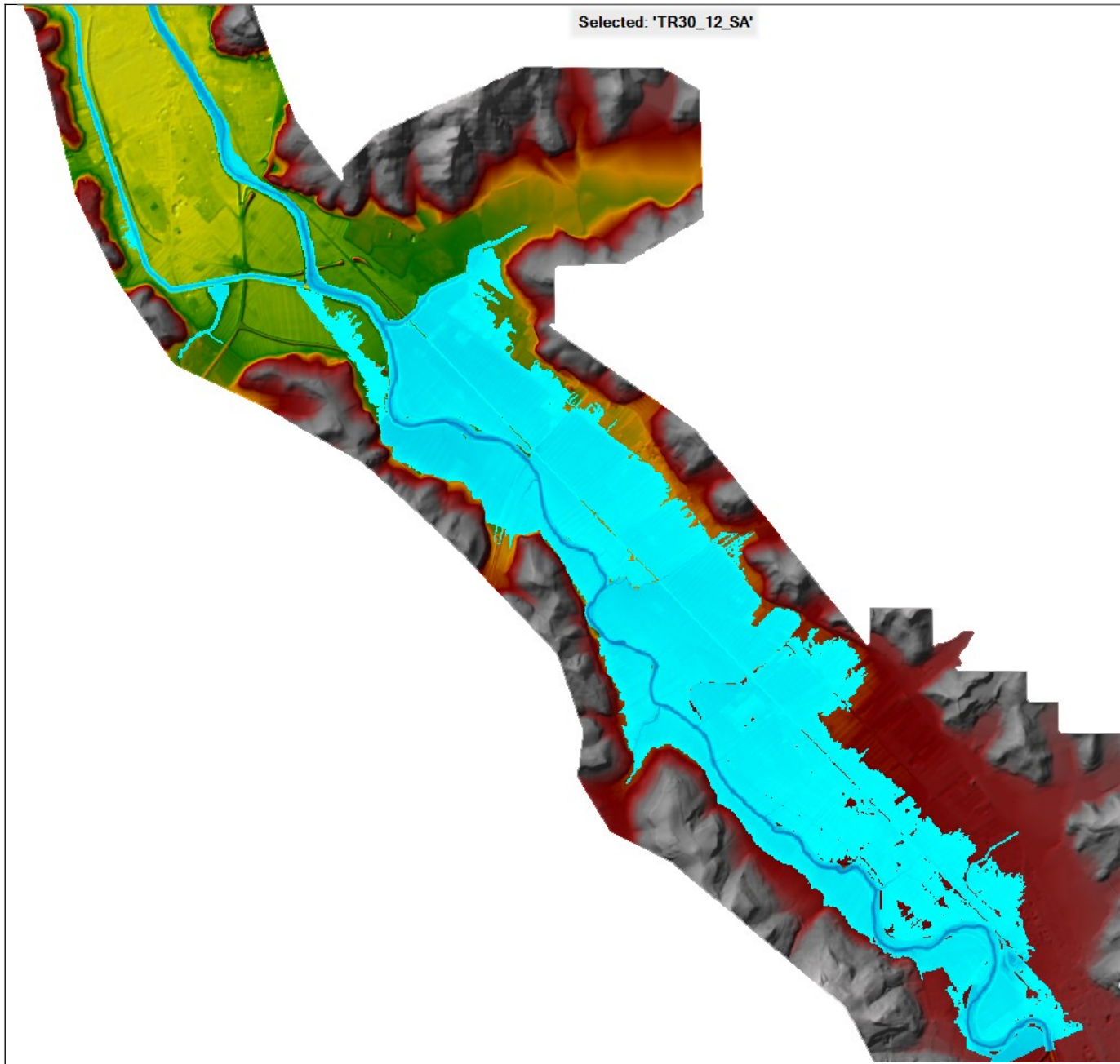
Parte sud della cassa di laminazione – soluzione "SP"



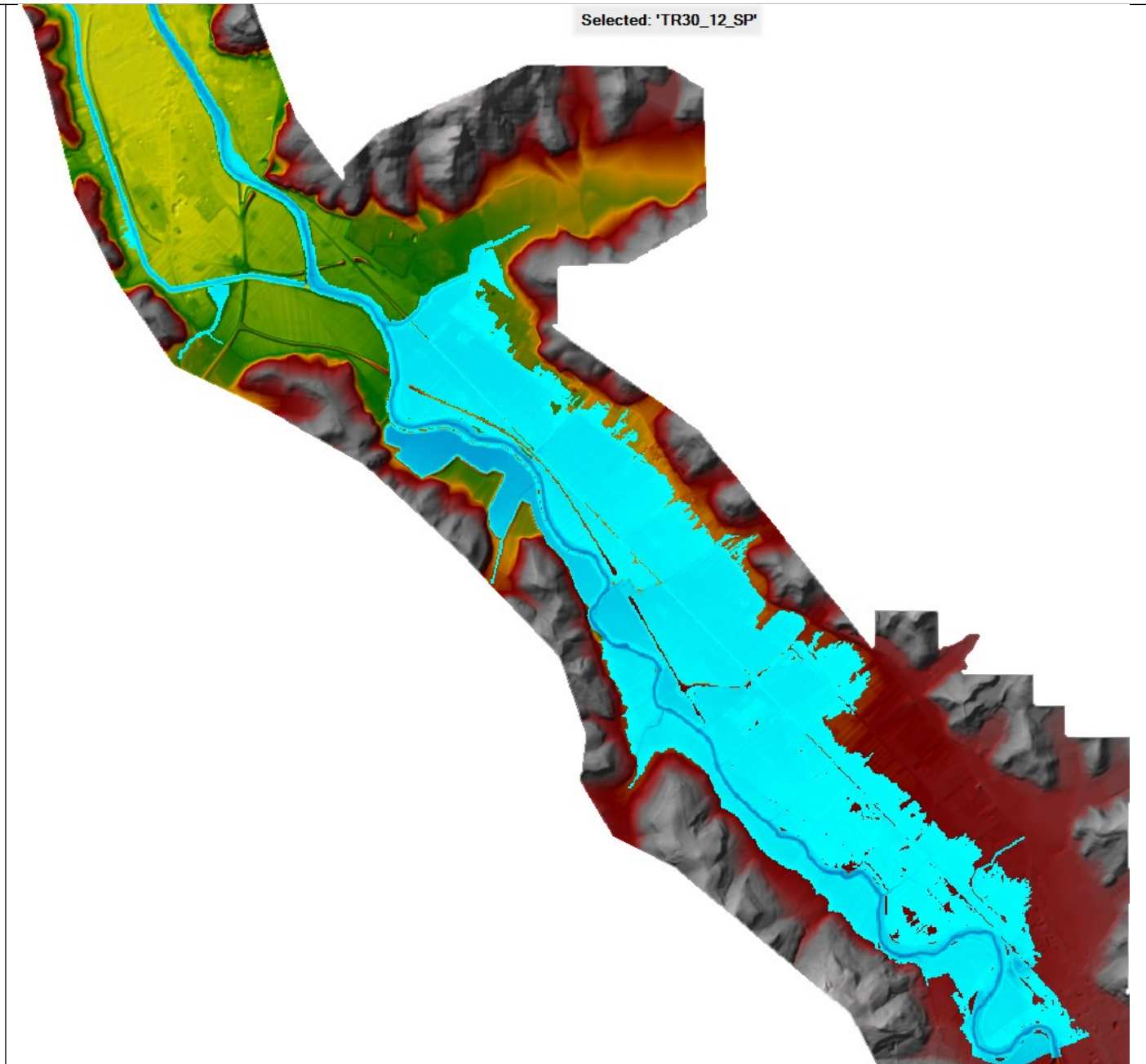
Parte nord della cassa di laminazione – soluzione “SP”



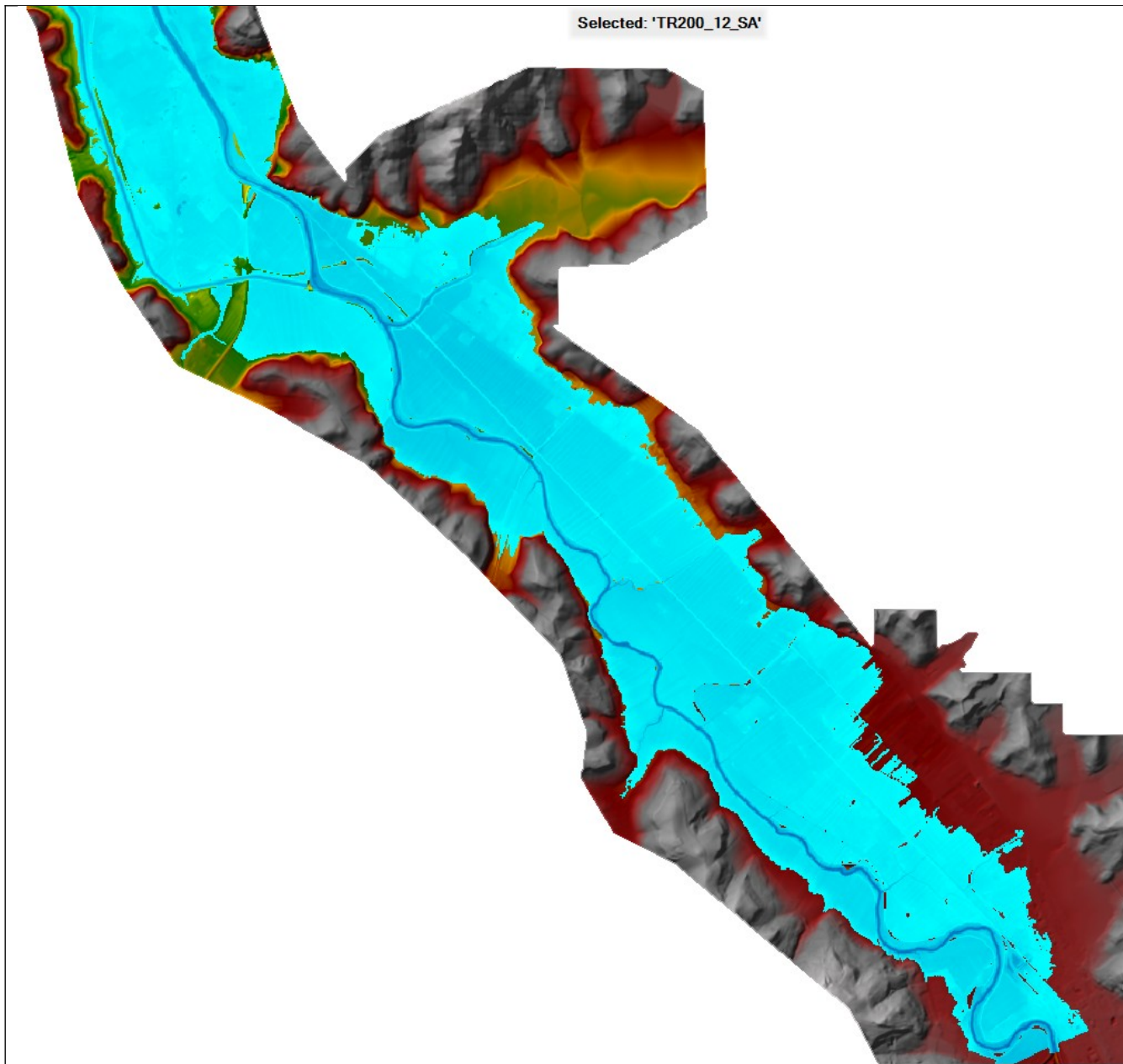
Cassa di laminazione – soluzione "SPG"



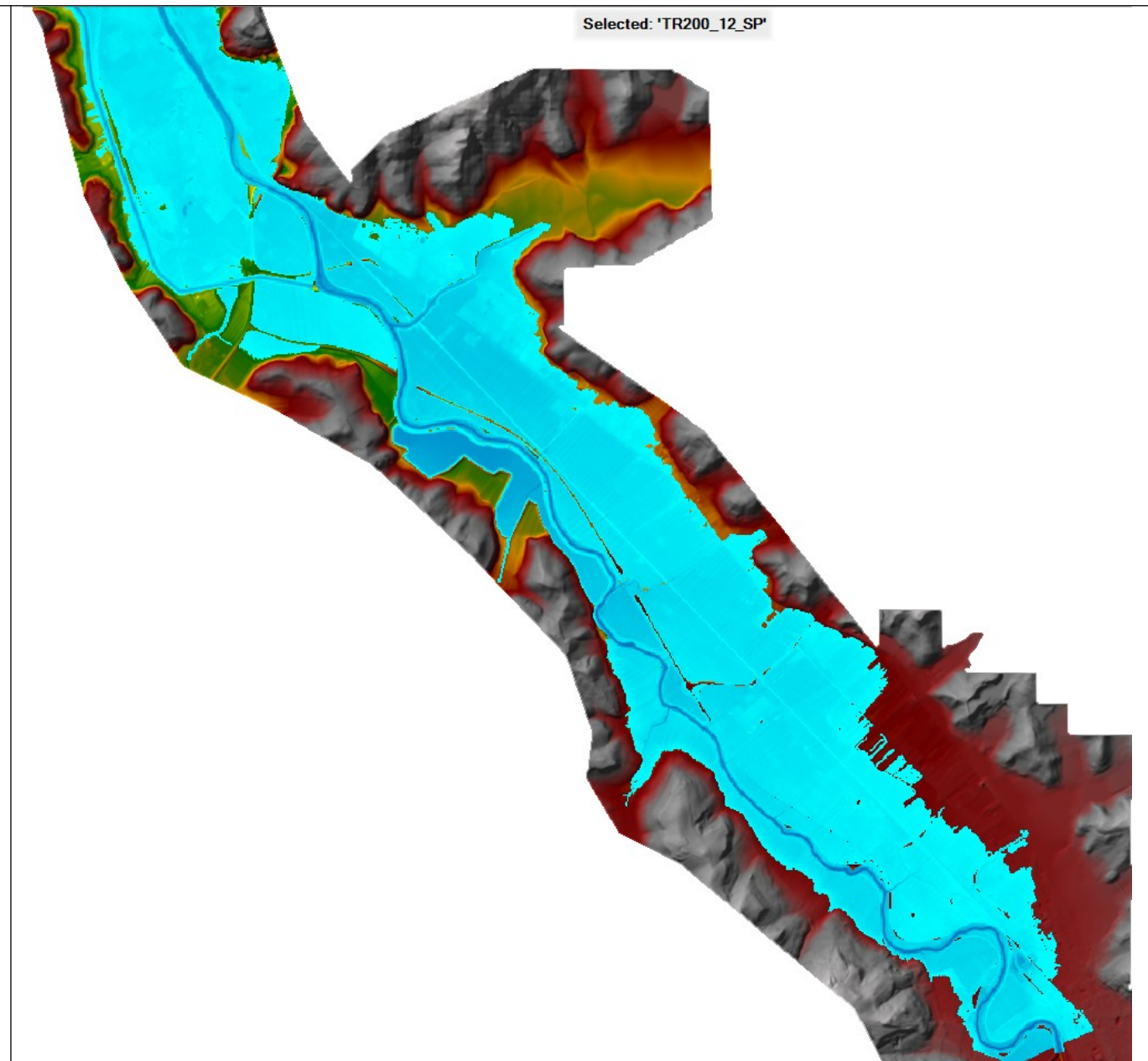
Battenti di inondazione per Tr30 – stato attuale (12 ore)



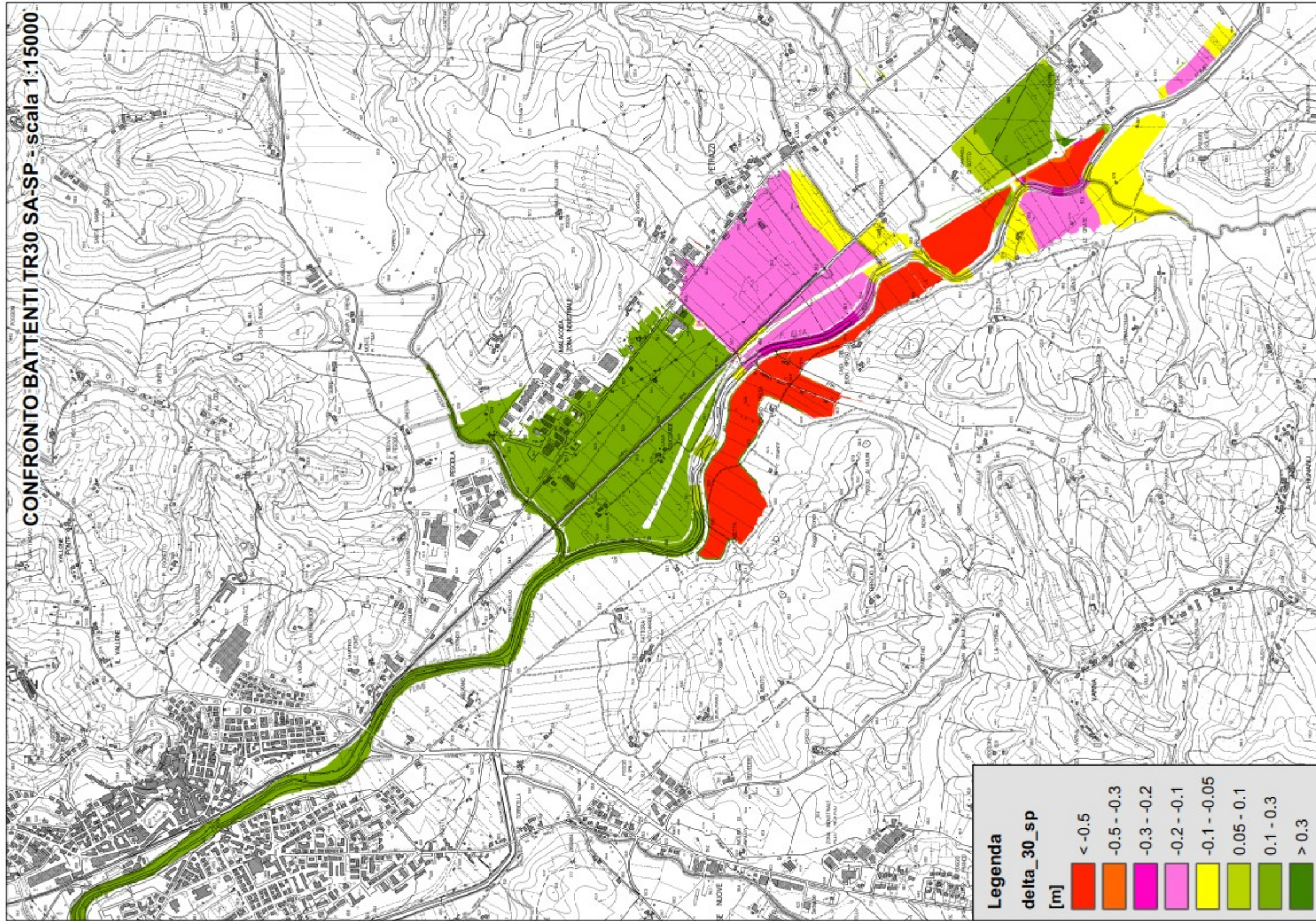
Battenti di inondazione per Tr30 – stato di progetto (12 ore)

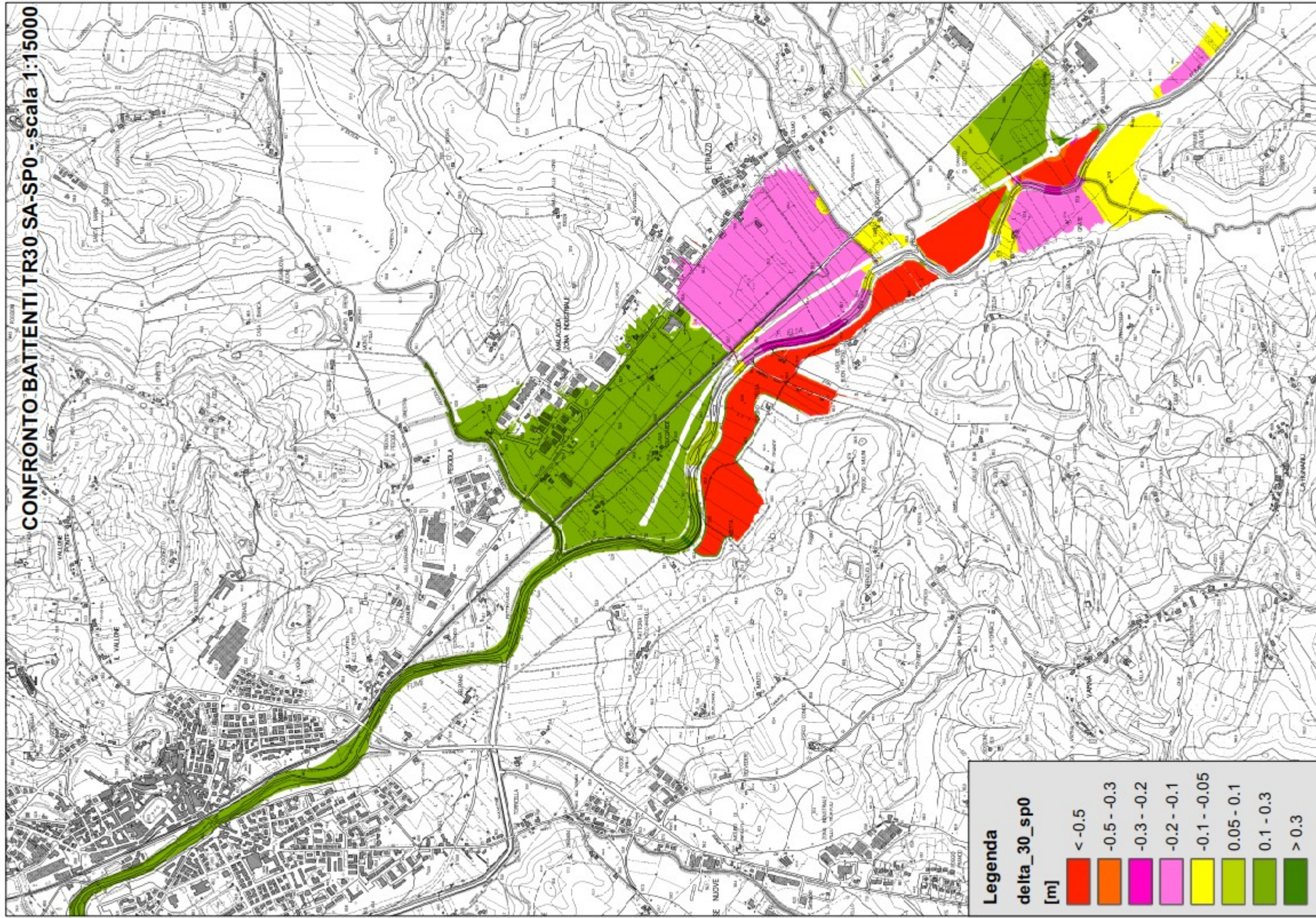


Battenti di inondazione per Tr200 – stato attuale (12 ore)

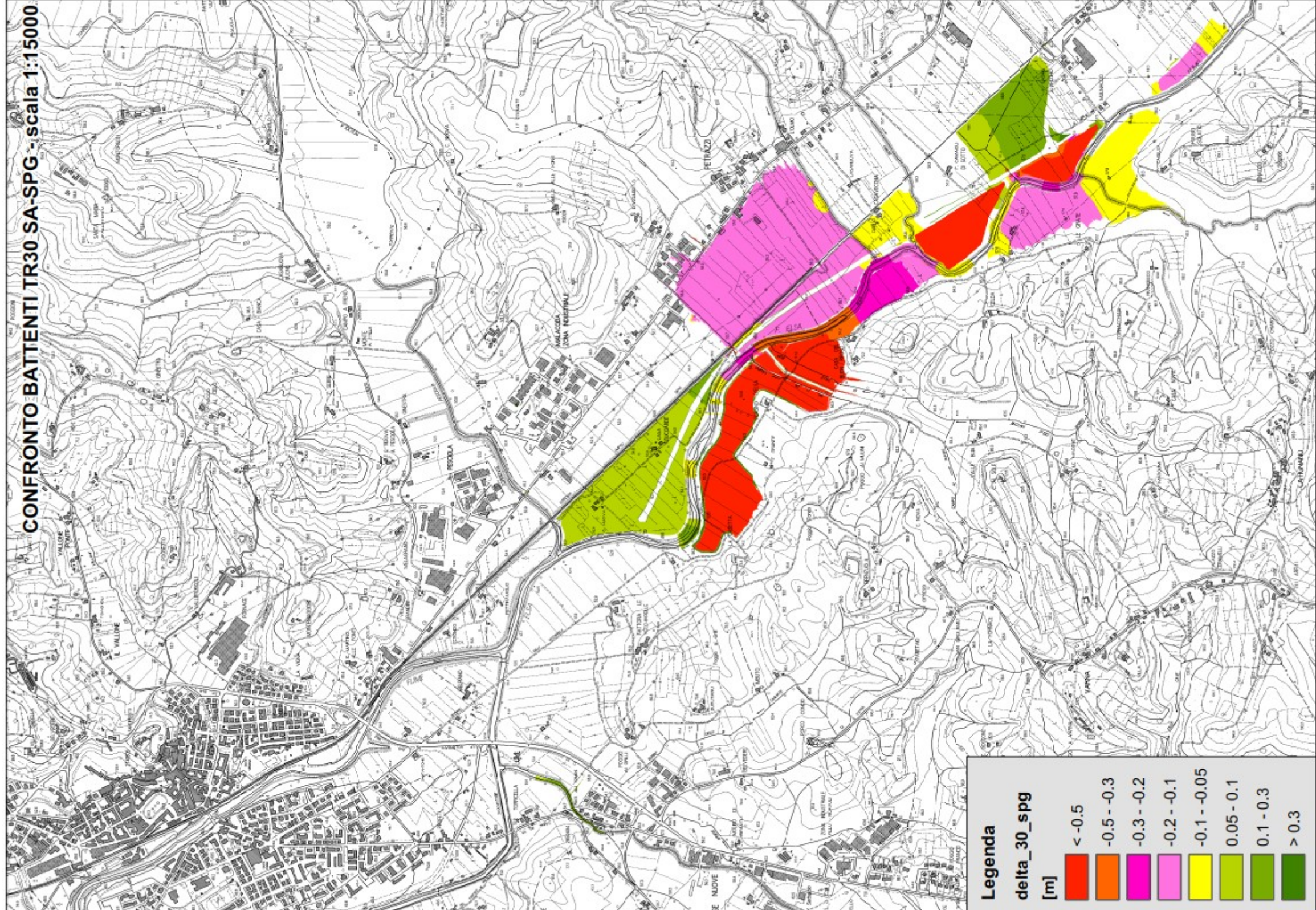


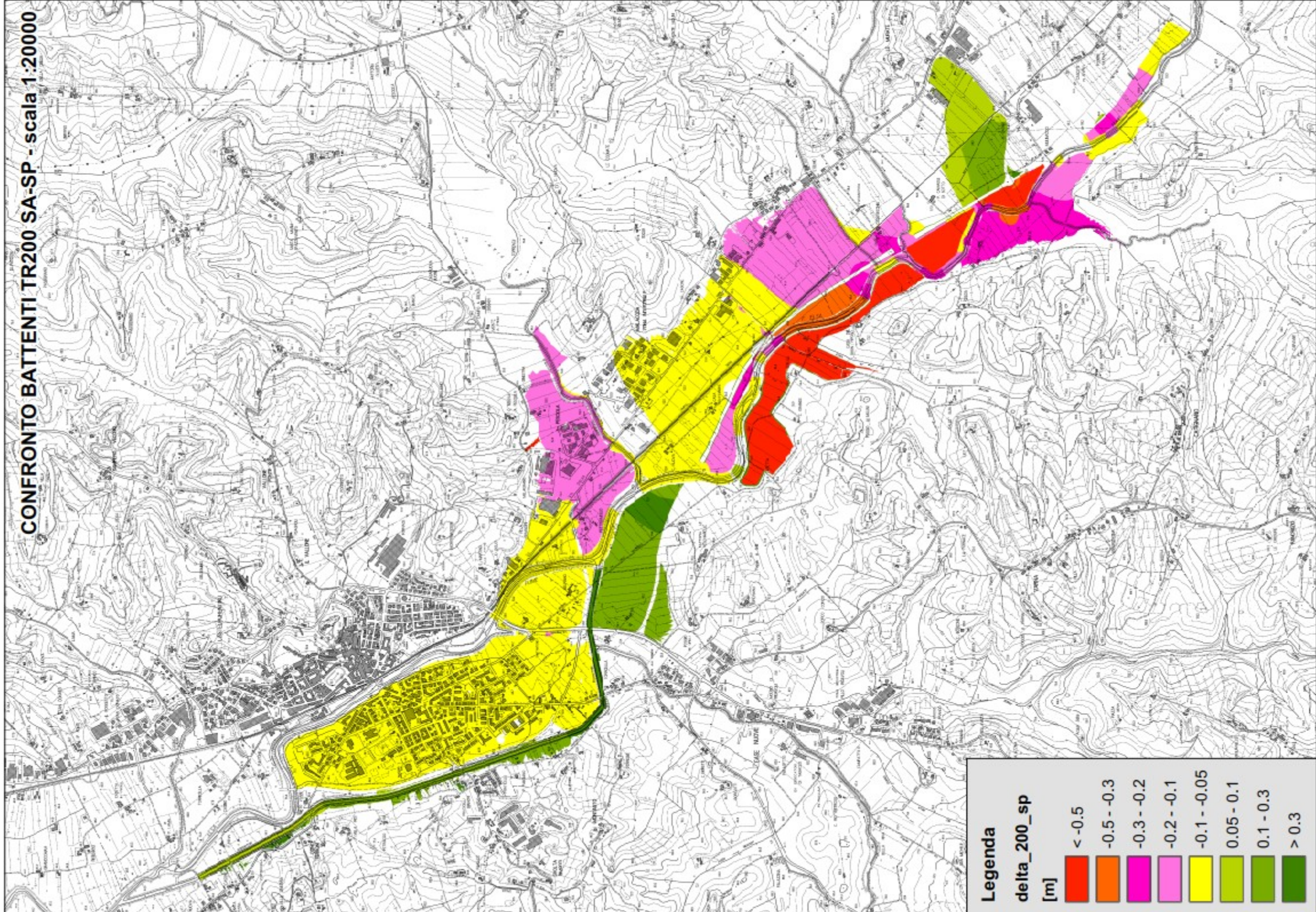
Battenti di inondazione per Tr200 – stato di progetto (12 ore)





CONFRONTO BATTENTI TR30 SA-SPG - scala 1:15000





[all. 4 – doc. planimetria Elsa con sezioni del modello]



[all. 5 – doc. planimetria Elsa gestione acque di gronda]

