

COMUNE DI CASCIANA TERME LARI

Provincia di Pisa

NUOVO PIANO STRUTTURALE



Progettazione Urbanistica

Arch. Graziano Massetani
STUDIO MASSETANI Architettura & Urbanistica

Collaboratori:
Pianificatore Territoriale Luca Menguzzato

Indagini geologiche ed idrauliche

STUDIO GEOPROGETTI
Dott. Geol. Francesca Franchi
Dott. Geol. Alberto Frullini

Giovane professionista
Dott. Geol. Roberto Mattei

STUDIO CROCE ENG.
Dott. Ing. Idr. Nicola Croce

Analisi agronomiche

PFM S.r.l. Società tra professionisti
Dott. Agr. Guido Franchi
Dott. Agr. Federico Martinelli

Analisi socio-economiche

Dott. Alessio Falorni - Alfamark

Acustica e risparmio energetico

Prof. Ing. Fabio Fantozzi

Normative edilizie e urbanistiche

Dott. Avv. Piera Tonelli - Studio Gracili Associato

Responsabile del Procedimento:

Arch. Nicola Barsotti

Garante dell'Informazione e della Partecipazione:

Geom. Simone Giovannelli



Adozione:

Data: Maggio 2018

Approvazione:

Scala

QC

03s

Relazione idrologico - idraulica

Rev.Settembre 2018



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

INDICE

1- PREMESSA.....	2
1.1 Rilievi.....	2
1.2 Aree di Studio.....	8
2- MODELLO IDROLOGICO-IDRAULICO.....	9
2.1 –La modellistica idrologica effettuata da Flo-2D	14
2.3 – Aree di indagine per la modellistica	20
2.4 – LSPP.....	29
3. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	33
3.1-.Torrente Cascina.....	33
3.2-.Fosso Zannone e Affluenti.....	38
3.2.1 – Condizioni al contorno di valle	60
3.3 – Fossi Galletta e Girotta	63
3.4-.Fossi Caldana e Muraiola	68
3.5 – Fossi Fagiolaia e Peragnoli	77
3.6 – Fossa Nuova.....	79
3-.RISULTATI E CONCLUSIONI.....	102



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

1- PREMESSA

La presente relazione, a sostituzione di quelle presentate precedentemente, riguarda l'intero studio dei fossi interessanti le aree del Territorio Urbanizzato oggetto di pianificazione urbanistica, del Comune di Casciana Terme, ed in particolare:

1. Fosso Reale Zannone
2. Fosso Zannoncino
3. Fosso Vallicorboli
4. Rio Fagiolata
5. Rio Petagnoli
6. Rio Galletta
7. Fosso Girotta
8. Fossa Nuova
9. Torrente Cascina
10. Fosso Caldana e affluente Muraiola

Per tali canali è stata fatta una modellazione mono e bidimensionale tramite il software FLO-2Dpro-Ver.2016, modellando sia la formazione della piena, attraverso simulazioni idrologiche a parametri distribuiti (e con le LSPP Regione Toscana), sia la progagazione, in e fuori alveo, degli idrogrammi risultanti per i vari tempi di ritorno (30, 200 e 500 anni), utilizzando adeguata rasterizzazione (30 m x 30 m) ai fini dello studio stesso; per alcuni fossi, che sono contigui alle Aree oggetto di pianificazione urbanistica, si è proceduto a studi di dettaglio a rasterizzazione 7 m x 7 m.

Pertanto, per tali corsi d'acqua, sono state inserite le geometrie fluviali tramite le sezioni trasversali desunte da rilievi topografici aggiornati (fossi Zannone, Zannoncino, Vallicorboli, Girotta, Fossa Nuova e Fiume Cascina a valle del Ponte di S.Marco) o dati lidar (per i fossi rimanenti).

1.1 Rilievi

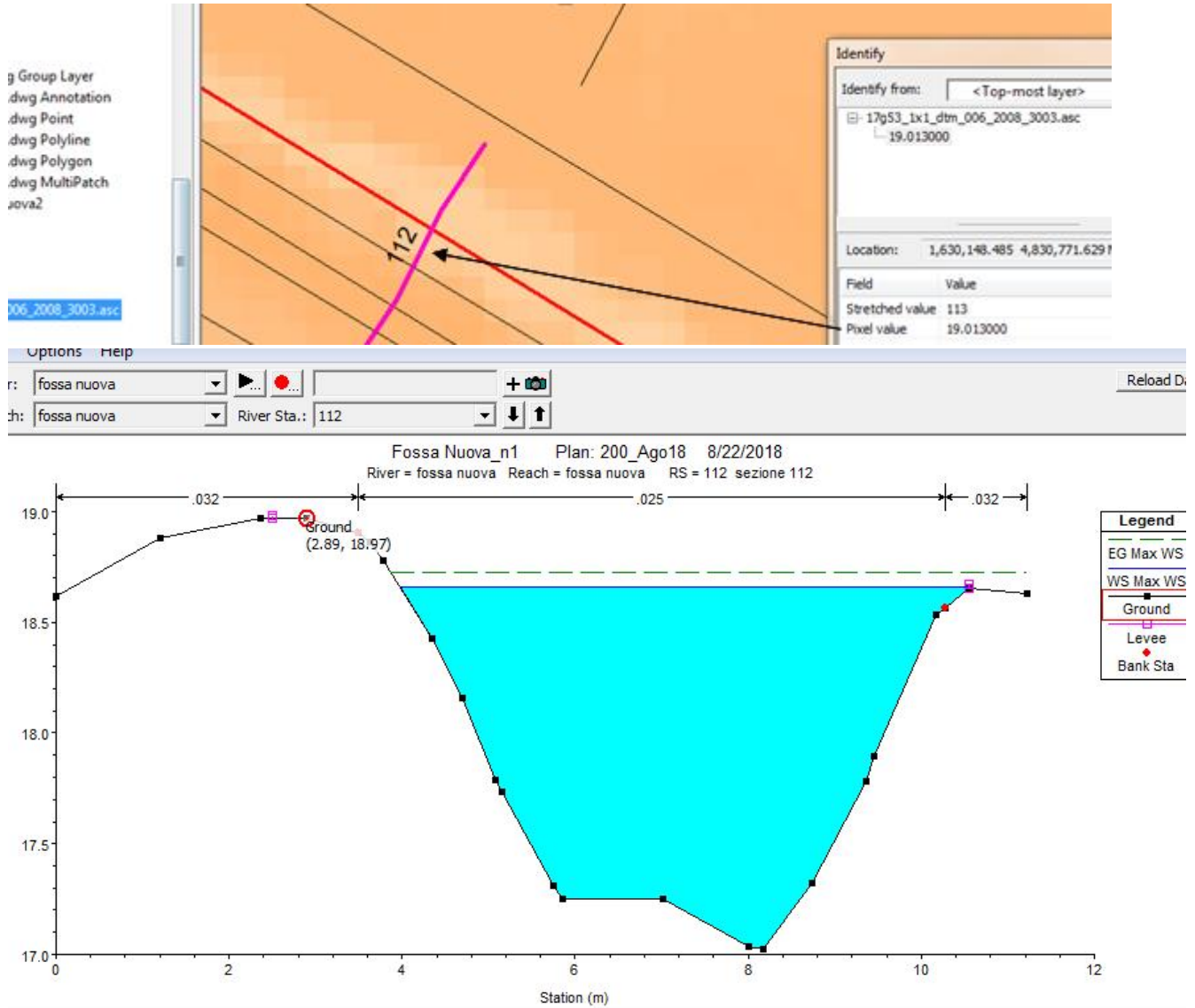
I rilievi di campagna pre esistenti, utilizzati anche in studi passati, sono stati confrontati con la cartografia LIDAR ufficiale della Regione Toscana. Detti rilievi risultano coerenti con la cartografia LIDAR come si evince dalle figure seguenti in cui sono confrontati punti rilevati degli argini con la cartografia LIDAR.



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com studiocroce@gmail.com

Rilievi Fossa Nuova: corrispondenza fra rilievo e LIDAR



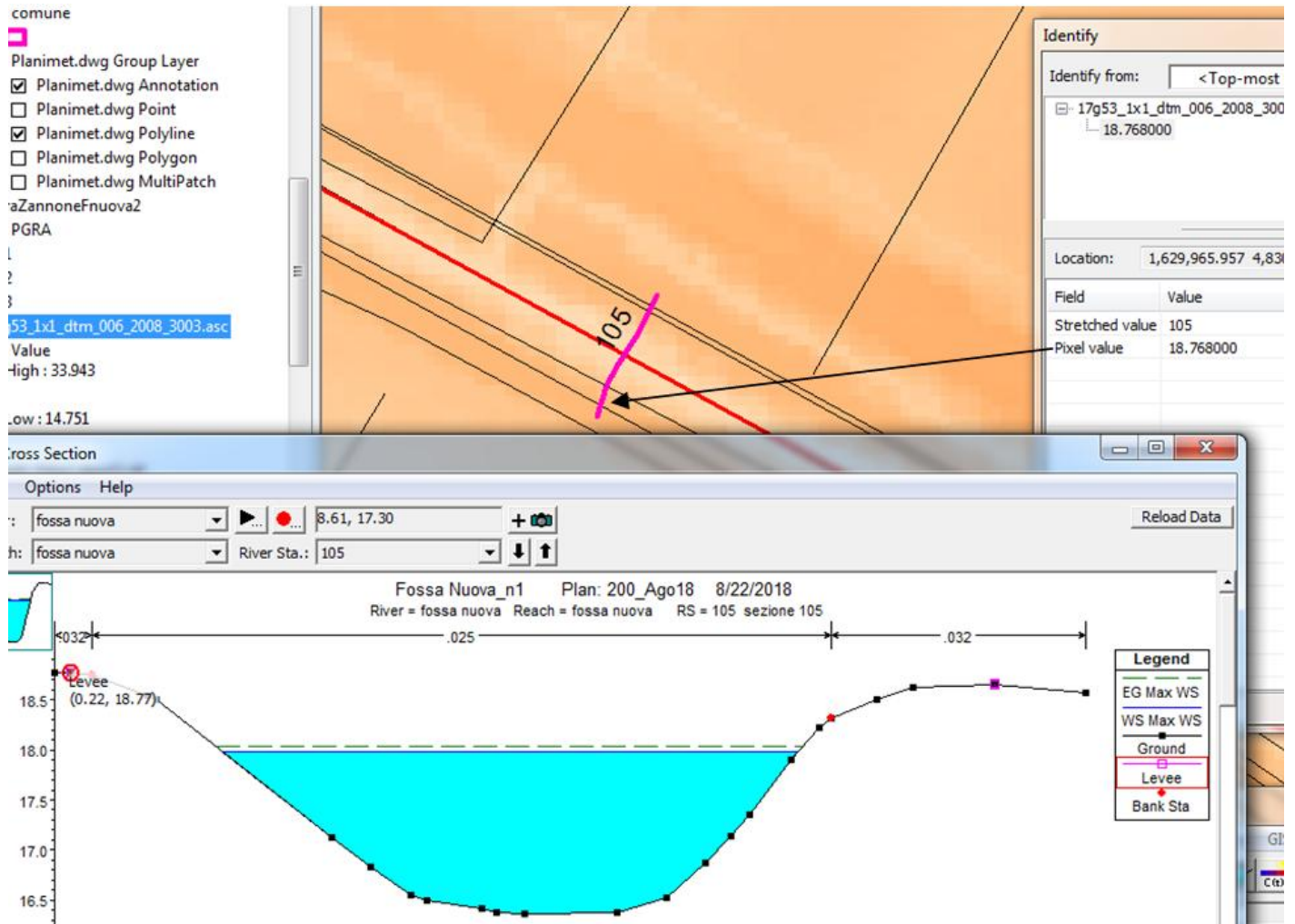
Sezione 112 confronto argine sinistro



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com



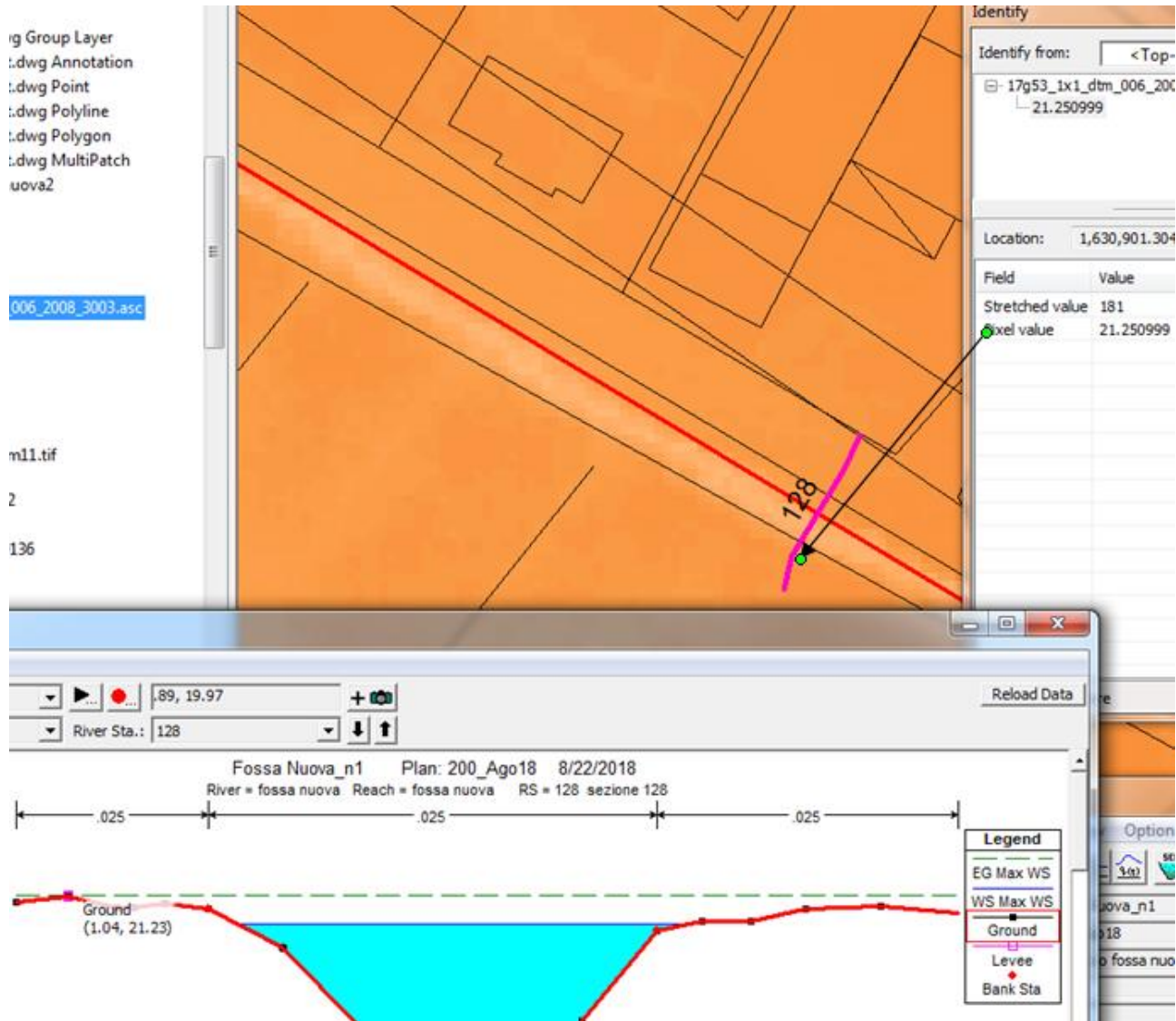
Sezione 105 confronto argine sinistro



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com



Sezione 128 confronto argine sinistro



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

Rilievi fosso Girotta Zannone e Vallicorboli confronto con la cartografia LIDAR

- Ponte sul rio Galletta che sottopassa la Prov.le:

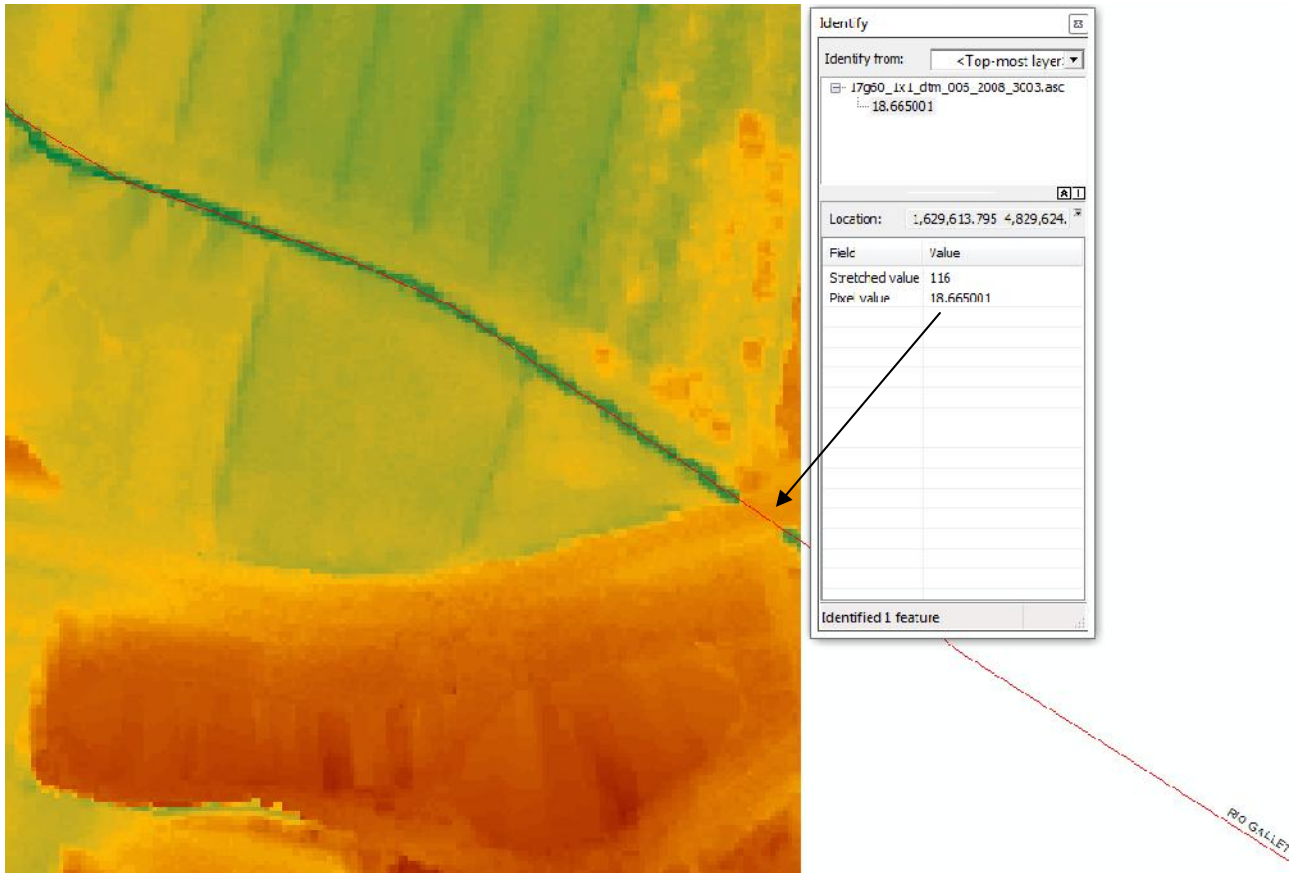


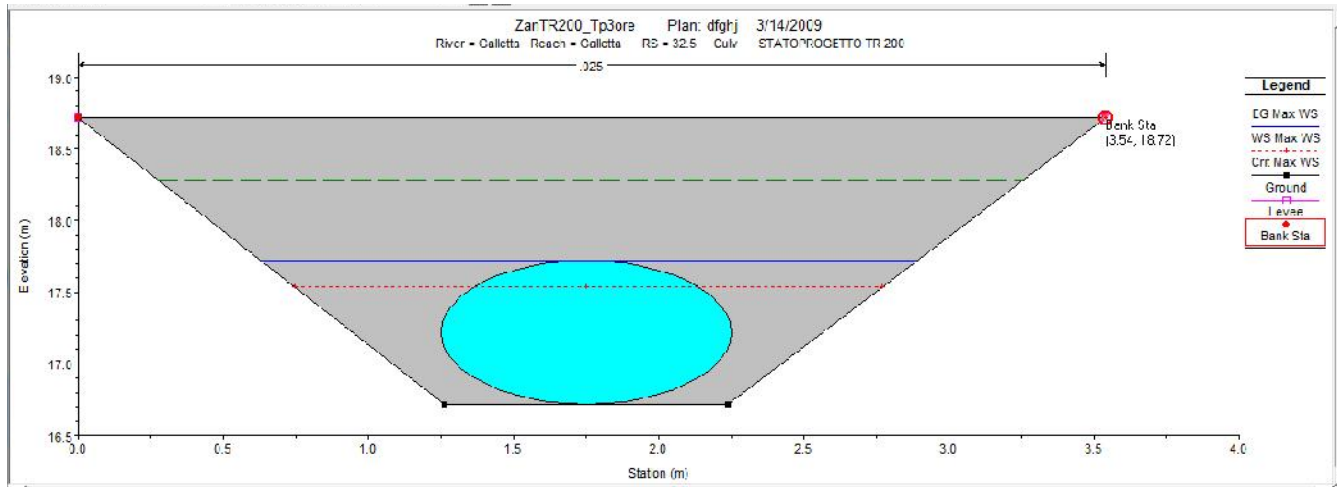
Figura 1.1.1 – Stralcio lidar Rio Galletta e attraversamento SP. Quota strada 18,66 m slm. Da rilievo risulta 18,72 m:



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com



- Sezione 114 Rio Zannone:

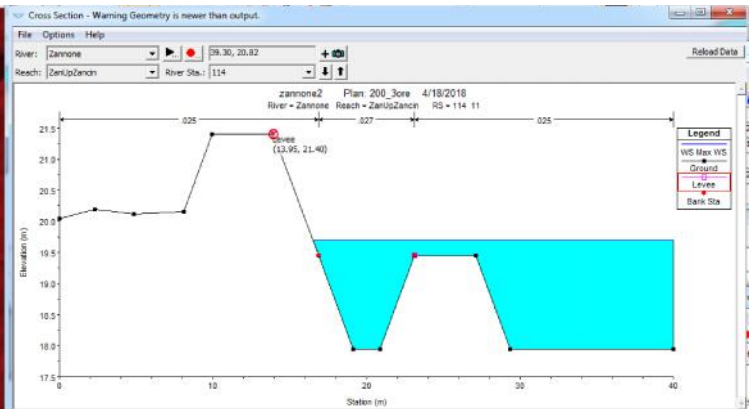
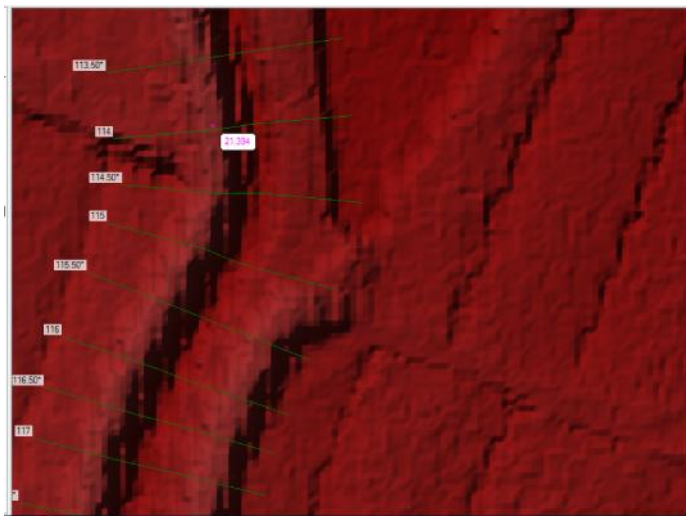


Figura 1.1.2 – Stralcio lidar Rio Zannone - Sez. 114. Quote argine cassa pressoché identiche: 21,40 m s.l.m.

- Sezione 121 Rio Zannone:

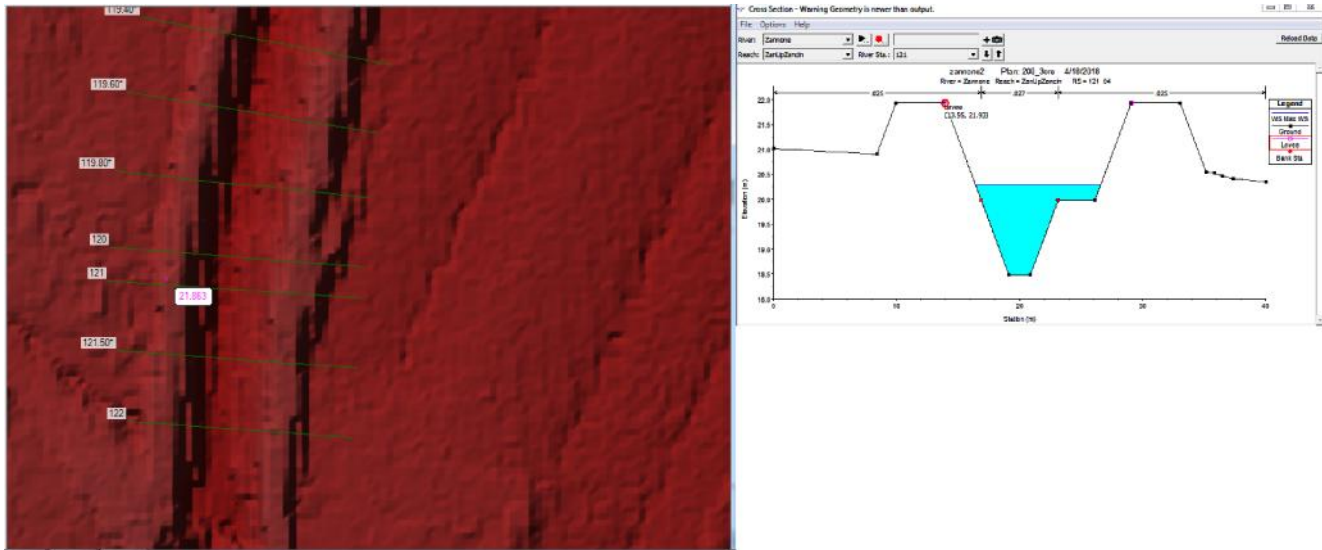


Figura 1.1.3 – Stralcio lidar Rio Zannone - Sez. 121. Quote argine cassa che differiscono per pochi cm: 21,86 contro 21,93 m s.l.m.

1.2 Aree di Studio

Come concordato con l'Ufficio Tecnico Regionale del Genio Civile, gli studi relativi agli affluenti lato Ovest del territorio comunale ed in particolare:

Il Botro del Rabatto, il rio Piantegola, il Torrente Borra, il Botro Fruscetto, il Torrente Isola, il rio Crespina e il botro di Vecchiana non sono stati presi in considerazione e pertanto per tali corsi d'acqua la Pericolosità Idraulica rimane invariata.

I canali delle "acque basse" della pianura di Perignano-Lari modellati con il Flo-2D hanno evidenziato aree di allagamento da fenomeni di stagnazione che, per quel che concerne gli eventi con tempo di ritorno trentennale, sono state cartografate in PI3.

Il reticolo idraulico minore afferente al tratto vallivo del Fiume Cascina, (a valle del ponte di San Marco e, quindi, delle Casse di espansione realizzate) zona che a detta dello scrivente è in sicurezza idraulica fino al confine comunale, presenta fenomeni di stagnazione a causa del deflusso interrotto degli affluenti in concomitanza della piena del Fiume stesso. In questo caso è stata introdotta una pericolosità idraulica 3 Comunale che si inserisce all'interno della pericolosità vigente derivante dal Fiume Cascina.



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

Per la Fossa Nuova, che nei precedenti studi effettuati dallo scrivente, è stata modellata sempre a moto vario tramite il software HEC-RAS si è proceduto anche ad una modellazione aggiuntiva tramite il software HEC-RAS ver. 5, con idrogrammi, basati sempre sulle LSPP regionali, e tramite modello a parametri concentrati con software HMS, al fine di ottenere uno studio condivisibile con il Comune di Ponsacco e confrontabile con gli studi precedenti.

Le simulazioni effettuate hanno considerate casse di espansione realizzate fino ad oggi lungo le aste del reticolo idraulico e le principali opere d'arte, soprattutto in prossimità delle aree di interesse urbanistico; i dati geometrici relativi alle casse sono stati reperiti nei vari enti ed in particolare la Provincia di Pisa e il Consorzio di Bonifica Ufficio dei Fiumi e Fossi di Pisa. Dette casse sono :

- 1 – Cassa di espansione in linea lungo il Rio Galletta;
- 2- Cassa di espansione in linea lungo il tratto montano dello Zannoncino;
- 3- Cassa di espansione in linea lungo il tratto vallivo dello Zannoncino;
- 4- Cassa di espansione in derivazione lungo il tratto vallivo dello Zannoncino e dello Zannone;
- 5- Casse di espansione torrente Cascina ed affluenti ("Ponte canale");

Nelle aree in cui sono presenti casse di espansione e opere di attraversamento importanti, per puro scrupolo scientifico, la modellazione con il Flo-2D è stata verificata e comparata con la modellazione HEC-RAS 5.05 ottenendo risultati comparabili ed equivalenti in termini di pericolosità idraulica.

2-. MODELLO IDROLOGICO-IDRAULICO

Tutte le caratteristiche idrologico-idrauliche del bacino comunale ossia le portate, i battenti idrici e le velocità sono state determinate mediante il software FLO-2D PRO.

Il FLO-2D PRO, certificato dall'agenzia FEMA (Federal Emergency Management Agency - USA), consente di modellare tutti i processi fisici dell'idrologia e la propagazione delle piene sia in alveo che fuori.

FLO-2D è un modello idrologico-idraulico bidimensionale (2D) che simula la propagazione dell'onda di piena e di colate detritiche in bacini idrografici e l'interazione con le varie costruzioni e strutture che caratterizzano le aree antropizzate tra le quali ponti, argini e tombini. Il programma di calcolo è in grado di simulare in un solo software i diversi processi fisici che governano l'interscambio di flusso tra alveo e golena. È un modello complessivo



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

idrologico-idraulico che consente l'analisi degli effetti della propagazione dell'onda di piena in ambito fluviale, perfluviale e nelle conoidi di deiezione, in grado di simulare i fenomeni di esondazione in canali e conoidi, la dinamica afflussi-deflussi, le colate detritiche, eventi di rottura arginale, l'allagamento di aree costiere per effetto di mareggiate e tsunami e l'interazione con le acque sotterranee grazie all'accoppiamento con il modello MODFLOW.

Da un punto di vista della gestione dei dati topografici il programma permette di importare ed elaborare direttamente i dati Lidar (oltre a qualsiasi altro dtm) al fine di determinare le sezioni trasversali, con la medesima risoluzione del grid importato, e consente, inoltre, di convertire le sezioni HEC-RAS in formato compatibile con l'elemento CHANNEL del modello.

Un' interfaccia grafica consente di inserire nel modello entità georeferenziate quali: strade, edifici ed altri ostacoli al deflusso ed all'invaso, strutture idrauliche e argini (levee) determinandone le quote di sommità direttamente per inviluppo delle quote di cresta dei grid del dtm.

Per tali motivi, tale software è uno dei modelli idraulici bidimensionali (2D) per studi di rischio idraulico più diffusi al mondo.

FLO-2D utilizzando uno schema geometrico grigliato a passo costante finalizzato alla stima delle variabili idrauliche (tirante, velocità e portata) cella per cella e distinguendo per ogni cella otto potenziali direzioni di flusso. FLO-2D accoppia un modello idraulico 1D nel canale con un simulatore 2D fuori canale regolando l'interazione canale/ golena cella a cella. FLO-2D simula il trasporto solido, le colate di fango e detritiche

FLO-2D è un modello alle differenze finite che integra l'equazione dei momenti in forma e che distribuisce un idrogramma di piena sul territorio, schematizzato come un sistema a griglia suddiviso in elementi (celle) volume, applicando la conservazione del volume. Si tratta di un prezioso strumento per delineare i rischi di alluvione, che regolano la progettazione volta alla mitigazione delle inondazioni o la zonizzazione dei terreni inondati. Il modello permette di simulare piene di fiumi e il deflusso overbank, ma può anche essere utilizzato su problemi non convenzionali, come le inondazioni non confinate, flussi alluvionali più complessi per topografia e rugosità e flussi di fango o di detriti e inondazioni urbane. Nelle simulazioni possono essere incluse piogge infiltrazioni, argini, strutture idrauliche, strade, flussi di sedimenti e gli effetti di edifici o di altra ostruzione. FLO-2D simula, in particolare, il deflusso overland utilizzando i file di dati che sono stati sviluppati da un modello digitale del terreno sottoforma di mappa digitalizzata. In particolare il modello FLO-2D include il preprocessore GDS, che partendo da



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

una griglia a maglia regolare sovrapposta a un sistema di punti (DTM del terreno) permette di generare un modello raster del terreno attraverso operazioni di filtro e interpolazione del DTM stesso.

I risultati di output delle elaborazioni del software FLO-2D consistono nelle grandezze idrauliche caratteristiche del moto tra cui il battente, la portata e la massima velocità; tali grandezze sono caratterizzate da variabilità temporale e possono essere visualizzati graficamente attraverso il post-processore MAPPER che è in grado di generare mappe a colori e file numerici molto dettagliati per la descrizione del fenomeno alluvionale; esso consente inoltre di riprodurre le animazioni delle alluvioni e di generare le mappe di rischio. Il software è dotato di una interfaccia utente grafica (GUI) allo scopo di aiutare l'utente nella preparazione e la modifica del file di dati input.

Nel programma di calcolo utilizzato sono state inserite le opere idrauliche presenti sui corsi d'acqua principali, in particolare:

- i ponti sono definiti con il solo impalcato, le spalle e le pile sono modellate con la propria scala di deflusso, desunta dal noto modello HEC-RAS, data la compatibilità tra i due software e come peraltro suggerito dalla guida utente del Flo2D;
- i tombamenti (culvert), sono inseriti oltre che con la scala di deflusso anche con i dati di diametro e lunghezza del Culvert stesso.

Per quanto riguarda la scabrezza delle superfici, il software, provvede alla determinazione automatica della stessa, durante l'elaborazione numerica, sulla base dei parametri idraulici (battente e velocità) a partire da un modello di calcolo calibrato dagli autori stessi in base alle ricerche da essi effettuate in materia ed in particolare sul progredire della piena da 0 fino alla completa sommersione della vegetazione naturale:

Per tiranti idrici modestissimi (< 6 cm) ovvero molto inferiori alle dimensioni degli elementi di rugosità, il modello utilizza scabrezze elevate e in genere variabili tra 0,1 e 0,2 e comunque non inferiori a 0,1, dato che il moto è comandato prevalentemente dalle forze viscosse rispetto a quelle di inerzia; mano mano che il battente aumenta si ha l'aumento di queste ultime unitamente al numero di Reynolds; la scabrezza viene decrementata del 50% fino a battenti di 15 cm, mentre all'aumentare del tirante idrico e fino a battenti di 1 m, viene utilizzata la seguente relazione:

$$n_d = n_b * 1.5 * e^{-(0.4 \text{ depth}/d_{\max})}$$

In cui: n_b = scabrezza del deflusso completamente turbolento (nel ns. caso si è assunto 0,04, valore tipico per i terreni a vocazione agricola),



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

depth = tirante idrico;

d_{max} = massima dimensione degli elementi di rugosità oltre cui si ha la completa sommersione da parte della piena (il software assume 1 m).

Oltre 1 m di battente, il software assume la scabrezza definita dall'utente (sostanzialmente costante), considerando il moto completamente turbolento. Nel caso in esame si è assunto un manning di 0,04, valore tipico per i terreni a vocazione agricola.

In buona sostanza la scabrezza decresce in maniera non lineare all'aumentare del battente idrico e ciò è in accordo con studi sperimentali effettuati in materia (USGS).

A titolo di esempio, si riporta, di seguito, un estratto del file contenente le scabrezze elaborate per la duecentennale di Lari:

FLOODPLAIN MANNINGS N CHANGES

FP = FLOODPLAIN, MC = MULTIPLE CHANNELS, ST = STREETS

	NODE	MAX n	ORIG. n	SORTED BY MAXIMUM n-VALUE: NODE		MAX n	TIME (HRS)
FP	2660	0.04	0.025	48560	0.192	1.375	
FP	23828	0.045	0.04	48392	0.066	4.149	
FP	27179	0.059	0.04	48225	0.062	4.135	
FP	29191	0.044	0.04	48386	0.062	4.661	
FP	29483	0.042	0.04	48226	0.059	4.544	
FP	29806	0.042	0.04	27179	0.059	2.265	
FP	30126	0.046	0.04	48385	0.056	4.519	
FP	30444	0.052	0.04	48526	0.056	1.886	
FP	30445	0.052	0.04	49098	0.055	4.777	
FP	32307	0.047	0.04	48391	0.055	3.71	
FP	32604	0.049	0.04	48545	0.055	4.603	
FP	34654	0.042	0.04	30445	0.052	2.851	
FP	34926	0.043	0.04	30444	0.052	2.865	
FP	48049	0.045	0.04	48213	0.052	4.407	
FP	48210	0.049	0.04	48554	0.05	2.105	
FP	48213	0.052	0.04	48210	0.049	4.539	
FP	48214	0.048	0.04	32604	0.049	2.324	
FP	48224	0.044	0.04	48214	0.048	4.289	
FP	48225	0.062	0.04	32307	0.047	2.607	
FP	48226	0.059	0.04	30126	0.046	2.86	
FP	48368	0.045	0.04	48375	0.046	4.298	
FP	48369	0.046	0.04	48390	0.046	2.368	
FP	48375	0.046	0.04	48369	0.046	5.326	
FP	48378	0.043	0.04	49195	0.046	6.168	
FP	48385	0.056	0.04	48049	0.045	3.712	
FP	48386	0.062	0.04	48368	0.045	1.921	



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

FP	48390	0.046	0.04	23828	0.045	2.26
FP	48391	0.055	0.04	29191	0.044	3.171
FP	48392	0.066	0.04	48224	0.044	4.765
FP	48526	0.056	0.04	48378	0.043	4.451
FP	48545	0.055	0.04	49099	0.043	4.897
FP	48554	0.05	0.04	34926	0.043	2.095
FP	48560	0.192	0.025	29806	0.042	2.857
FP	48702	0.042	0.04	34654	0.042	1.847
FP	49098	0.055	0.04	48702	0.042	4.528
FP	49099	0.043	0.04	29483	0.042	2.866
FP	49195	0.046	0.04	1689	0.041	2.396

CHANNEL MAN NINGS

NODE	MAX n	ORIG. n	SORTED BY MAXIMUM n-VALUE: NODE		MAX n
30444	0.029	0.025	48368	0.045	
22902	0.031	0.025	48369	0.045	
27514	0.031	0.025	48210	0.045	

Per quel che riguarda gli aspetti del modello idraulico, si indicano di seguito le caratteristiche relativamente ai vari corsi d'acqua studiati.

L'accuratezza del modello determinata dal passo della griglia di calcolo è stata suddivisa a seconda delle aree di territorio da modellare, considerando una griglia di 30 m di lato per tutto il territorio comunale e una griglia 7 m x 7 m in aree urbane di sviluppo urbanistico. La dimensione delle celle risulta congruente per il tipo di studio da effettuare e rappresenta una evoluzione sostanziale rispetto ai vecchi modelli a celle fino ad oggi usate su altri bacini.

Naturalmente, le singolarità geometriche del territorio quali strade, argini e corsi d'acqua vengono modellati tramite gli appositi processori in dotazione al software.

In particolare, nel nostro caso sono stati modellati gli argini presenti per i tratti dei corsi d'acqua pensili e quelli delle casse di espansione.



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

2.1 –La modellistica idrologica effettuata da Flo-2D

Il modello idrologico, FLO-2D consiste in una serie di componenti atti a processare il fenomeno dell'inondazione attraverso la discretizzazione del territorio in un certo numero di piccole unità. Il Grid Developer System (GDS) genera un sistema a rete che rappresenta la topografia con una serie di piccole celle. Il modello FLO-2D ha una serie di componenti per la rappresentazione della pioggia, dei flussi canalizzati, il flusso overland, l'infiltrazione nel suolo, gli argini e altre caratteristiche fisiche. Il GDS e il processore FLOENVIR sono usati per modificare gli attributi del sistema a griglia. PROFILI è un programma per modificare pendenza e sezione forma dei canali.

I risultati delle simulazioni possono essere visualizzati graficamente in MAXPLOT, MAPPER e HYDROG.

FLO-2D è uno strumento efficace per delineare i rischi di alluvione o la progettazione di opere di mitigazione delle inondazioni. Il modello può essere applicato per la risoluzione di diversi problemi secondo quanto illustrato in Figura 2.1.

L'accuratezza delle previsioni dovrebbero essere coerenti con la risoluzione della mappatura. La dimensione dell'unità elementare della griglia generalmente varia da 25 piedi (8 m) a 500 ft (150 m), per la maggior parte dei progetti di inondazione.

Il flusso nei canali è modellato in maniera monodimensionale con il canale rappresentato da sezioni derivanti dalla naturale geometria del terreno di forma rettangolare o trapezoidale o mediante canali ottenuti dalle sezioni che si ottengono direttamente dal LIDAR del terreno. Il deflusso overland è invece modellato bidimensionalmente sia come piano di flusso sia come flusso in più canali (rills e gullies). Il deflusso overbank avviene invece quando si raggiunge il superamento della massima capacità del canale. Una opportuna routine di calcolo permette di determinare lo scambio di flusso con il terreno circostante compreso il flusso di ritorno al canale. Analogamente, l'interfaccia di routine permette anche di calcolare il flusso di scambio tra le strade e le aree overland all'interno di una griglia (Figura 2.3). Una volta che il flusso sovrasta il canale, esso si disperderà ad altri elementi della rete a seconda delle caratteristiche di topografia, rugosità e ostruzioni. Per i progetti di inondazione con esigenze specifiche, ci sono diverse componenti atte a modellare svariati fenomeni, quali il flusso di fango e di detriti, il trasporto di sedimenti, l'evaporazione delle acque di superficie e altri.

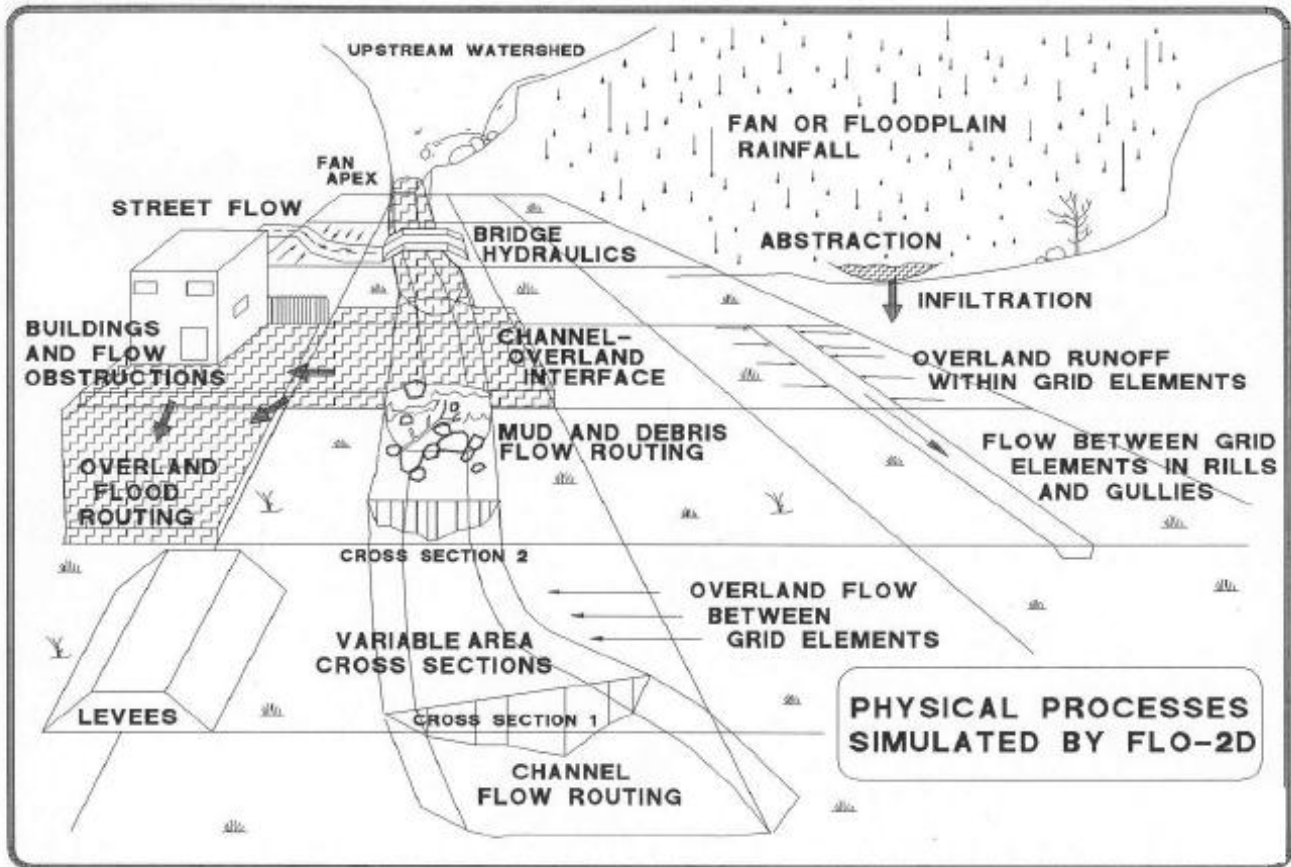


Figura 2.1 – Processi fisici modellati da Flo-2D

La discretizzazione dell'area di studio dipende fortemente dalla larghezza della canalizzazione indagata e degli elementi geometrici costituiti dalle strade che vanno modellati, per quanto possibile, all'interno di una singola cella. Conseguentemente la dimensione tipica assegnabile alla griglia è una maglia di lato 15 m, con valori minimi anche di 5-8 m. Tali dimensioni sono adeguate agli studi idraulici dato che è possibile affinare il modello mediante una serie di elementi di calcolo aggiuntivi definiti all'interno delle singole celle, come precedentemente detto.

I più comuni elementi di interferenza con il deflusso, come canali e strade, sono definiti come elementi specifici all'interno delle celle piuttosto che definirli facendo uso di celle con particolari quote geometriche.

2.2 –La teoria del modello Flo-2D

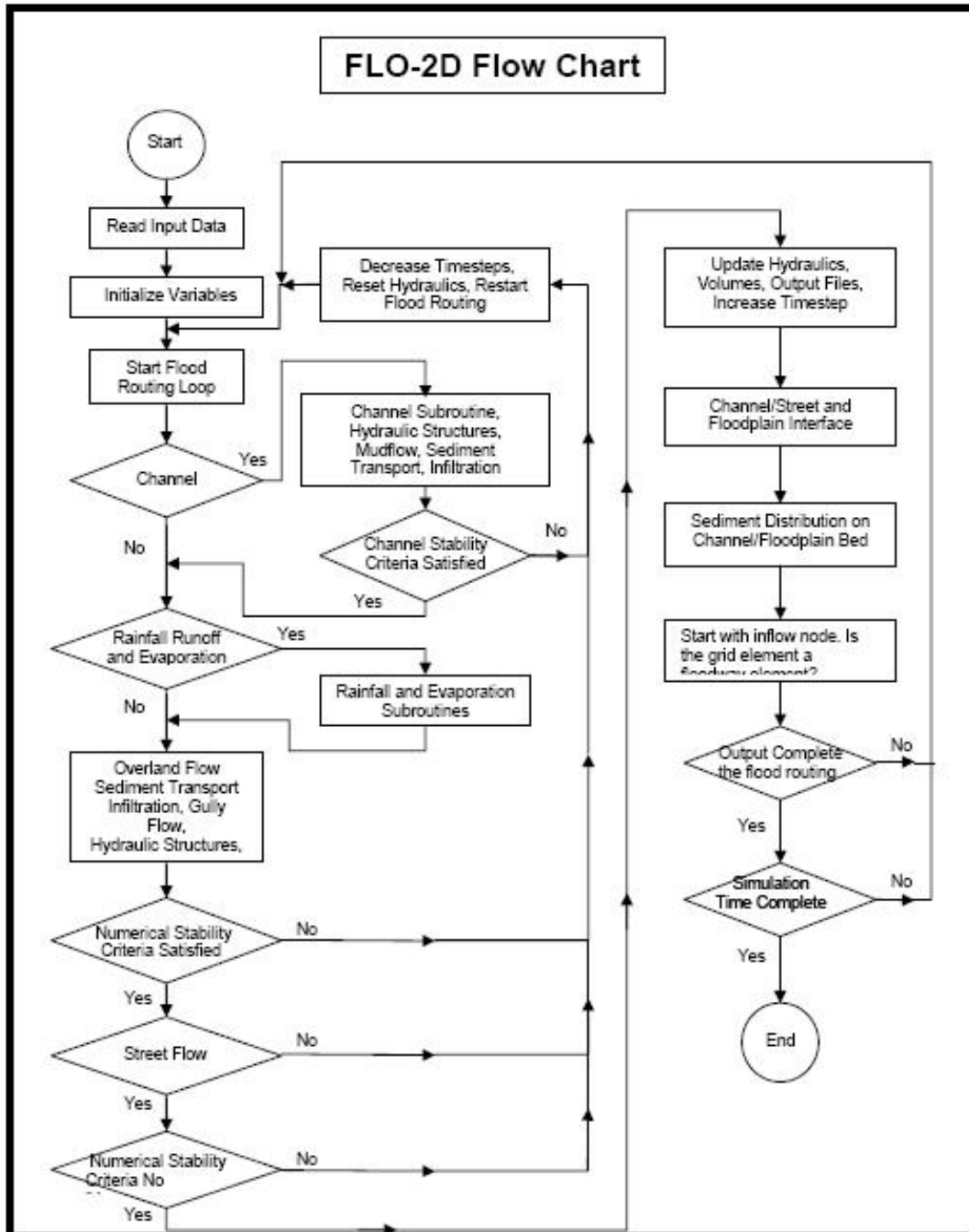


Figura 2.2

FLO-2D è un semplice modello di conservazione del volume. La simulazione bidimensionale si realizza attraverso

una integrazione numerica delle equazioni del moto e della conservazione del volume di liquido sia per inondazioni di acqua sia per quelle riguardanti il flusso di sedimenti. Le equazioni che regolano i fenomeni fisici sono le seguenti:

$$1) \quad \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hV}{\partial x} = i$$

$$2) \quad S_f = S_0 - \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{V}{g} \cdot \frac{\partial V}{\partial x} - \frac{1}{g} \cdot \frac{\partial V}{\partial t}$$

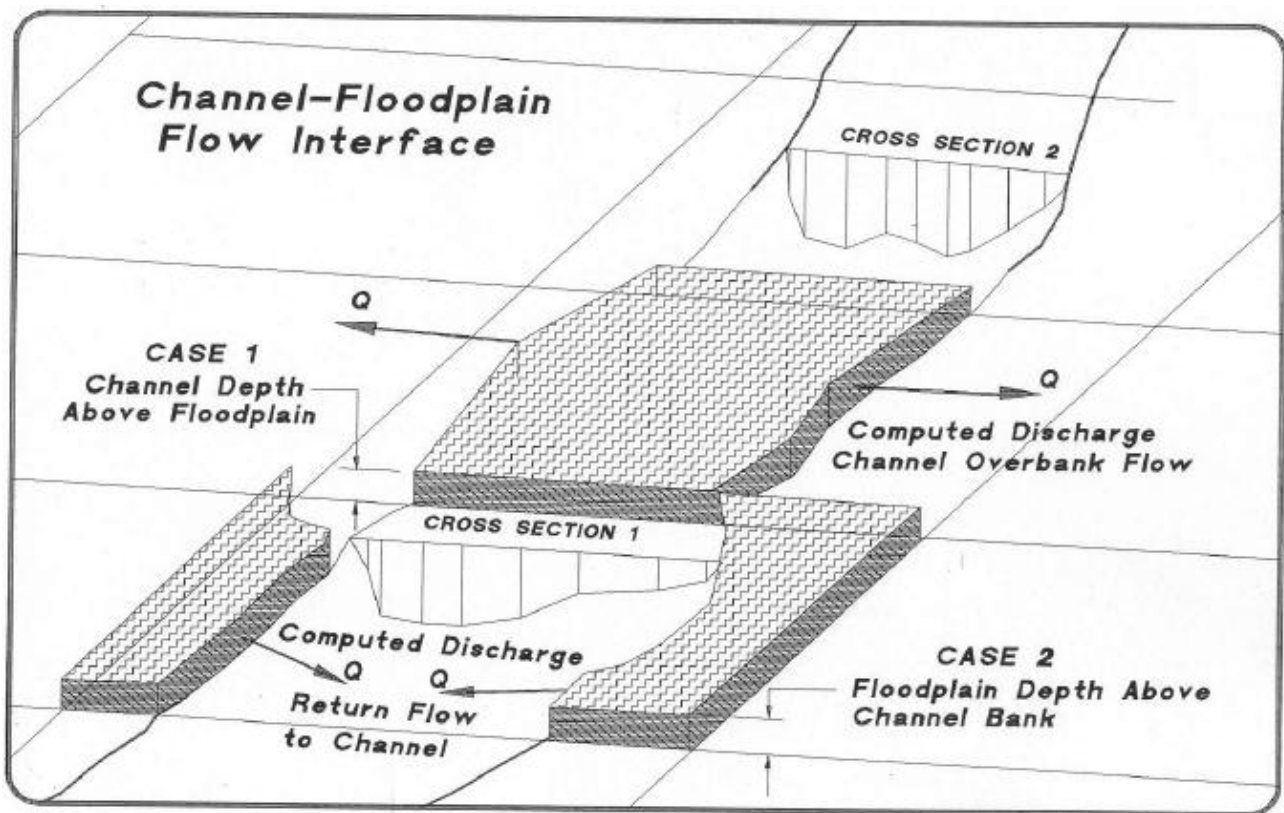
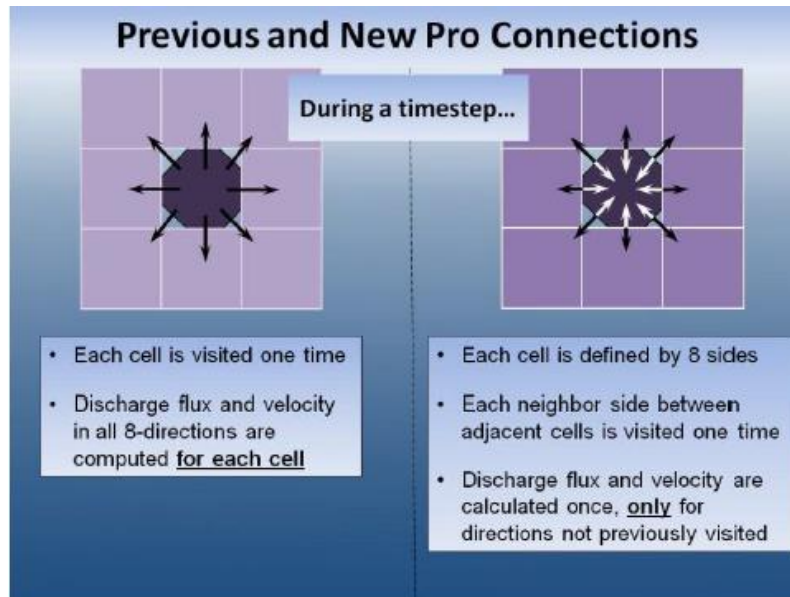


Figura 2.3 – Interfaccia Channel-Floodplain

Dove h è il battente idrico e V è la componente della velocità mediata lungo la verticale in una delle 8 direzioni di flusso x (con cui è modellato il flusso bidimensionale); i è l'intensità della precipitazione (che può essere nulla), S_f è la pendenza della linea dell'energia (friction slope component) determinata sulla base dell'equazione di Manning, mentre S_0 è la pendenza di fondo (del terreno).



Il moto nei canali è regolato dalla relazione di Manning – Gauckler Strickler.

Il sistema di equazioni differenziali è risolto con il metodo delle differenze finite attraverso un algoritmo "esplicito"; questi schemi numerici sono semplici da formulare, ma di solito sono limitati a piccoli timesteps da severi criteri di stabilità numerica; lo schema delle differenze finite può comportare alti tempi computazionali in particolare quando vi sono canali con sezioni molto variabile, bruschi cambiamenti di pendenza, ecc.

La soluzione nel modello FLO-2D è discretizzata all'interno della griglia uniforme di elementi, costituenti il campo di esistenza. La procedura di calcolo del deflusso overland comporta la determinazione del flusso uscente in ciascuno dei confini, nelle otto direzioni del flusso potenziale (Figura 2.4), e inizia con una stima lineare del flusso lungo la verticale negli elementi di confine della griglia.

In condizioni dinamiche, il termine di accelerazione locale è dato dalla differenza tra la velocità per una data direzione di flusso, rispetto al suo valore al passo precedente; per esempio, relativamente al termine di accelerazione locale $(1/g^* \nabla^2 t)$, per il generico elemento di griglia 251 si ha:

$$(V_t - V_{t-1})_{251} / (g^* t)$$

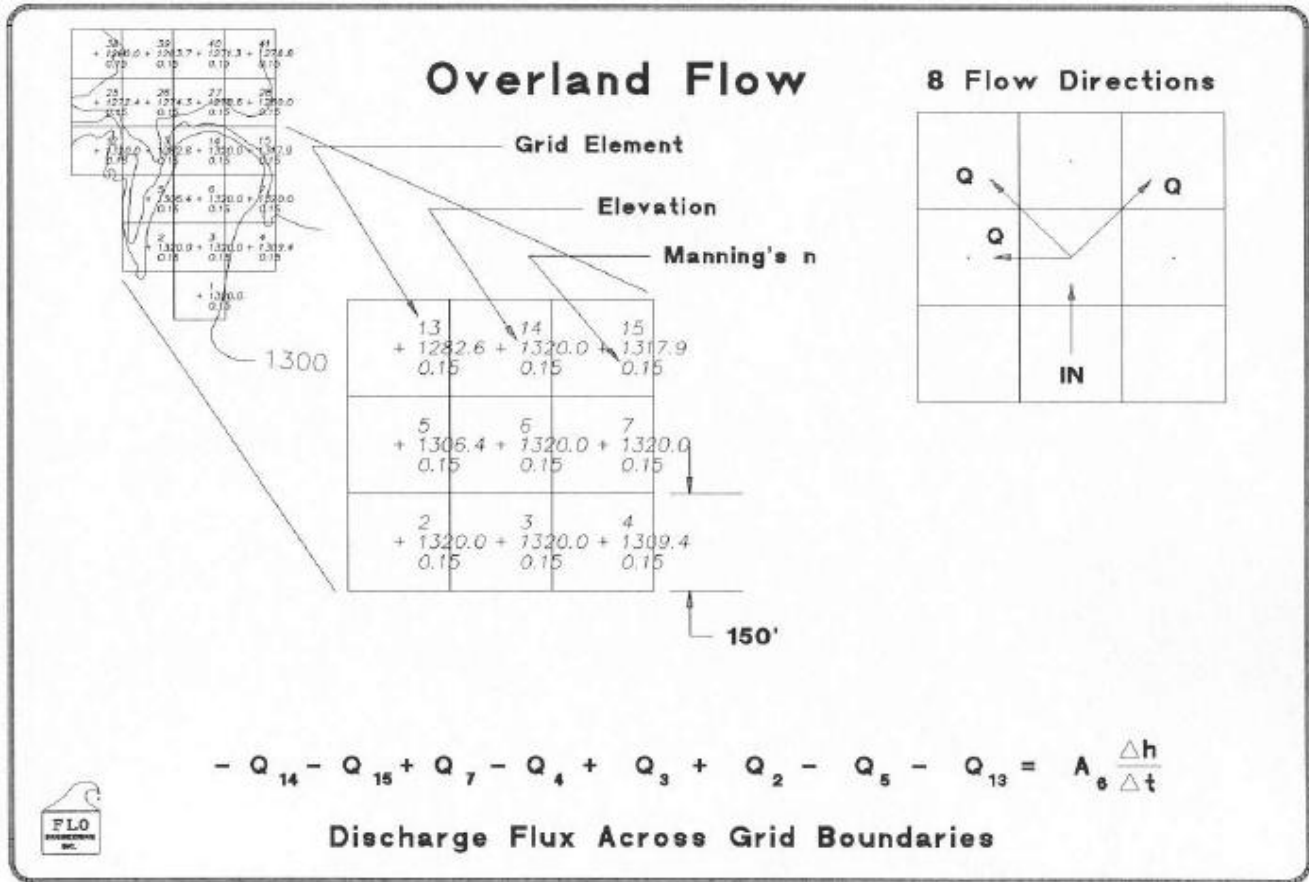


Figura 2.4 – Flusso attraverso gli elementi di confine della griglia.

Analoghe considerazioni si possono fare per la determinazione del termine convettivo dell'accelerazione ($V/g * V / x$), ammettendo che V_2 è la velocità in direzione est e V_4 è la velocità nella direzione ovest per il generico elemento di griglia 251:

$$V_2 * (V_2 - V_4)_{251} / (g * x)$$

In sostanza, l'algoritmo solutore procede secondo i seguenti passi:

- Vengono determinati i valori medi geometrici, tra due elementi della griglia, di rugosità, pendenza e portata.
- Il battente d , utilizzato per il calcolo della velocità attraverso un elemento di confine della griglia, per il passo temporale successivo ($i+1$) è stimato dal passo precedente sulla base di una stima lineare (il battente medio tra due elementi).



$$d_x^{i+1} = d_x^i + d_{x+1}^i$$

- La prima stima della velocità è determinata utilizzando l'equazione dell'onda diffusiva; l'unica variabile ignota dell'equazione dell'onda diffusiva è la velocità.
- La portata Q che fluisce lungo la zona di confine è calcolata moltiplicando la velocità per il valore della sezione di flusso. Il deflusso overland viene corretto mediante un fattore riduzione della larghezza (WRFs).
- Vengono sommati i valori di portata relativi agli otto elementi di bordo per il passo temporale (a monte e a valle degli elementi channel):

$$\Delta Q_x^{i+1} = Q_n + Q_s + Q_w + Q_e + Q_{ne} + Q_{nw} + Q_{se} + Q_{sw}$$

Dove Q_x è dato dalla somma algebrica delle portate nelle 8 direzioni spaziali per il passo temporale t fra l'istante i e $i + 1$.

$$\Delta d_x^{i+1} = \Delta Q_x^{i+1} \cdot \Delta t / Area$$

- Viene effettuato il controllo della stabilità numerica. Se uno dei criteri di stabilità è superato, il tempo di simulazione viene reimpostato al valore precedente, viene ridotto l'incremento del tempo di calcolo, tutti i precedenti tempi computazionali vengono scartati e la velocità di calcolo inizia nuovamente.
- La simulazione progredisce fino a che le condizioni di stabilità non sono rispettate.

Per la gestione dell'output e generare le mappe dei battenti è stato utilizzato il post-processor MAPPER il quale permette di redigere mappe relative a velocità, battenti e rischio, istante per istante, oltre che l'involuppo delle stesse.

2.3 – Aree di indagine per la modellistica

Lo studio è stato suddiviso in due macroaree, morfologicamente differenti, ovvero: la parte Ex Comune di Lari, che contiene l'intero bacino dello Zannone e suoi affluenti, e la parte Ex Comune di Casciana Terme che è di natura



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com studiocroce@gmail.com

interamente collinare.

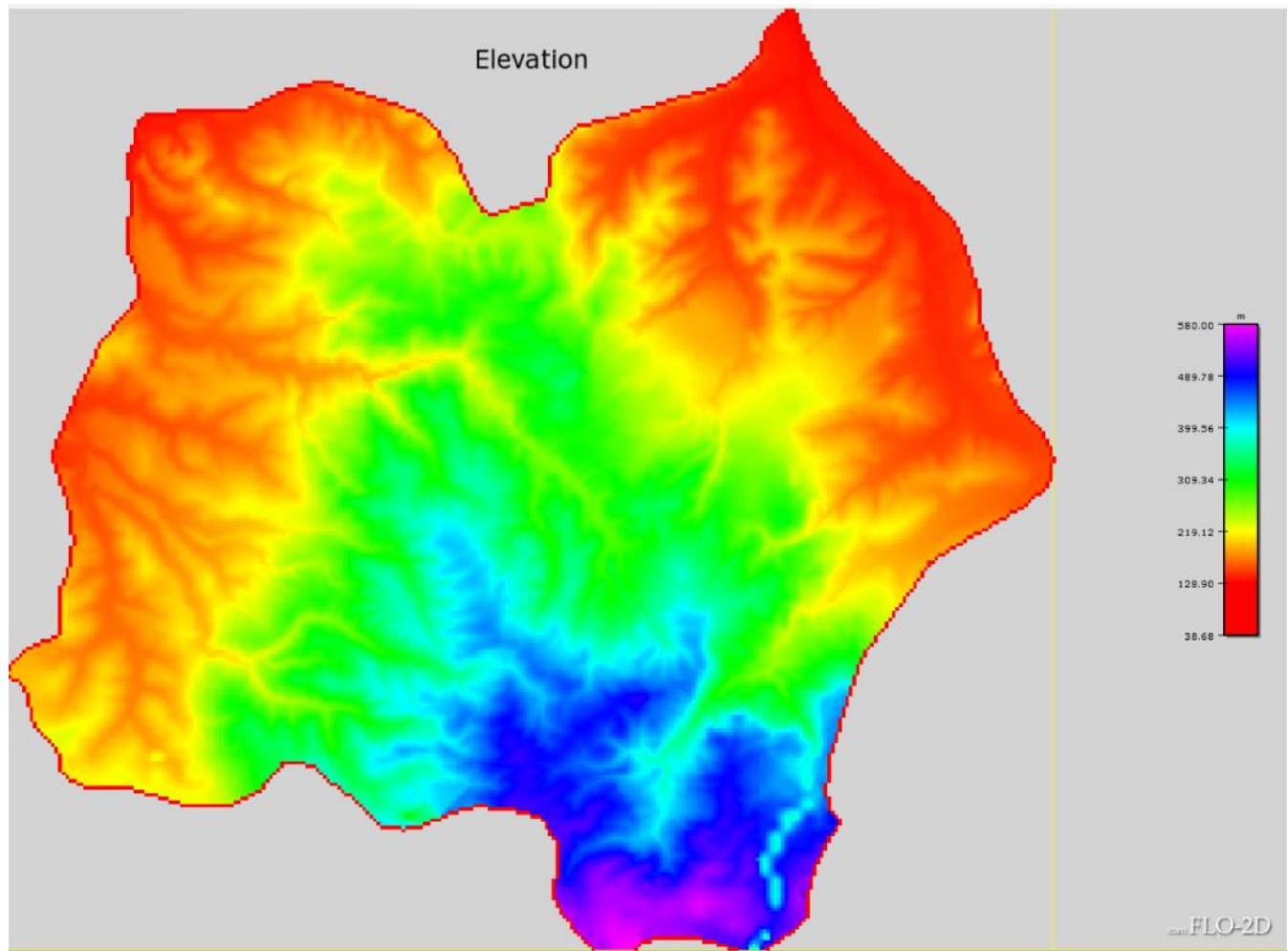


Fig. 2.3.1 - DTM flo2d - Bacino di Casciana Terme. (desunto dagli stralci Lidar).



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

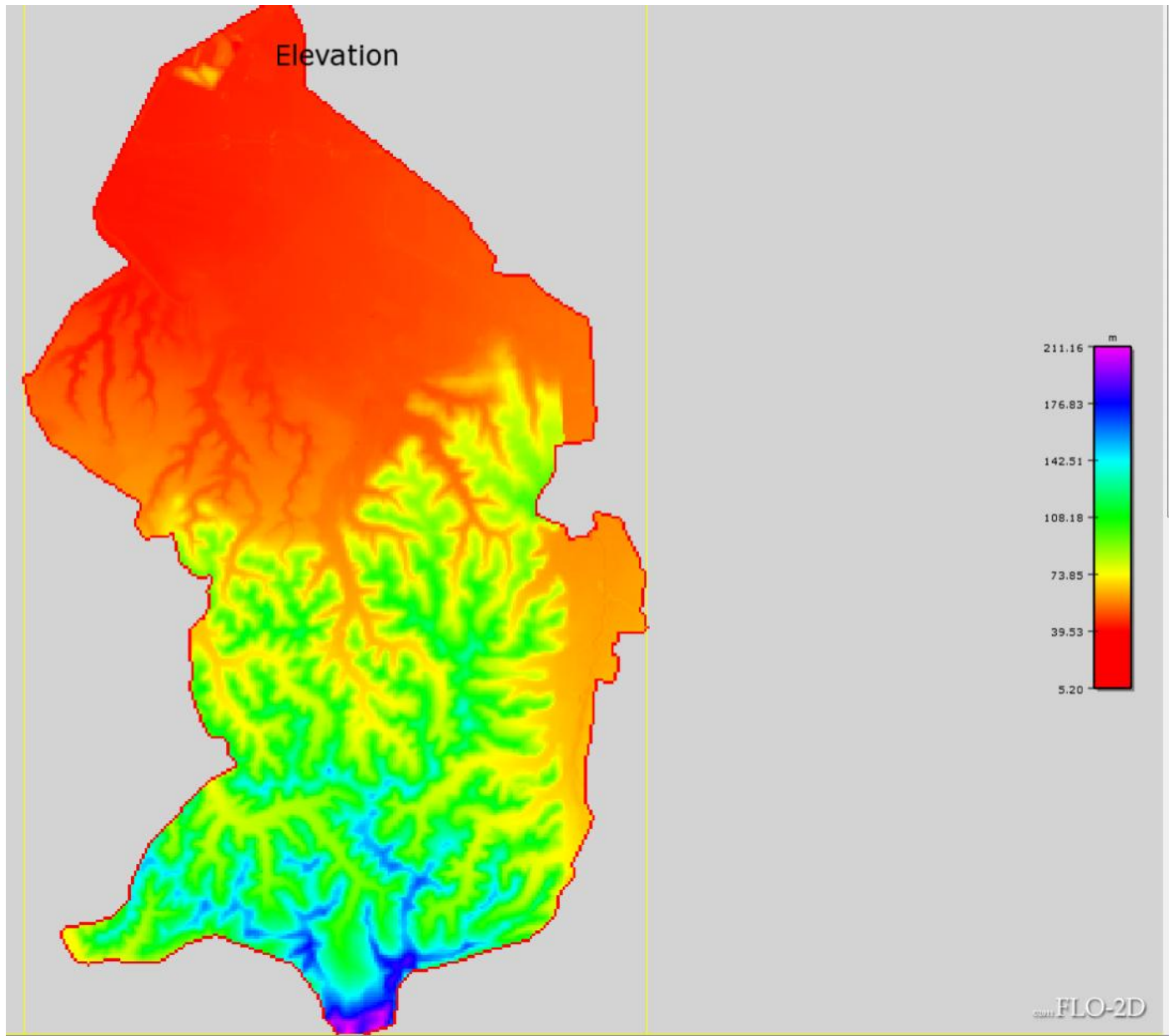


Fig. 2.3.2 - DTM flo2d - Bacino di Lari. (desunto dagli stralci Lidar)

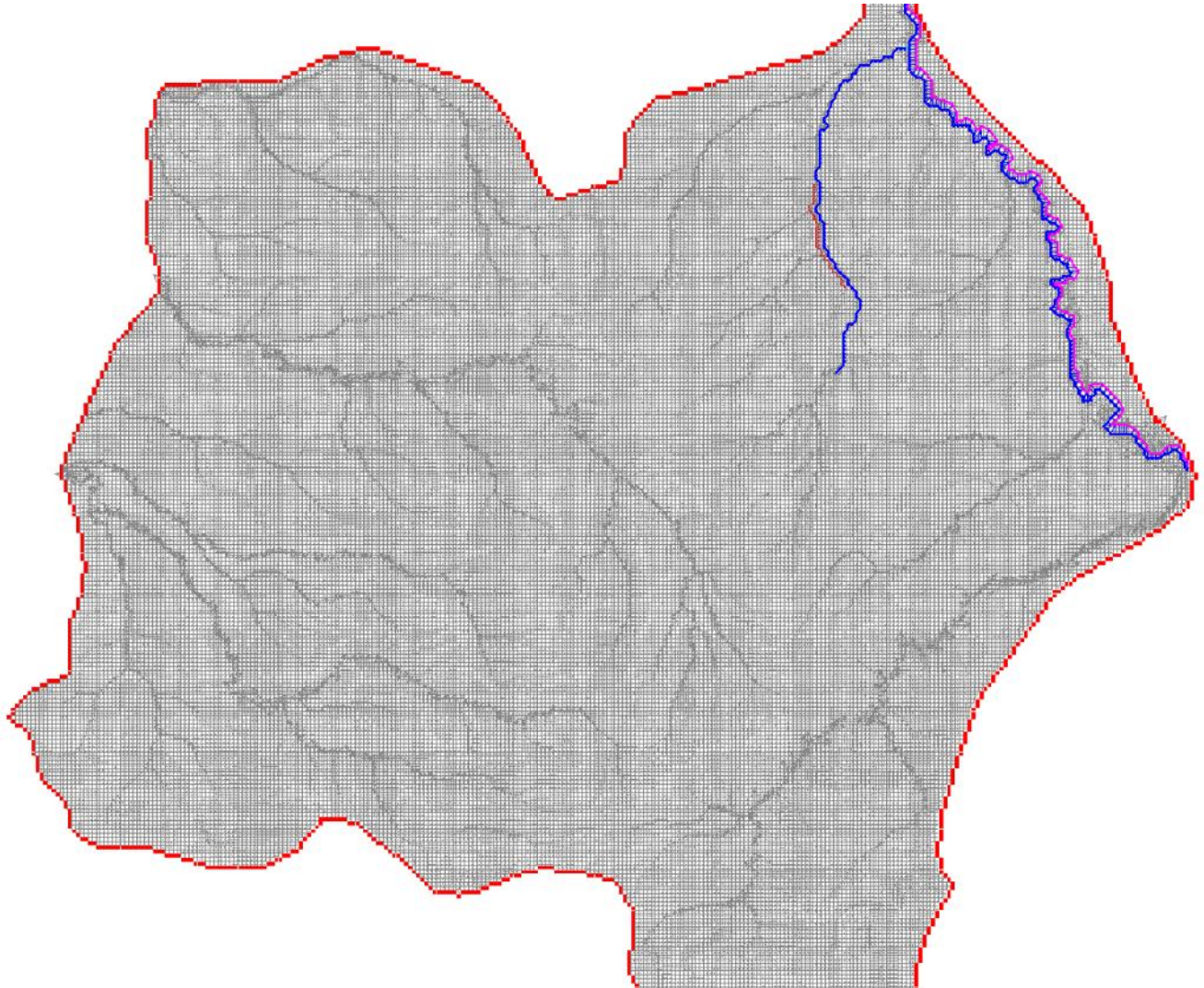


Fig. 2.3.3 - Modello FLO-2D Bacino di Casciana Terme: griglia di calcolo con indicate le direzioni dei flussi superficiali; in azzurro: il torrente Cascina e il fossa Caldana.

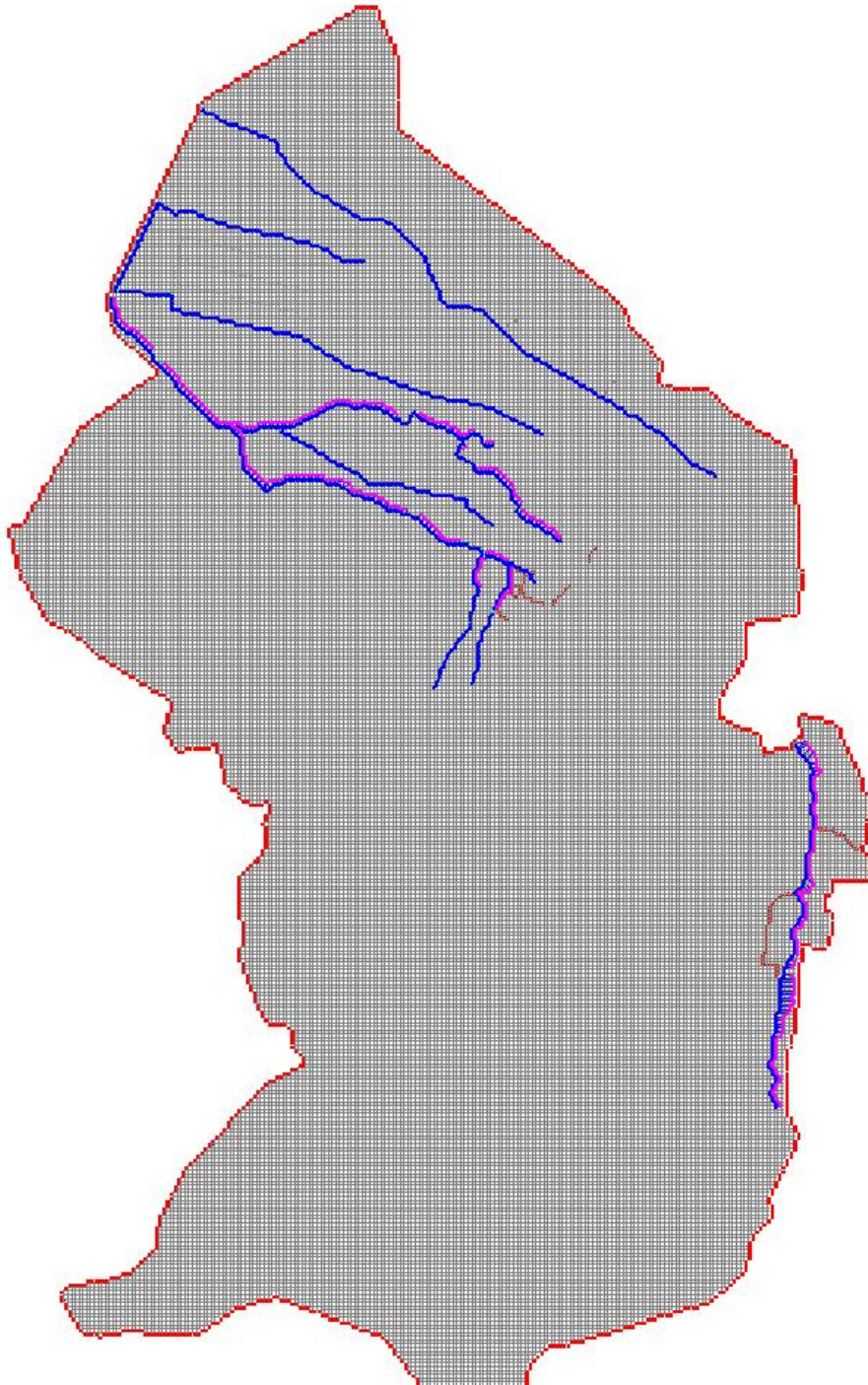


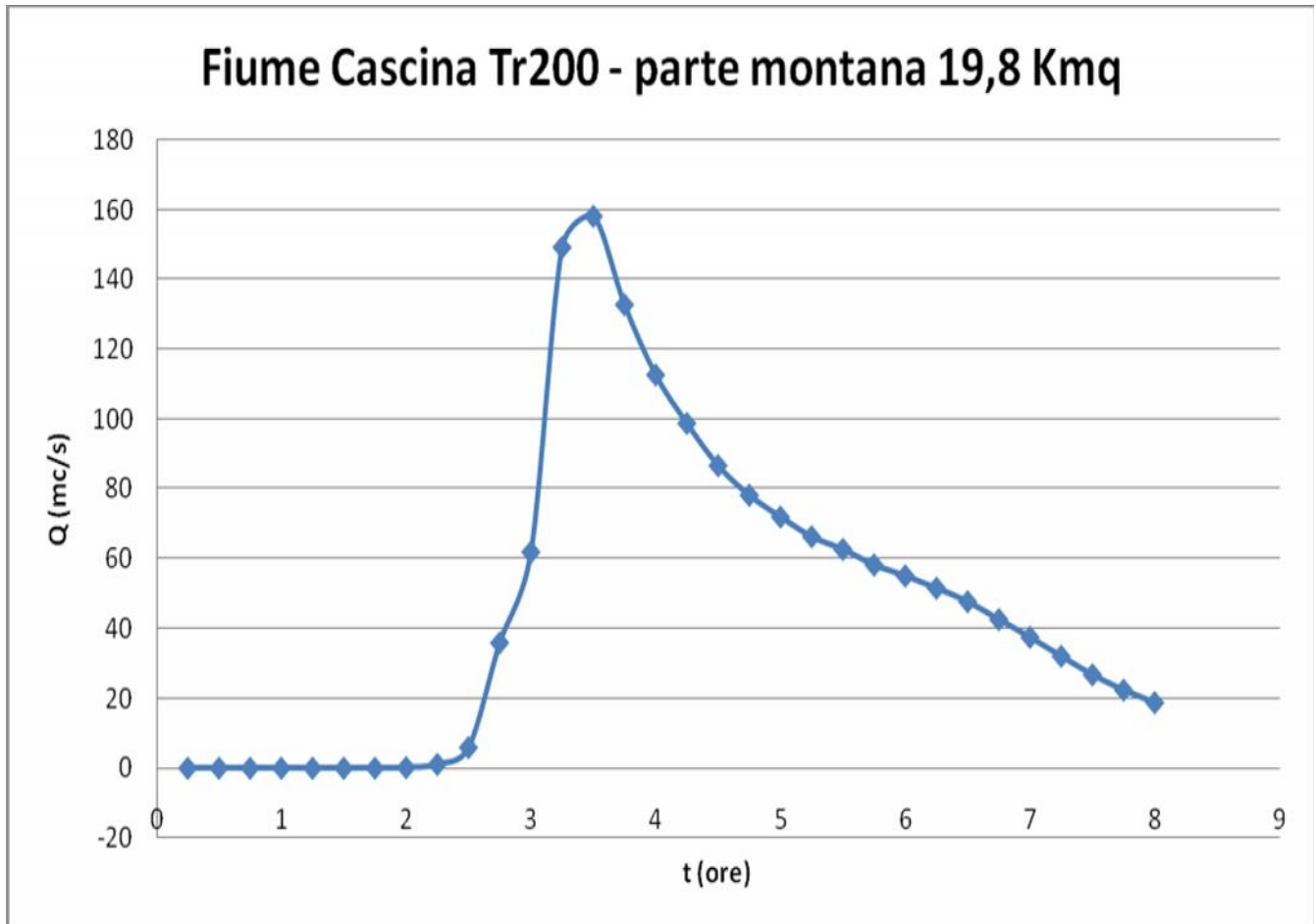
Fig. 2.3.4 - Modello FLO-2D Bacino di Lari: griglia di calcolo con indicati il torrente Cascina (con le Casse realizzate), lo Zannone, Zannoncino, Vallicorboli, Girotta, Fossa Nuova e gli altri corsi d'acqua della parte di pianura.



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com studiocroce@gmail.com

Nel modello del Bacino di Casciana Terme in input, oltre al pluviogramma di progetto, è stato inserito anche l'idrogramma della parte di monte del torrente Cascina, desunto da apposito modello idrologico:

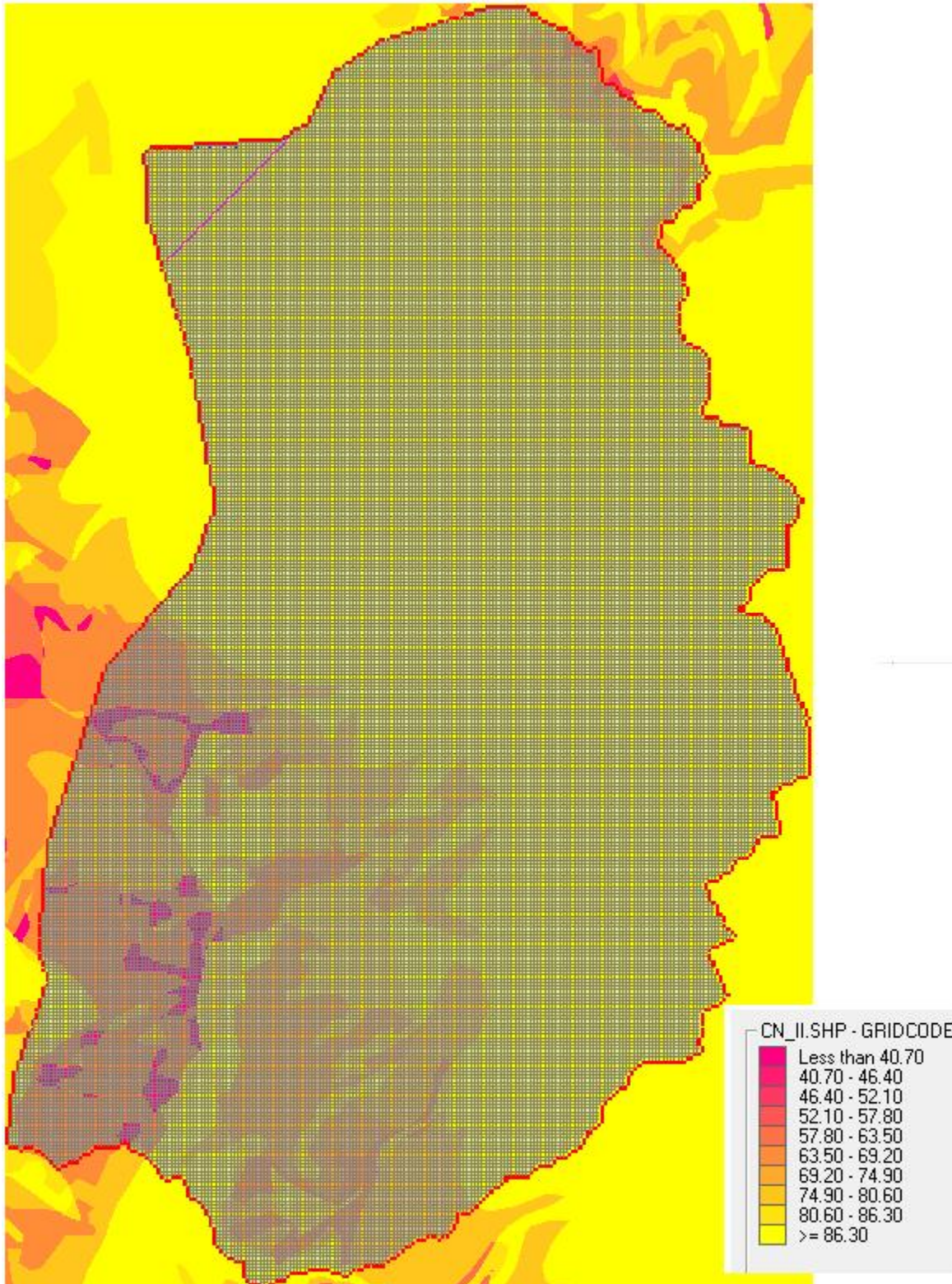




STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com



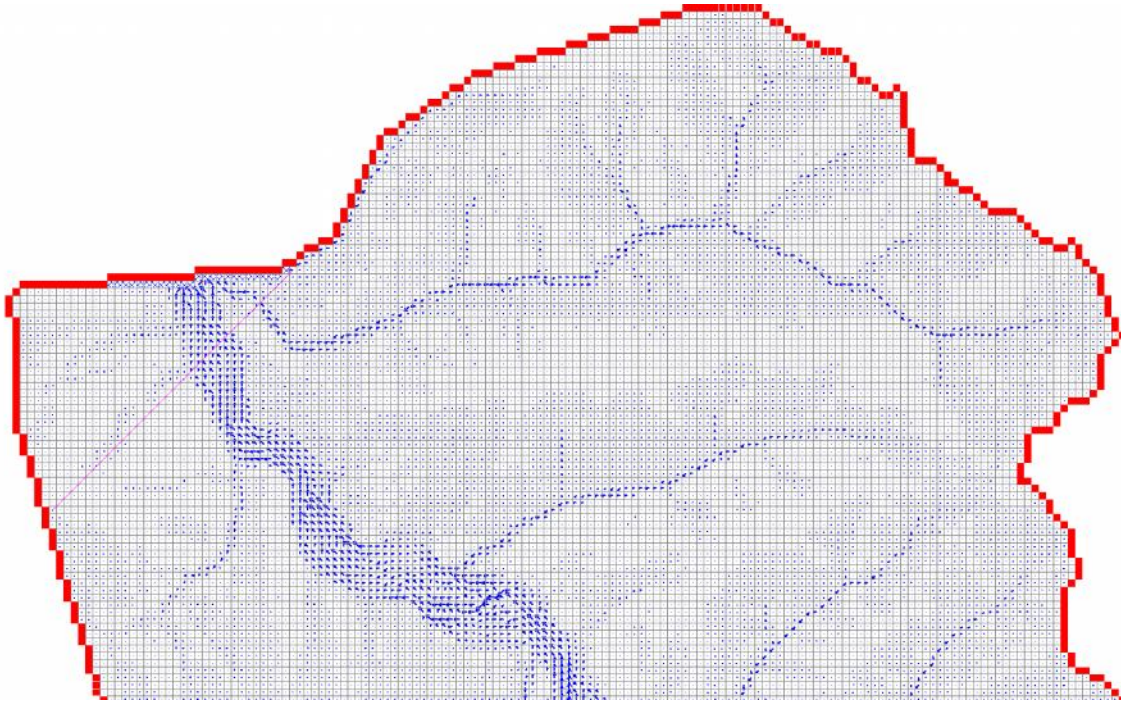


Fig. 2.3.5 – Bacino di monte del Cascina (20 Km²), CN e estratto dei flussi superficiali nella sezione di calcolo.

Per il torrente Cascina, gli idrogrammi nella sezione di chiusura della griglia di calcolo relativo al modello del Bacino di Casciana Terme sono stati utilizzati come input nella sezione iniziale della griglia di calcolo relativa al modello del Bacino di Lari.



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

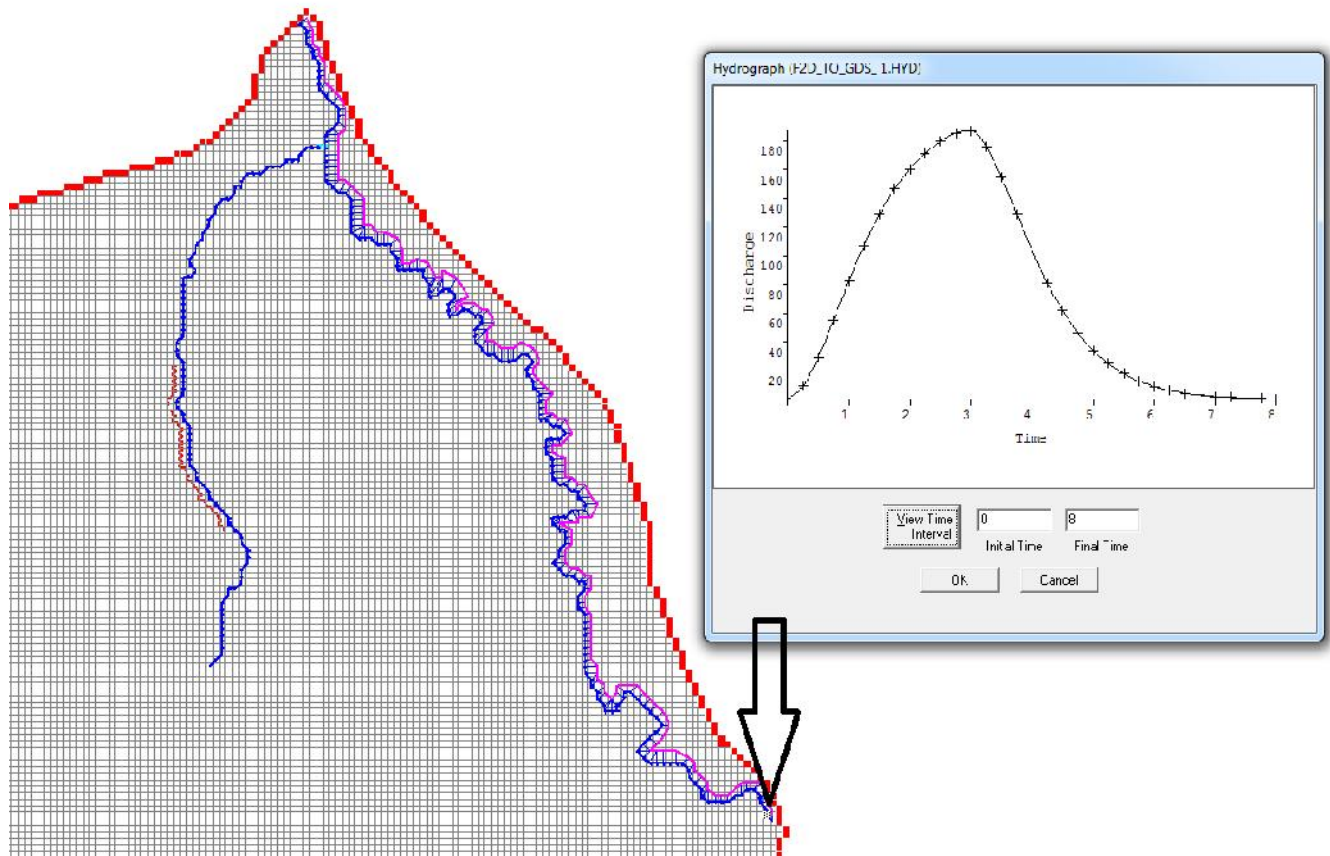


Fig. 2.3.6 - Stralcio del Modello Flo2D-CascianaTme. Idrogramma FLO2D in ingresso tr200. $Q_{max} = 187$ mc/s.

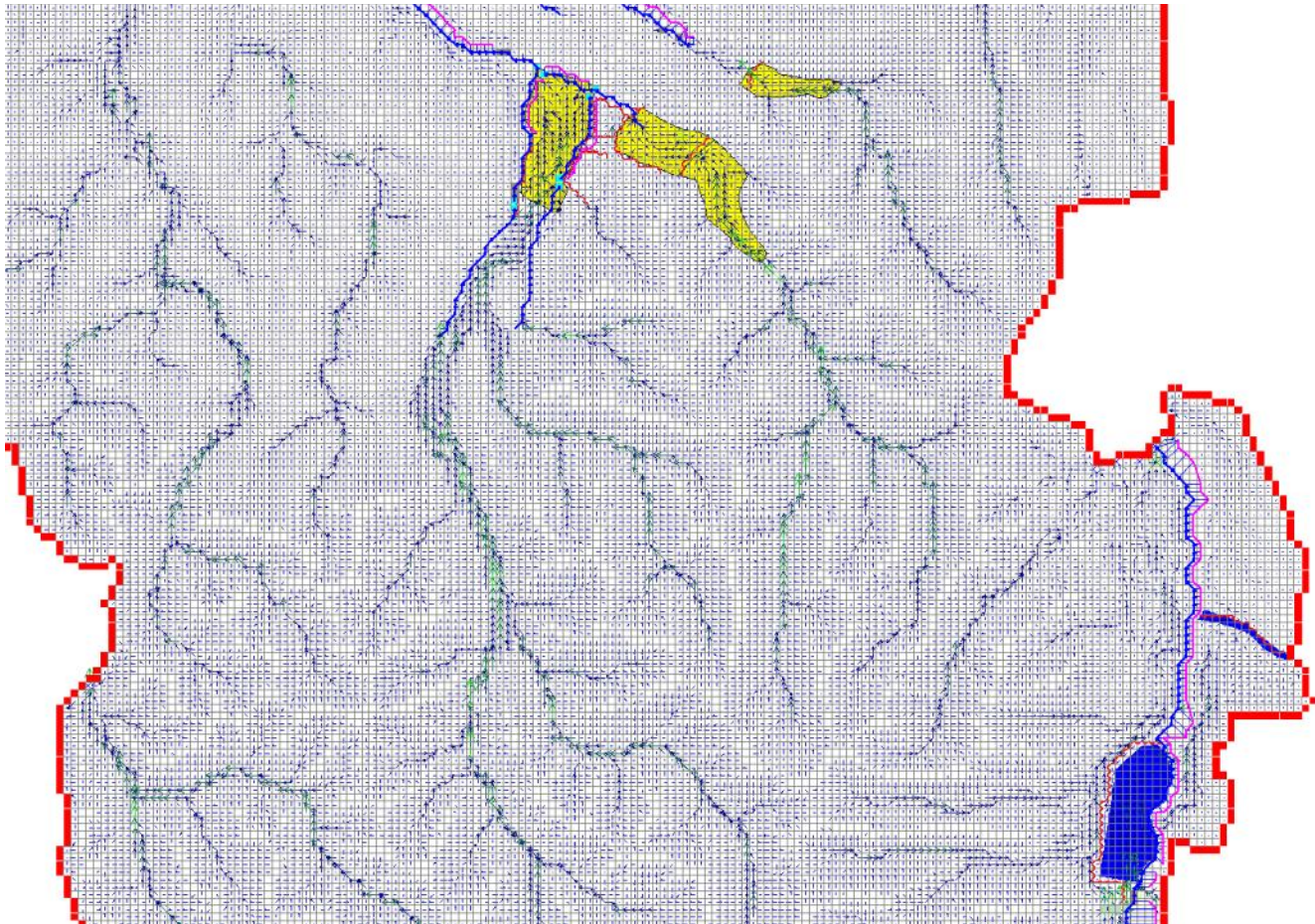


Fig. 2.3.7 - estratto del Modello FLO-2D - Bacino di Lari: griglia di calcolo con indicati il torrente Cascina, lo Zannone, Zannoncino, Vallicorboli, Girota (con le Casse realizzate) e i vettori di flusso.

2.4 – LSPP

Per quel che concerne i dati di pioggia si è fatto riferimento alle nuove curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di cui ai recenti studi della Regione Toscana da cui possono essere desunti i valori dei parametri a ed n della curva di possibilità pluviometrica per i vari tempi di ritorno.

Le piogge risultanti, utilizzate per il calcolo sono le seguenti:

	tr30	tr100	tr200
tp (ore)	mm	mm	mm
1	55.43	67.73	74.94
3	86.5	112.69	128.08

6	100.25	130.62	148.45
---	--------	--------	--------

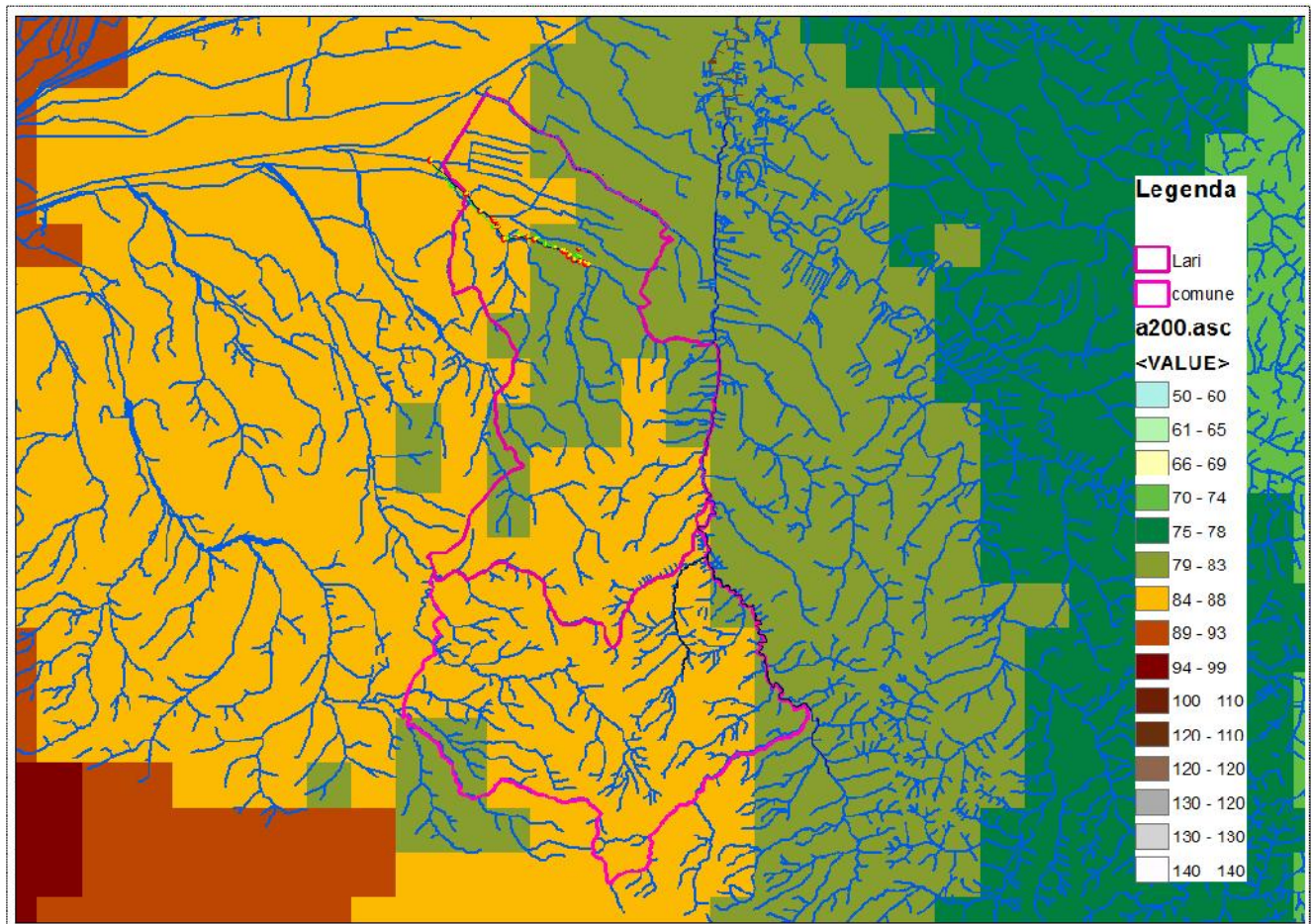


Fig. 2.4.1 - parameto a della LSPP duecentennale.

Per la determinazione dei deflussi superficiali si è utilizzato un modello matematico di formazione degli afflussi superficiali basato sull'impiego del metodo CN del Soil Conservation Service; tale procedura è stata applicata mediante l'impiego del codice di calcolo FLO-2D.

Il metodo CN (SCS CURVE NUMBER) che è basato sulle curve di precipitazione e perdita cumulate ed in cui in funzione del tipo di suolo, del suo uso e del grado di imbibizione dello stesso, calcola istante per istante il quantitativo di pioggia che va a produrre il deflusso, per i bacini di pianura.

CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI SECONDO S.C.S.

GRUPPO	DESCRIZIONE
--------	-------------



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla, ghiaie profonde molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

PARAMETRO CN

USO DEL SUOLO	CLASSIFICAZIONE SCS			
	A	B	C	D
Terreno coltivato				
Senza trattamenti di conservazione	72	81	88	91
Con interventi di conservazione	62	71	78	81
Terreno da pascolo				
Cattive condizioni	68	79	86	89
Buone condizioni	39	61	74	80
Praterie				
Buone condizioni	30	58	71	78
Terreni boscosi o forestati				
Terreno sottile sottobosco povero senza foglie	45	66	77	83
Sottobosco e copertura buoni	25	55	70	77
Spazi aperti, prati rasati, parchi				
Buone condizioni con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa	39	61	74	80
Condizioni normali con copertura erbosa intorno al 50%	49	69	79	84
Aree commerciali (impermeabilità 85%)	89	92	94	95
Distretti industriali (impermeabilità 72%)	81	88	91	93
Aree residenziali				
impermeabilità media 65%	77	85	90	92
38%	61	75	83	87
30%	57	72	81	86
25%	54	70	80	85
20%	51	68	79	84
Parcheggi impermeabilizzati, tetti	98	98	98	98
Strade				
Pavimentate, con cordoli e fognature	98	98	98	98
Inghiaiate o selciate con buche	76	85	89	91
In terra battuta (non asfaltate)	72	82	87	89

Si sono assunti i CN della Regione Toscana, mediamente variabili da 75 ad 80 considerando che trattasi di terreni a media potenzialità di deflusso.

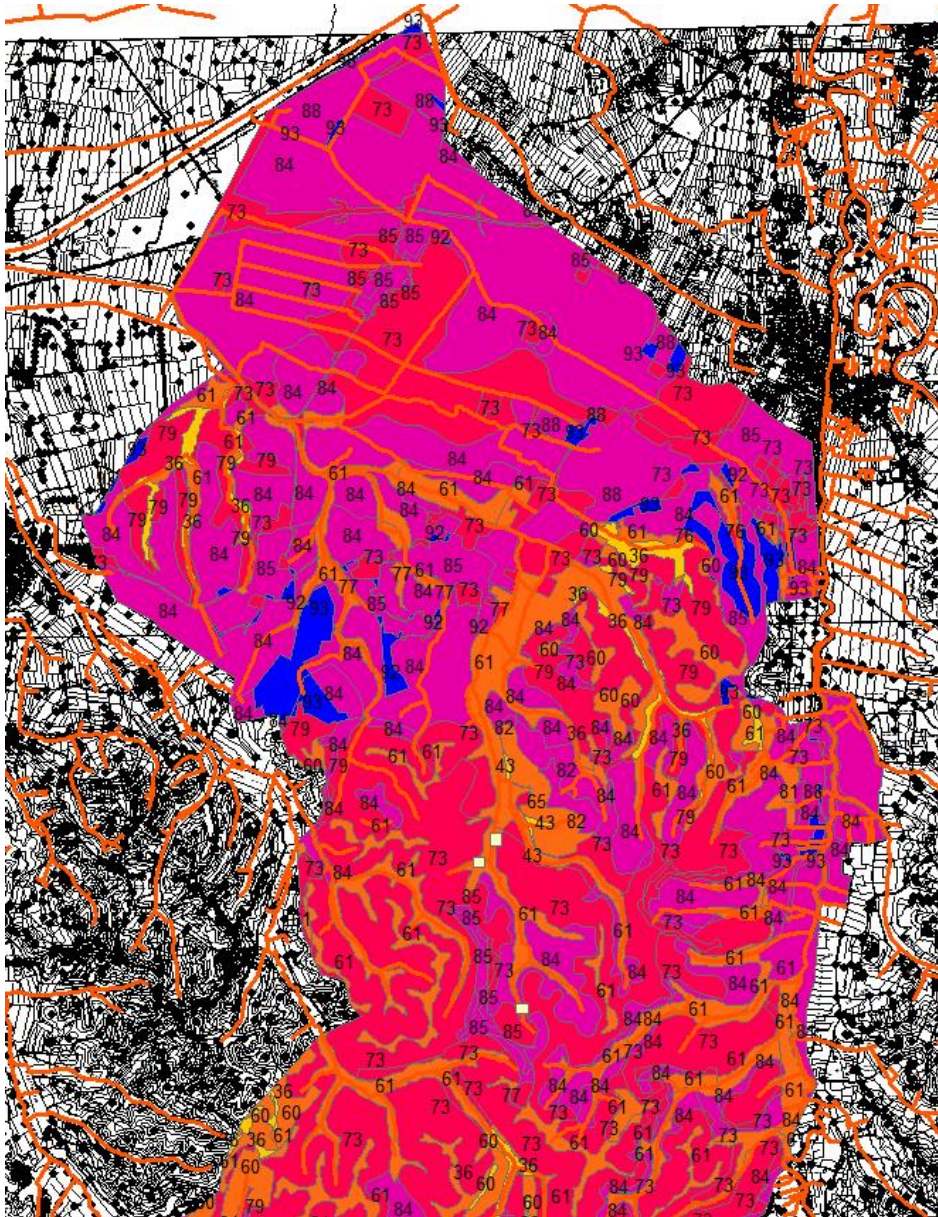


Fig. 2.4.2 - Estratto Mappa dei CN.

Scabrezze: sono stati assunti i valori dei precedenti studi per quel che concerne i corsi d'acqua, mentre per le aree inondabili valori variabili in funzione dell'uso del suolo.

3. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Le simulazioni effettuate con il FLO-2D, per ottenere le mappe dei battenti e delle velocità sono state effettuate inserendo sui corsi d'acqua principali le sezioni ricavate da rilievi o da Lidar come si evince dalla figura 3.

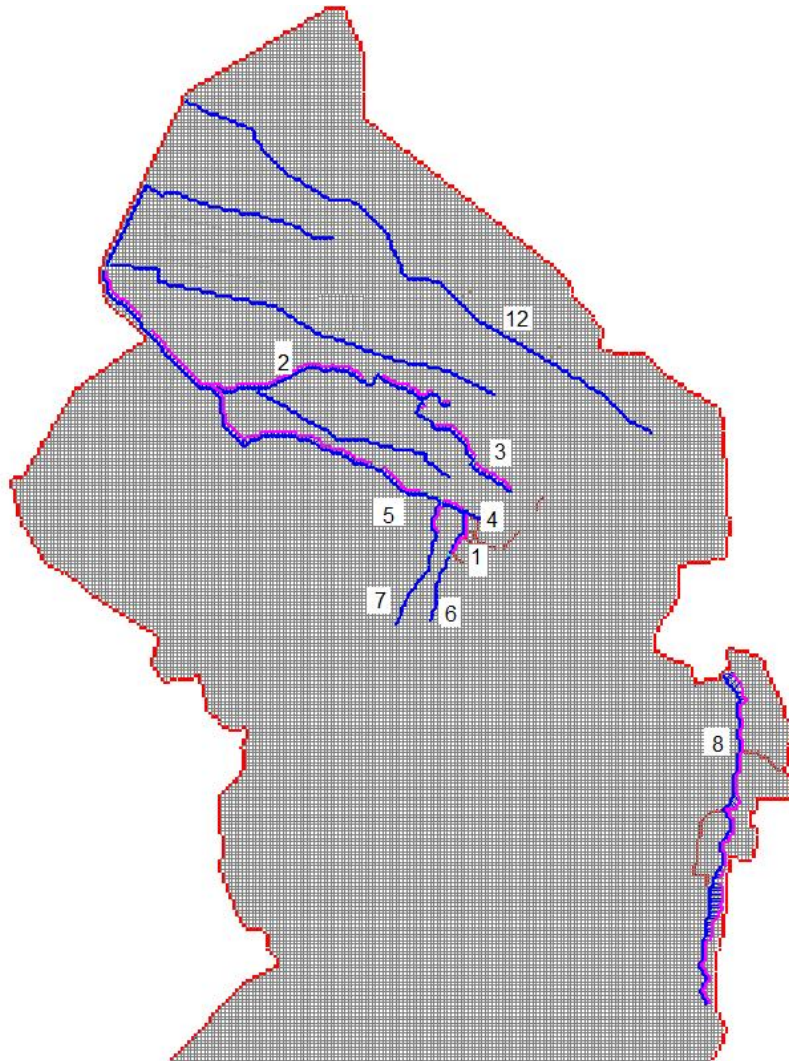


Fig. 3- Numerazione dei corsi d'acqua simulati con le sezioni ottenute da rilievi o Lidar:

3.1.-Torrente Cascina

Lo studio del torrente Cascina è stato condotto con lo scopo precipuo di trovare le condizioni al contorno per il reticolo minore, soprattutto nelle aree collinari, a sud, laddove il fiume non è pensile.



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

Solo uno studio complessivo del Cascina, che dovrà coinvolgere anche i comuni limitrofi, potrà essere sottoposto all'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale per le eventuali deperimetrazioni delle aree contermini.

Lo studio attuale del Cascina è stato condotto con il Flo-2D su tutto il bacino

Le sezioni sono quelle fornite dalla Provincia di Pisa. Rispetto al precedente studio (PS di Ponsacco e di Lari) effettuato dagli scriventi, vi sono aree di stagnazione delle acque in sinistra idraulica del fiume Cascina, dovute al versante prospiciente al corso d'acqua e agli affluenti che non possono scaricare liberamente a gravità nel fiume stesso attraverso le cateratte arginali e tutto ciò è messo in evidenza dall'andamento dei flussi superficiali, nonostante che il fiume sia in sicurezza rispetto alla duecentennale (in coerenza con il precedente studio) nel tratto a valle delle Casse di espansione di loc. Capannina; trattasi comunque di battenti idrici modesti a parte qualche fenomeno locale.

Naturalmente i modelli generati con diverse metodologie di calcolo (HEC-RAS e Flo2D) sono stati confrontati e dal confronto fra i due profili idraulici si evince la congruenza tra i due modelli e l'assenza di fenomeni di esondazione del Cascina per sormonto nel tratto a valle della cassa.

Dalle simulazione si evince che le aree allagate in Loc. La Capannina sono dovute agli affluenti del fiume Cascina che non possono recapitare liberamente a causa del rigurgito del fiume stesso.

In ogni caso, come concordato con l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, in data 13 febbraio 2018, viene concordato di mantenere per il T. Cascina l'attuale perimetrazione (su base storico-inventariale) e di definire, ove strettamente necessario (vd. Zona industriale La Capannina), un battente convenzionale.

Il battente idraulico sarà in quell'area definito dall'involuppo delle esondazioni derivanti dal reticolo secondario e, comunque, non inferiore a 30 cm.

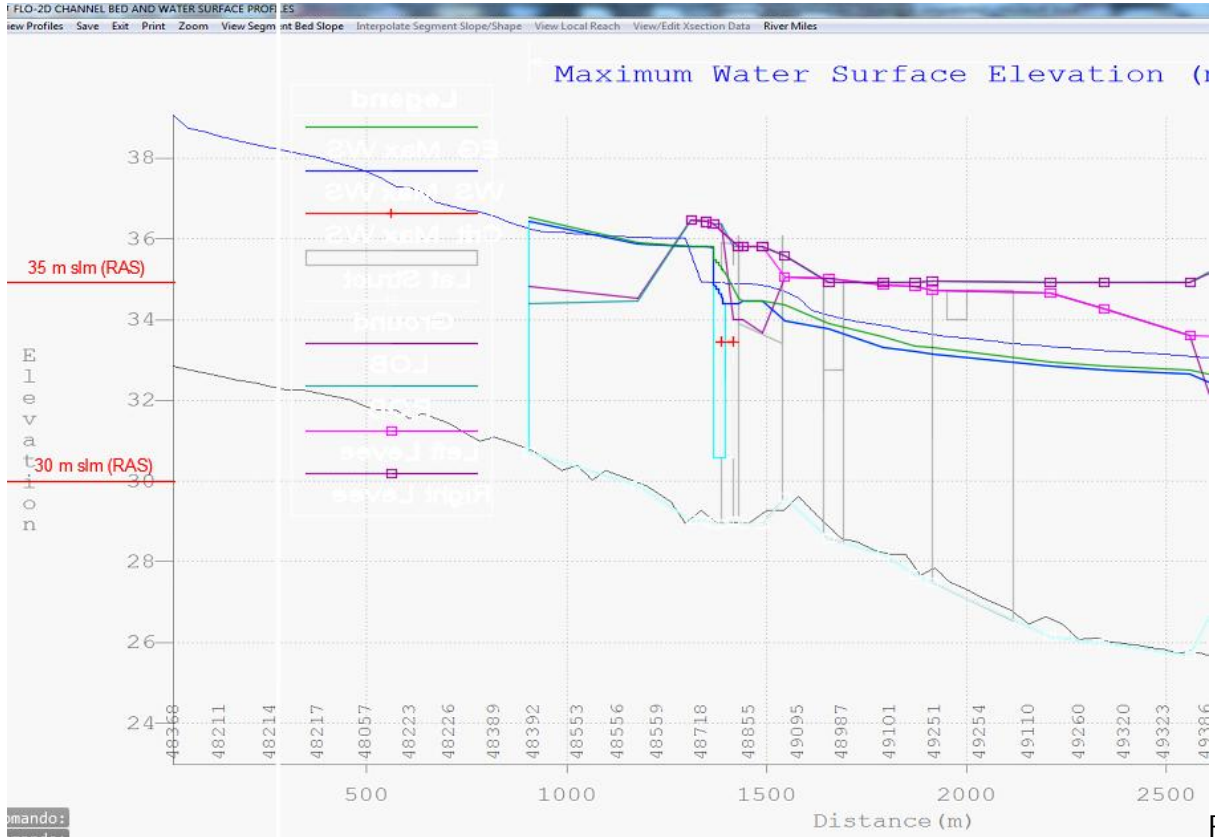


Fig. 3.1.1

Profilo idraulico FLO2d sovrapposto a quello HEC-RAS.



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

Hydraulic Structures

Hydraulic System Structures

Structure Name	Char/F P Pair	Facing Table	Inlet Node	Outlet Node	Tail Water Elev.	Fe. Elev.	Culv. Len.	Culv. Diam.
1								
2	blarataCascina	C	T	487.7	487.8	0	0	0
3	122.5	C	T	27182	27183	1	0	14
4	8E-5	C	T	26670	26538	1	0	0
5	4E-5	C	T	7458	7201	1	0	0
6	41-5	C	T	7204	7205	1	0	45
7	Grotta	C	T	7735	7208	1	0	14
8	GrottaPovle	C	T	34078	33499	1	0	3

Discharge-Headwater Relationships

Generalized Culvert Equations

Structure Facing Table

Depth	Discharge	Area Table
1	n	
2	4.7	100
3	5.56	150
4	6.32	200

Storm Drain Capacity

Drain Outlet Cell	Q Capacity

Inserimento ponti e opere idrauliche nel FLO2D

Nel seguito vengono riportati alcuni degli stralci del modello FLO2D del fiume Cascina con i flussi idrici superficiali calcolati dal modello stesso; si notano gli sfiori sopra le soglie delle casse di espansione (Fig. 3.1.2 e 3.1.3):

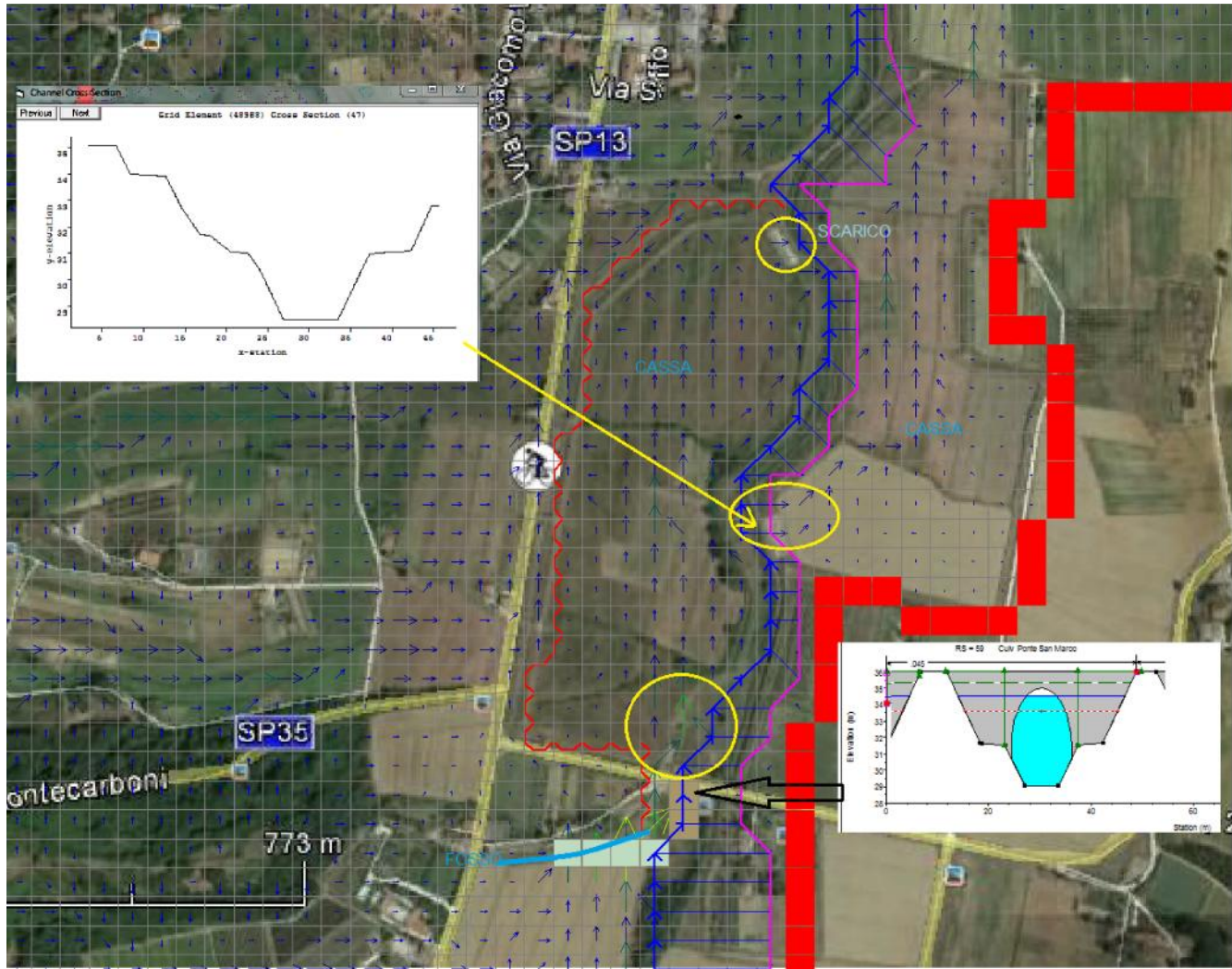


Fig. 3.1.2 - Stralcio sud del modello FLO2D del Fiume Cascina

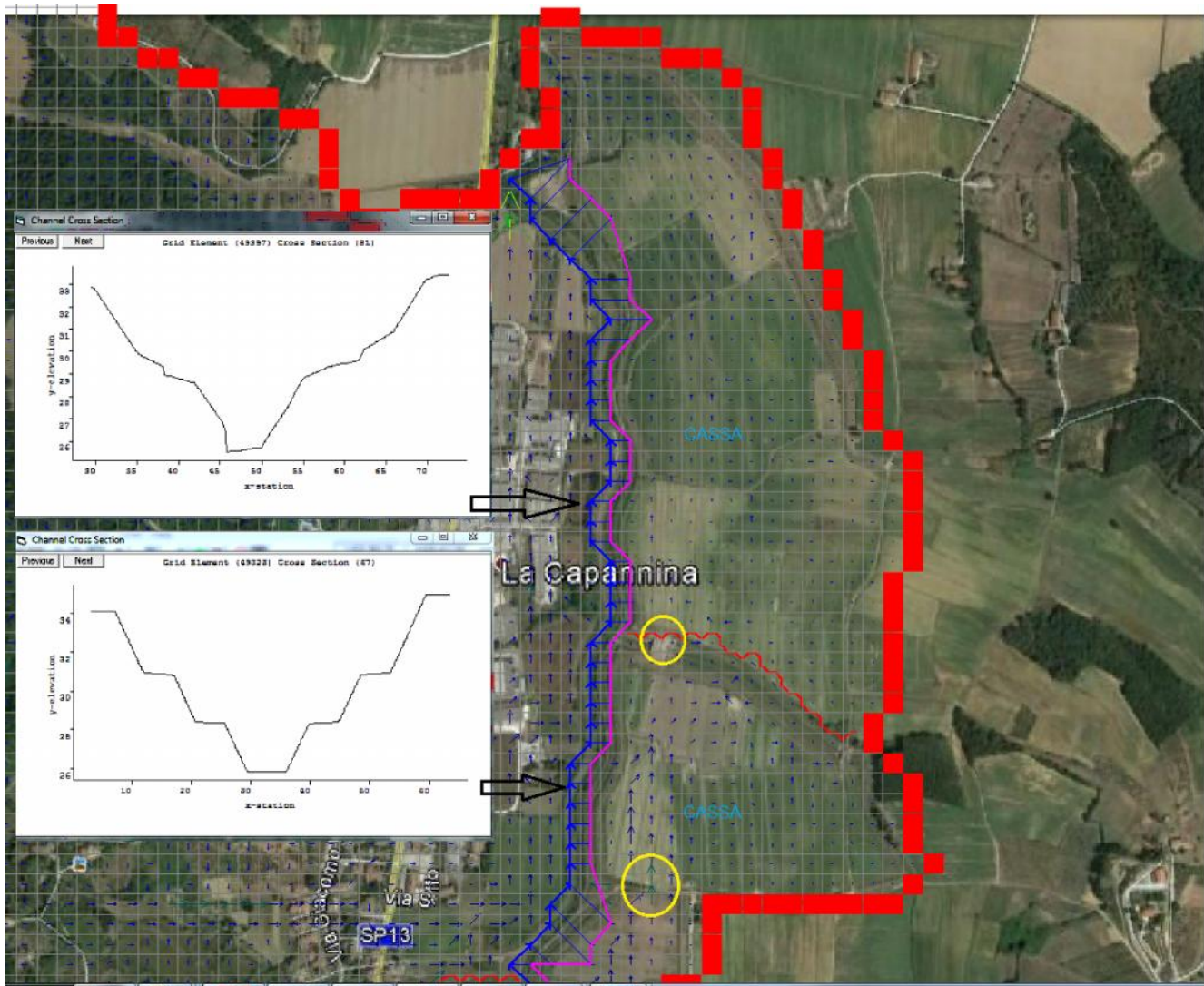


Fig. 3.1.3 - Stralcio nord del modello FLO2D del Fiume Cascina; in evidenza alcune sezioni idrauliche.

3.2.-Fosso Zannone e Affluenti

Il bacino è interamente contenuto nella griglia di calcolo, pertanto il modello è di tipo idrologico-idraulico completo che riproduce sia la formazione dei deflussi e le perdite di bacino sia la loro propagazione dentro e fuori alveo; trattasi quindi di un vero e proprio modello a parametri distribuiti a partire dai dati delle LSPP (tav 1) e dai valori del CN (fig. 2.4.2) riportati nella cartografia regionale.



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com studiocroce@gmail.com

Sono valori relativi a condizioni di AMCII dato che dette piogge desunte dalle LSPP regionali sono corrispondenti ai massimi parametri a ed n in ogni cella di calcolo; pertanto la scelta progettuale si è orientata verso una condizione di umidità media del terreno altrimenti la sollecitazione idrologica avrebbe avuto tempi di ritorno maggiori di quelli di progetto.

In ogni caso si riportano di seguito le portate idrologiche, calcolate dal FLO2D, nelle sezioni a monte delle Casse sia per il Fosso Zannone che per i suoi principali affluenti Vallicorboli e Zannoncino:

THE MAXIMUM DISCHARGE FROM CROSS SECTION 1 (Zannoncino+Vallicorboli) IS: 48.03 CMS AT TIME: 2.01 HOURS

THE TOTAL VOLUME OF DISCHARGE IS: 0.00 CM

HYDROGRAPH AND AVERAGE FLOODPLAIN HYDRAULICS FOR CROSS SECTION NO: 1

TIME (HRS)	TOPWID (M)	DEPTH (M)	VELOCITY (MPS)	DISCHARGE (CMS)
0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.25	924.00	0.02	0.23	3.33
1.50	891.00	0.04	0.45	16.45
1.75	825.00	0.07	0.53	32.08
2.00	825.00	0.12	0.42	40.62
2.25	495.00	0.13	0.65	40.47
2.50	462.00	0.11	0.63	31.66
2.75	495.00	0.09	0.53	23.73
3.00	363.00	0.07	0.69	18.24
3.25	231.00	0.06	1.01	13.14
3.50	231.00	0.05	0.88	9.37
3.75	198.00	0.04	0.91	7.09
4.00	198.00	0.03	0.84	5.50
4.25	198.00	0.03	0.76	4.28
4.50	198.00	0.02	0.66	3.22
4.75	165.00	0.02	0.68	2.39
5.00	165.00	0.02	0.57	1.76

THE MAXIMUM DISCHARGE FROM CROSS SECTION 2 (Zannone - asta di monte) IS: 54.41 CMS AT TIME: 2.25 HOURS

THE TOTAL VOLUME OF DISCHARGE IS: 0.00 CM



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

HYDROGRAPH AND AVERAGE FLOODPLAIN HYDRAULICS FOR CROSS SECTION NO: 2

TIME (HRS)	TOPWID (M)	DEPTH (M)	VELOCITY (MPS)	DISCHARGE (CMS)
0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.25	363.00	0.02	0.03	0.23
1.50	363.00	0.04	0.09	1.37
1.75	330.00	0.07	0.23	5.27
2.00	330.00	0.15	0.52	25.24
2.25	297.00	0.22	0.82	54.35
2.50	264.00	0.22	0.78	45.32
2.75	231.00	0.17	0.86	34.71
3.00	231.00	0.17	0.70	26.78
3.25	198.00	0.20	0.51	20.46
3.50	198.00	0.18	0.45	15.71
3.75	198.00	0.15	0.41	12.52
4.00	198.00	0.13	0.38	9.94
4.25	198.00	0.12	0.34	7.88
4.50	165.00	0.12	0.31	6.15
4.75	132.00	0.11	0.35	4.97
5.00	165.00	0.10	0.25	4.16

Per l'asta principale dello Zannone si avrebbe quindi la somma algebrica, istante per istante, delle suddette portate, ottenendo un picco di piena di 102 mc/s all'istante 2,25 ore. Ovviamente tali portate vengono fortemente laminate dalle casse di espansione, altrimenti si avrebbero grosse esondazioni nel tratto vallivo dello Zannone stesso che invece può contenere al massimo portate di 25-30 mc/s.

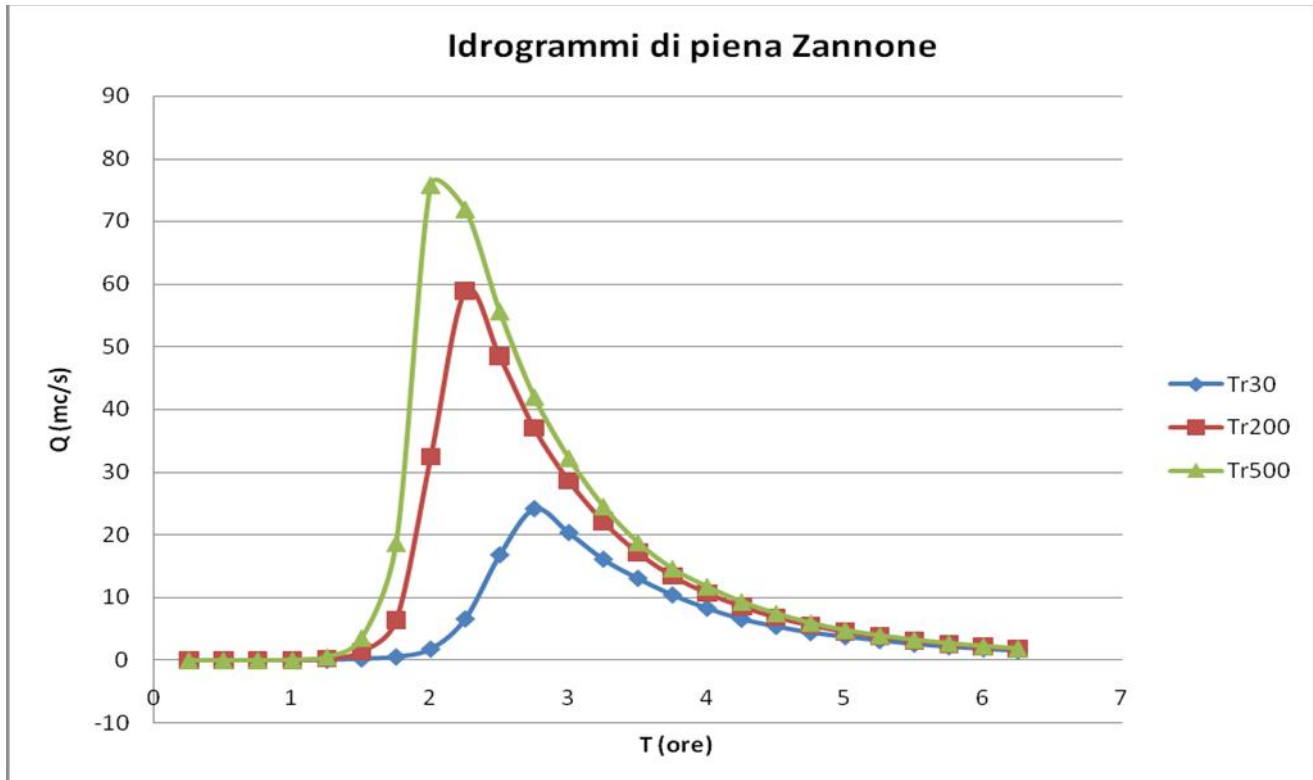
Come si vede le massime portate ottenute sono ampiamente superiori a quelle del precedente studio e superiori anche a quelle utilizzate nello studio di Collesalveti.

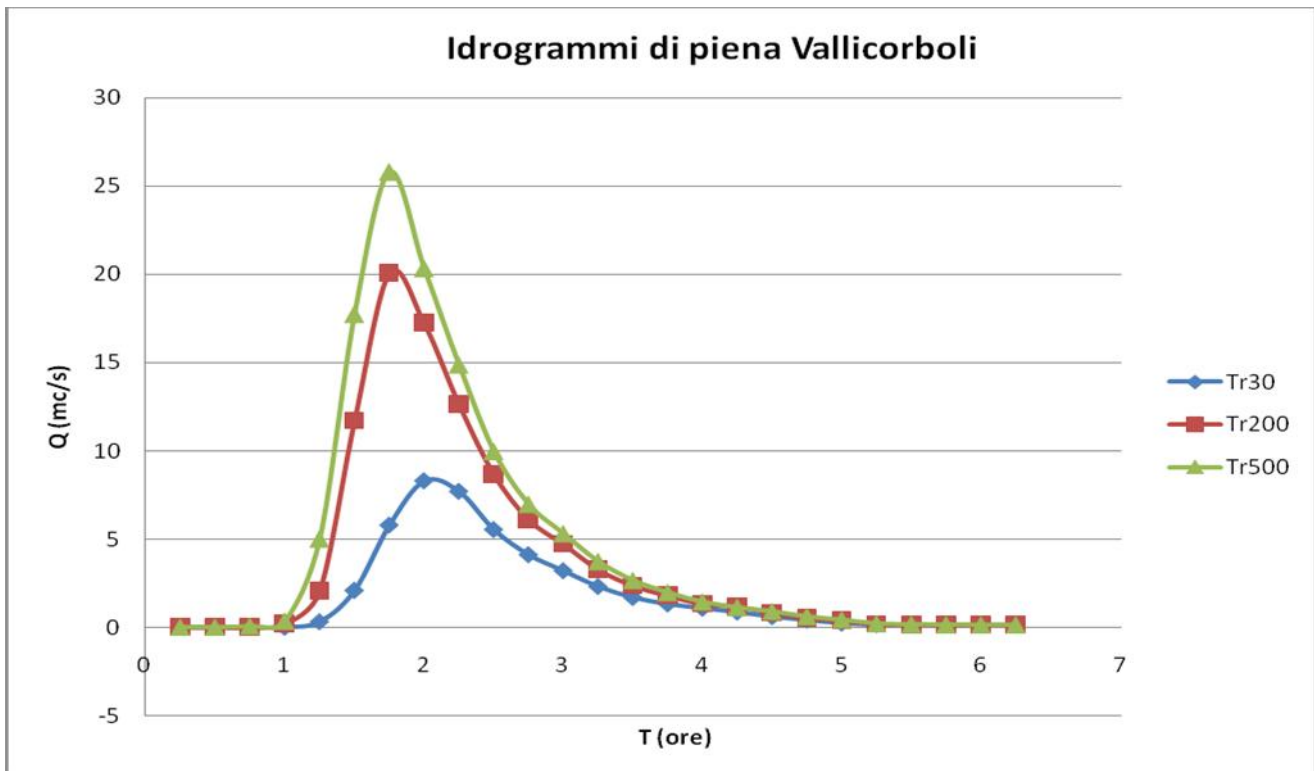
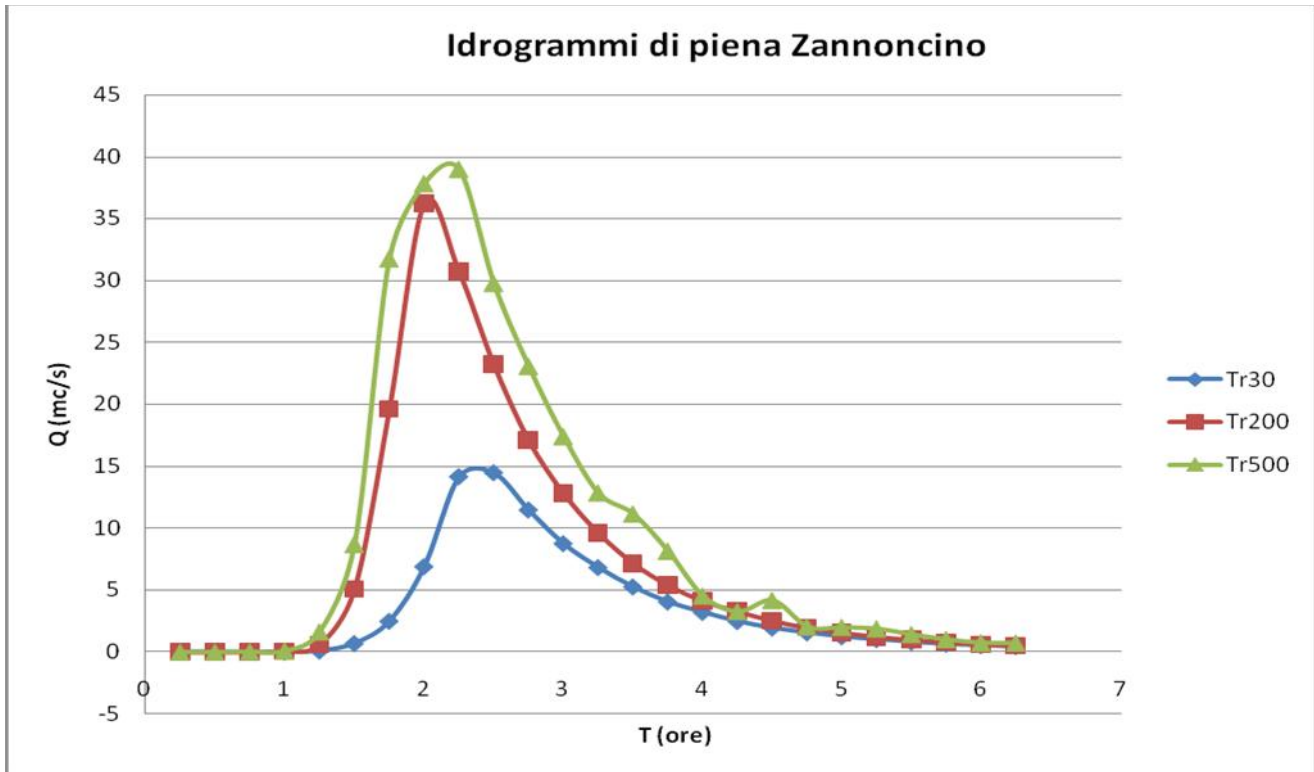


STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com studiocroce@gmail.com

Idrogrammi di piena:



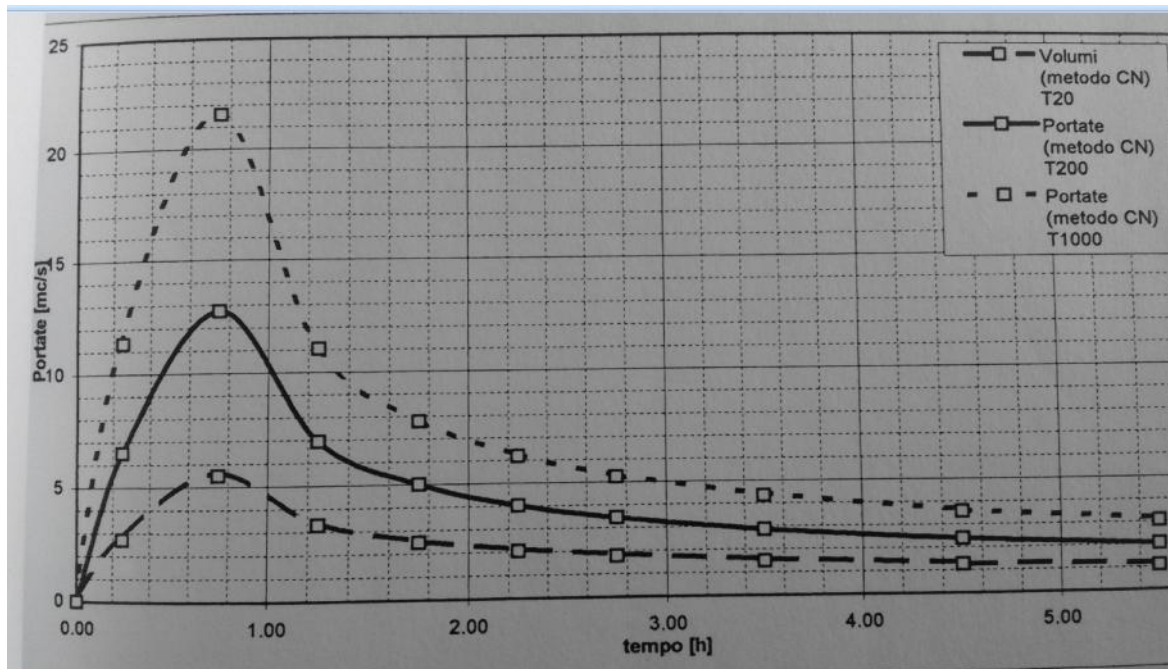




STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com studiocroce@gmail.com

Dette portate sono ben superiori a quelle dello studio 2009 e superiori a quelle utilizzate per il progetto delle Casse di espansione (1998) i cui idrogrammi sono:



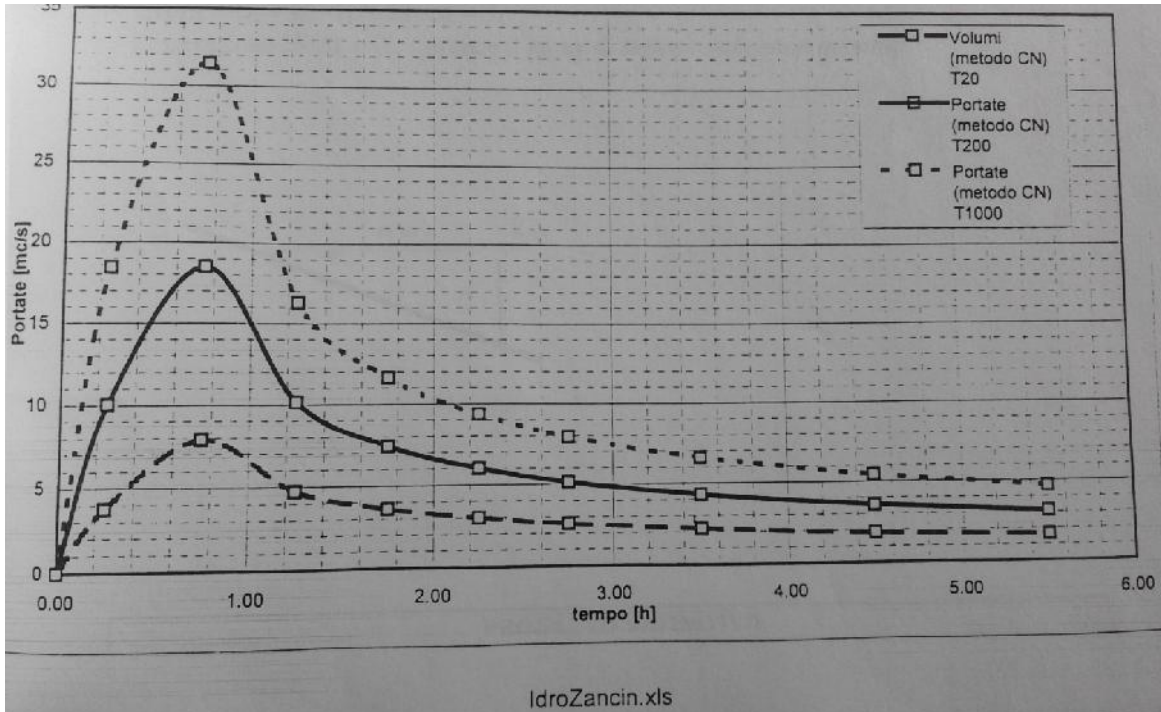
Fosso Vallicorboli - Portata di picco di 13 mc/s contro i 17,9 del presente studio.



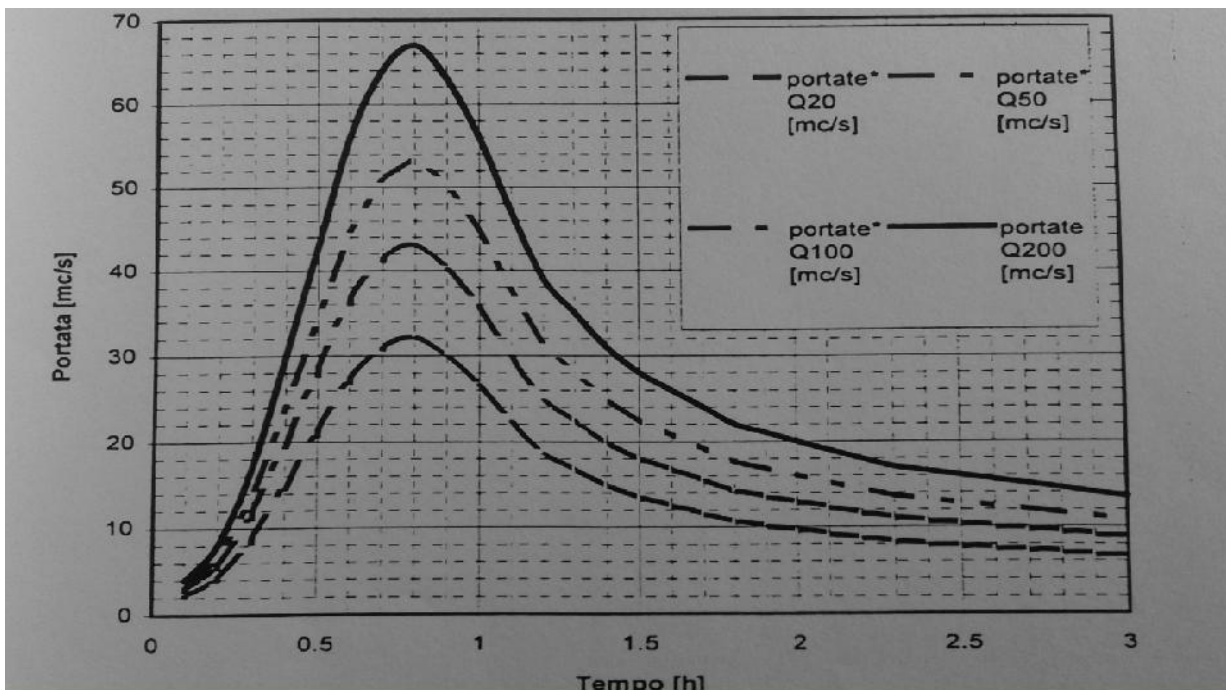
STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com



Fosso Zannoncino - Portata di picco di 18 mc/s contro i 28,5 del presente studio.



Fosso Zannone - Portata di picco di 67 mc/s contro i 94 del presente studio.

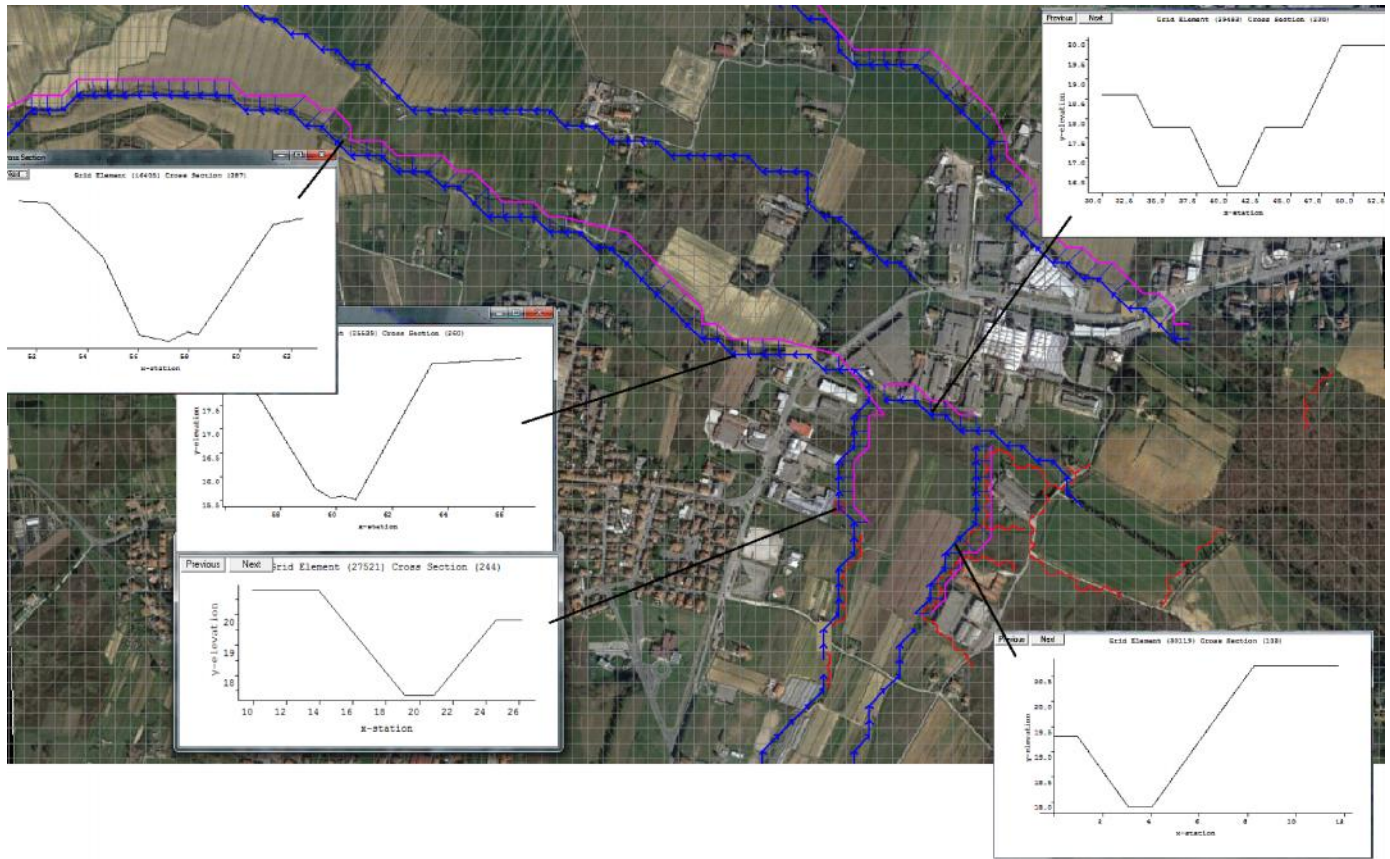


STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

Nelle figure che seguono sono riportati dei dettagli del modello idraulico utilizzato e alcune sezioni che sono comunque riportate negli allegati digitali:



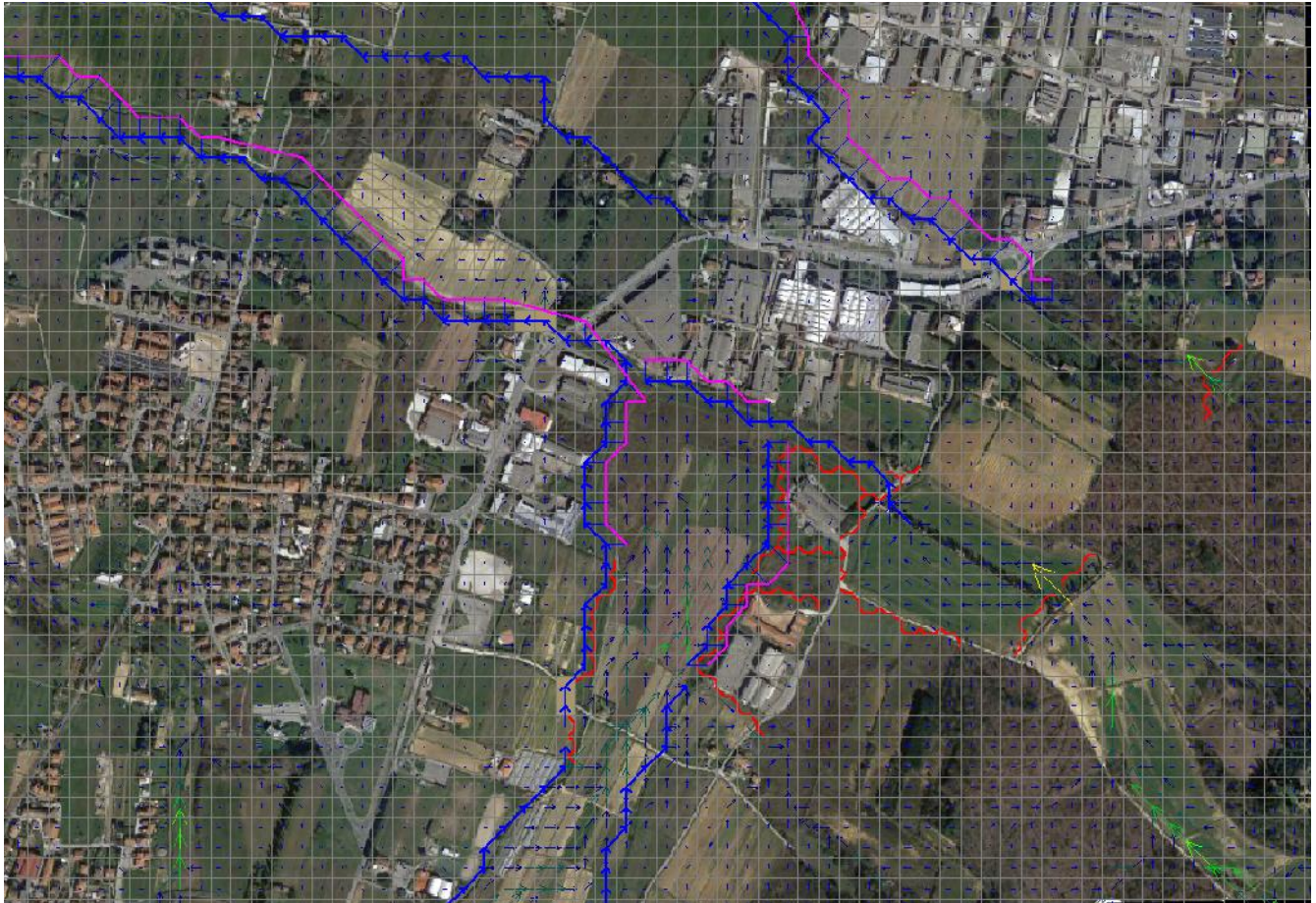


Fig. 3.2.1 - Stralcio del Modello Flo2D-Lari Fosso Zannone/Zannoncino/Vallicorboli e indicazione di alcune sezioni. Flussi idrici e Casse di espansione.



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

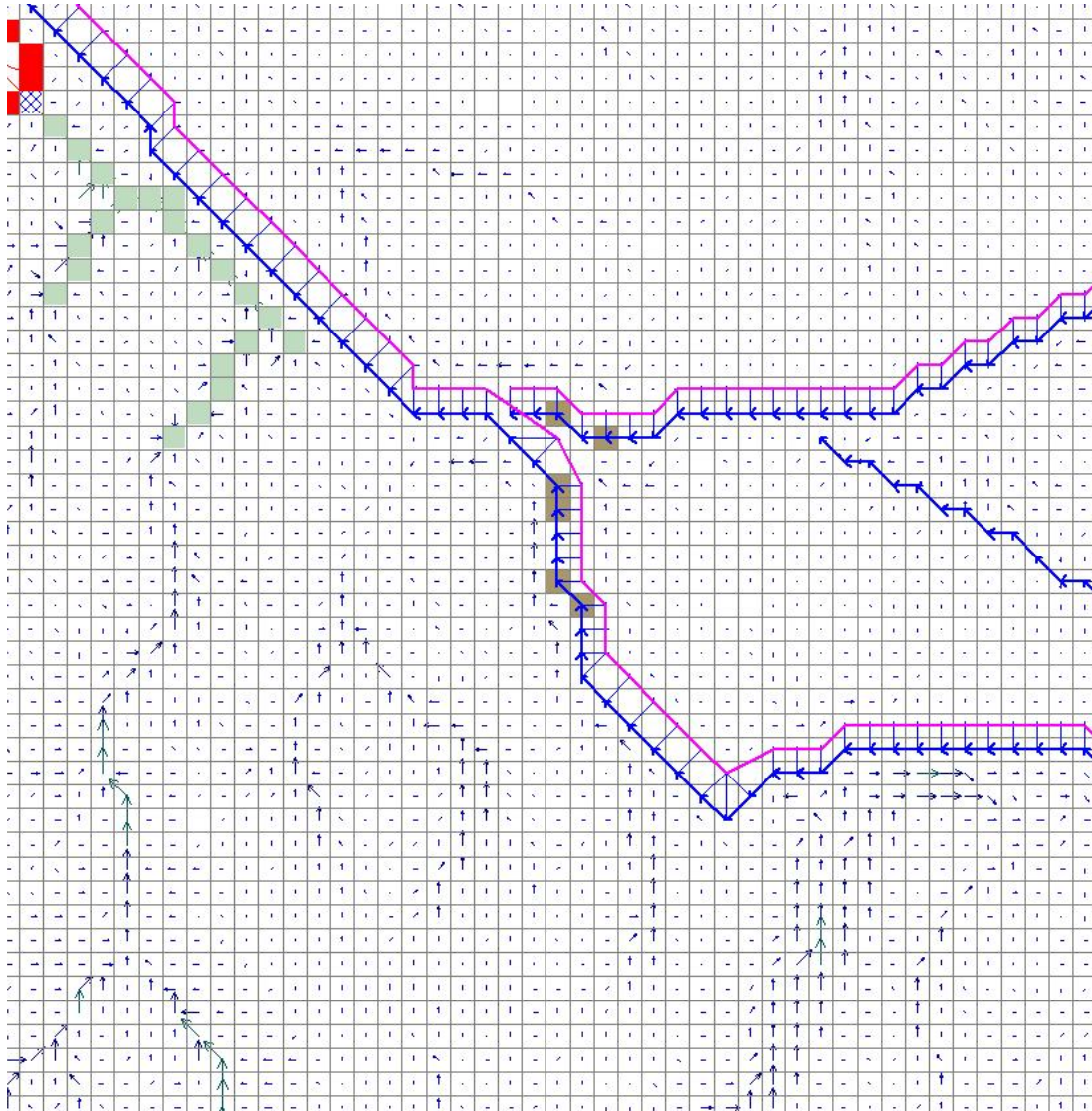


Fig. 3.2.2- Ponti e attraversamenti (1-2-3 e4):



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

1. Ponte cod. 122-5 tratto subito a monte delle casse:

Hydraulic Structures

Hydraulic System Structures

Structure Name	Chan/ FPlain	Rating Table	Inlet Node	Outlet Node	Tail Water
1 btarataCascina	C	T	48717	48718	
2 122-5	C	T	27182	27183	
3 88-5	C	T	26870	26538	
4 43-5	C	T	7458	7201	
5 41-5	C	T	7204	7205	
6 Girotta	C	T	7735	7208	
7 GalettaProvie	C	T	34078	33499	

Discharge-Headwater Relationships:

Generalized Culvert Equations:

Structure Rating Table

Depth	Discharge	Area Table
2 4.7	100	0
3 5.56	150	0
4 6.32	200	0
5 7	250	0

Storm Drain

Drain



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

2. Ponte cod. 88-5 sulla Prov.le e Via Foscolo:

Hydraulic Structures

Hydraulic System Structures

	Structure Name	Chan/ F/Plain	Rating Table	Inlet Node	Outlet Node
1	btarataCascina	C	T	48717	48718
2	122-5	C	T	27182	27183
3	88-5	C	T	26870	26871
4	43-5	C	T	7458	7204
5	41-5	C	T	7204	7205
6	Girota	C	T	7735	7205
7	GalettaProvle	C	T	34078	33479

Discharge-Headwater Relationships

Generalized Culvert Equations

Structure Rating Table

	Depth	Discharge	Area Table	
1	0	0	0	Add
2	4.7	100	0	Change
3	5.56	150	0	Delete
4	6.32	200	0	



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

3. Ponte cod. 41-5 sulla Via Maremmana:

Hydraulic Structures

Hydraulic System Structures

	Structure Name	Chan/ FPlain	Rating Table	Inlet Node	Outlet Node
1	btarataCascina	C	T	48717	48718
2	122-5	C	T	27182	27183
3	88-5	C	T	26870	26538
4	43-5	C	T	7458	7201
5	41-5	C	T	7204	7205
6	Girotta	C	T	7735	7208
7	GalettaProvle	C	T	34078	33499

Discharge-Headwater Relationships

Generalized Culvert Equations

Structure Rating Table

	Depth	Discharge	Area Table
2	4.7	100	0
3	5.56	150	0
4	6.32	200	0
5	7	250	0

Add
Change
Delete



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

4. Ponte cod. 43-5 a monte della Via Maremmana:

Hydraulic Structures

Hydraulic System Structures

	Structure Name	Chan/ FPlain	Rating Table	Inlet Node
1	btarataCascina	C	T	48717
2	122-5	C	T	27182
3	88-5	C	T	26870
4	43-5	C	T	7458
5	41-5	C	T	7204
6	Giolta	C	T	7735
7	GalettaProve	C	T	34078

Discharge-Headwater Relationships

Generalized Culvert Equations

Structure Rating Table

	Depth	Discharge	Area Table	
1	0	0	0	Add
2	4.7	100	0	Change
3	5.56	150	0	Delete
4	6.32	200	0	

Come precedentemente illustrato con il modello FLO-2D sono state ottenute le mappe dei battenti e delle velocità per i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, utilizzando per i corsi d'acqua le sezioni di rilievo e quelle ottenute dal LIDAR.

Per le calcolazioni idrauliche sono stati utilizzati gli idrogrammi di piena ottenuti con il Flo-2D relativamente alle sezioni di chiusura dei bacini riportati

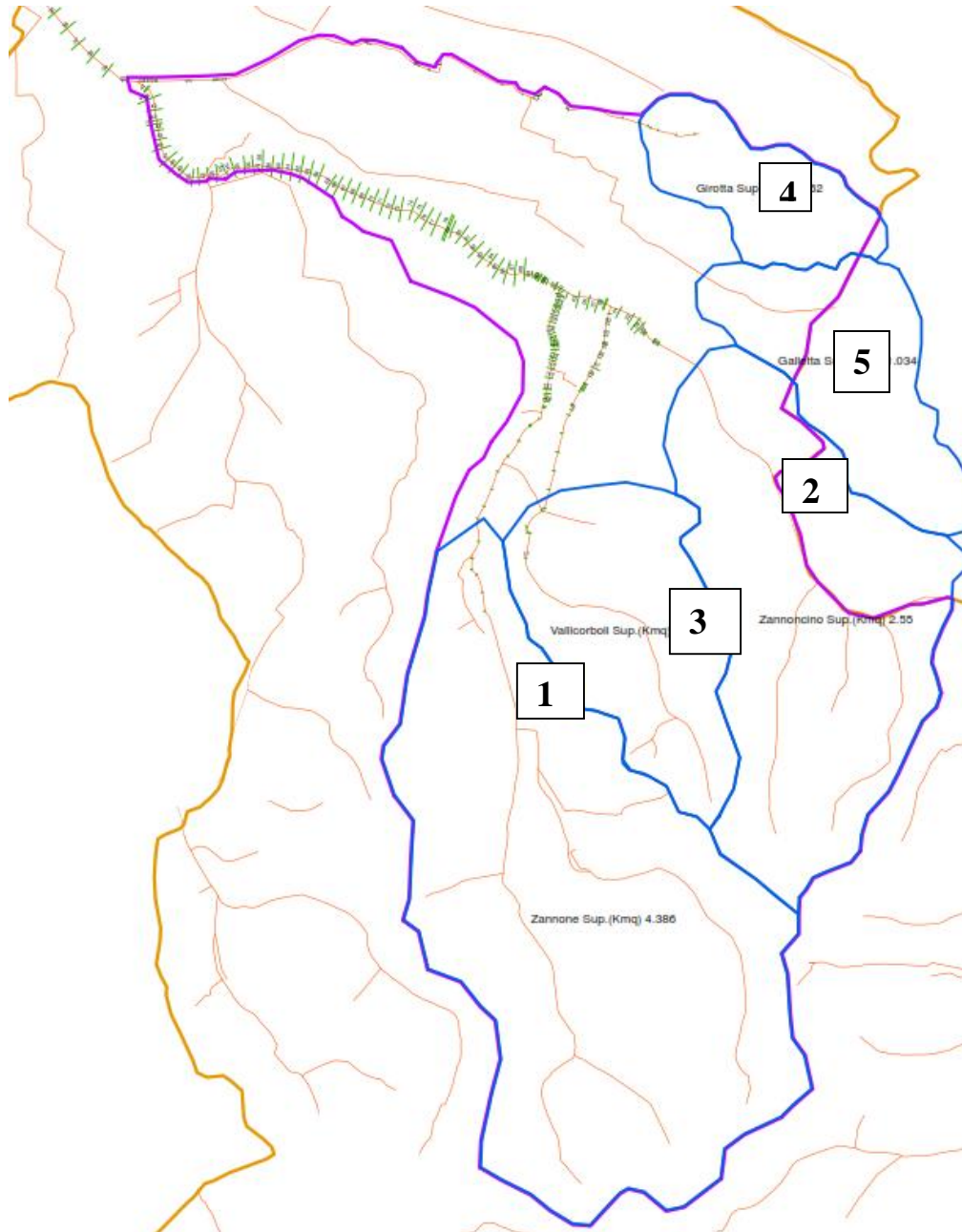
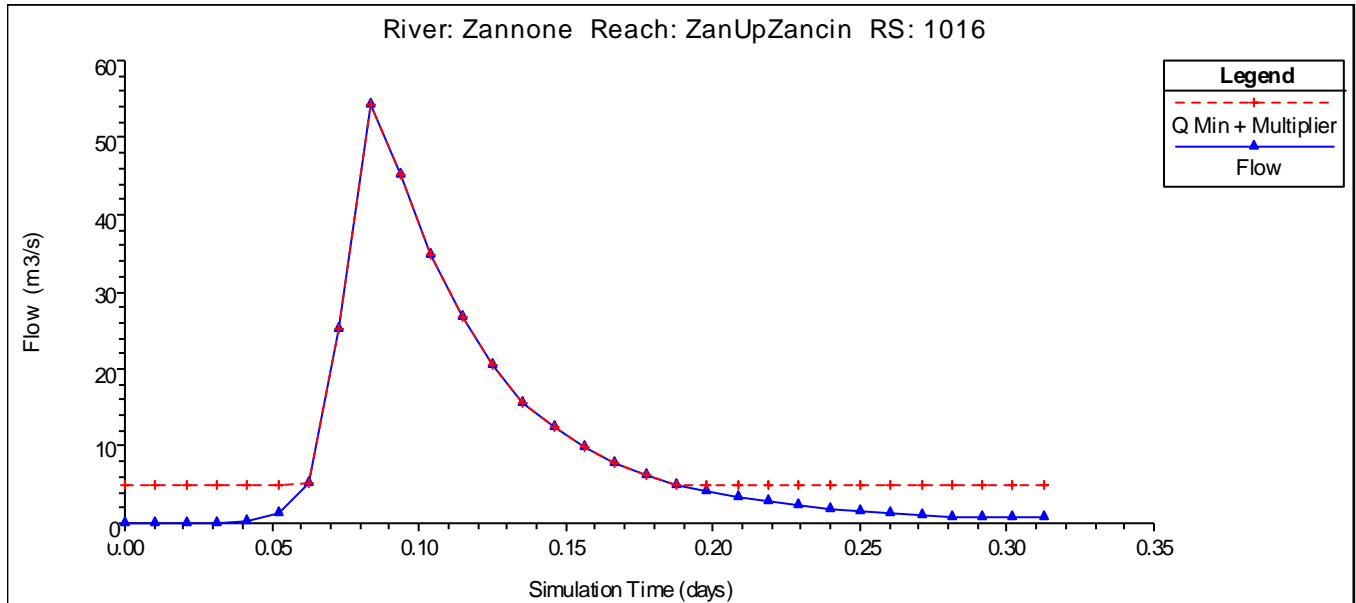


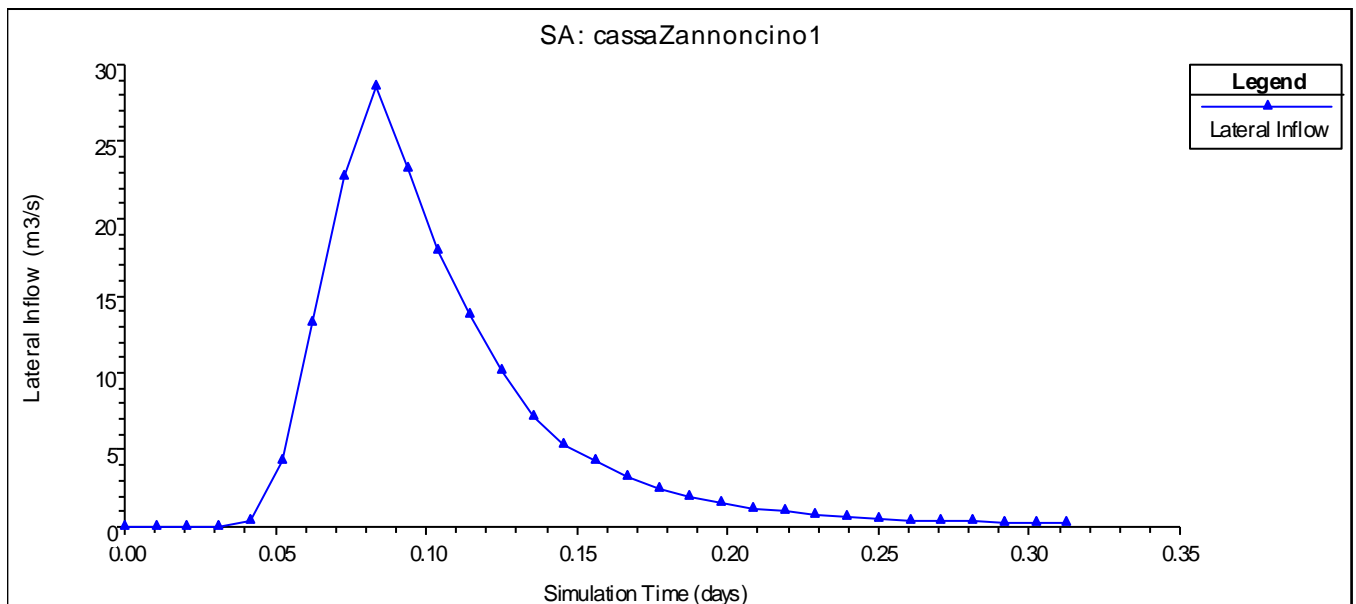
Fig. 3.2.6 - Sottobacini di studio



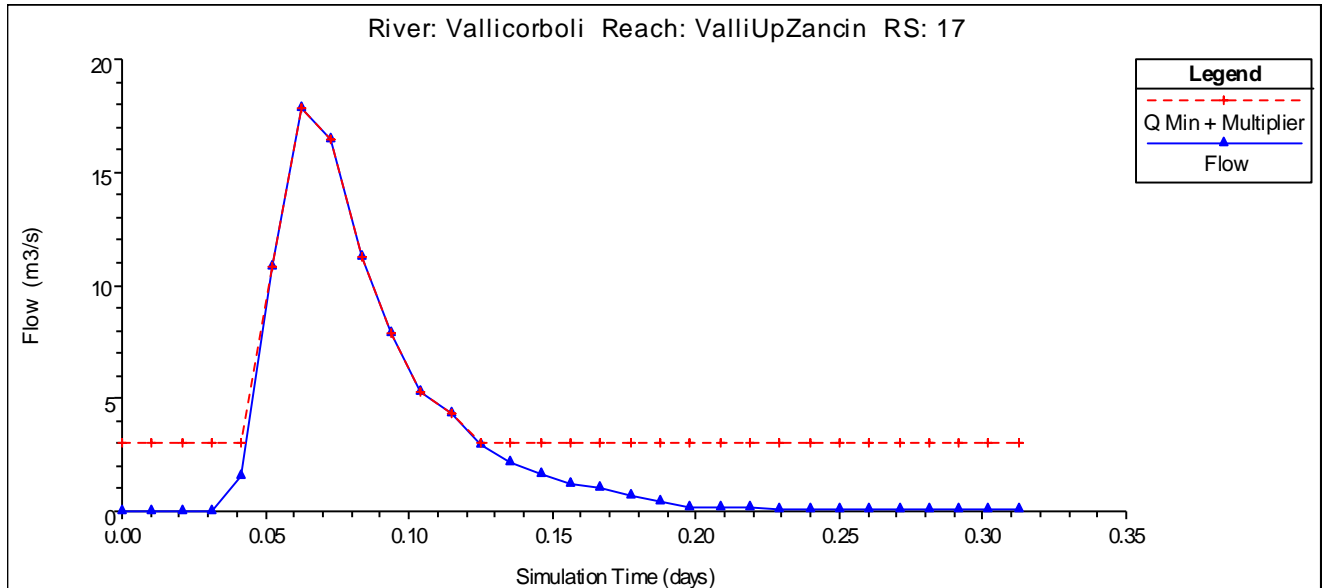
Gl idrogrammi di piena utilizzati sono:



Zannone parte montana - Portata al Colmo tr200: 54,5 mc/s punto 1 fig. 3.2.6.

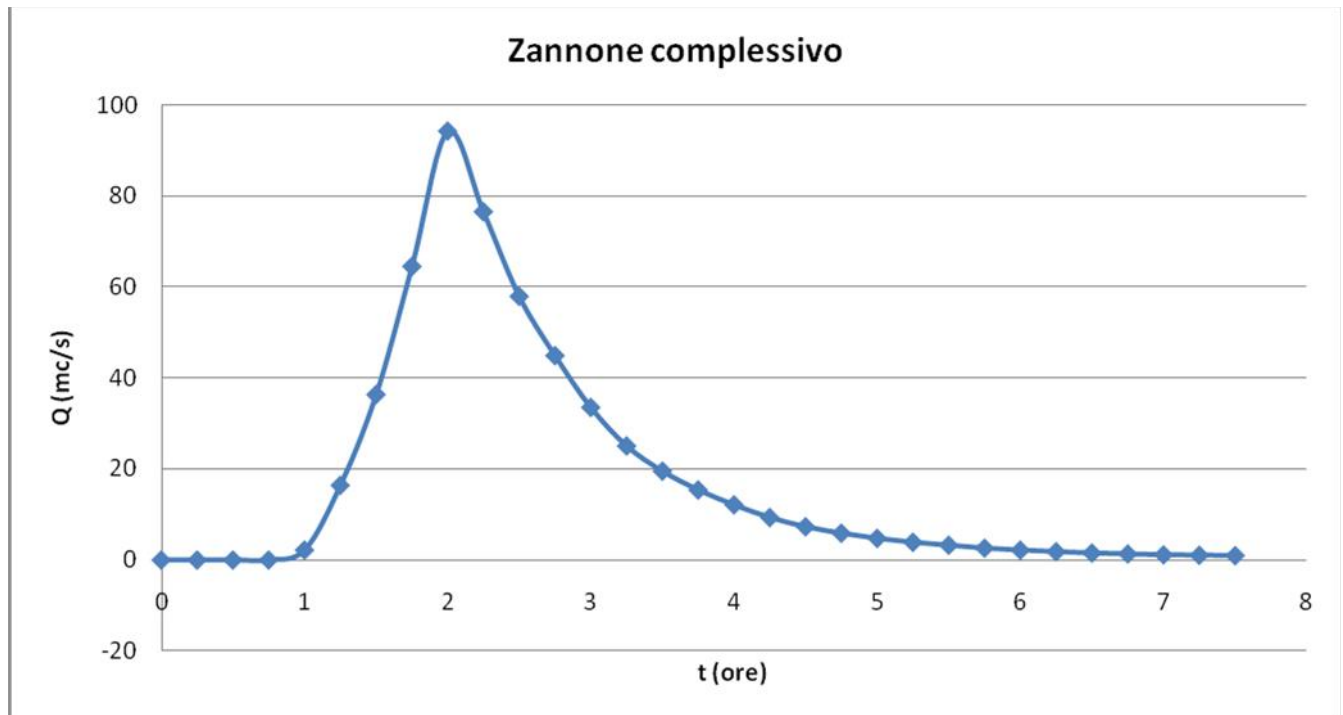


Zannoncino - Portata al Colmo tr200: 28,5 mc/s punto 2 fig. 3.2.6.

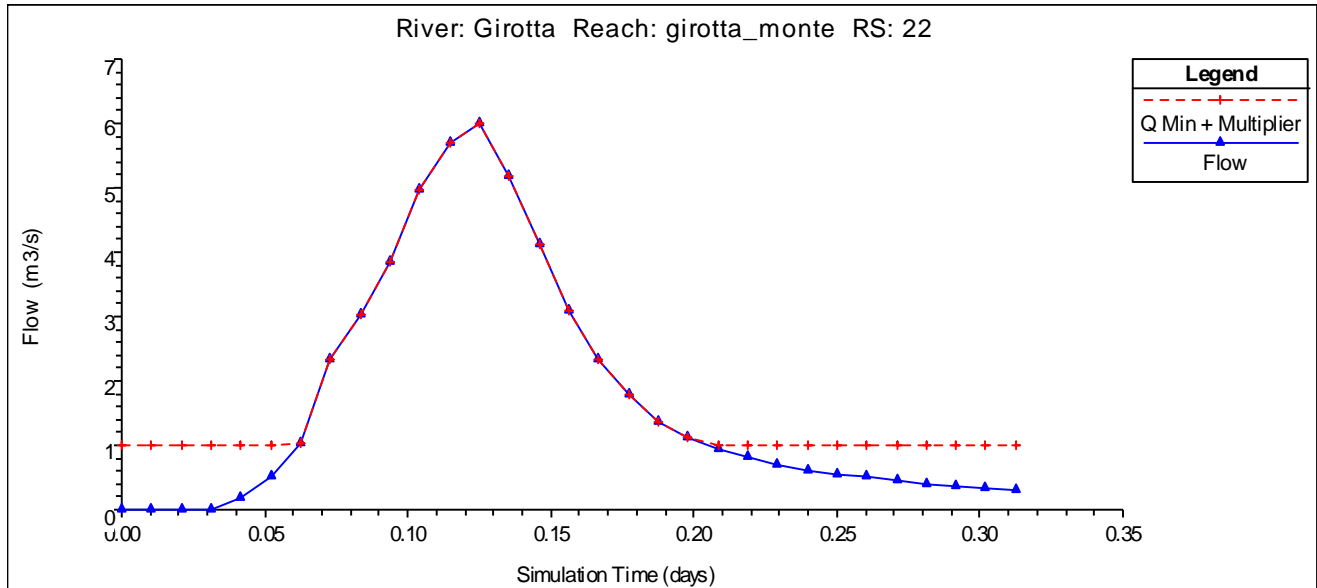


Vallicorboli - Portata al Colmo tr200: 17,9 mc/s punto 3 fig. 3.2.6.

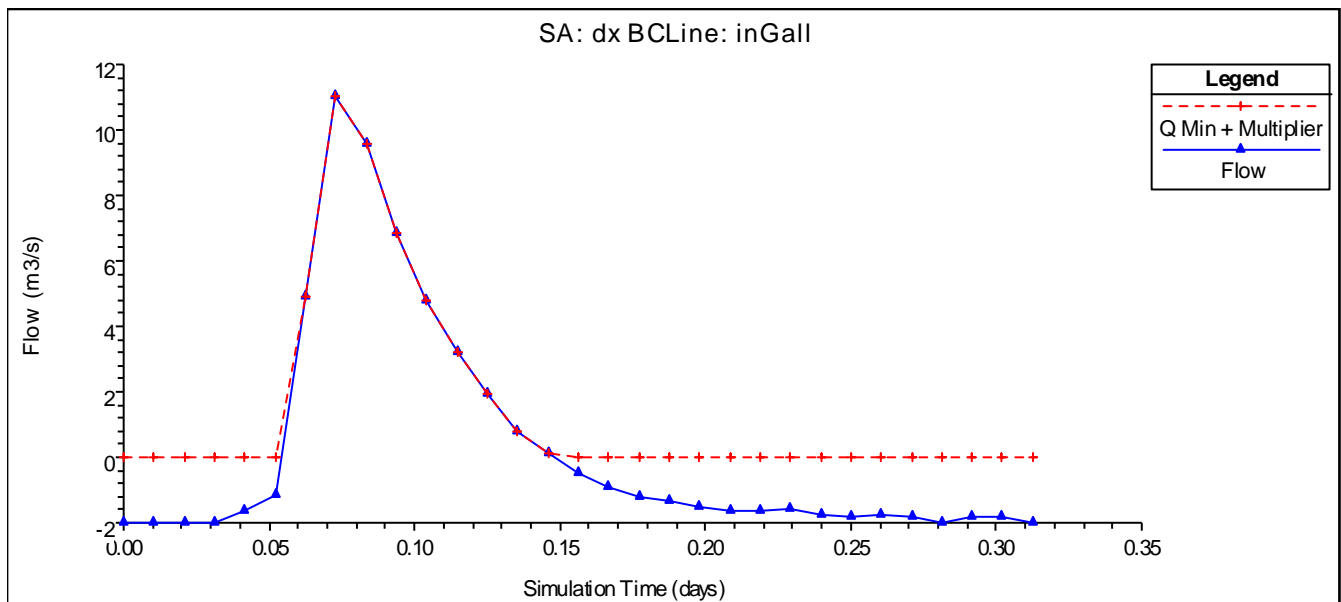
Il cumulo di questi tre idrogrammi fornisce il valore istantaneo delle portate idrologiche del fosso Zannone, ovvero:



Zannone - Portata al Colmo tr200: 94,2 mc/s.



Fosso Girotta - Portata al Colmo tr200: 6 mc/s punto 4 fig. 3.2.6...



Fosso Galletta - Portata al Colmo tr200: 11,05 mc/s punto 5 fig. 3.2.6...

Le simulazioni idrauliche del Fosso Zannone, effettuate con il Flo-2d, sono state fatte considerando una griglia di



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

calcolo ricavata dal LiDAR di dimensioni 30m *30m.

La modellazione tiene conto di tutti gli elementi del territorio, ed è una modellazione a favore di sicurezza. Infatti anche le sezioni ottenute dal rilievo LiDAR sono caratterizzate da una quota di fondo alveo normalmente più alta di quella di rilievo e ciò è dovuto alla eventuale presenza di acqua stagnante.

In questa modellazione, per ribadire l'assoluta coerenza tra gli studi proposti, è stata effettuata una simulazione idraulica con l'hec-ras 5.05 a moto vario con sezioni ricavate direttamente dal rilievo o dal Lidar e con aree di esondazione simulate con maglia 1mx1m, corrispondente alla base del rilievo LiDAR; in tal modo si ottiene un modello ad "alta definizione", di cui si riportano, di seguito, alcuni estratti significativi:

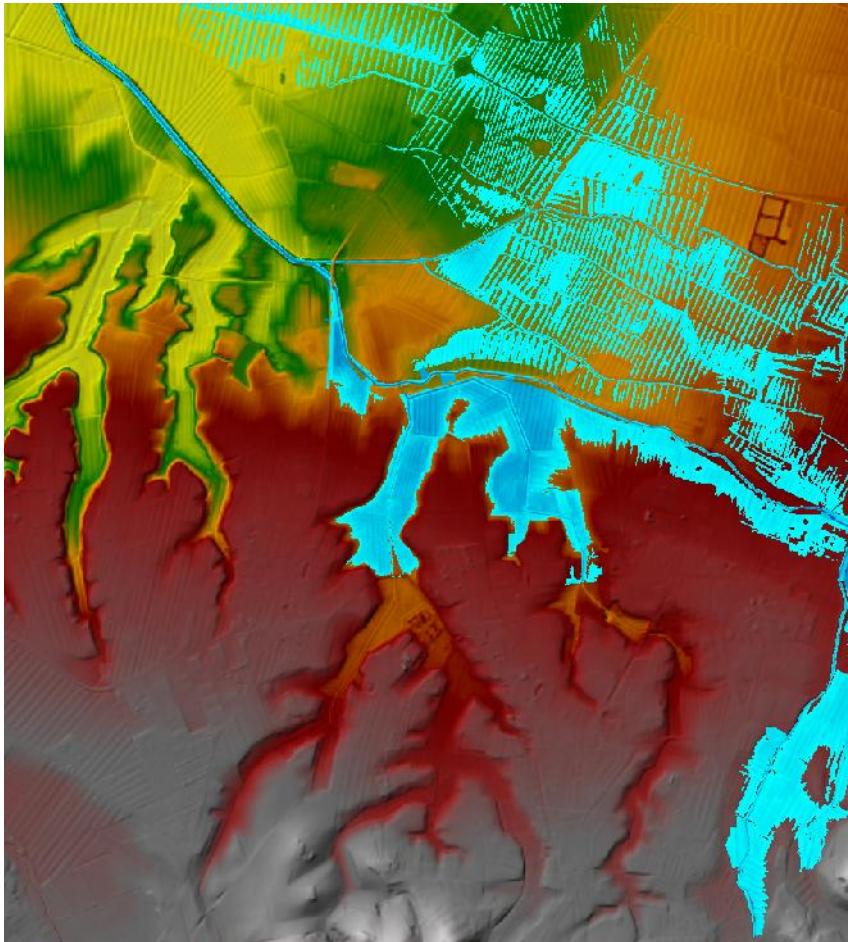


Fig. 3.2.7 - Aree inondabili conseguenti

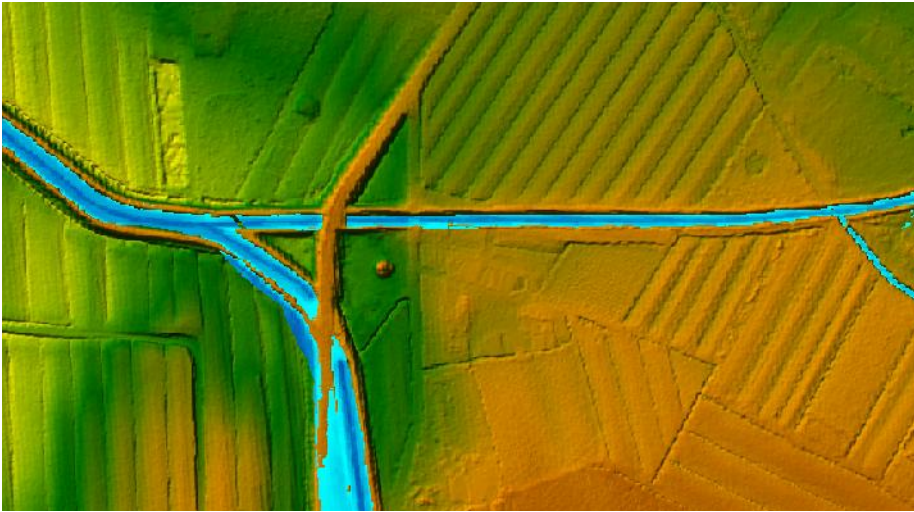


Fig. 3.2.8 - estratto confluenza Zannone-Girotta.

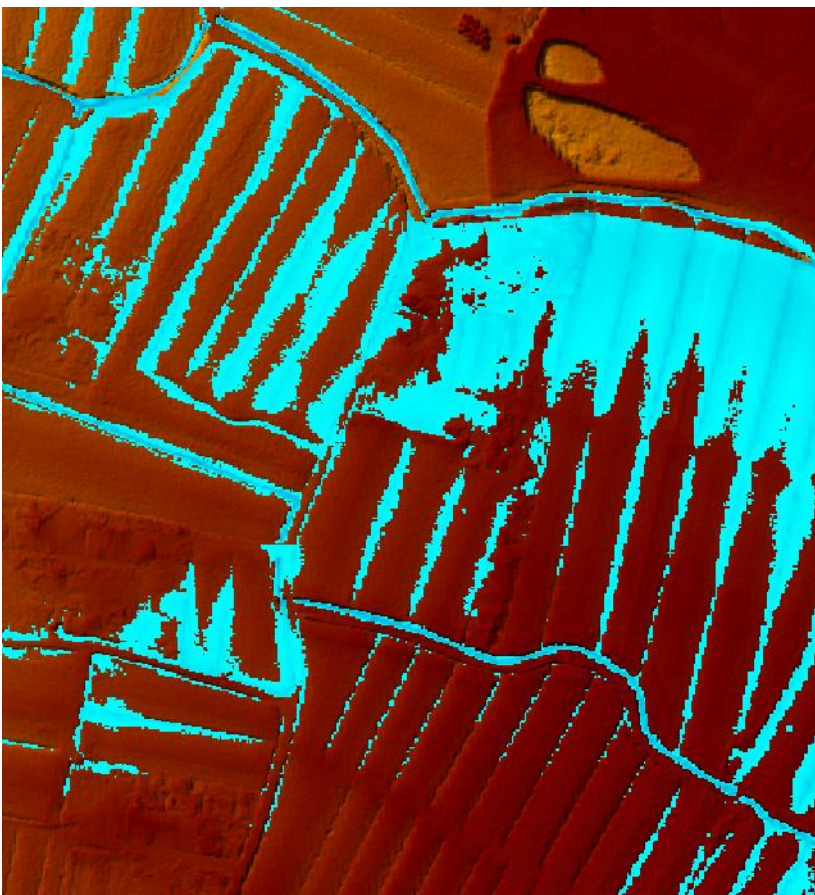


Fig. 3.2.9 - Fosso Girotta e relative aree allagate, come evidente sono rilevabili tutti gli scoli campestri e i capifossi.

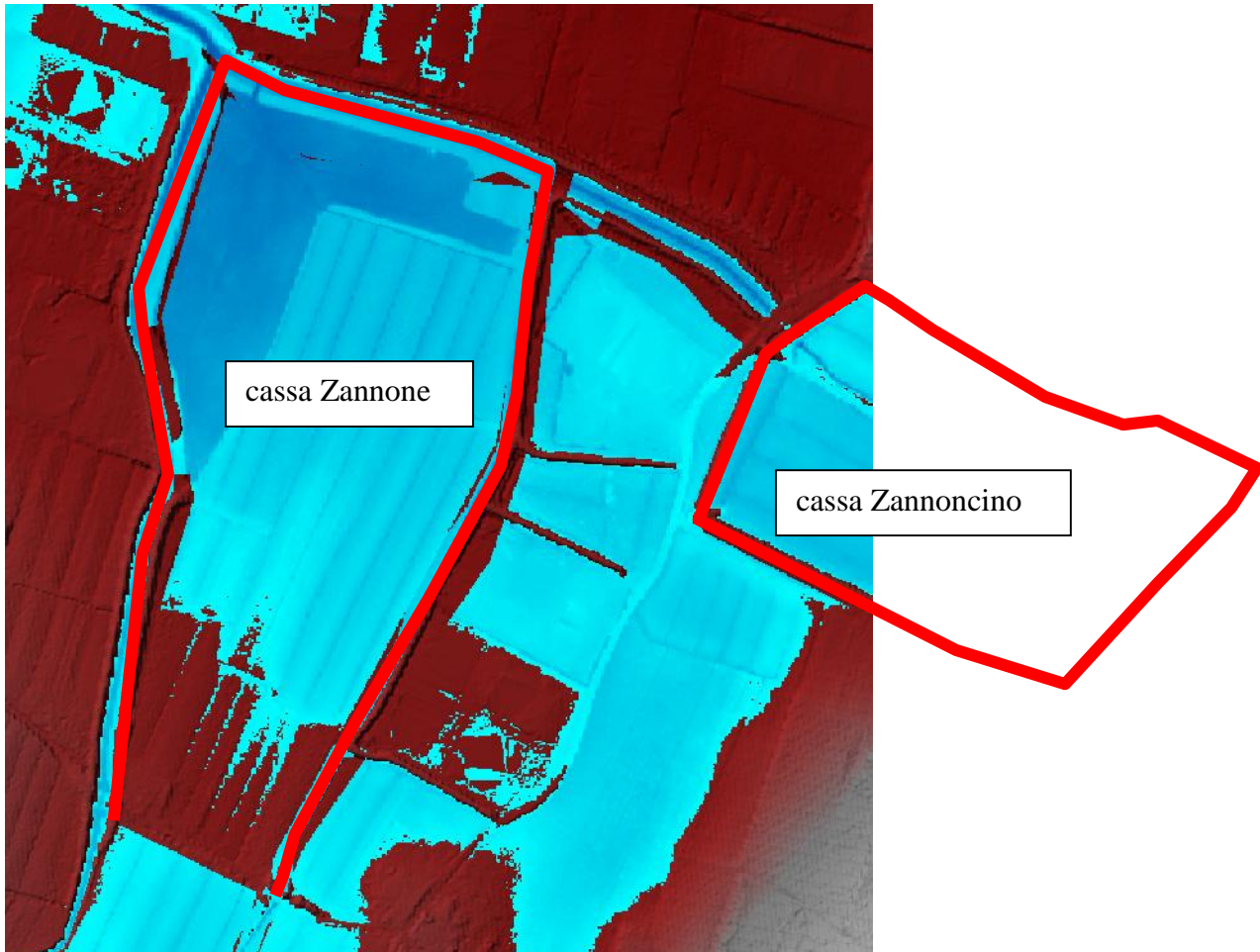


Fig. 3.2.10 - Casse di espansione.

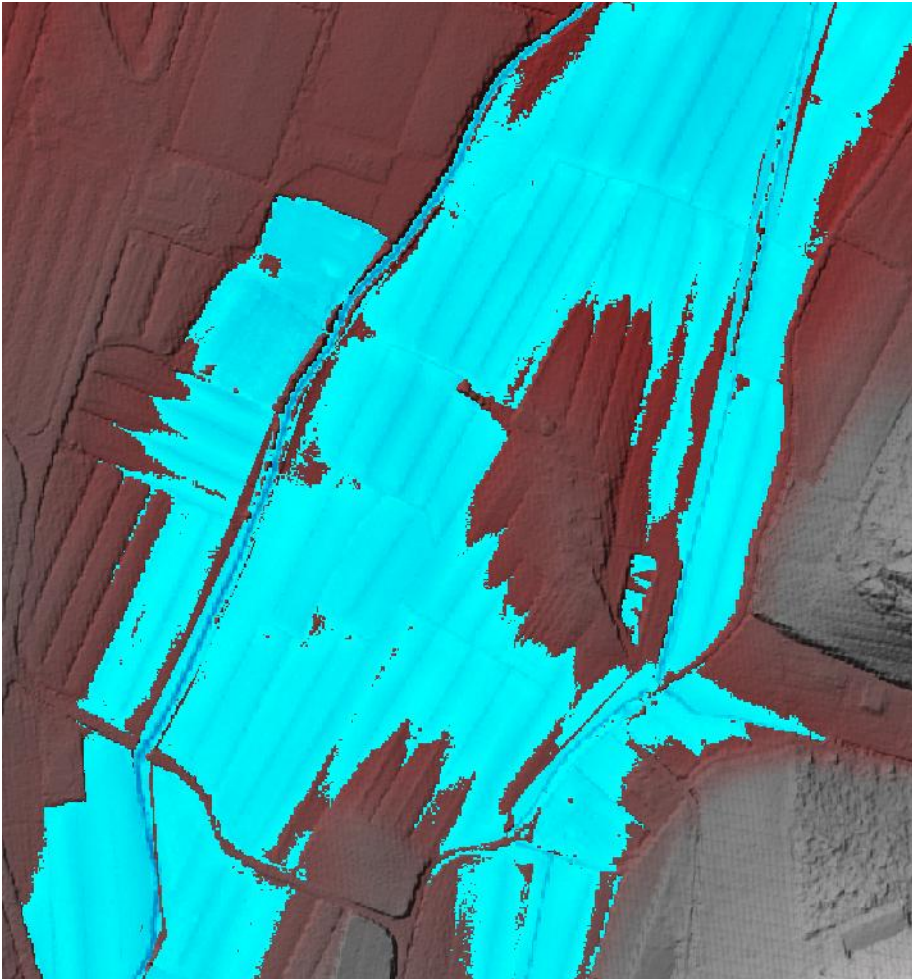
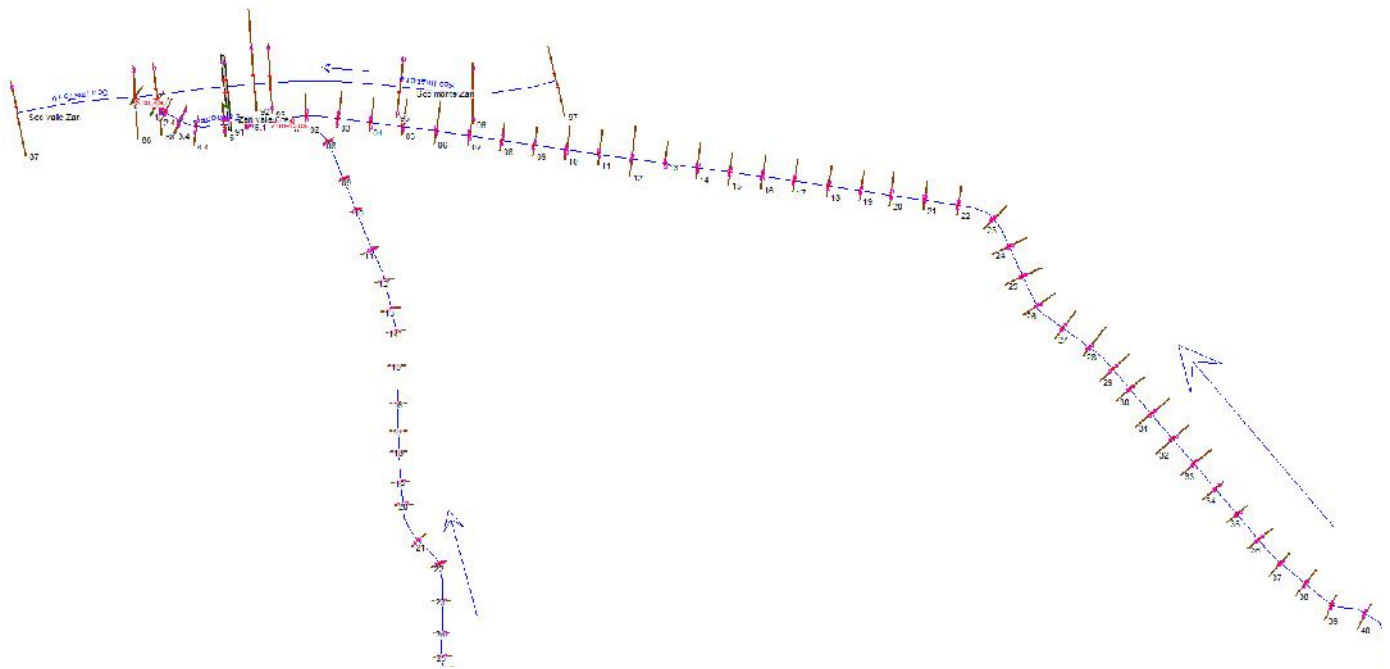


Fig. 3.2.11 - Fosso zannone e rio Vallicorboli.

3.2.1 – Condizioni al contorno di valle

Per quanto riguarda il fosso dello Zannone si è assunto il moto uniforme come condizione al contorno di valle data la distanza di esso dalla confluenza nello Scolmatore. A ciò si aggiunge la considerazione che lo Zannone è un Canale di natura "Pensile" mentre lo Scolmatore è prevalentemente incassato; in ogni caso si è provveduto alla verifica di tale condizione tramite una verifica idraulica di un tratto di Scolmatore e del Fosso Zannone, sulla base delle Sezioni idrauliche fornite dalla Provincia di Pisa.



Per lo Scolmatore si è assunta una portata di 1500 mc/s e come condizione al contorno di valle una quota pari al limite di esondazione oltre la quale non si può andare, trattandosi di un'opera idraulica artificiale che non può dar luogo ad aggravii di rischio idraulico.

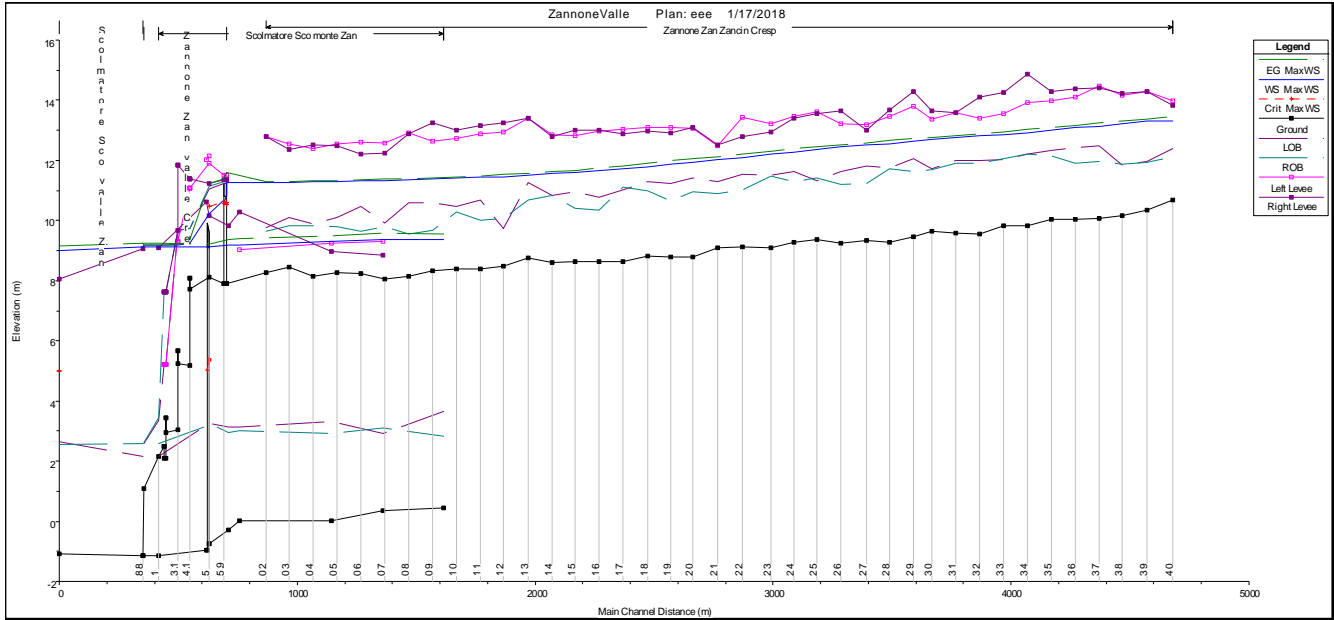
Come si evince dai profili idraulici seguenti vi è pressoché assenza di rigurgito sul fosso Zannone se non nel tratto terminale; il Comune di Lari inizia dalla sezione 22 e si osserva che verso monte il moto è pressoché uniforme.



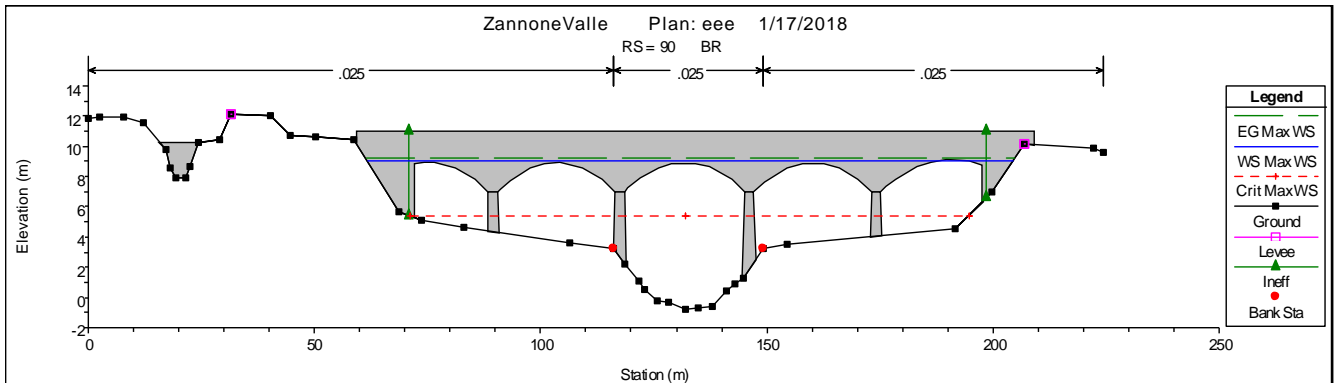
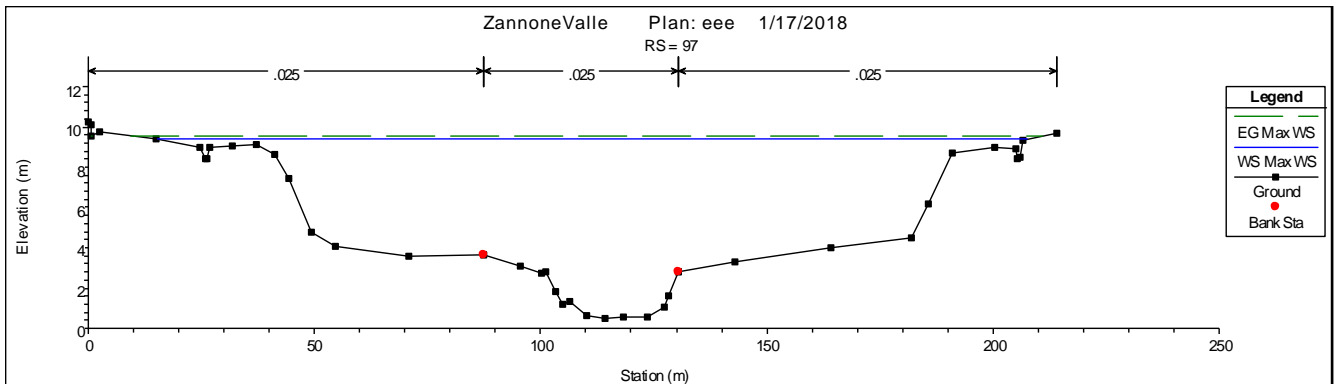
STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
 via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com



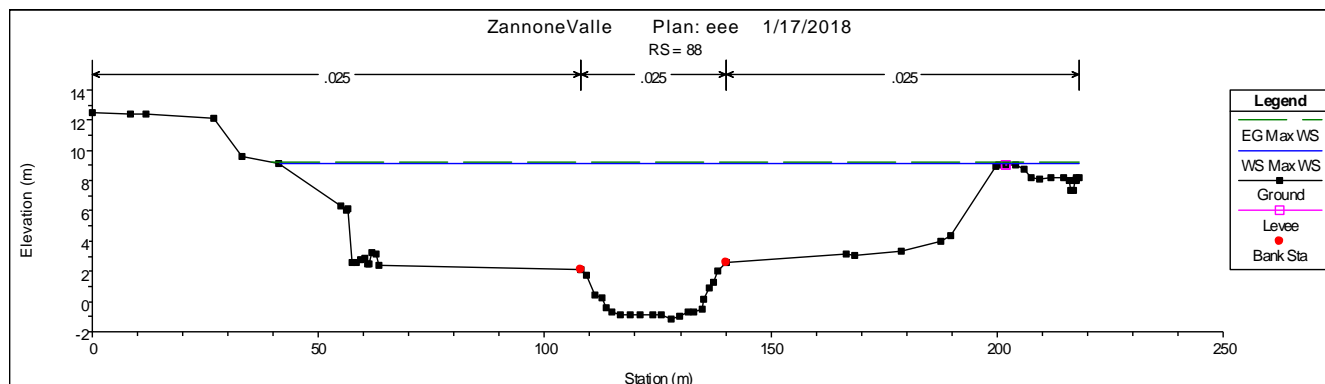
Sezioni significative dello Scolmatore (monte, valle e intermedia con ponte):



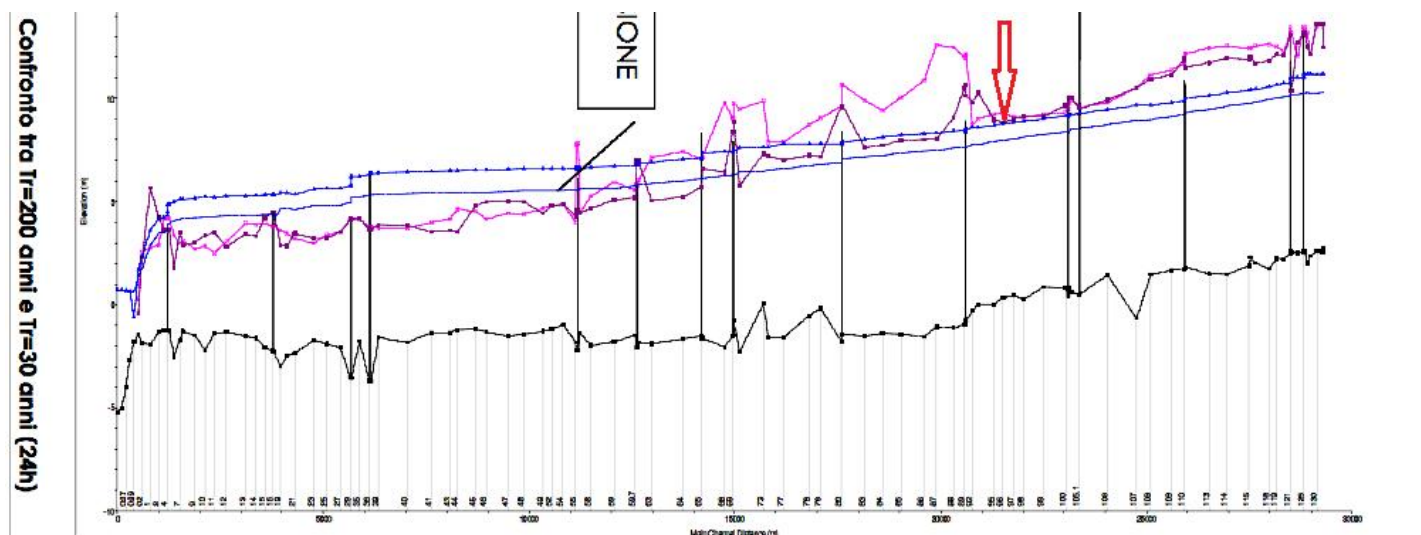


STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com studiocroce@gmail.com



A conferma di ciò vi è anche lo studio effettuato dal Comune di Collesalveti da cui si evince una quota di piena duecentennale, nel Canale Scolmatore, stimata in 8,8 m slm in prossimità del lato nord del Comune di Lari:



Profilo idraulico Scolmatore.

3.3 – Fossi Galletta e Girotta

Analogamente allo Zannone, anche i fossi Galletta e Girotta hanno il bacino interamente contenuto nella griglia di calcolo, pertanto il modello è di tipo idrologico-idraulico completo che riproduce sia la formazione dei deflussi e le perdite di bacino sia la loro propagazione in e fuori alveo; trattasi quindi di un vero e proprio modello a parametri



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

distribuiti a partire dai dati delle LSPP.

Sul fosso Galletta vi è una Cassa di espansione in linea nella zona collinare.

Modello :

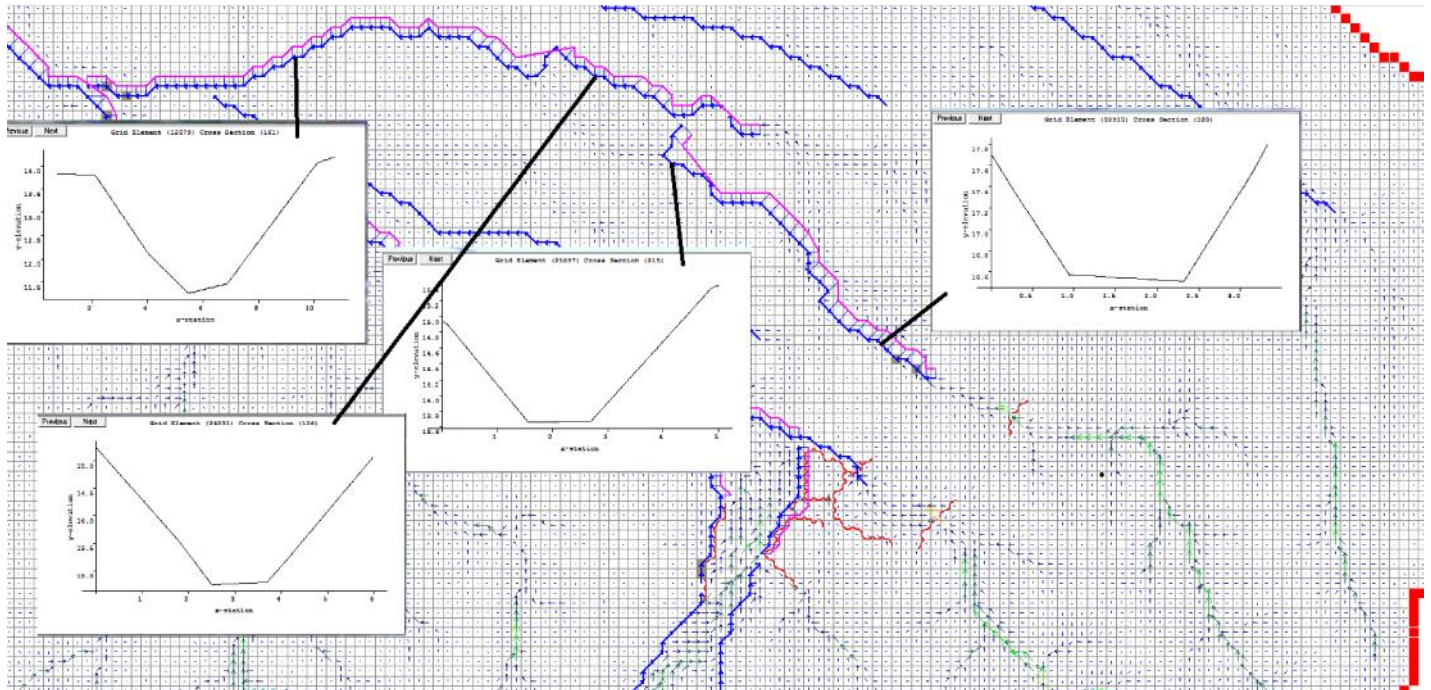


Fig. 3.3.1 - Stralcio del Modello Flo2D-Lari Fossi Galletta e Girota e indicazione di alcune sezioni. Flussi idrici e Casse di espansione.

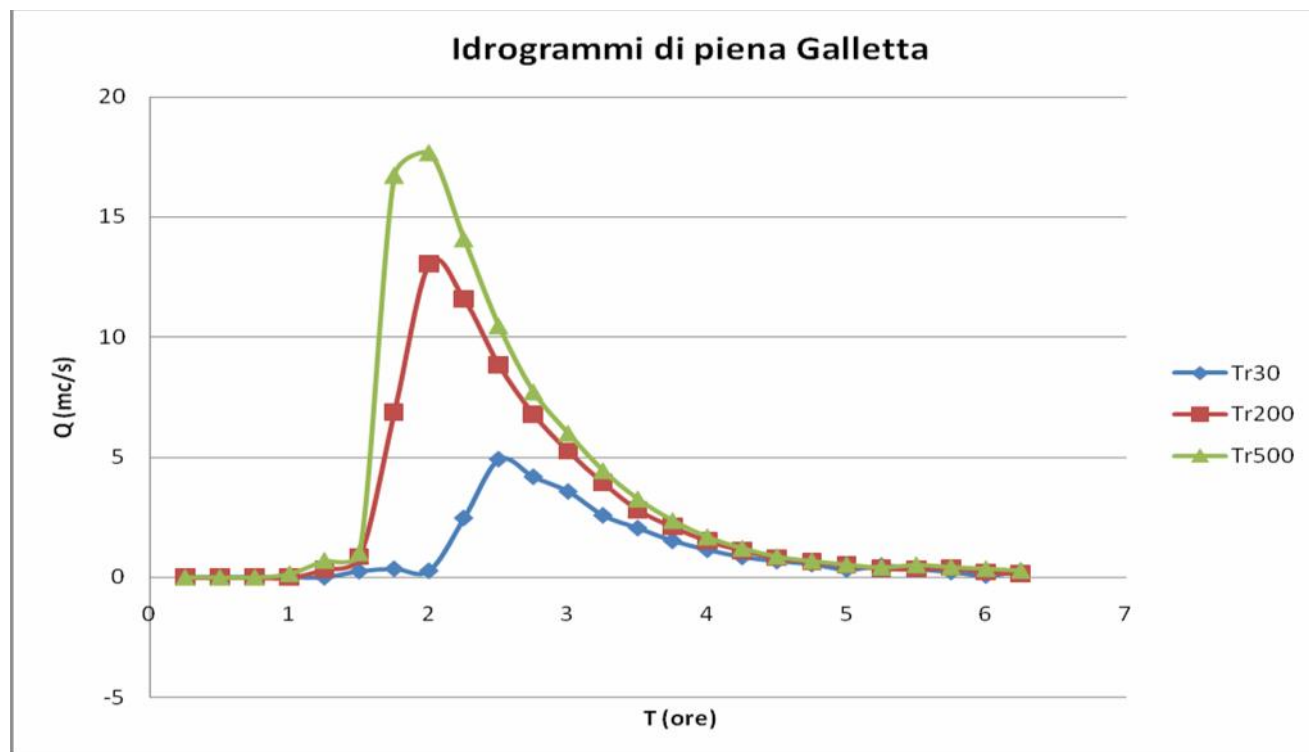


STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

Idrogrammi di piena:

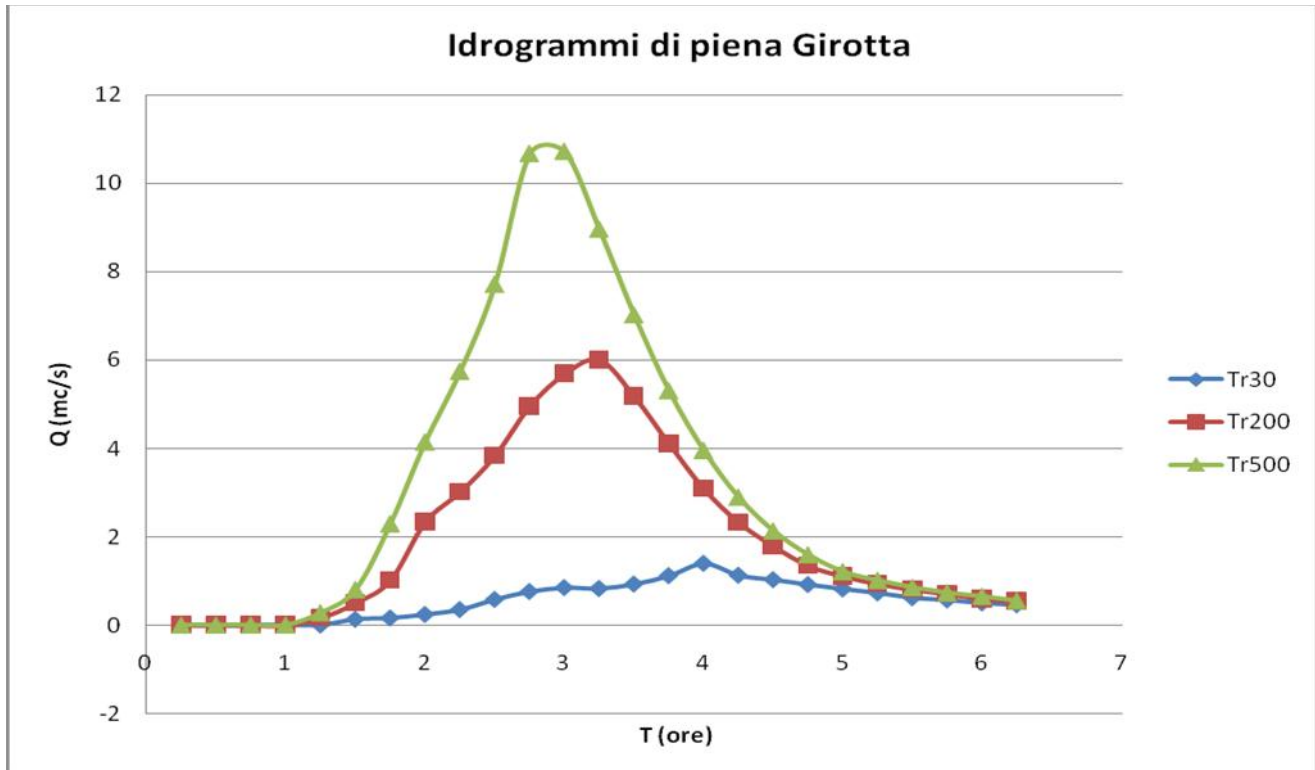




STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com





STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

Ponti e attraversamenti:

1. Fosso Galletta alla Prov.le:

Hydraulic Structures

Hydraulic System Structures

	Structure Name	Chan/ F/Plain	Rating Table	Inle Noc
1	batarataCascina	C	T	4
2	122-5	C	T	2
3	88-5	C	T	2
4	43-5	C	T	
5	41-5	C	T	
6	Giolotta	C	T	
7	GallettaProvle	C	T	3

Discharge-Headwater Relationships

Generalized Culvert Equations

Structure Rating Table

	Depth	Discharge	Area Table
2	4.7	100	0
3	5.56	150	0
4	6.32	200	0
5	7	250	0



2. Fosso Girotta prima della confluenza nello Zannone, Via Maremmana:

Hydraulic Structures

Hydraulic System Structures

	Structure Name	Chan/ FPlain	Rating Table	Inlet Node
1	btarataCascina	C	T	48'
2	122-5	C	T	27'
3	88-5	C	T	26'
4	43-5	C	T	7'
5	41-5	C	T	7'
6	Girotta	C	T	7'
7	GalettaProvie	C	T	34'

Discharge-Headwater Relationships

Generalized Culvert Equations

Structure Rating Table

	Depth	Discharge	Area Table
1	0		
2	4.7	100	0
3	5.56	150	0
4	6.32	200	0

3.4.-Fossi Caldana e Muraiola

Si è proceduto alla modellazione idraulica di una porzione significativa di territorio ai fini della verifica idraulica delle Aree a possibile urbanizzazione: IP3 e UP6. La modellazione è stata effettuata con tempi di ritorno trentennale e duecentennale; la modellazione è stata condotta ad alta risoluzione con una griglia di calcolo di



7mx7m a partire dagli idrogrammi, di seguito riportati, derivanti dal modello a risoluzione minore).

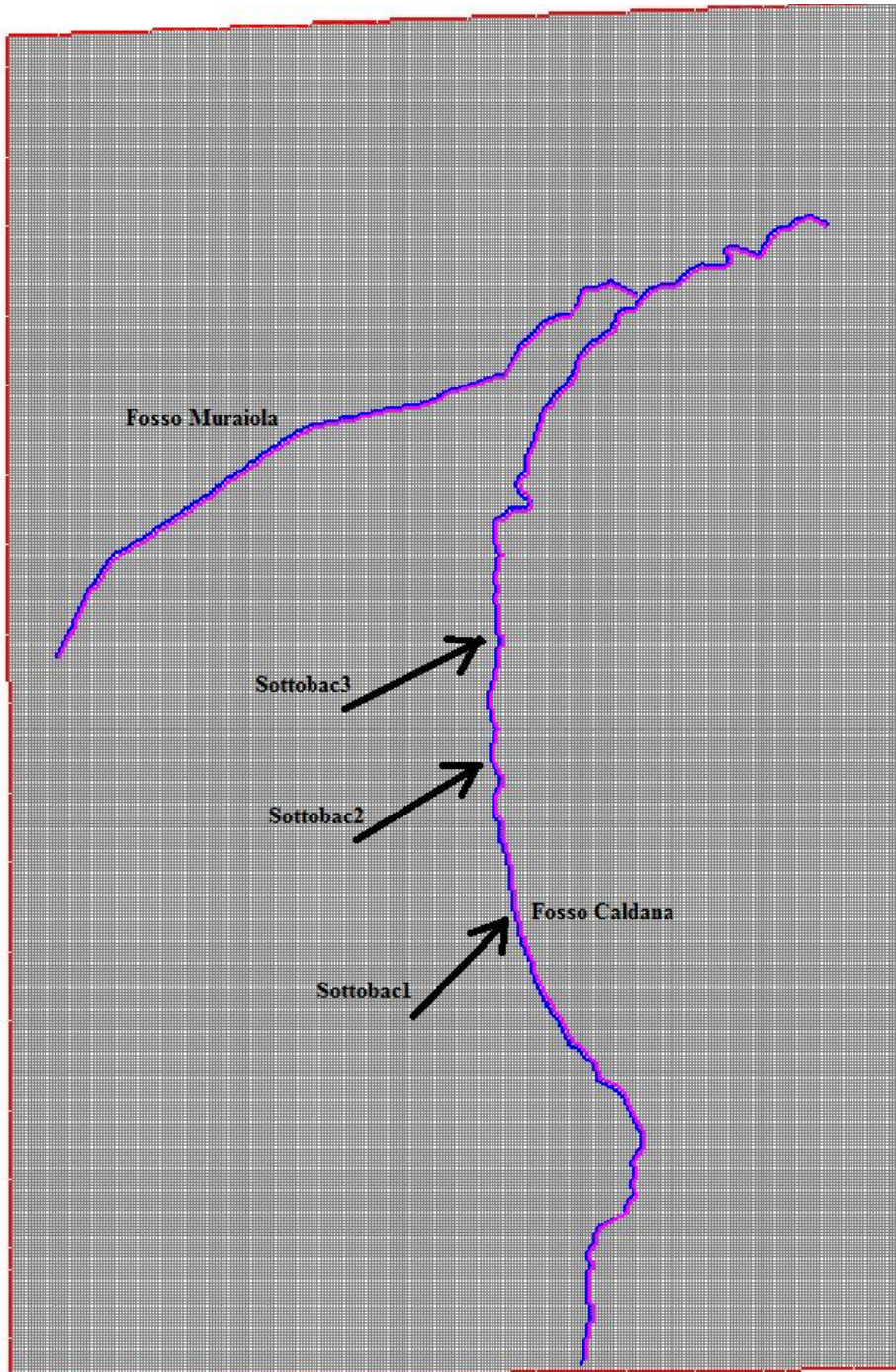


Fig. 3.4.1 - Modello di calcolo Flo2d

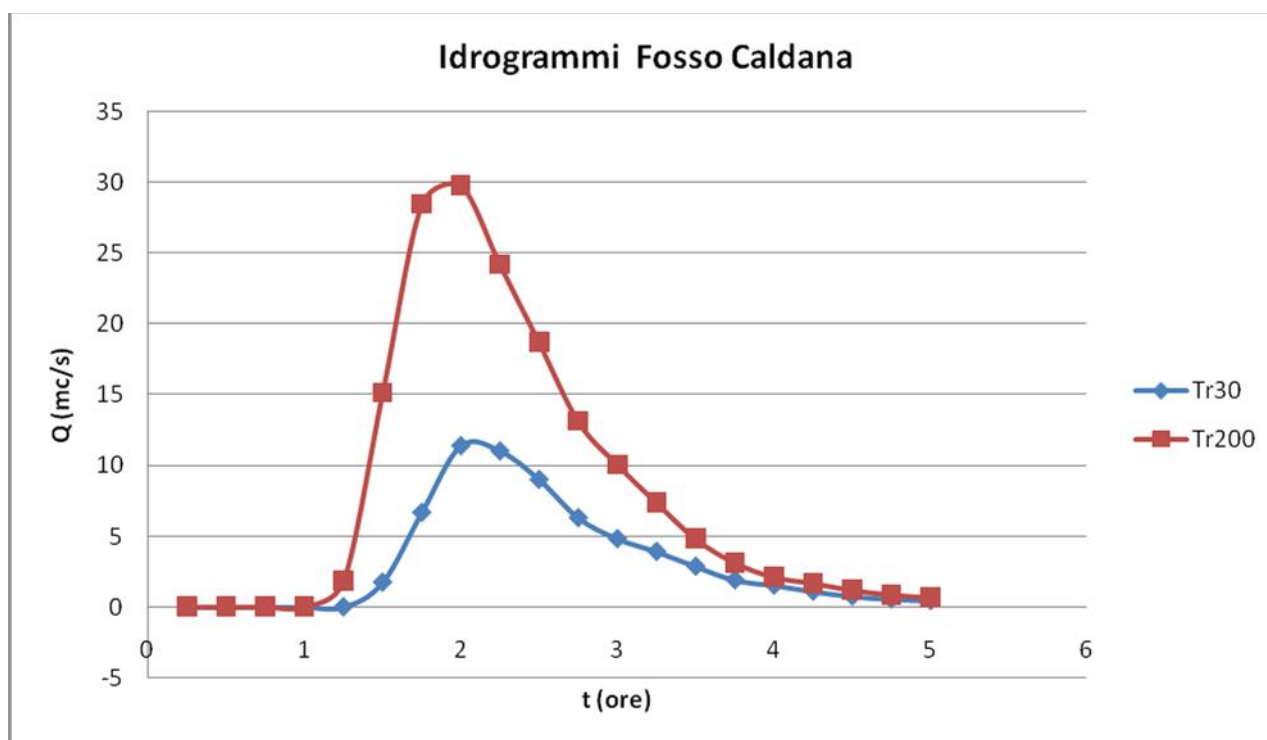
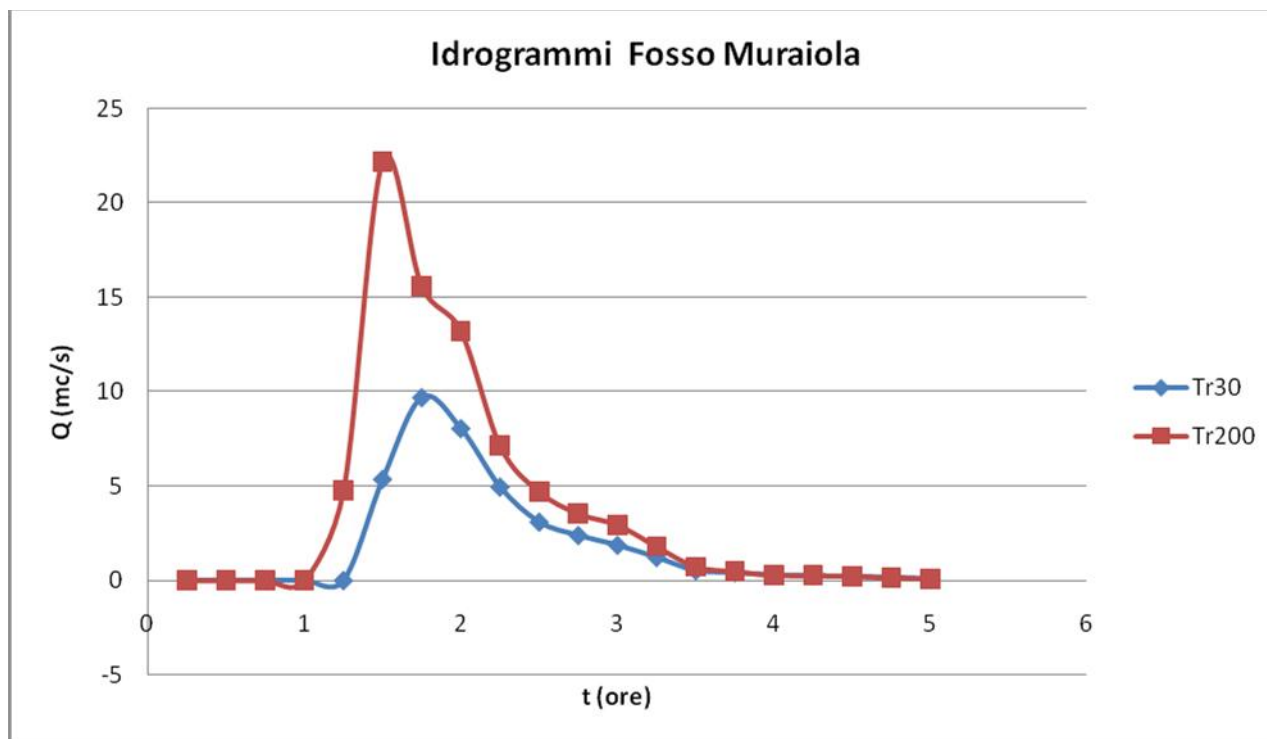


STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

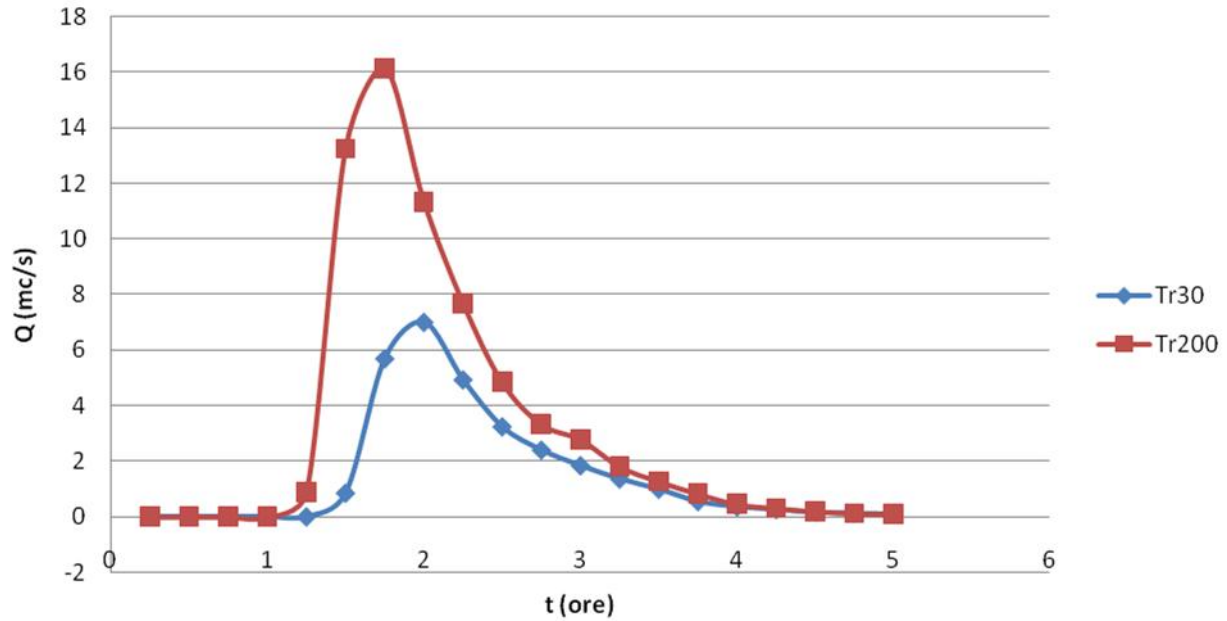
www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

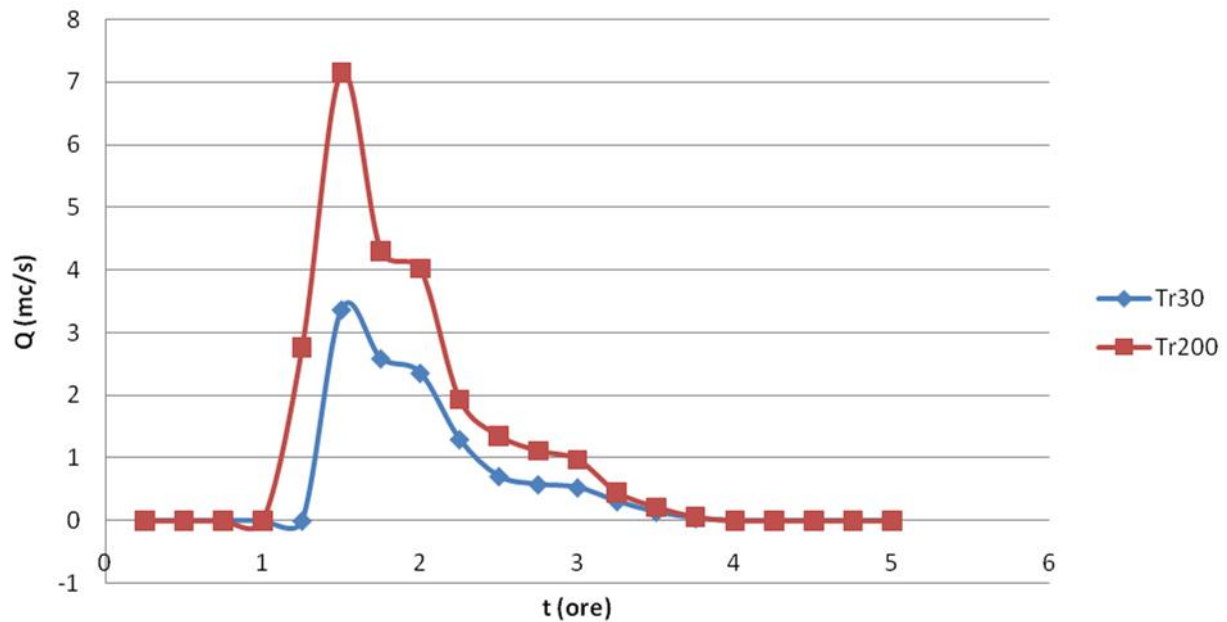
- Idrogrammi Tr 30 e Tr200:

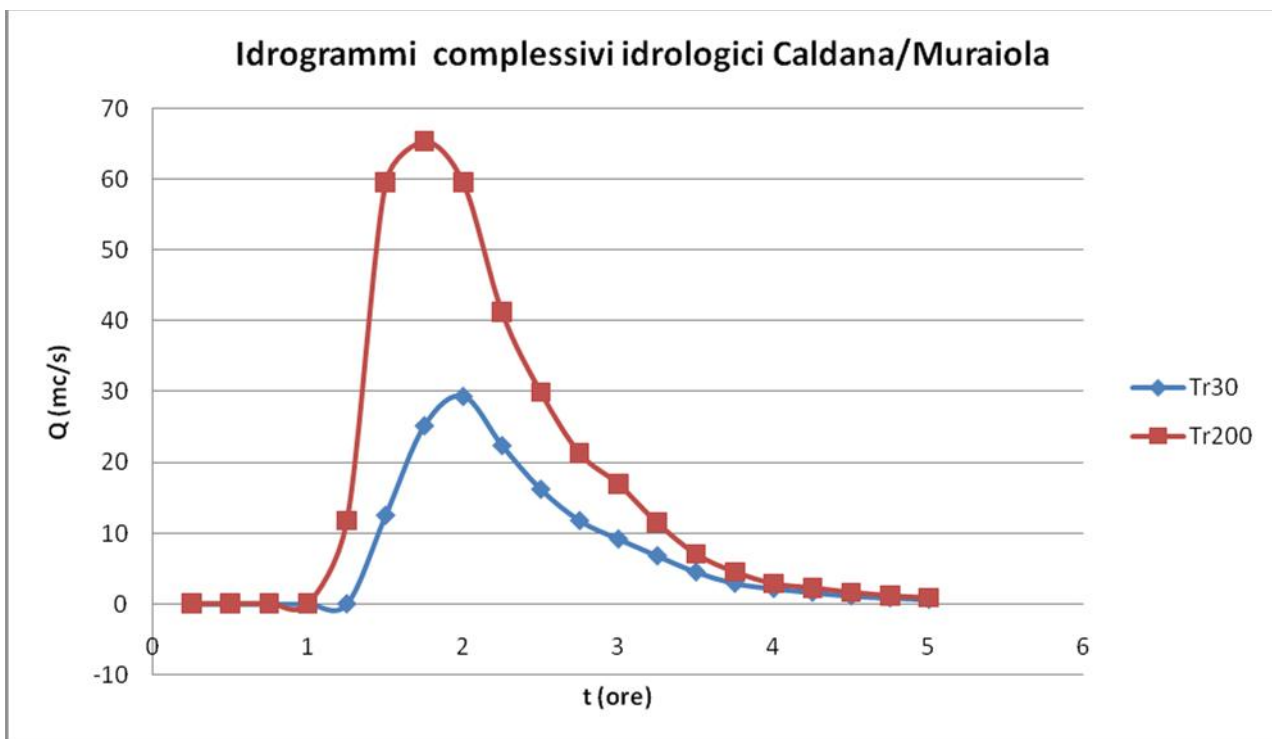
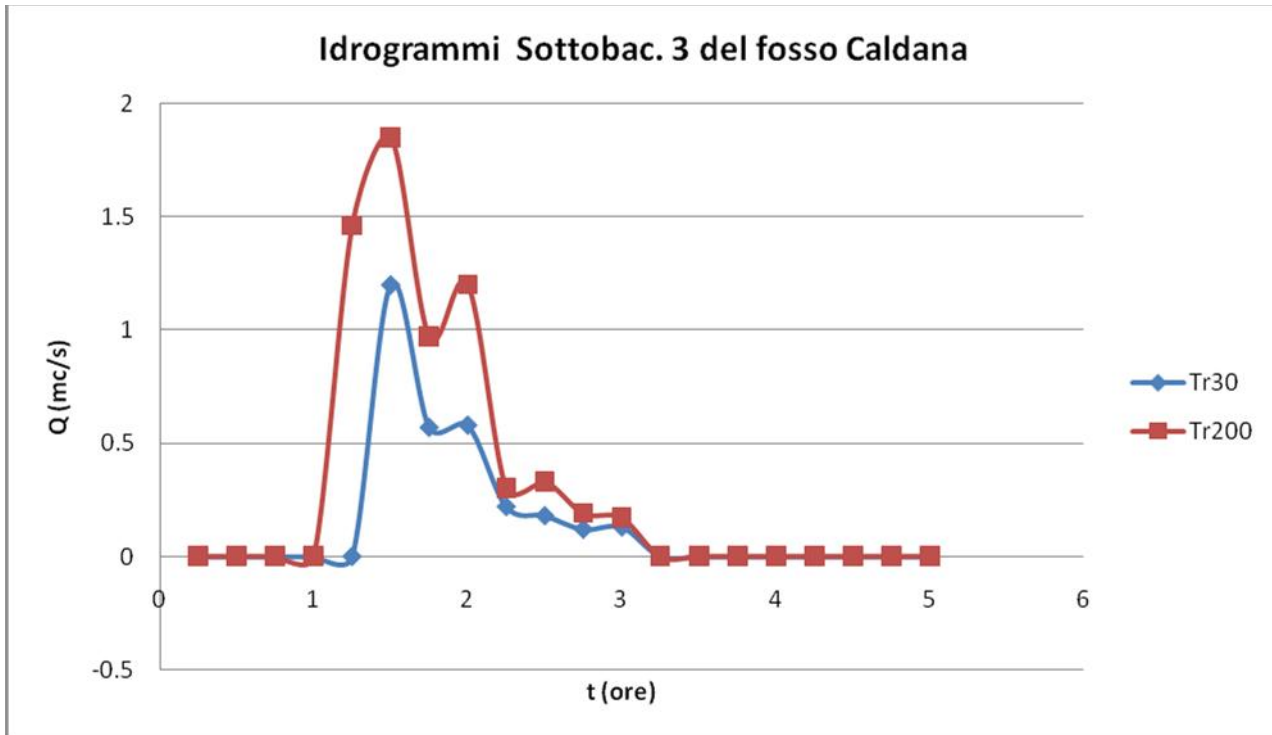


Idrogrammi Sottobac. 1 del fosso Caldana



Idrogrammi Sottobac. 2 del fosso Caldana





Si sono ottenute, così, delle mappe dei battenti integrative di quelle precedentemente determinate con il modello a minor risoluzione:

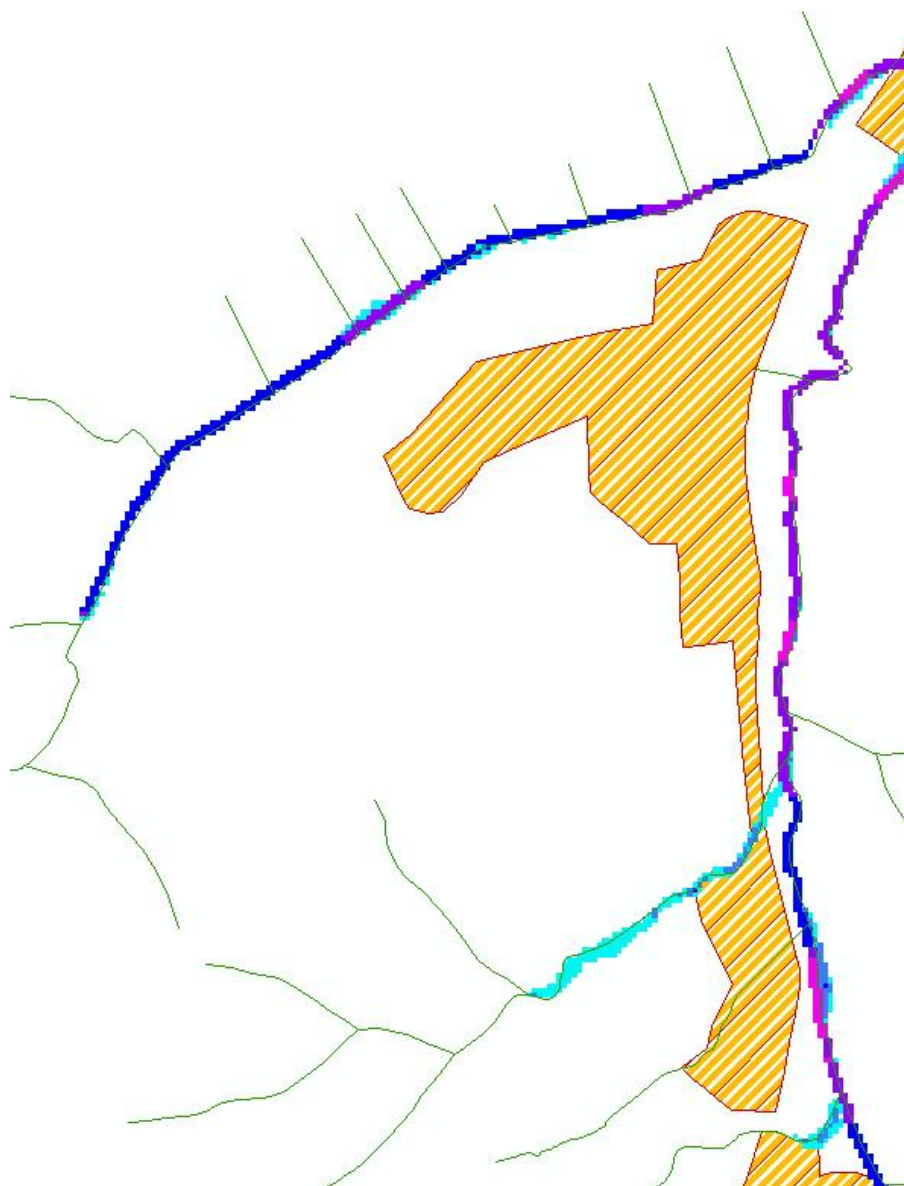


Fig. 3.4.2 - Battenti Tr30 - fossi Caldana e Muraiola.

La mappa dei battenti Tr 30 mostra la buona coerenza con il precedente studio e, nelle aree pertinenti alle Aree di

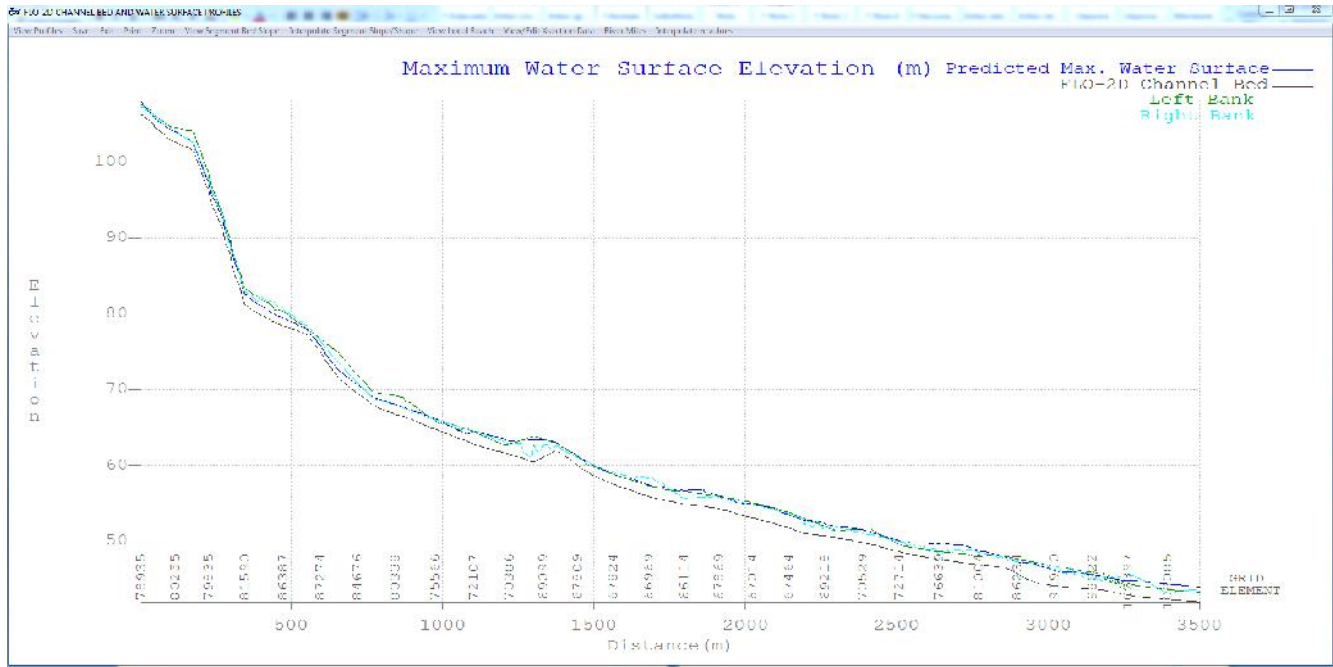


STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com studiocroce@gmail.com

Urbanizzazione, la pericolosità idraulica si limita alle sole fasce di rispetto (RD 523/1904) eccezion fatta per una porzione a valle della confluenza tra i due fossi ove si ha una modesta fascia di transito della piena, che è stata opportunamente perimetrata dallo scrivente.

- Profili idraulici dei fossi:



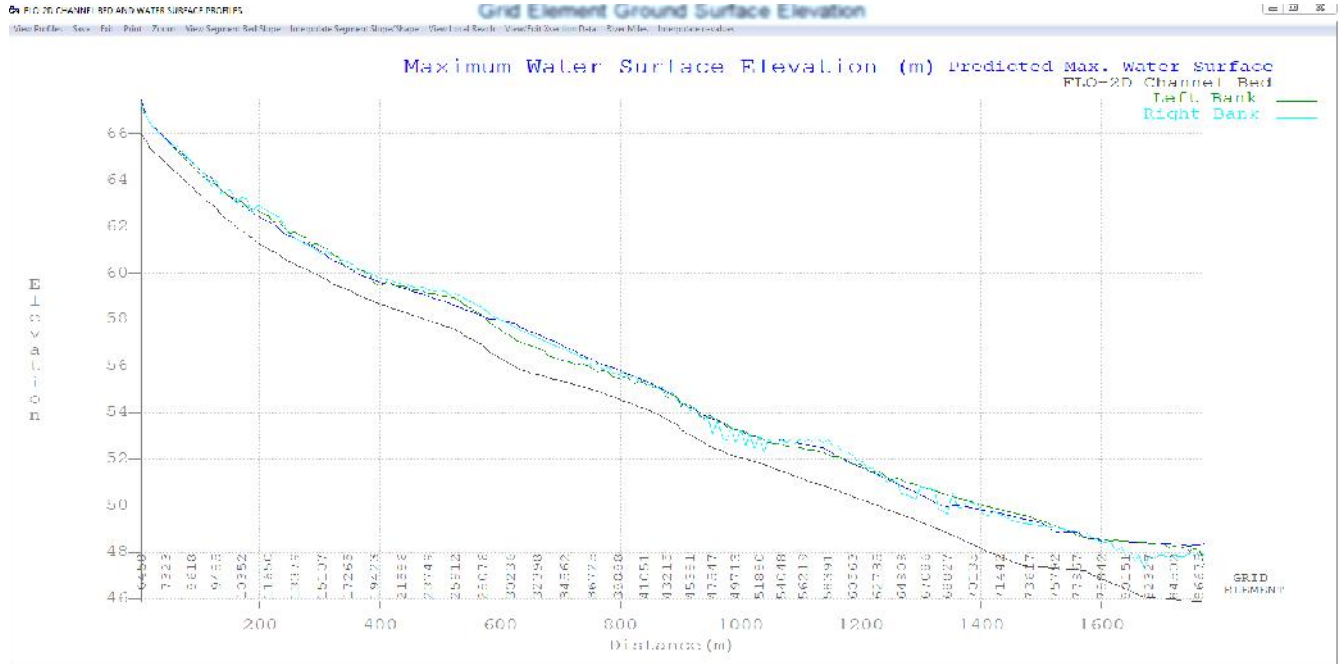
Fosso Caldana.



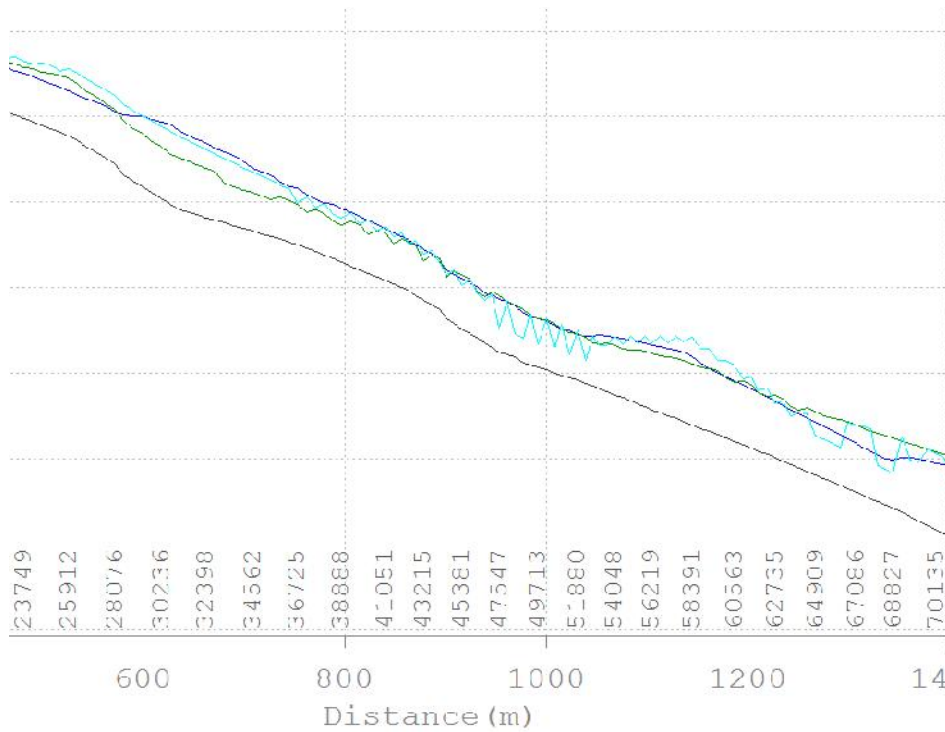
STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
 via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com



Fosso Muraiola.



Fosso Muraiola - Ingrandimento di una parte del profilo.



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

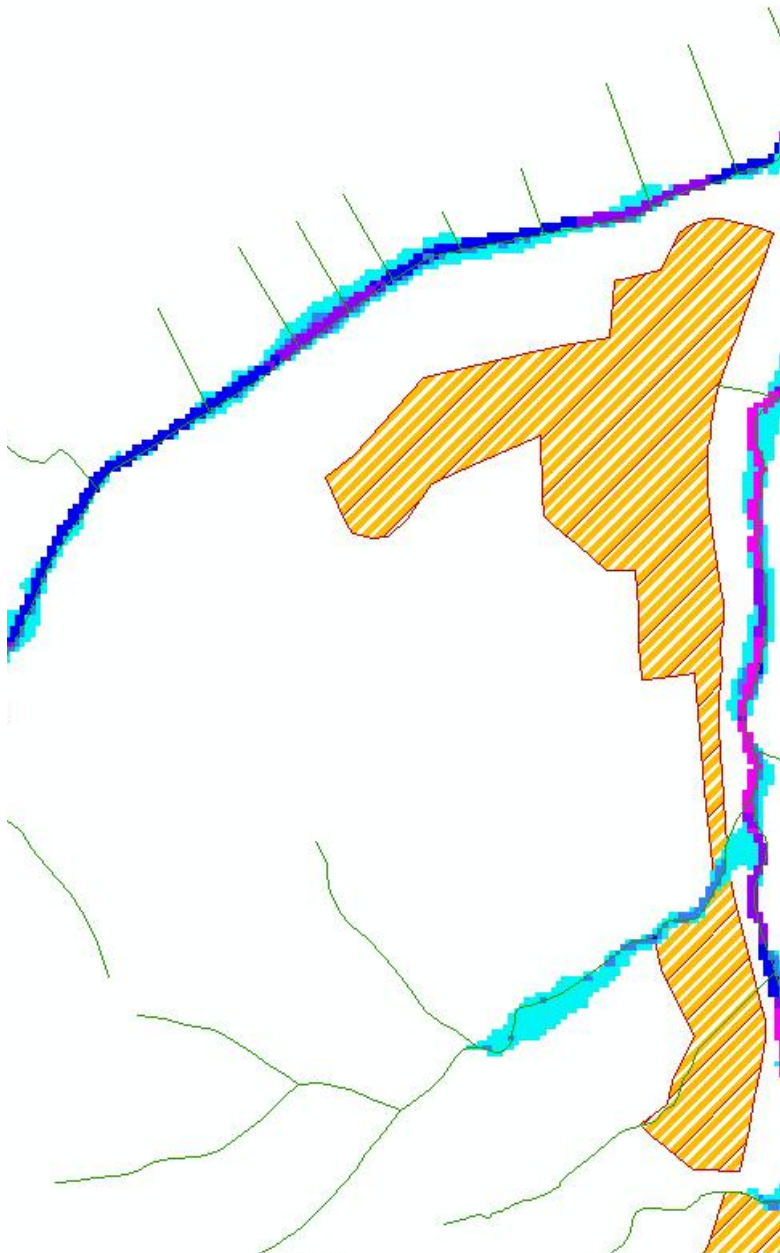


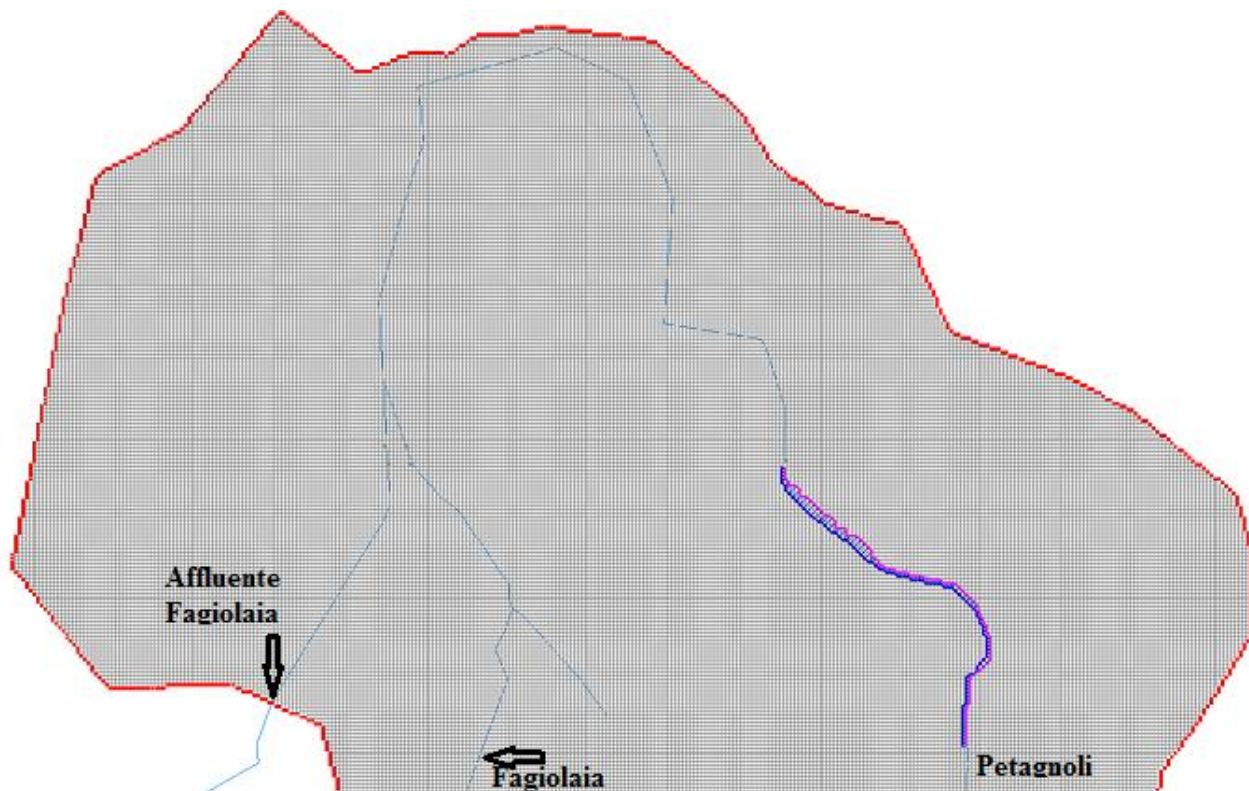
Fig. 3.4.3 - Battenti Tr200 - fossi Caldana e Muraiola.



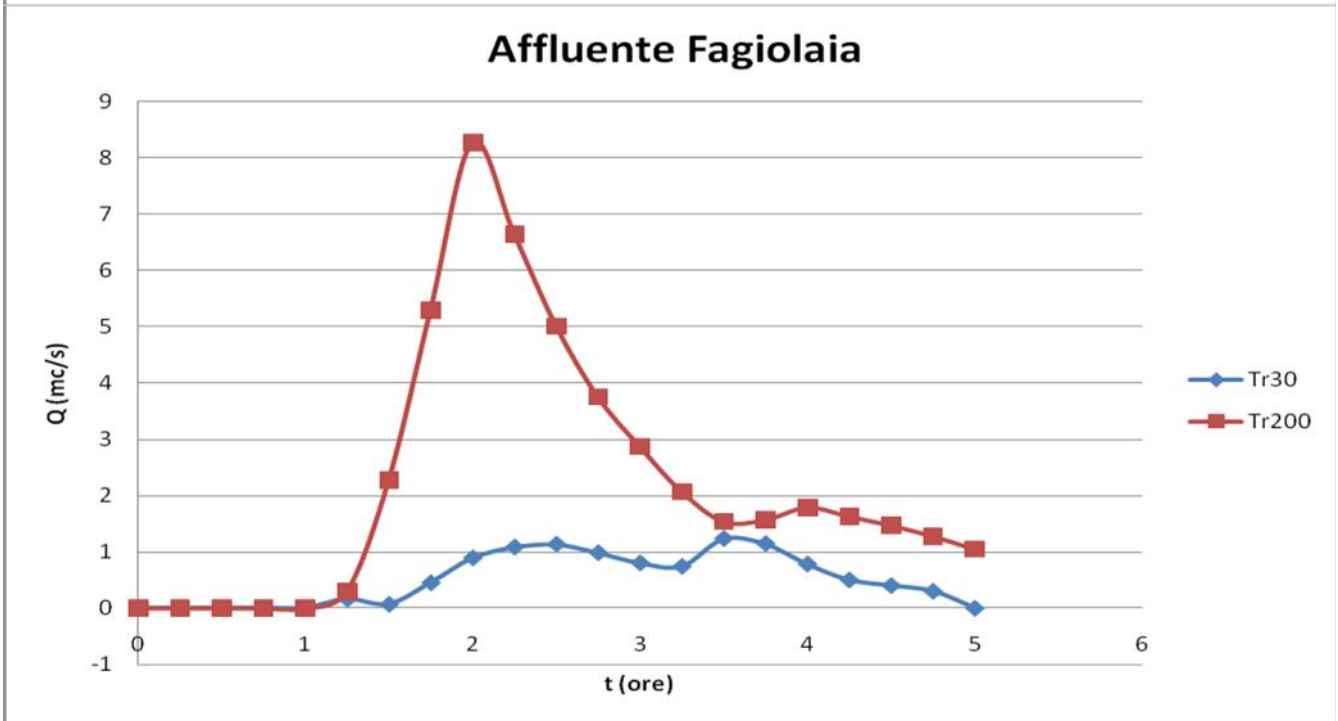
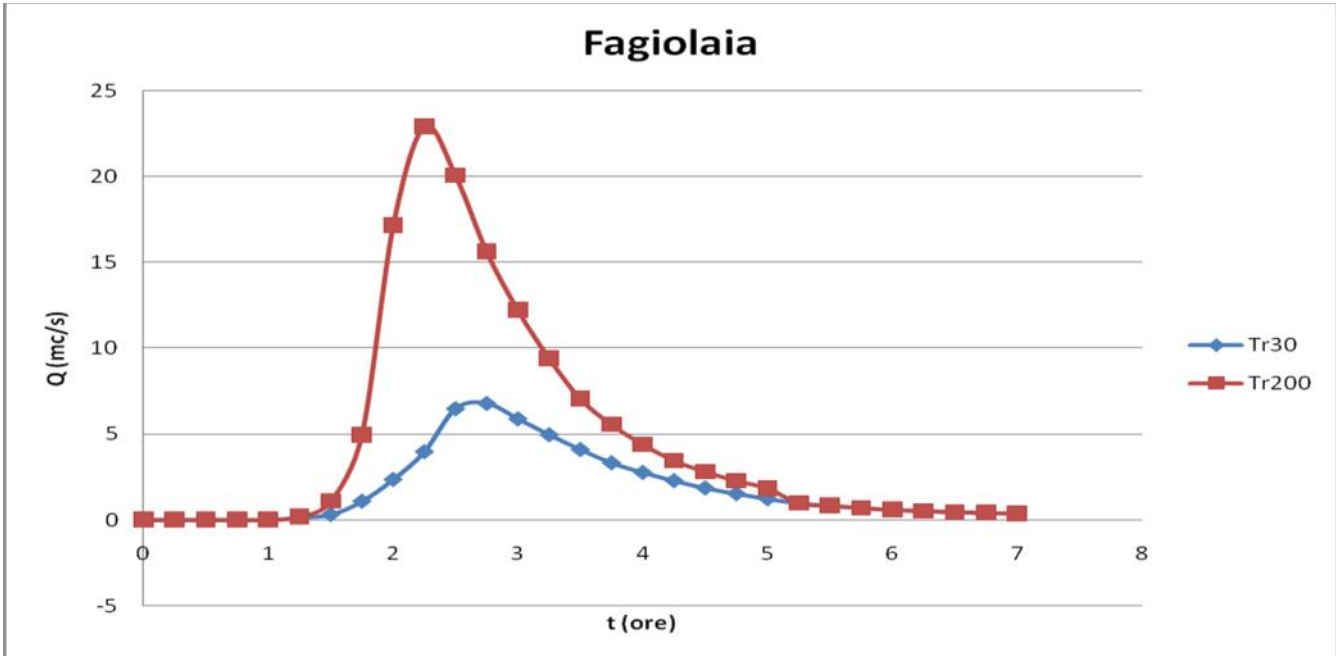
In questo studio è stato visionato anche lo studio idrologico idraulico per l'adeguamento del depuratore di Casciana Terme presentato da Ingegnerie Toscane.

Tale studio è basato su una condizione AMC (Antecedent MoistureCondition) III, non congruente con questo studio, inoltre le mappe dei battenti presentano evidenti errori (es. battenti estensione dei battenti TR 500 minore della TR 200) .

3.5 – Fossi Fagiolaia e Peragnoli



Idrogrammi:

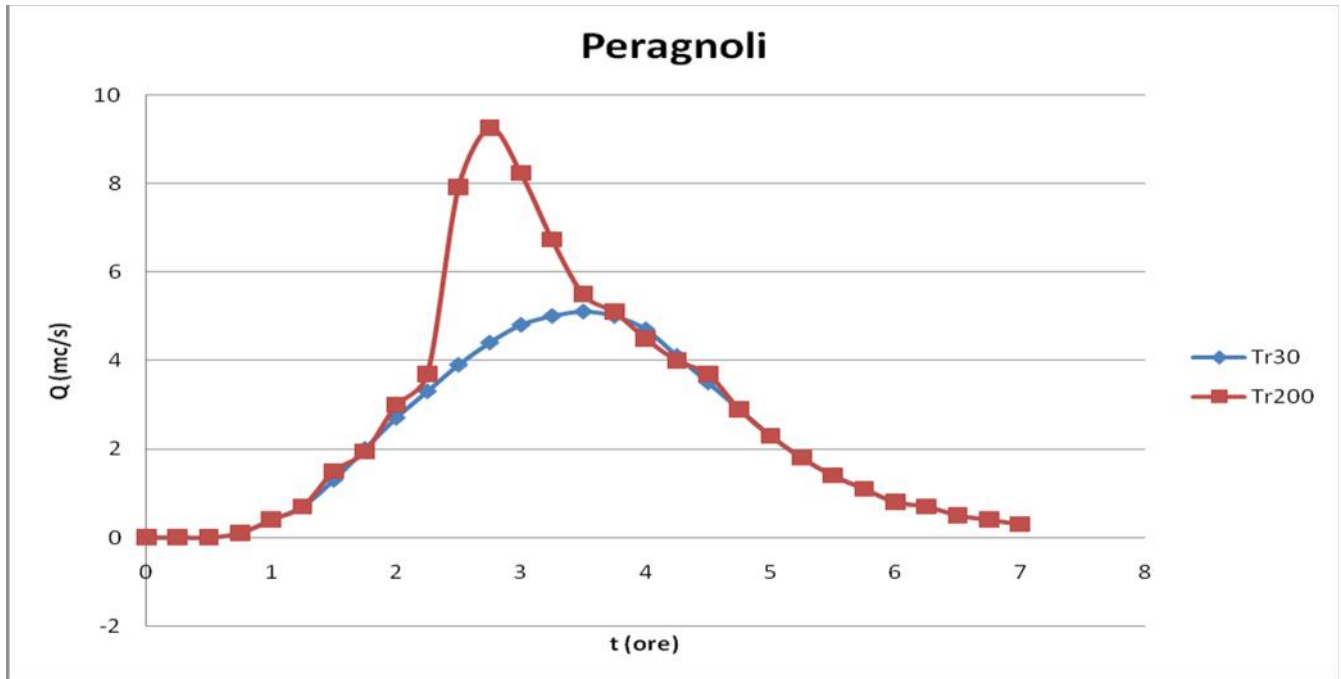




STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com



3.6 – Fossa Nuova

Il modello idraulico utilizzato nello studio della Fossa Nuova è sempre il FLO-2D di cui si riporta uno stralcio planimetrico nella figura seguente.

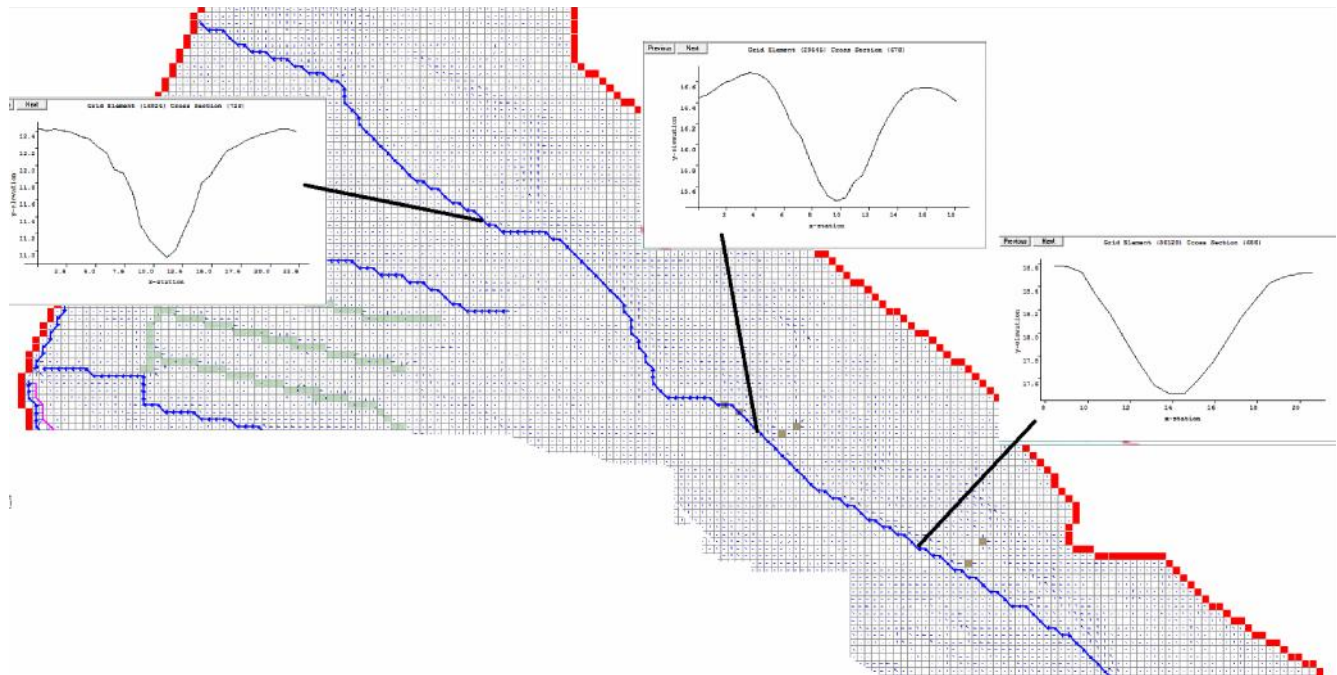


Fig. 3.6.1 - Stralcio del Modello Flo2D-Lari Fossa Nuova con indicazione di alcune sezioni.

Idrogrammi di Piena:

Gli idrogrammi di piena nella sezione 6 della Fossa nuova ricavati con il modello sono riportate in Fig. 3.6.2 e non differiscono dagli idrogrammi ricavati con il modello HEC - HMS o con il modello HEC 1 con cui furono ricavati, nel 2000, gli idrogrammi di piena della Fossa Nuova.

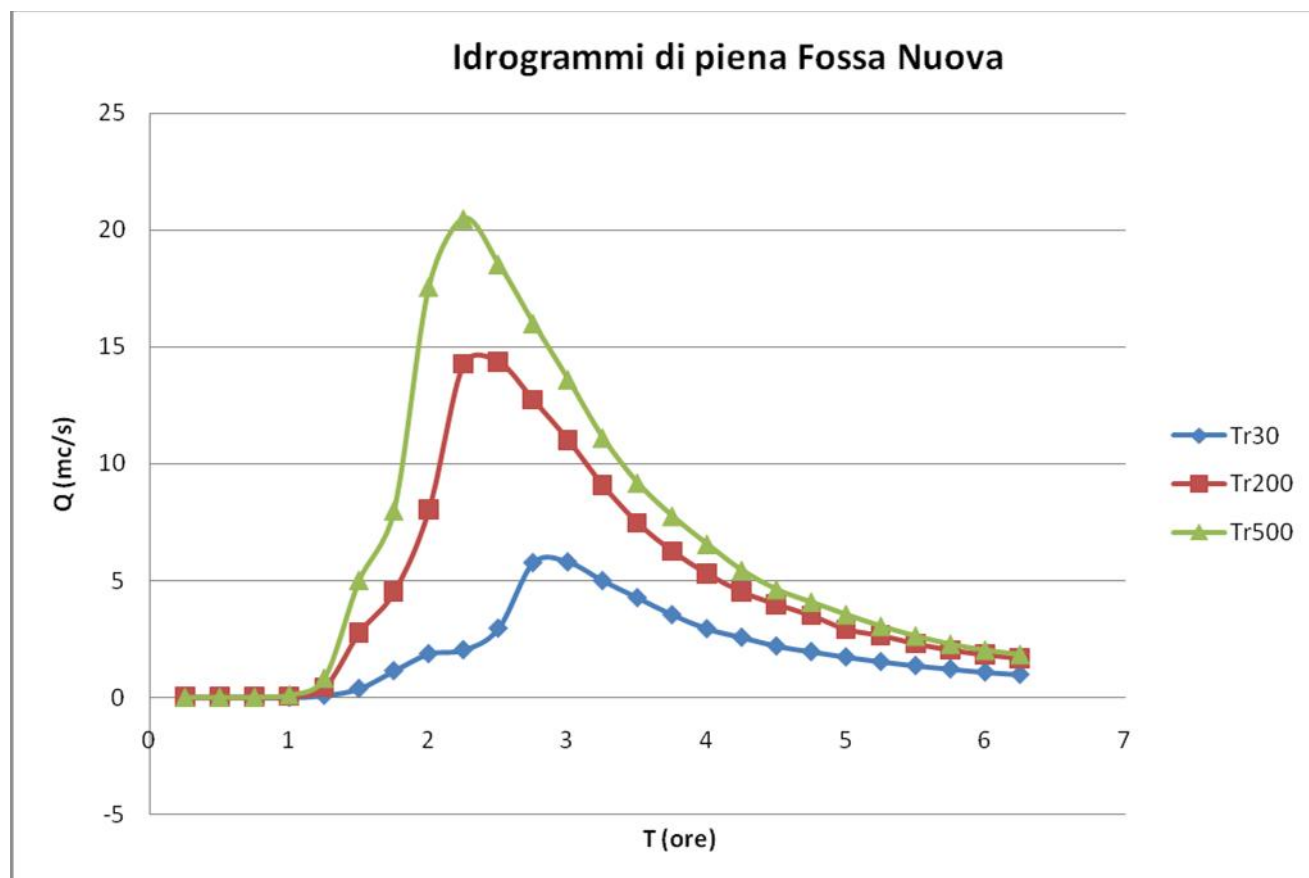


Fig. 3.6.2 Idrogrammi di piena per TR 30, 200 e 500 nella sezione 6 (fig. 3.6.3) corrispondente al bacino 5B

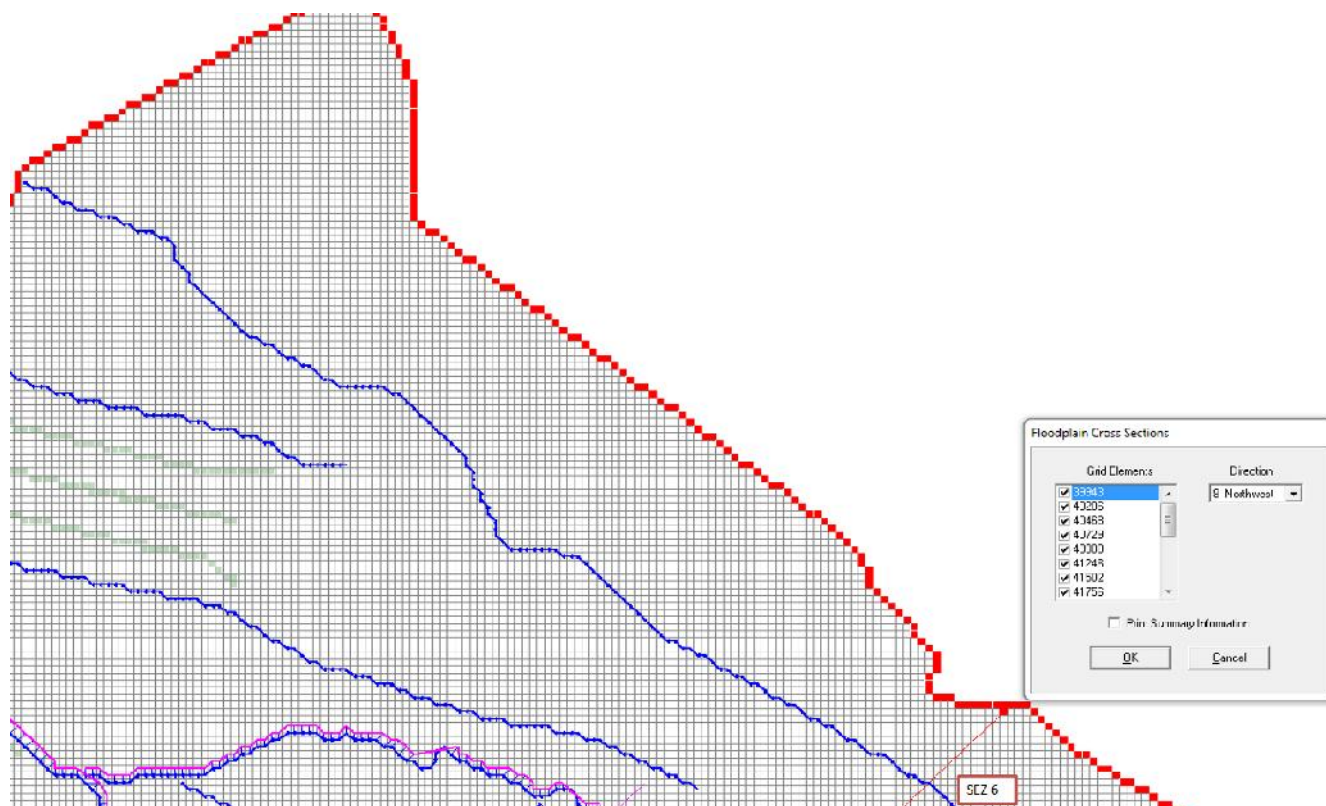


Fig. 3.6.3 Ubicazione della sezione 6 nel modello FLO-2D

Per verificare la bontà dello studio della Fossa Nuova è stato condotto con una modellazione simile a quella utilizzata nel primo studio presentato dallo scrivente, per conto del Comune di Ponsacco, risalente al 2000 per la sistemazione idraulica della Fossa Nuova. Tale studio fu integralmente ripresentato (non essendo cambiate le condizioni al contorno) nel 2009 ed è servito per la perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica sia per il Comune di Ponsacco che di Lari.

Si fa presente che la parte prevalente della pericolosità della Fossa Nuova derivava dall'erosione del fiume Cascina a seguito delle condizioni al contorno imposte dall'Autorità di Bacino alla confluenza con il fiume Era, nell'ambito dello studio del 2009.

Nel 2012 sono state aggiornate le LSP a cura della Regione Toscana che, seppur non cogenti, vengono richieste negli studi idrologici. Poiché le LSP sono ottenute considerando su ciascun pluviometro il valore massimo della precipitazione (è come se sull'intera Regione si verificasse la pioggia massima contemporaneamente su ciascun pluviometro) è lecito ritenere che i valori dei tempi di ritorno ottenuti siano



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

ampiamente cautelativi.

In particolare sulla Fossa Nuova, nel primo studio, è stato considerato uno ietogramma “tipo Chicago” (picco dell'onda di piena) che non può essere utilizzato, a parere dello scrivente, con le piogge calcolate con le nuove curve LSPP.

Il modello del 2009, utilizzato sulla Fossa Nuova, era stato elaborato suddividendo il bacino in cinque sottobacini come riportato nella fig. 3.6.1.

Nel nuovo modello, utilizzato per il confronto, sono stati inseriti i nuovi valori regionali del CN, ed è stato inserito un nuovo bacino (di tipo collinare) che nello studio iniziale era compreso nel bacino 5 di 1.88 km² (Fig. 3.61).

Pertanto il bacino imbrifero della Fossa Nuova è stato suddiviso in 6 sottobacini, in particolare il sottobacino principale (ID=5) in due sottobacini (uno collinare e uno pianeggiante come indicato in fig. 3.6.2) la cui omogeneizzazione comporta un picco di piena sovradimensionato che fu utilizzato per la “progettazione della sistemazione idraulica della Fossa Nuova” in favore di sicurezza.

Sempre nell'ottica della sicurezza idraulica (anno 2000) nelle simulazioni con HEC della Fossa Nuova, in particolare per la portata trentennale, l'idrogramma di piena fatto evolvere nella sezione iniziale di monte è quello del sottobacino 4C.

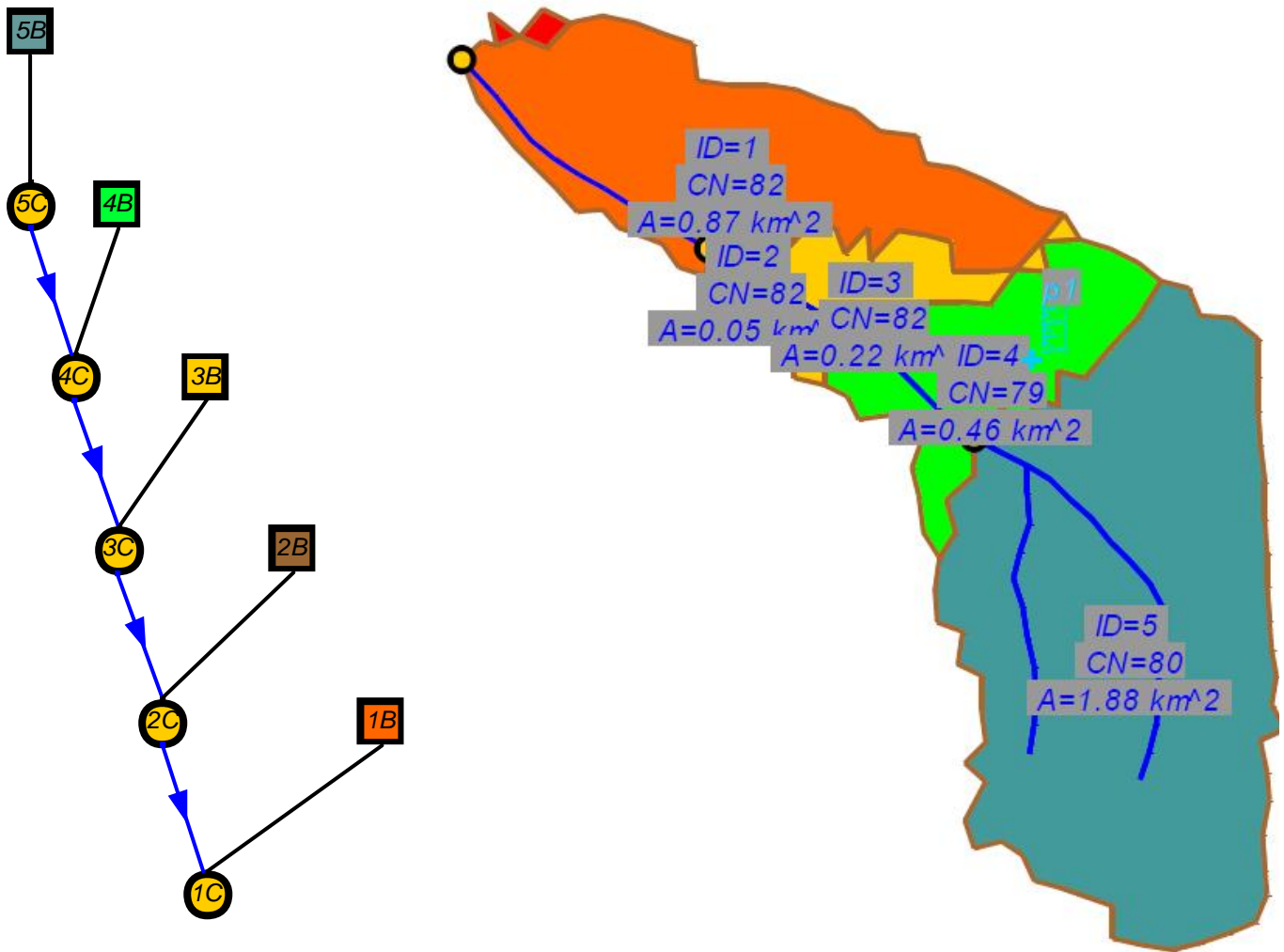


Fig. 3.6.1 Suddivisione del bacino della Fossa Nuova nel primo studio



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

§

RUNOFF SUMMARY, AVERAGE FLOW IN CUBIC METERS PER SECOND
AREA IN SQUARE KILOMETERS

OPERATION	STATION	PEAK FLOW	TIME OF PEAK	AVERAGE FLOW FOR MAXIMUM PERIOD			BASIN AREA	MAXIMUM STAGE	TIME OF MAX STAGE
				6-HOUR	24-HOUR	72-HOUR			
+	HYDROGRAPH AT	5B	8.32	2.75	2.38	.59	.58	1.88	
+	ROUTED TO	5R	8.32	2.75	2.38	.59	.58	1.88	
+	HYDROGRAPH AT	4B	1.77	2.75	.56	.14	.13	.46	
+	2 COMBINED AT	4C	10.09	2.75	2.93	.73	.71	2.34	
+	HYDROGRAPH AT	3B	.75	3.50	.31	.08	.07	.22	
+	2 COMBINED AT	3C	10.66	2.75	3.24	.81	.79	2.56	
+	HYDROGRAPH AT	2B	.32	2.25	.07	.02	.02	.05	
+	2 COMBINED AT	2C	10.88	2.75	3.31	.83	.80	2.61	
+	HYDROGRAPH AT	1B	1.96	4.50	1.13	.31	.30	.87	
+	2 COMBINED AT	1C	11.52	2.75	4.40	1.13	1.10	3.48	
+	ROUTED TO	1C	11.52	2.75	4.40	1.13	1.10	3.48	

*** NORMAL END OF HEC-1 ***

Tabella 3.6.1 - dati idrologici modello Fossa Nuova del 2000 (TR 30).



 HYDROGRAPH AT STATION 58

DA	MON	HRMN	ORD	RAIN	LOSS	EXCESS	COMP Q		DA	MON	HRMN	ORD	RAIN	LOSS	EXCESS	COMP Q
1	JAN	0000	1	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	1230	51	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0015	2	3.59	3.59	.00	0.	*	1	JAN	1245	52	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0030	3	3.99	3.99	.00	0.	*	1	JAN	1300	53	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0045	4	4.54	4.54	.00	0.	*	1	JAN	1315	54	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0100	5	5.37	5.03	.34	0.	*	1	JAN	1330	55	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0115	6	6.80	5.35	1.45	0.	*	1	JAN	1345	56	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0130	7	10.37	6.52	3.85	1.	*	1	JAN	1400	57	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0145	8	34.90	13.68	21.22	3.	*	1	JAN	1415	58	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0200	9	9.96	2.56	7.40	8.	*	1	JAN	1430	59	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0215	10	6.33	1.43	4.90	13.	*	1	JAN	1445	60	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0230	11	4.95	1.03	3.92	15.	*	1	JAN	1500	61	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0245	12	4.17	.81	3.36	15.	*	1	JAN	1515	62	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0300	13	3.65	.68	2.97	13.	*	1	JAN	1530	63	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0315	14	.00	.00	.00	11.	*	1	JAN	1545	64	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0330	15	.00	.00	.00	8.	*	1	JAN	1600	65	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0345	16	.00	.00	.00	6.	*	1	JAN	1615	66	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0400	17	.00	.00	.00	4.	*	1	JAN	1630	67	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0415	18	.00	.00	.00	3.	*	1	JAN	1645	68	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0430	19	.00	.00	.00	2.	*	1	JAN	1700	69	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0445	20	.00	.00	.00	1.	*	1	JAN	1715	70	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0500	21	.00	.00	.00	1.	*	1	JAN	1730	71	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0515	22	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	1745	72	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0530	23	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	1800	73	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0545	24	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	1815	74	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0600	25	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	1830	75	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0615	26	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	1845	76	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0630	27	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	1900	77	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0645	28	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	1915	78	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0700	29	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	1930	79	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0715	30	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	1945	80	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0730	31	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	2000	81	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0745	32	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	2015	82	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0800	33	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	2030	83	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0815	34	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	2045	84	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0830	35	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	2100	85	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0845	36	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	2115	86	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0900	37	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	2130	87	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0915	38	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	2145	88	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0930	39	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	2200	89	.00	.00	.00	0.
1	JAN	0945	40	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	2215	90	.00	.00	.00	0.
1	JAN	1000	41	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	2230	91	.00	.00	.00	0.
1	JAN	1015	42	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	2245	92	.00	.00	.00	0.
1	JAN	1030	43	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	2300	93	.00	.00	.00	0.
1	JAN	1045	44	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	2315	94	.00	.00	.00	0.
1	JAN	1100	45	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	2330	95	.00	.00	.00	0.
1	JAN	1115	46	.00	.00	.00	0.	*	1	JAN	2345	96	.00	.00	.00	0.
1	JAN	1130	47	.00	.00	.00	0.	*	2	JAN	0000	97	.00	.00	.00	0.
1	JAN	1145	48	.00	.00	.00	0.	*	2	JAN	0015	98	.00	.00	.00	0.
1	JAN	1200	49	.00	.00	.00	0.	*	2	JAN	0030	99	.00	.00	.00	0.
1	JAN	1215	50	.00	.00	.00	0.	*	2	JAN	0045	100	.00	.00	.00	0.

TOTAL RAINFALL =	98.62,	TOTAL LOSS =	49.21,	TOTAL EXCESS =	49.41
PEAK FLOW	TIME		6-HR	MAXIMUM AVERAGE FLOW	24.75-HR
(CU M/S)	(HR)	(CU M/S)		24-HR	72-HR
15.	2.50	4.	1.	1.	1.

Tabella 3.6.2 - dati idrologici modello Fossa Nuova del 2000 bacino 5 (TR 200).

Con la nuova modellazione del bacino della Fossa Nuova con il software HEC-HMS 4.2.1 suddiviso in 6 bacini (Fig. 3.6.3) e con pioggia uniforme della durata di 3 ore sono stati ottenuti gli idrogrammi di piena riportati nelle figure seguenti



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com studiocroce@gmail.com

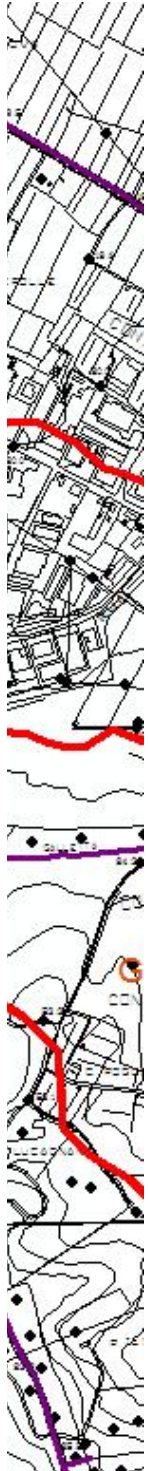


Fig. 3.6.2 Suddivisione del bacino ID5 in due sottobacini. Fossa Nuova 1 e Fossa Nuova 2

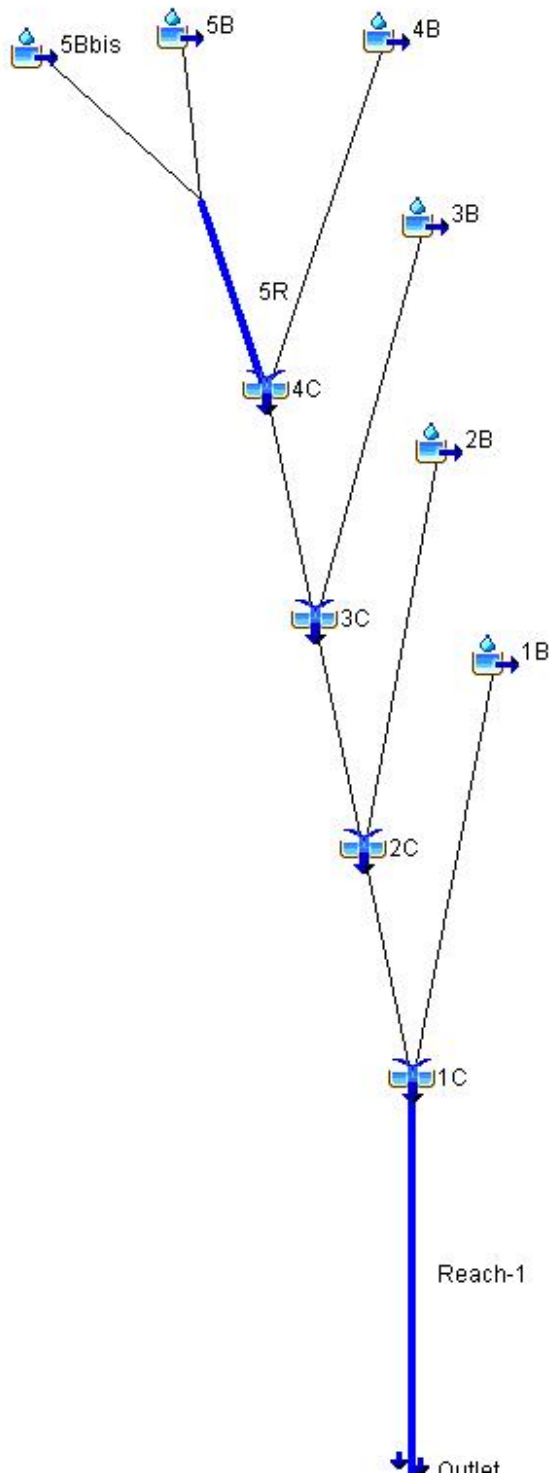


Fig. 3.6.3 - Schema idrologico Fossa Nuova con il SottoBacino 5B diviso in due parti.



Idrogrammi F. Nuova:

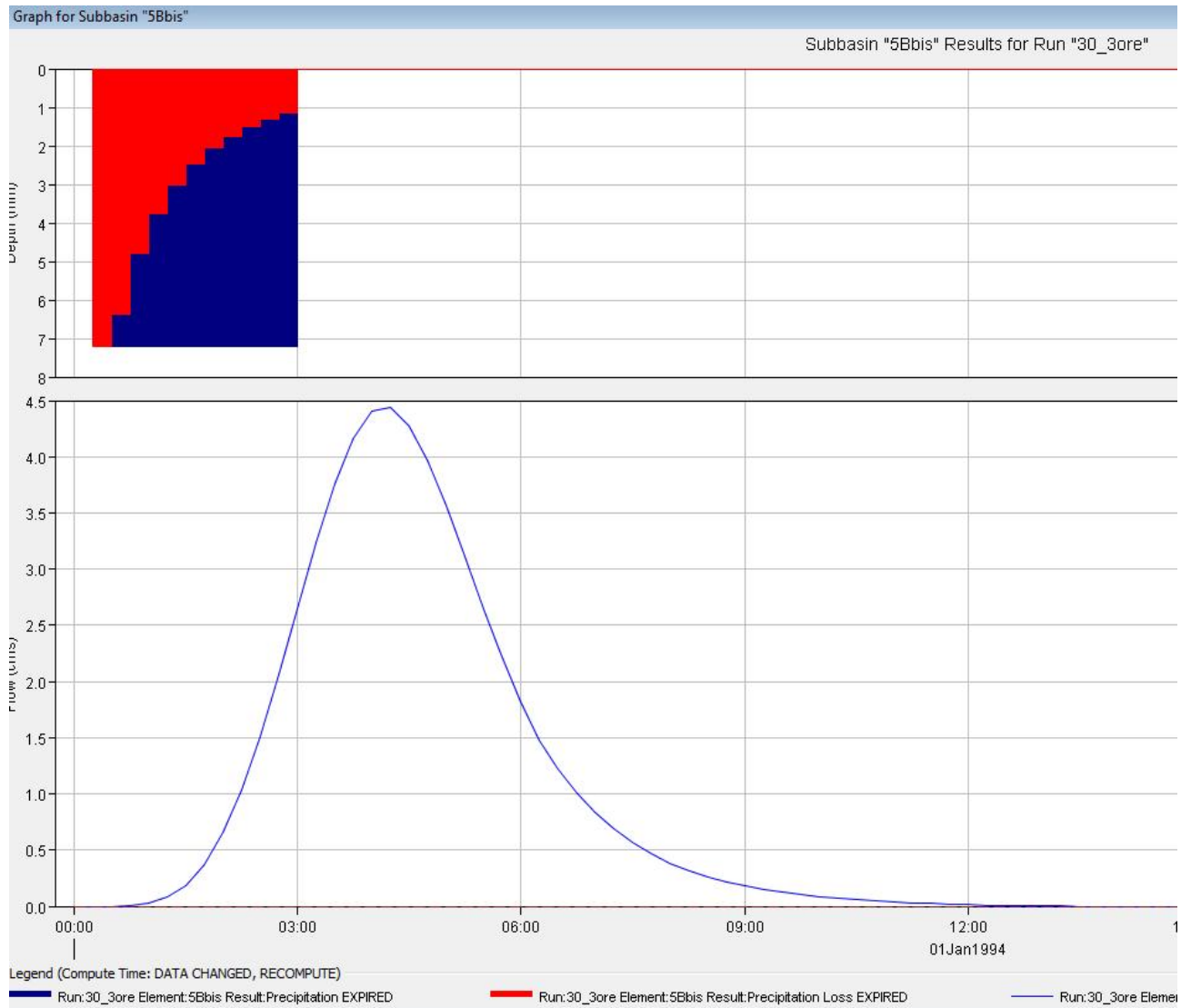


Fig. 3.6.4 - Idrogramma Fossa Nuova TR 30 SottoBacino 5B bis.

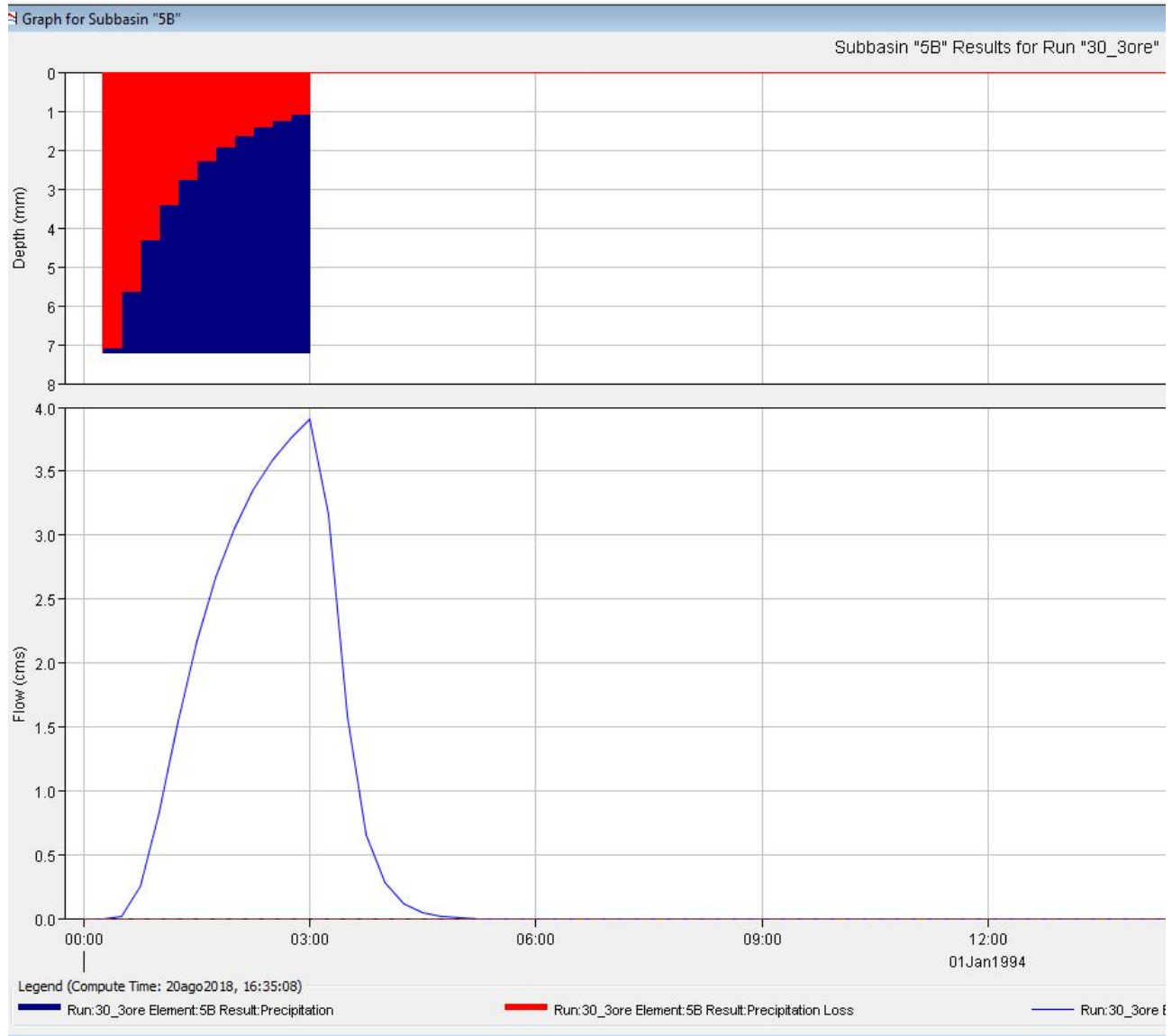


Fig. 3.6.5 - Idrogramma Fossa Nuova TR 30 SottoBacino 5B.



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

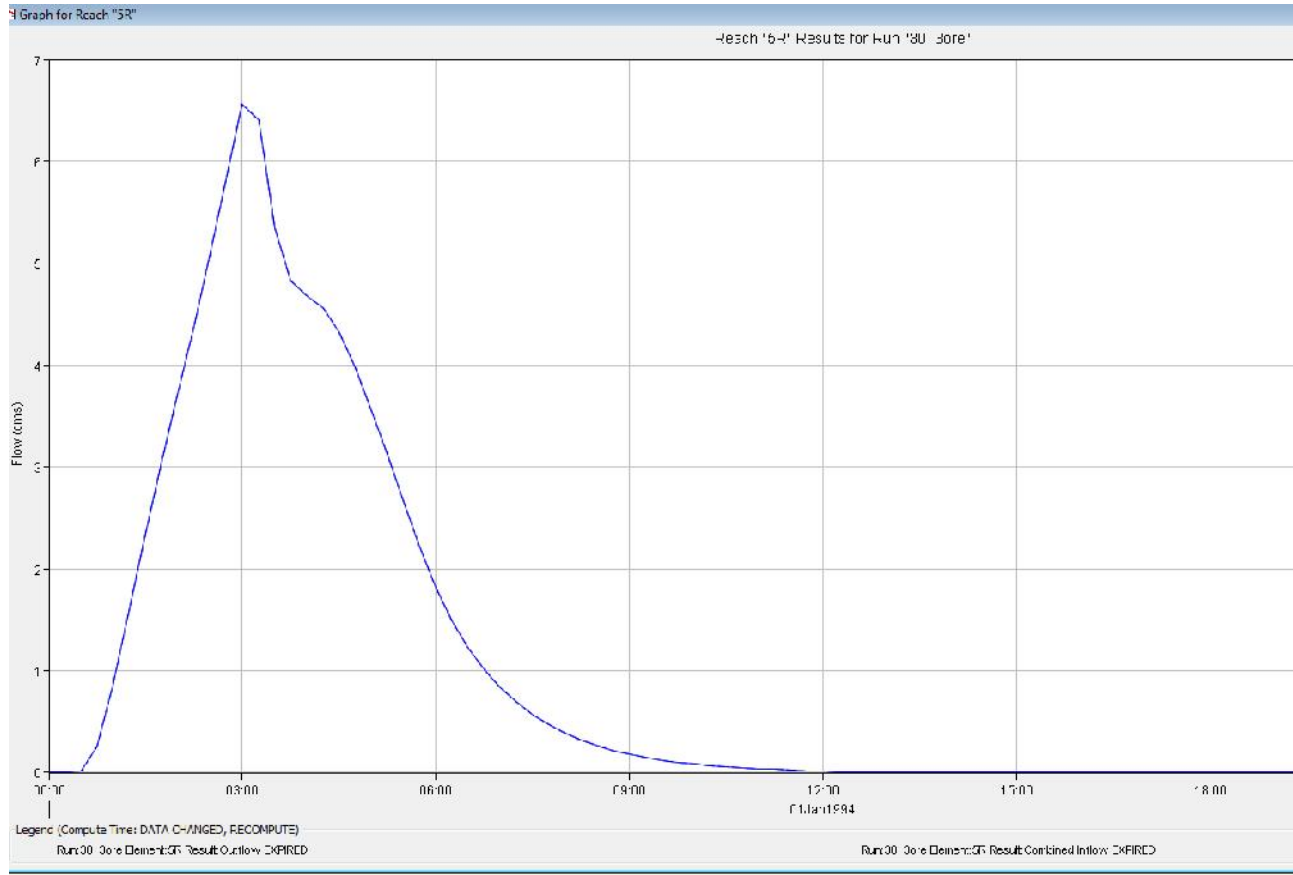


Fig. 3.6.6 - Idrogramma Fossa Nuova TR 30 SottoBacino 5R.



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

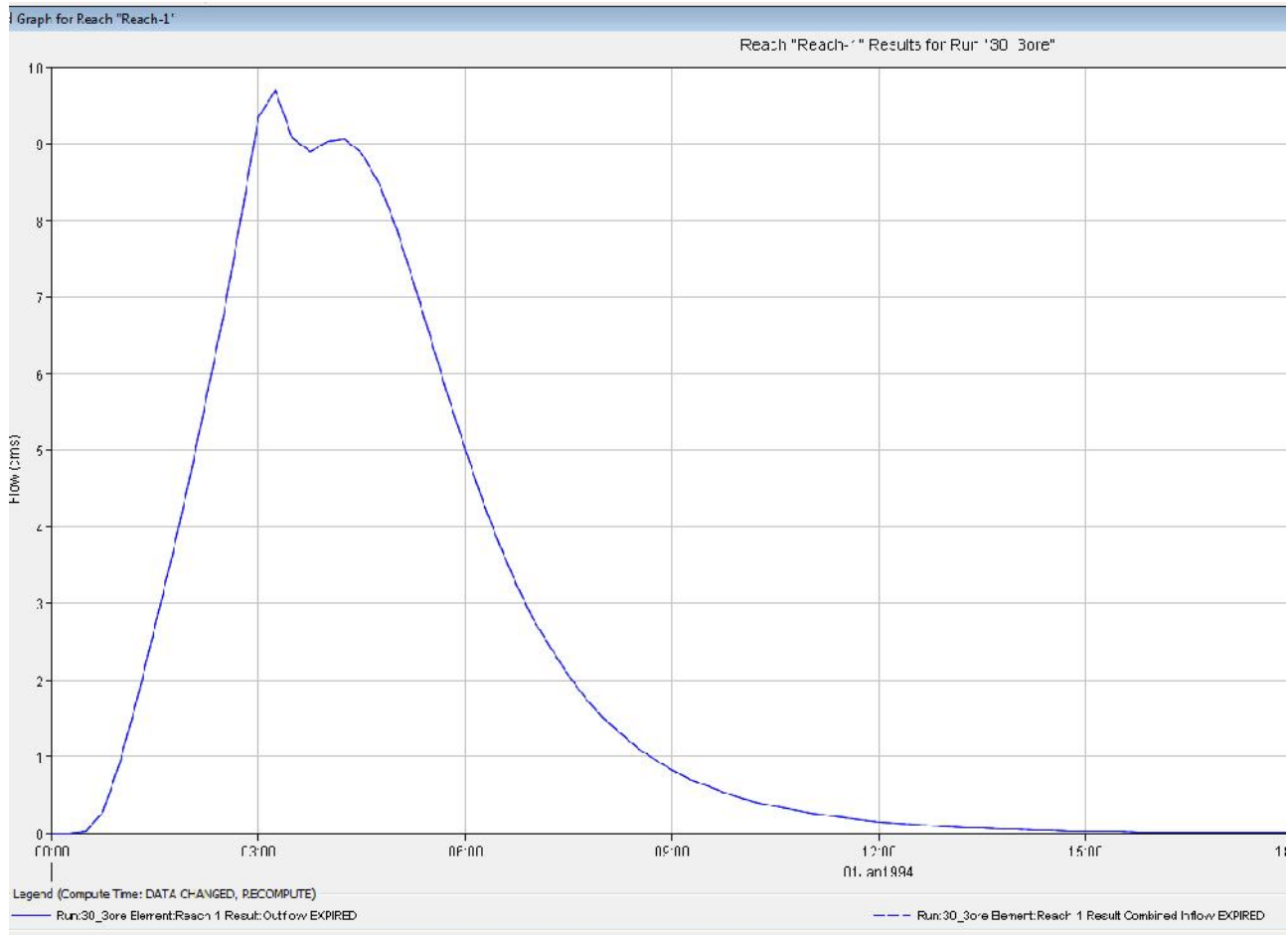


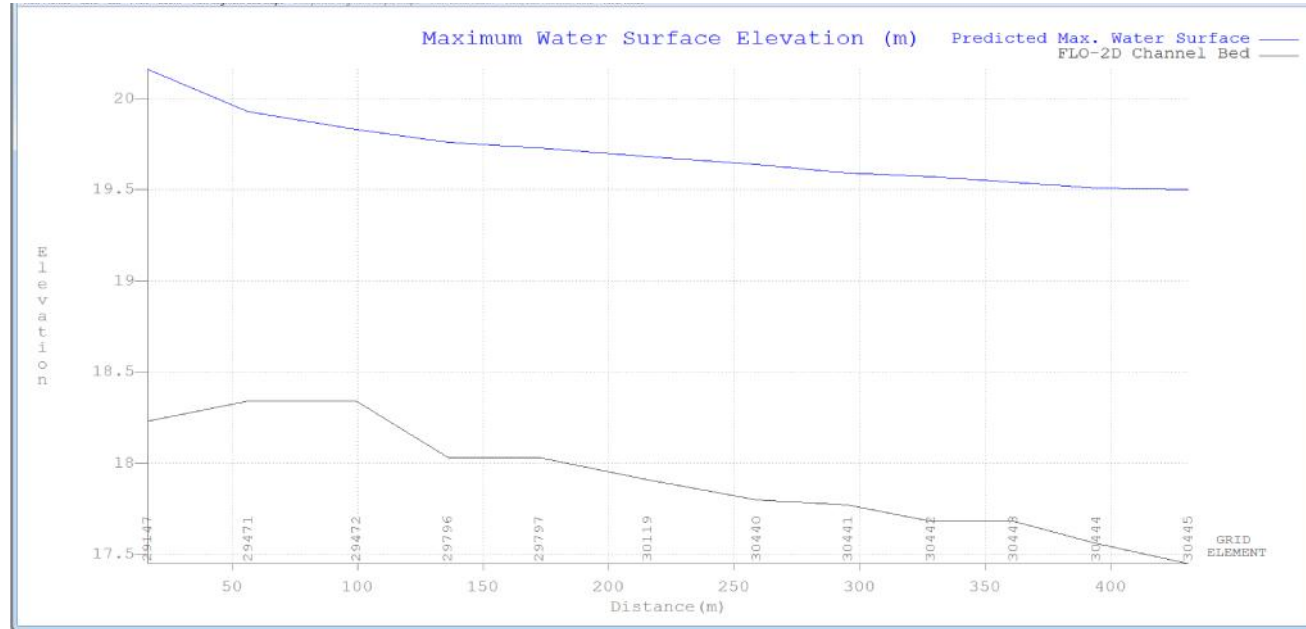
Fig. 3.6.7 - Idrogramma Fossa Nuova TR 30 Sezione di chiusura.



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com studiocroce@gmail.com

Profili idraulici tr200 corsi d'acqua - FLO2D (vedere fig. 3):



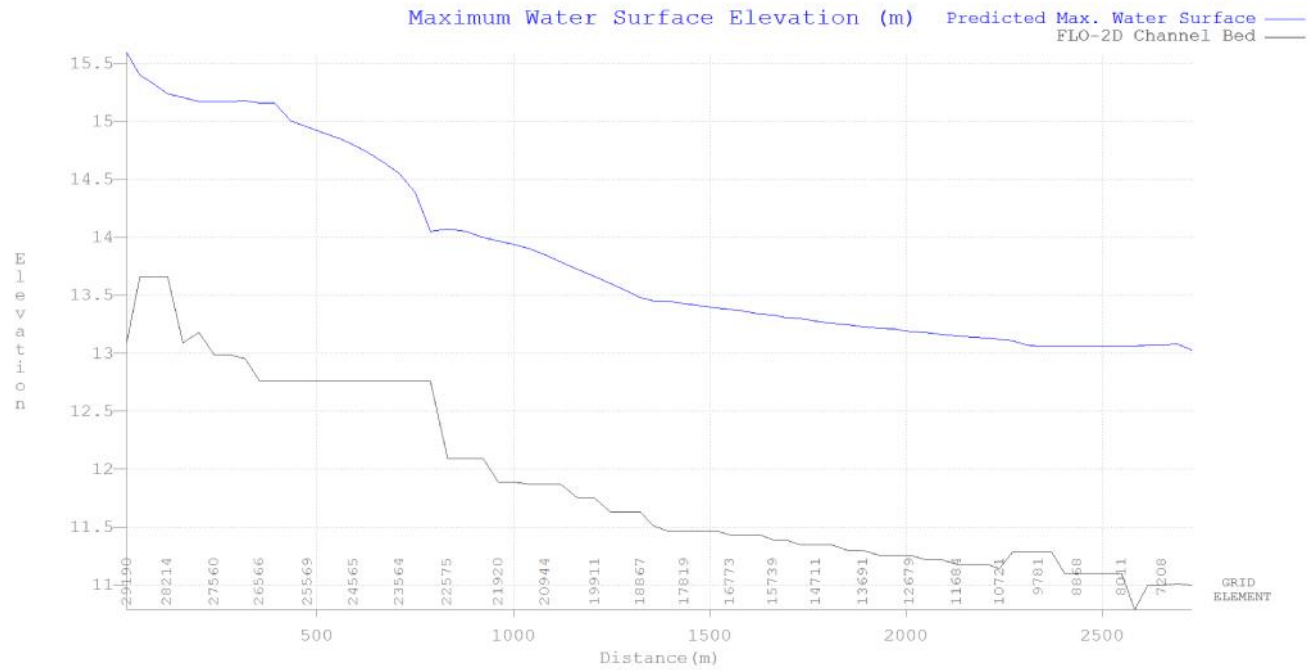
Channel 1 - Vallicorboli tratto contiguo alla Cassa



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com



Channel 2 - fosso Girotta



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

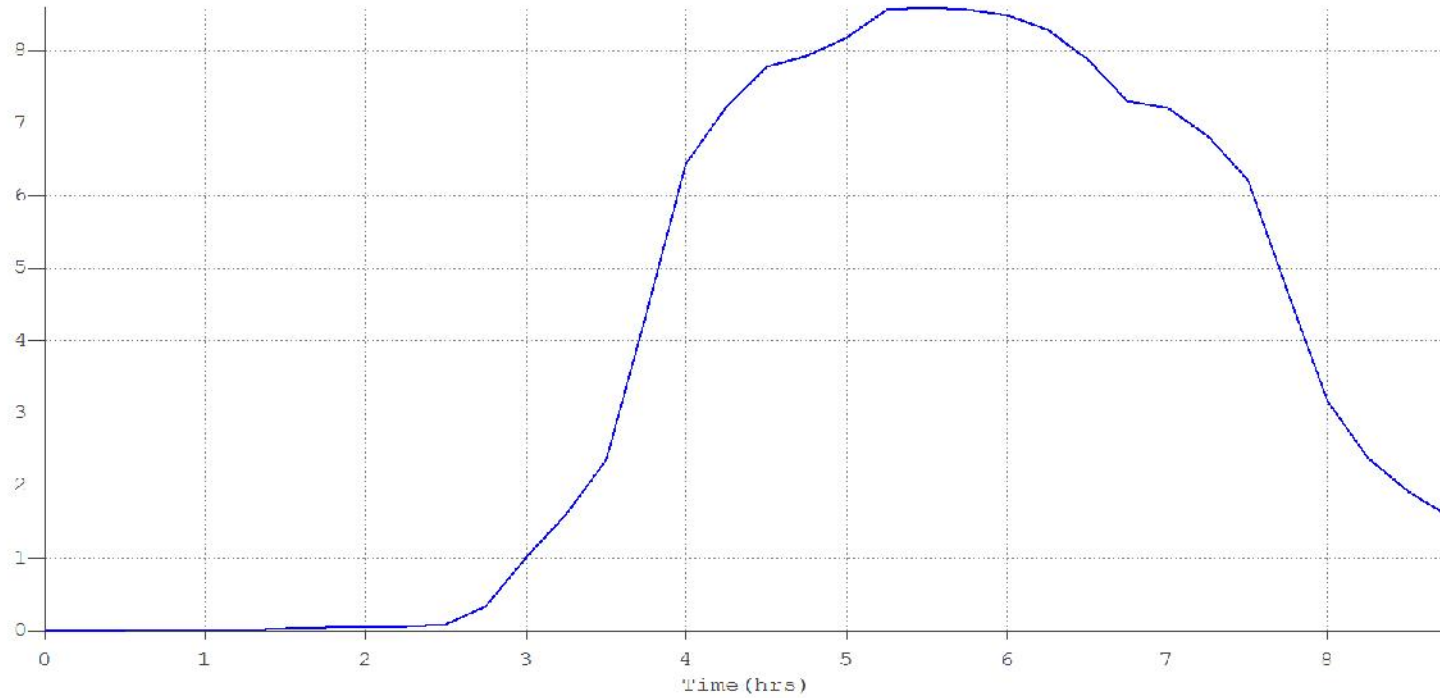
www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

Channel Node: 26234

Discharge Hydrograph (cms)

Predicted Discharge 



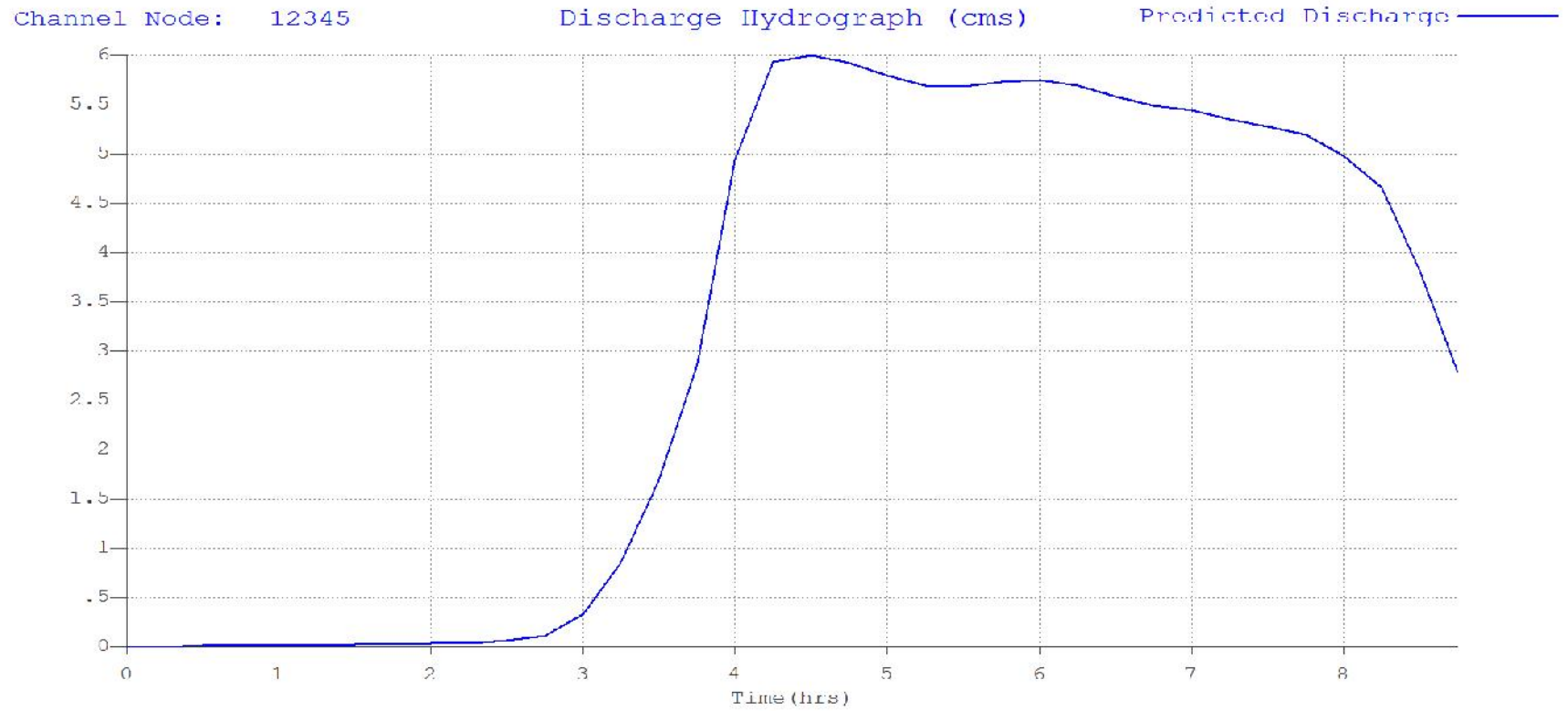
Idrogramma a valle della confluenza con il Galletta:



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

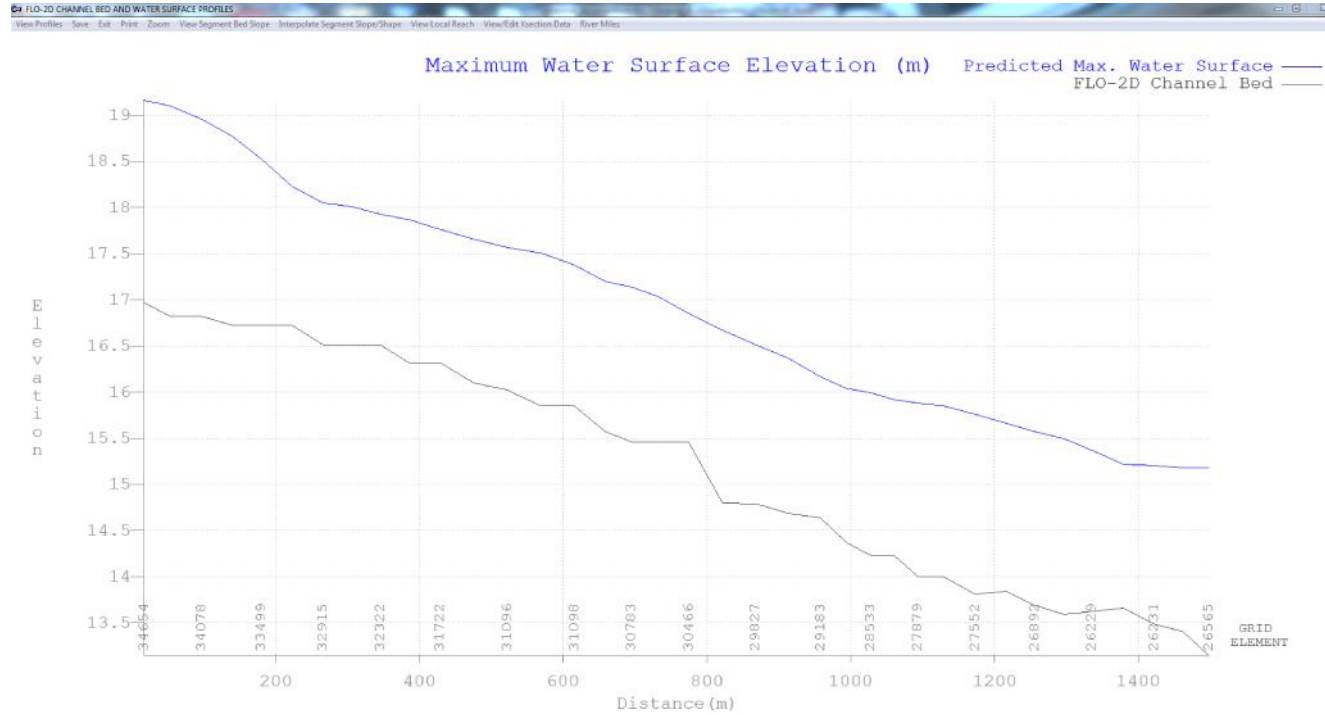


Idrogramma tr 200 laminato



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com studiocroce@gmail.com



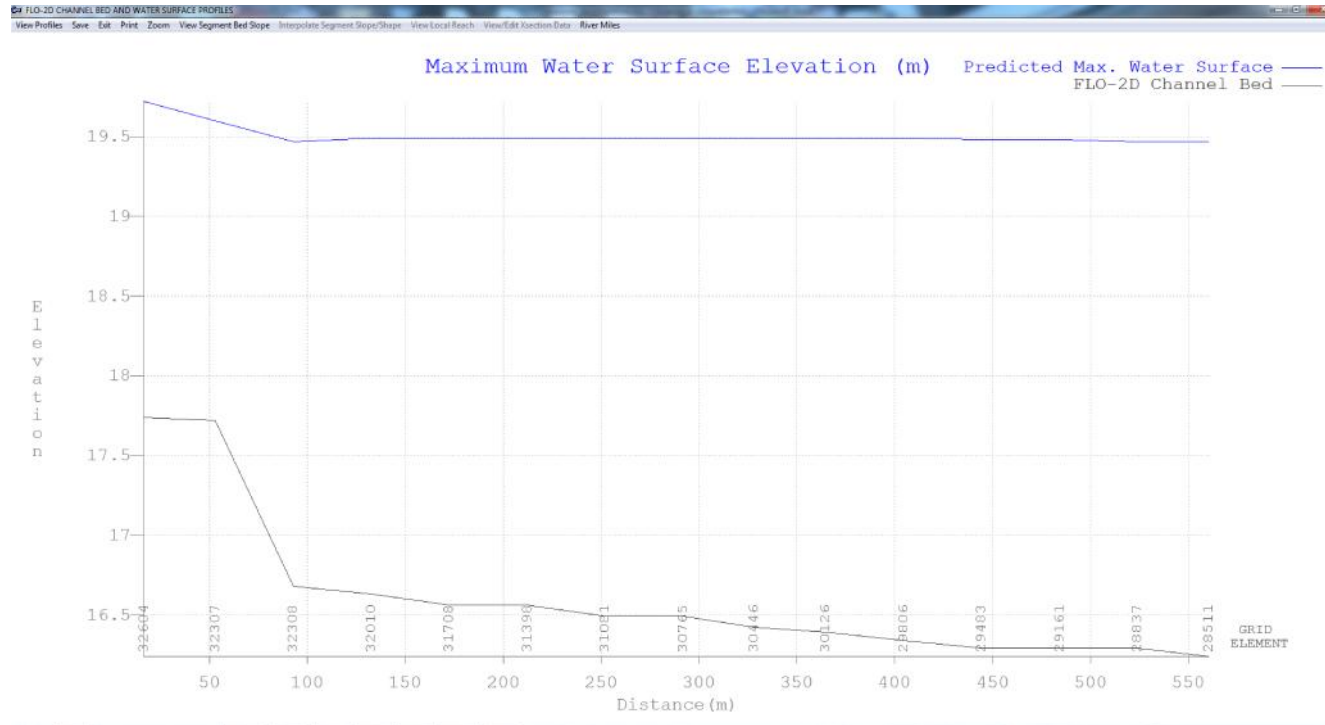
Channel 3 - fosso Galetta

:



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com studiocroce@gmail.com



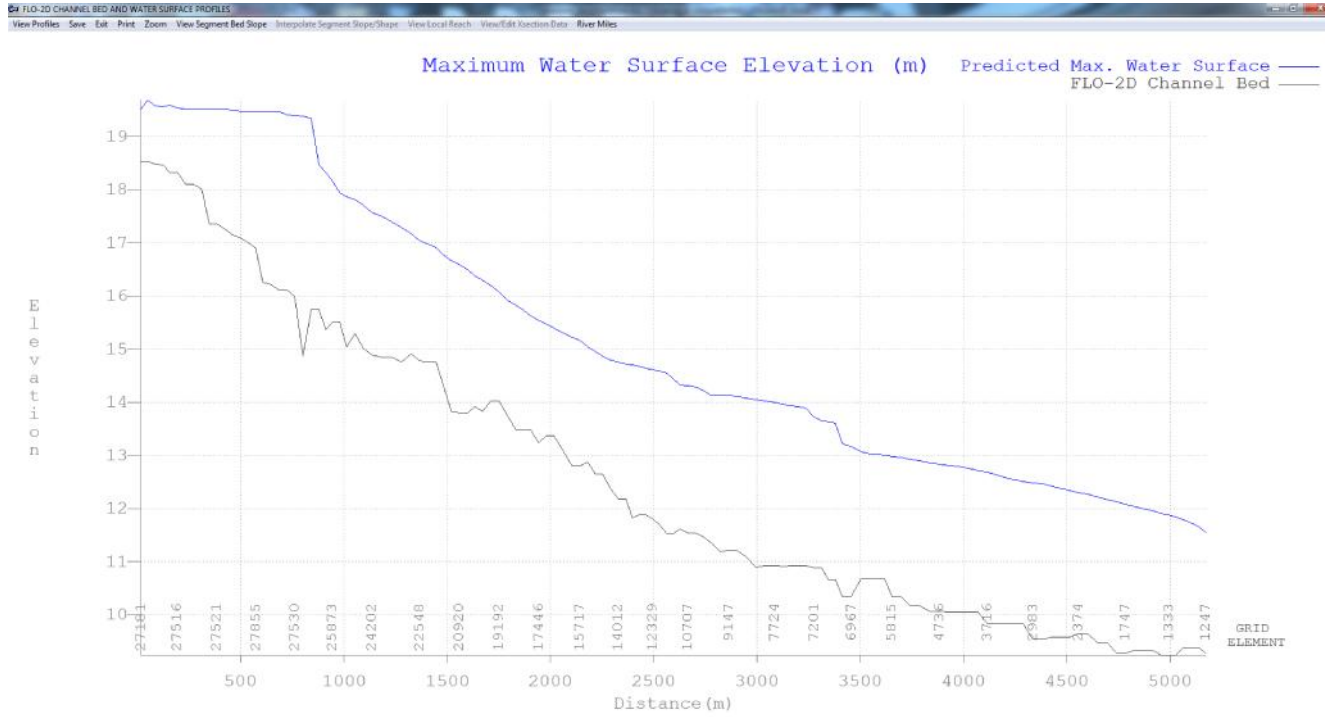
Channel 4 - fosso Zannoncino



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

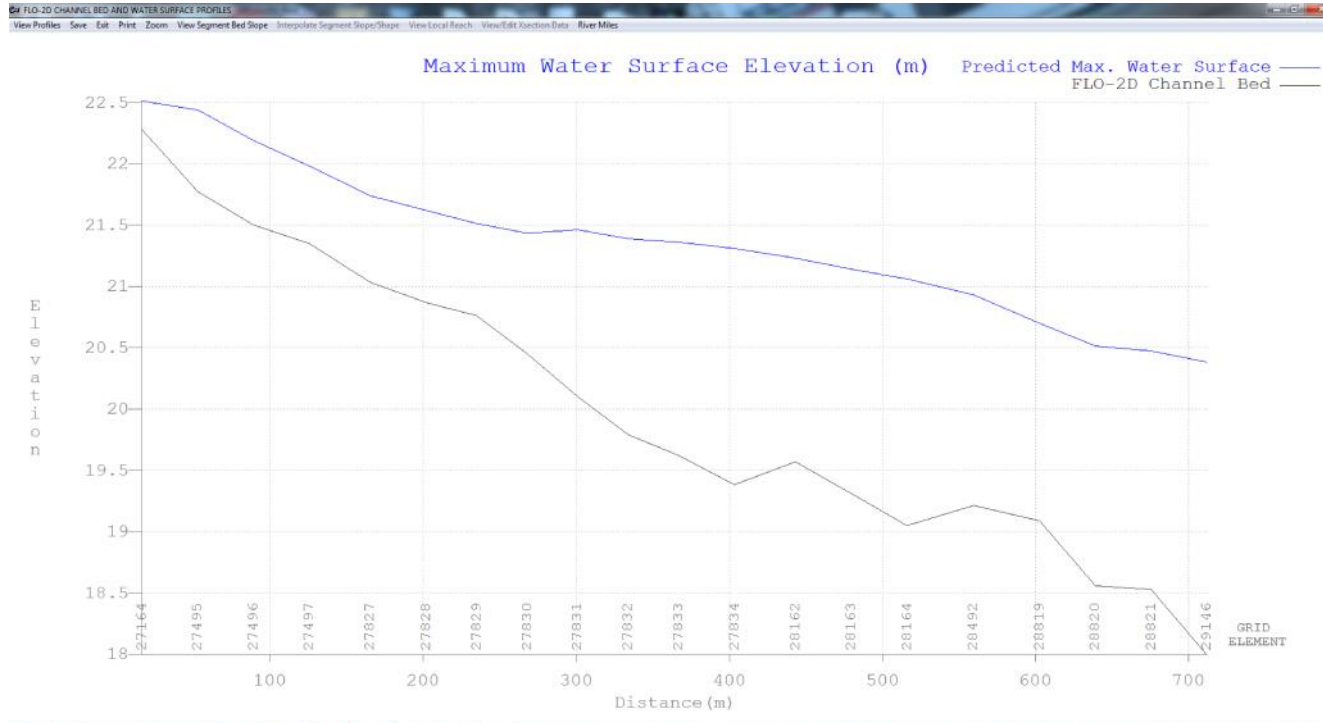


Channel 5 - fosso Zannone



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com studiocroce@gmail.com

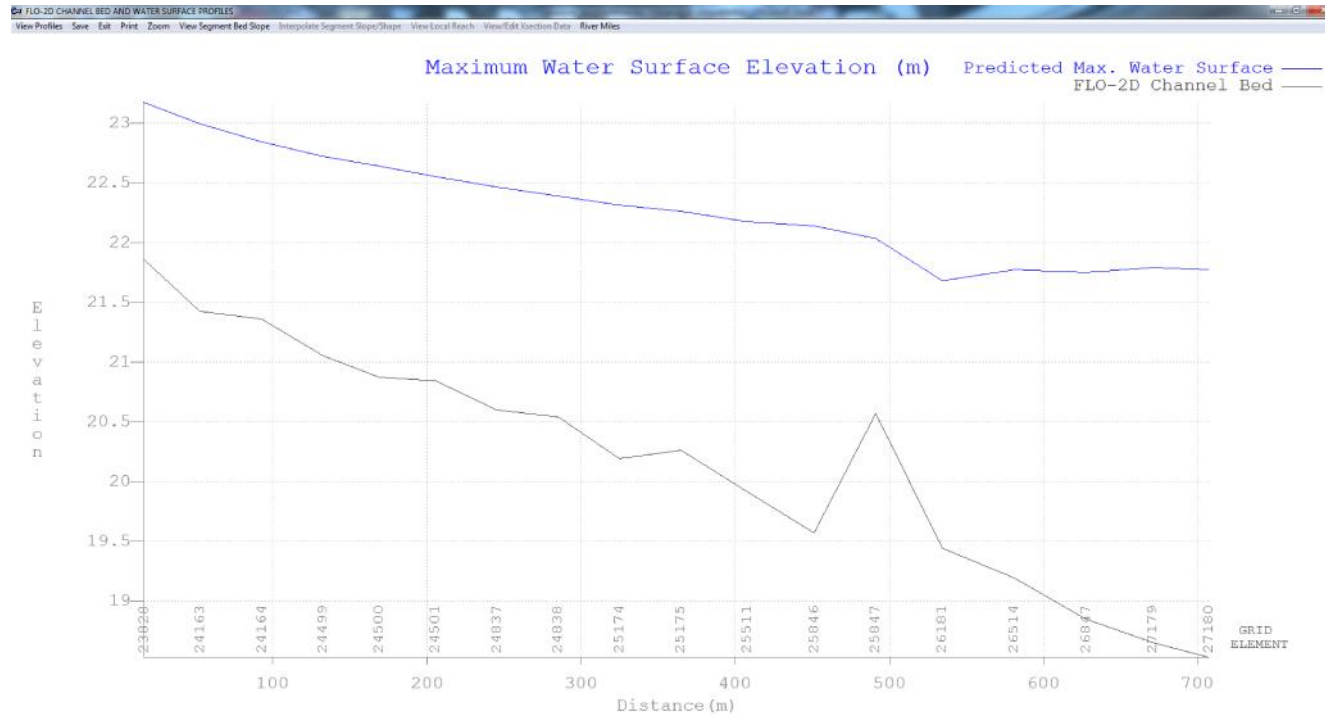


Channel 6 - Vallicorboli tratto a monte della Cassa



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com studiocroce@gmail.com



Channel 7 - fosso Zannone tratto a monte della Cassa



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com



Channel 12 - Fossa Nuova.



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com

studiocroce@gmail.com

3-.RISULTATI E CONCLUSIONI

Il modello Flo-2D simula una situazione reale fatta di acque che vengono raccolte e di acque che ristagnano (le infiltrazioni ovviamente sono calcolate in base al CN o parametro di Green-Ampt che viene assegnato spazialmente distribuito). Ne segue che si producono battenti e velocità proprie sia delle acque "raccolte" (reticolo idraulico esistente) che delle acque stagnanti (si ricorda che le velocità e i battenti sono l'involuppo dei massimi valori istantanei).

Nella mappa delle pericolosità, lo scrivente ha ritenuto opportuno uniformare queste due tipologie.

Le simulazioni effettuate con l'HEC-RAS 5.05, le cui aree inondabili sono basate sul dato lidar 1x1, si sono dimostrate perfettamente coerenti con quelle già realizzate con il modello FLO-2D. Le principali differenze sono dovute alla differente rasterizzazione e riguardano i fossi e capifossi dell'area rurale che non condizionano ovviamente la pericolosità idraulica.

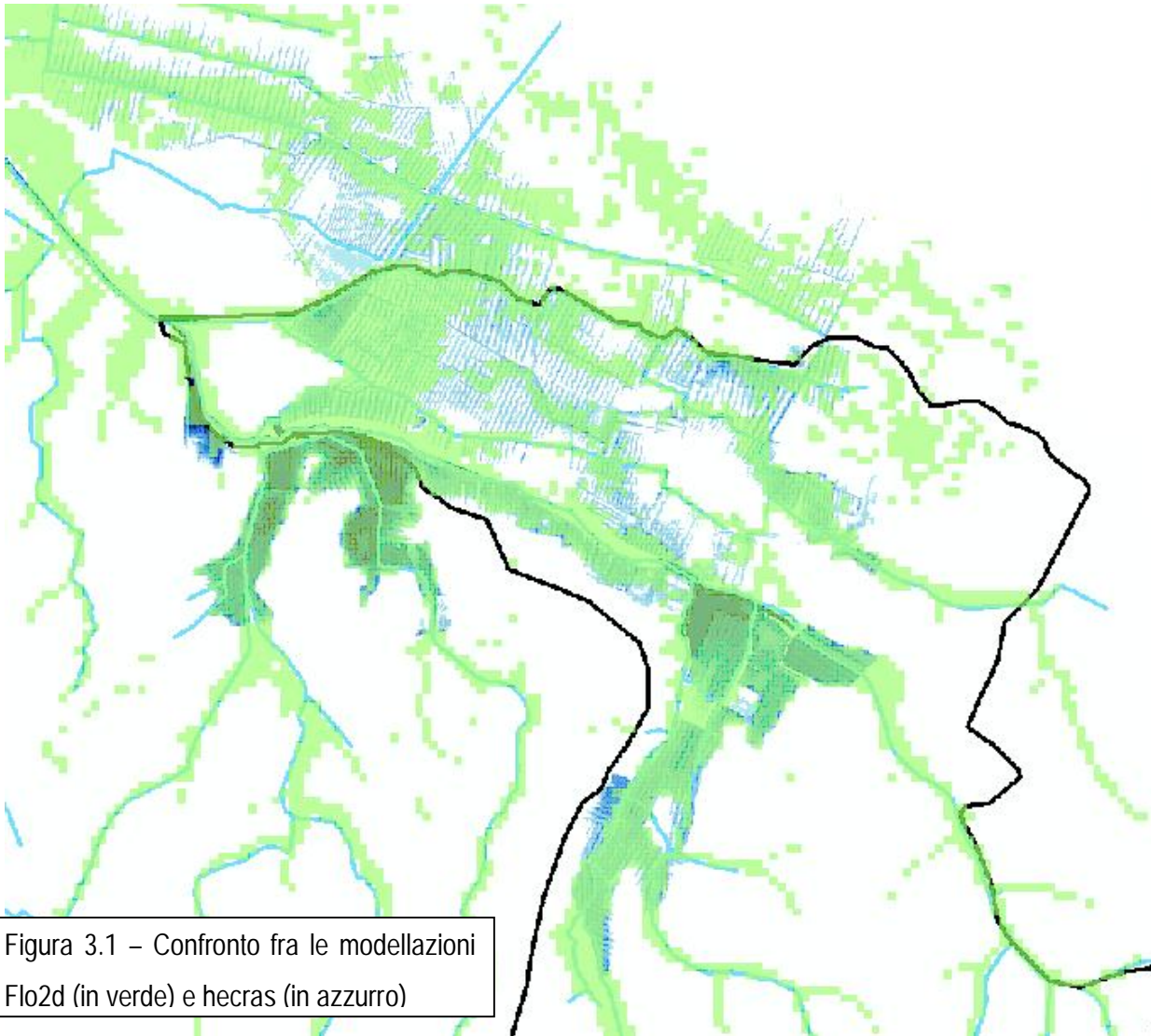


Figura 3.1 – Confronto fra le modellazioni Flo2d (in verde) e hecras (in azzurro)

Di seguito si riporta la mappa dei battenti duecentennali, le differenze sono basate solo sulla effettiva condizione agricola dei terreni, infatti nella maglia 1x1 sono evidenti i capifosso rilevati durante il volo LiDAR.

Ovviamente si parla di battenti dell'ordine di circa 10 cm e la logica vuole che una maglia di dimensioni maggiori meglio si conforma alle esigenze di salvaguardia idraulica del territorio.

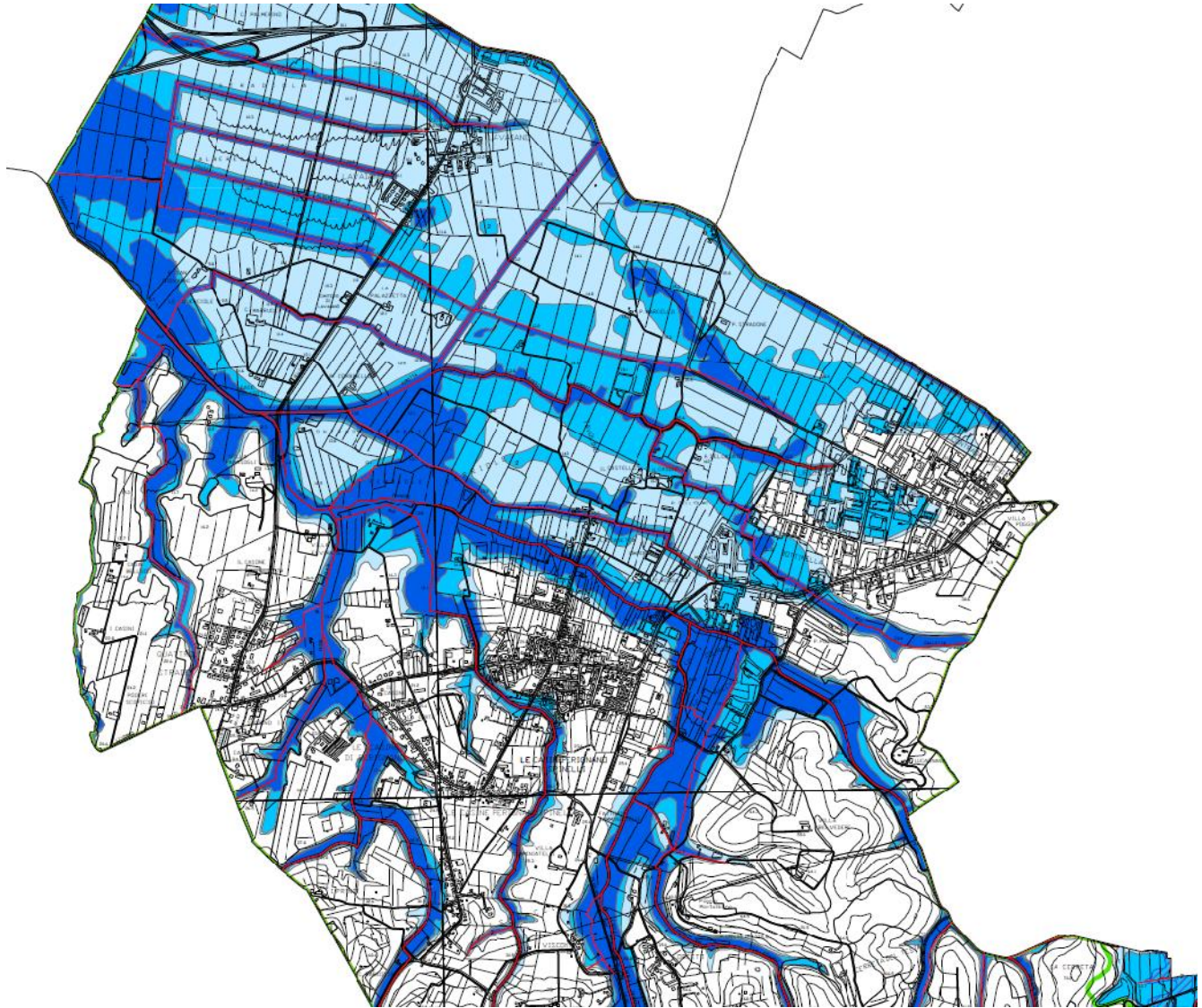


Figura 3.2 – Estratto della Pericolosità Idraulica modificata

Nelle tavole allegate viene riportato il perimetro oggetto di modifica della pericolosità insieme alla planimetria delle sezioni, bacini imbriferi e mappa della pericolosità complessiva coordinata con quella esistente (attuale) fuori dal perimetro.

Per quanto riguarda la zona di Lavaiano, i flussi idrici presentano discontinuità dovute alla presenza di corpi arginali tipo quello riportato in fig. 3.3 e 3.4 lungo un fossato che confluisce nel Girotta.



Fig. 3.3 - discontinuità dovuta al corpo arginale di cui in fig. 3.4.



Fig. 3.4 - Argine zona Lavaiano



STUDIOCROCE Srl Dott. Ing. Nicola Croce, Prof. Ing. Pietro Croce
via Carducci, 47, 56016 Ghezzano (PI) tel.:050/878716

www.studiocroce.com studiocroce@gmail.com;

Ghezzano, Ottobre 2018

Dott. Ing. Nicola Croce