

# Comune di Bucine

---

Il Sindaco: Pietro Tanzini

Assessore all'urbanistica: Stefania Valentini  
Assessore ai lavori pubblici: Nicola Benini

Il responsabile del procedimento: Meri Nocentini  
Il garante per la comunicazione: Elena Di Gisi

progettisti:

Meri Nocentini (responsabile Ufficio Urbanistica)  
Stefania Rizzotti (ldp studio) - aree di trasformazione,  
revisione degli edifici specialistici, delle ville e dell'edilizia rurale di pregio,  
valutazione ambientale strategica

Ufficio Urbanistica:  
Manuela Casarano

Ufficio Lavori Pubblici:  
Luca Niccolai

Consulenti:  
Revisione normativa e coordinamento gruppo di lavoro:  
Loriano Maccari

Indagini geologiche, sismiche e idrauliche:

geol. Massimiliano Rossi  
geol. Fabio Poggi  
ing. Davide Giovannuzzi



**ProGeo Engineering S.r.l.**

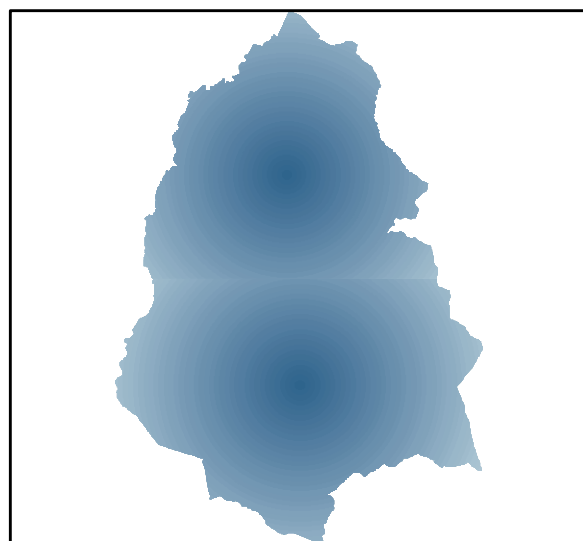
via Don Luigi Sturzo, 43/A - 52100 - Arezzo  
tel. 0575 324114 - fax. 0575 406473 - email: info@progeo.aretzo.it

---

## Indagini di supporto al nuovo Piano Operativo e al quadro conoscitivo del Piano Strutturale

**Relazione  
IDROLOGICO  
IDRAULICA  
con allegati Matlab**

**Maggio 2017**



**Piano Operativo**

## INDICE

1	PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	2
2	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA .....	4
3	RILIEVO DELLE SEZIONI D'ALVEO E CARTOGRAFIA DI RIFERIMENTO .....	11
4	ANALISI IDROLOGICA .....	13
4.1	Il modello AlTo.....	13
4.2	Aggiornamento delle aree dei bacini idrografici.....	17
4.3	Aggiornamento delle LSPP .....	19
4.4	Aggiornamento dei valori di Ia e Ks .....	25
4.5	Parametri in ingresso per AlTo e risultati .....	31
4.6	Cassa di laminazione sul Torrente Ambra .....	41
5	ANALISI IDRAULICA.....	50
5.1	Caposelvi.....	51
5.2	Ambra Valle.....	53
5.2.1	Ambra Valle .....	53
5.2.2	Borro della Fonte .....	55
5.2.3	Borro di San Salvatore .....	59
5.3	Ambra monte .....	61
5.4	Lusignana.....	63
5.4.1	Lusignana Monte .....	63
5.4.2	Lusignana valle .....	65
5.5	Affluente sinistro Borro di Boccarina .....	67
6	CONSIDERAZIONI IDRAULICHE CON CRITERI MORFOLOGICI.....	70
6.1	Introduzione.....	70
6.2	a) AT1_o8 (scheda fattibilità n. 11) – asta idrica AV18231 - Levane .....	71
6.3	b) AT2_17 (scheda fattibilità n. 14) – T. Caposelvi – Mercatale Valdarno .....	73
6.4	c) AT2_12 (scheda fattibilità n. 18) – Borro del Casino – S.P. di Mercatale n. 16 .....	76
6.5	d) AT4_o2 (Scheda di fattibilità n.54) – T. Trove – Badia Agnano.....	79
6.6	e) st (scheda fattibilità n. 80) – asta idrica AV24634 - Pietraviva.....	82
6.7	f)AT5_o1 (scheda di fattibilità n. a8) – Borro di Boccarina - Pietraviva .....	84
7	CONSIDERAZIONI IDRAULICHE .....	89
7.1	Schede di fattibilità n. 4, 5, 6 - Levane .....	89
8	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	94

## 1 PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente studio idrologico-idraulico è stato redatto su incarico del Comune di Bucine in conformità al DPGR 25.10.2011 n.53/R, e costituisce documento delle "indagini geologico tecniche di supporto al nuovo Piano Operativo" del Comune di Bucine (AR) in ottemperanza alla Legge Regionale n.65/2014 "Norme per il governo del territorio".

Le indicazioni circa la propensione all'allagabilità dovute all'esondazione dei corsi d'acqua studiati saranno fornite considerando tempi di ritorno pari a 30 e 200 anni in relazione all'individuazione delle relative classi di pericolosità da alluvione, così come indicate nel DPGR 25.10.2011 n.53/R in accordo con la Disciplina di Piano del PGRA (ai sensi del Capo I, Art. 6 comma a) - Mappa della pericolosità da alluvione):

Al fine di definire le perimetrazioni delle classi di pericolosità per eventi con  $Tr \leq 30$  anni e eventi con  $30 < Tr \leq 200$  anni sono state implementate le modellazioni idrologico-idrauliche monodimensionali.

Per le ulteriori classi di pericolosità  $200 < Tr \leq 500$  e  $Tr > 500$  per la proposta di perimetrazione si è fatto riferimento a criteri morfologico-geologici ed alla perimetrazione vigente allo stato attuale.

In accordo con gli organi tecnici del Genio Civile e dell'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale, la proposta di modifica della cartografia di piano, e pertanto la proposta delle classi di pericolosità da alluvione, viene redatta per i seguenti corsi d'acqua principali, comprendendo nelle modellazioni idrauliche, come dettagliato nei paragrafi successivi, anche i tratti terminali dei principali affluenti:

1. TORRENTE CAPOSELVI;
2. TORRENTE AMBRA;
3. BORRO LUSIGNANA;
4. BORRO RILANCI o POGGIANO;
5. BORRO DI SAN SALVATORE;
6. TORRENTE TROVE;
7. TORRENTE ASCIANA;
8. BORRO DEL FOSSATO;

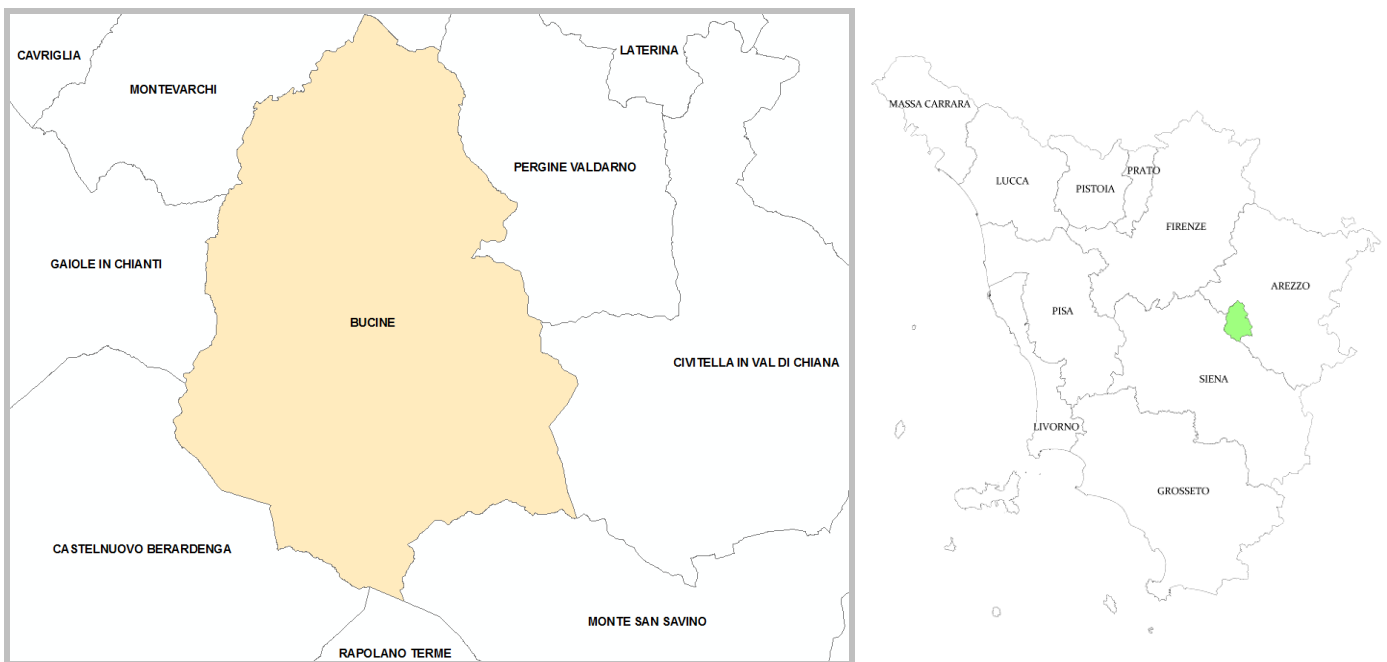
COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	2 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

9. BORRO DELLA FONTE;
10. BORRO DI RIMAGGIO;
11. BORRO DI RENTINIERI;
12. AFF SX BORRO DI BOCCARINA

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	3 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

## 2 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

Il territorio comunale di Bucine si estende nella parte centro-orientale della Toscana, in Provincia di Arezzo (Figura 1), e confina a Nord con il Comune di Montevarchi (AR), a Est con quelli di Civitella in Val di Chiana (AR) e Pergine Valdarno (AR), a Sud con Castelnuovo Berardenga (SI), Rapolano Terme (SI), Monte San Savino (AR) e a Ovest con Gaiole in Chianti (SI).



**Figura 1:** Posizione del Comune di Bucine all'interno della Provincia di Arezzo.

Il Comune di Bucine è parte del Consorzio di Bonifica n.2 Alto Valdarno, istituito mediante la Legge Regionale 27.12.2012 n. 79 (Nuova disciplina in materia di consorzi di bonifica – Modifiche alla L.R. 69/2008 e alla L.R. 91/1998. Abrogazione della L.R. n. 34/1994.) con cui sono state ridefinite funzioni, competenze e organizzazione territoriale in materia di bonifica.

Il territorio comunale risulta inquadrato cartograficamente nei seguenti fogli della Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:10.000: 287110, 287120, 287150, 287160, 288130, 297030, 297040, 298010; occupa una superficie di circa 131 km<sup>2</sup>, di cui gran parte afferenti alla Valdambra; la morfologia della zona è principalmente collinare e caratterizzata da quote massime dell'ordine dei 600÷800 metri s.l.m. in corrispondenza delle cime dei rilievi dei Monti del Chianti.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	4 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

Confinante a Sud e Sud Est con la Valdichiana e a Nord con il Valdarno, il territorio in oggetto si sviluppa intorno alla direttrice principale SudNord costituita dal Torrente Ambra, con un fondovalle che si fa via via più ampio nell'avvicinarsi a Nord alla confluenza del Torrente Ambra con il Fiume Arno.

Il Torrente Ambra scorre per un primo tratto in direzione SudOvest - NordEst e successivamente, superata la frazione di Pietraviva, in direzione Sud Nord. Lungo il corso del Torrente Ambra si sono insediati i centri abitati di Ambra, Bucine, Pogi e Levane, nonché altri centri minori quali Badia a Ruoti e Pietraviva.

In riferimento alla presenza significativa del Torrente Ambra all'interno dei confini comunali, è riportato nei documenti del Piano Strutturale del Comune di Bucine, redatto nel marzo 2004, che *"l'Ambra d'altra parte ha fortemente influenzato il territorio anche dal punto di vista della pericolosità idraulica: ha infatti esondato più volte danneggiando porzioni dei centri abitati di Ambra e Levane e ampi tratti della strada della Valdambra; recentemente si sono poi verificati nuovi eventi alluvionali anche per l'esondazione del Borro della Lusignana, affluente di destra dell'Ambra."*

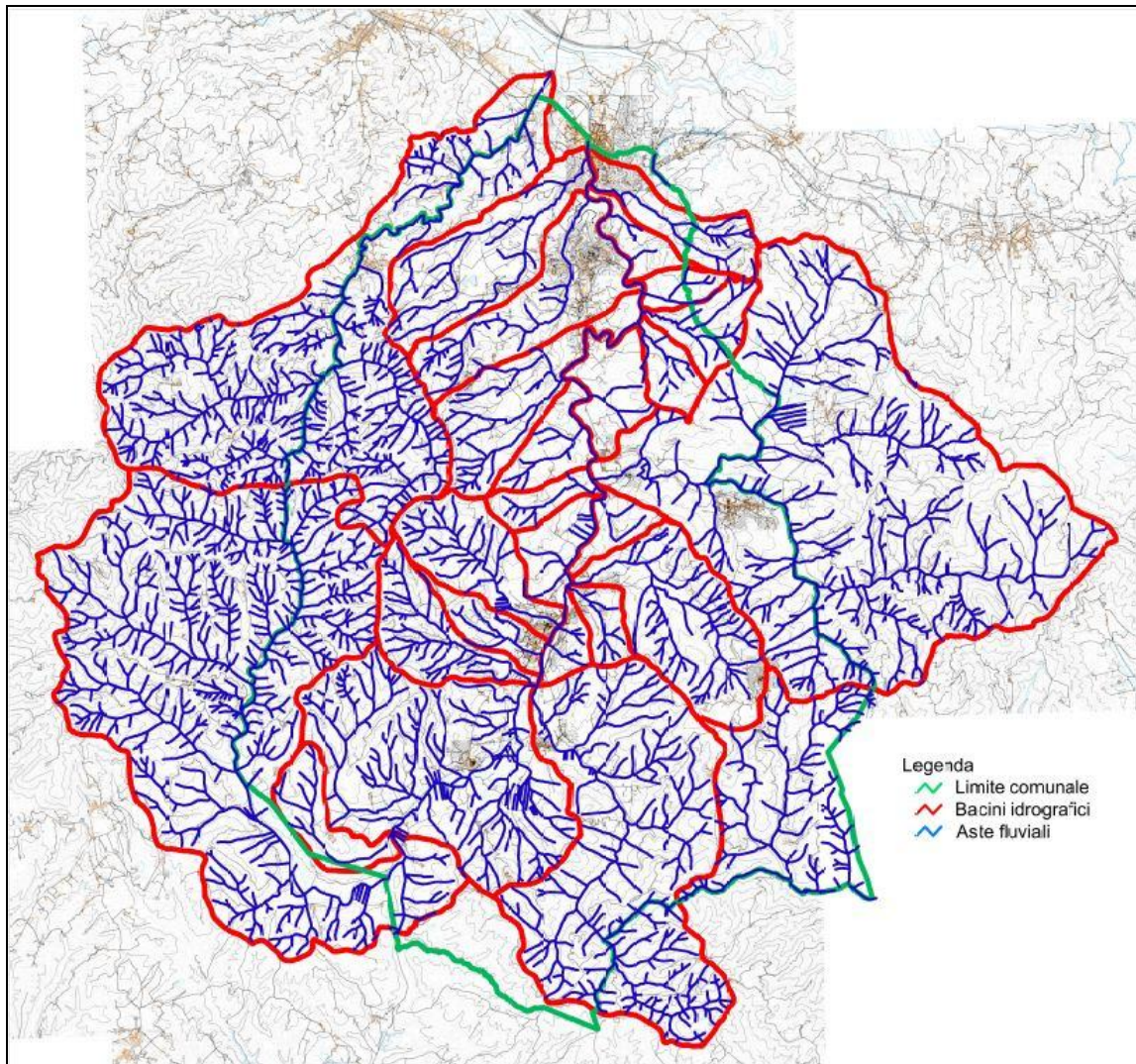
Proprio allo scopo di mettere in sicurezza un'area interessata da gravi eventi di piena che hanno causato ingenti danni, nel 2007 è stato presentato uno studio idrologico e idraulico nell'ambito del progetto esecutivo *"Cassa di laminazione delle piene per la messa in sicurezza idraulica del centro abitato di Ambra e tratti di viabilità statale e provinciale della Val d'Ambra"*, i cui risultati saranno recepiti anche nel presente studio idraulico secondo le modalità esposte nei prossimi capitoli.

In base alle considerazioni precedenti ed alle effettive problematiche idrauliche riscontrate sul territorio comunale di Bucine e indicate dall'Amministrazione Comunale, oggetto del presente studio idraulico è il sistema costituito dal Torrente Ambra, principale asta idraulica presente, e dal reticolo idrografico minore ad esso afferente, con particolare riferimento ai tratti terminali di confluenza con il Torrente Ambra.

Parallelamente, sono state esaminate le condizioni di allagabilità del territorio comunale di Bucine in corrispondenza del confine settentrionale, ad ovest del centro abitato di Levane, indotte dal corso d'acqua denominato Trigesimo o Caposelvi.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	5 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

Nelle figure seguenti è mostrato l'inquadramento del reticolo idrografico oggetto di analisi idrologico-idraulica.



**Figura 2** - Inquadramento geografico dei bacini idrografici afferenti al Torrente Ambra.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	6 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

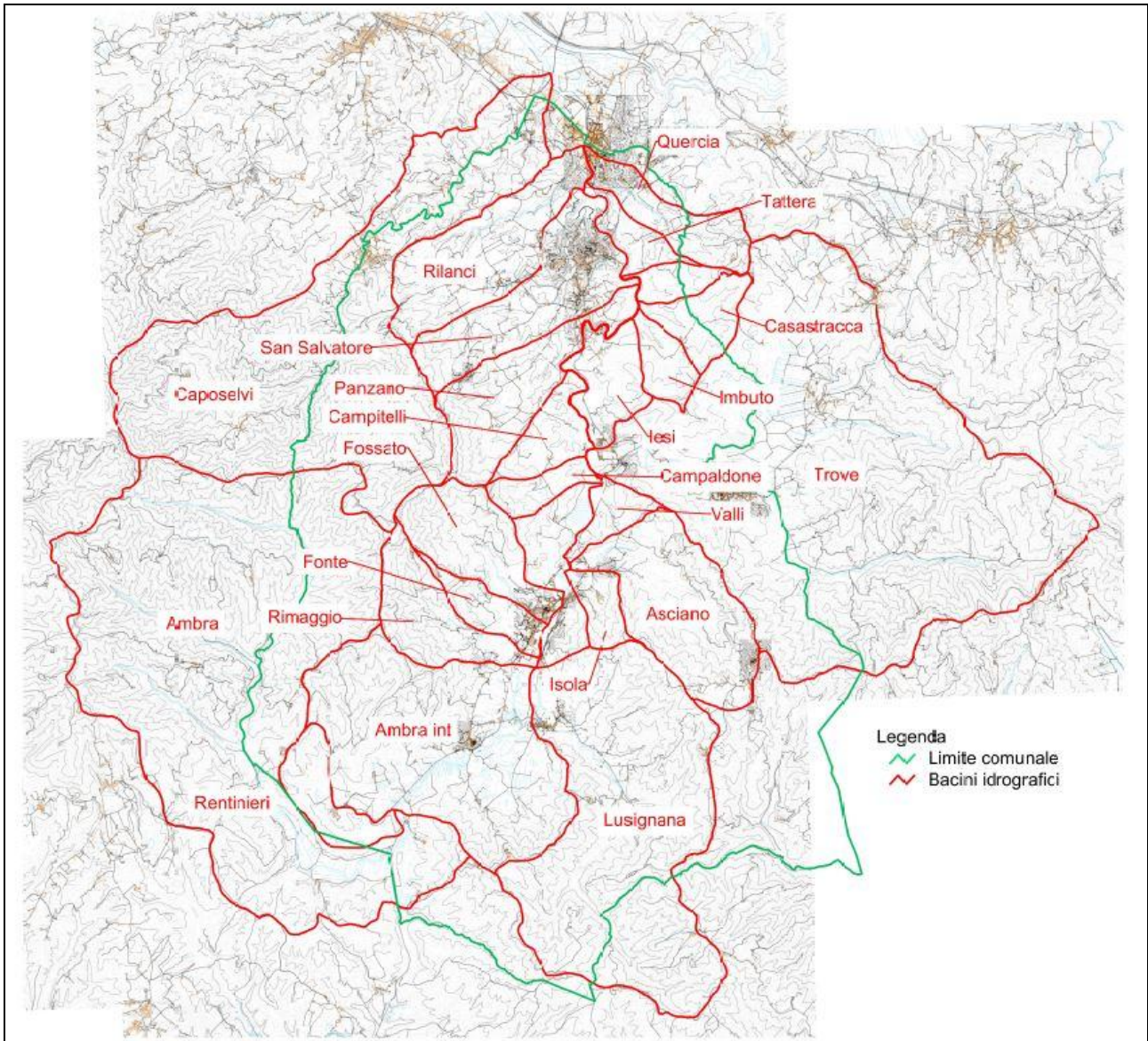
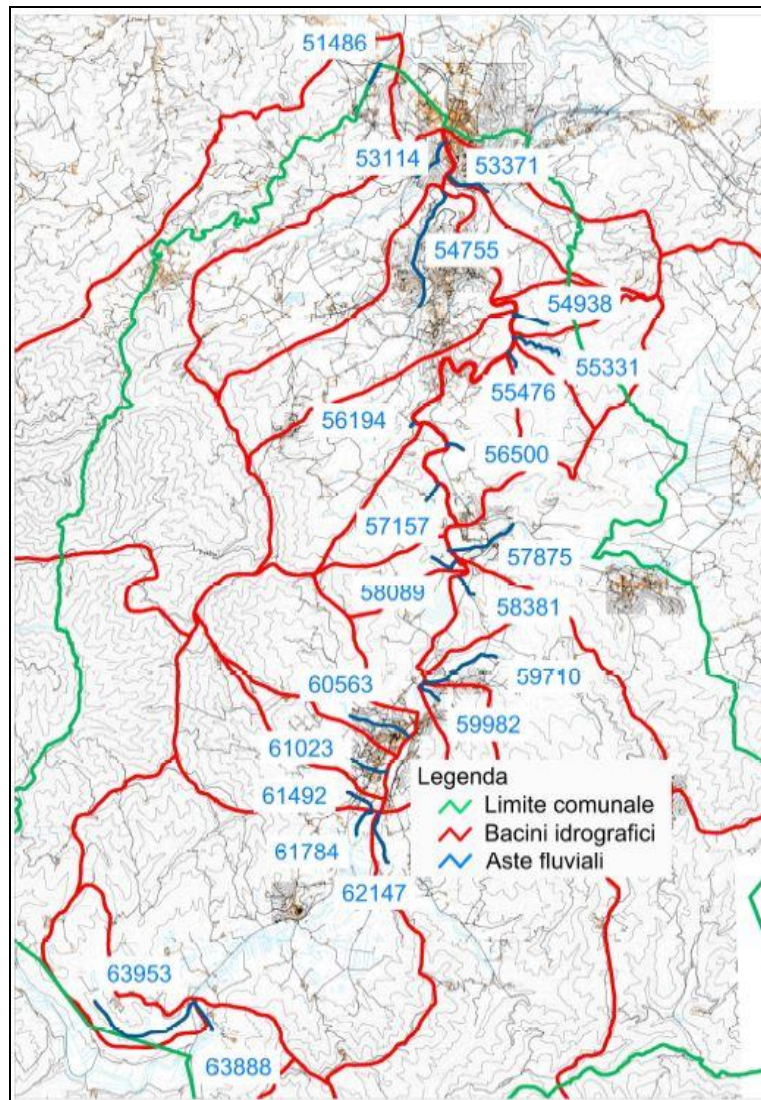


Figura 3 – Inquadramento di dettaglio dei bacini idrografici analizzati.

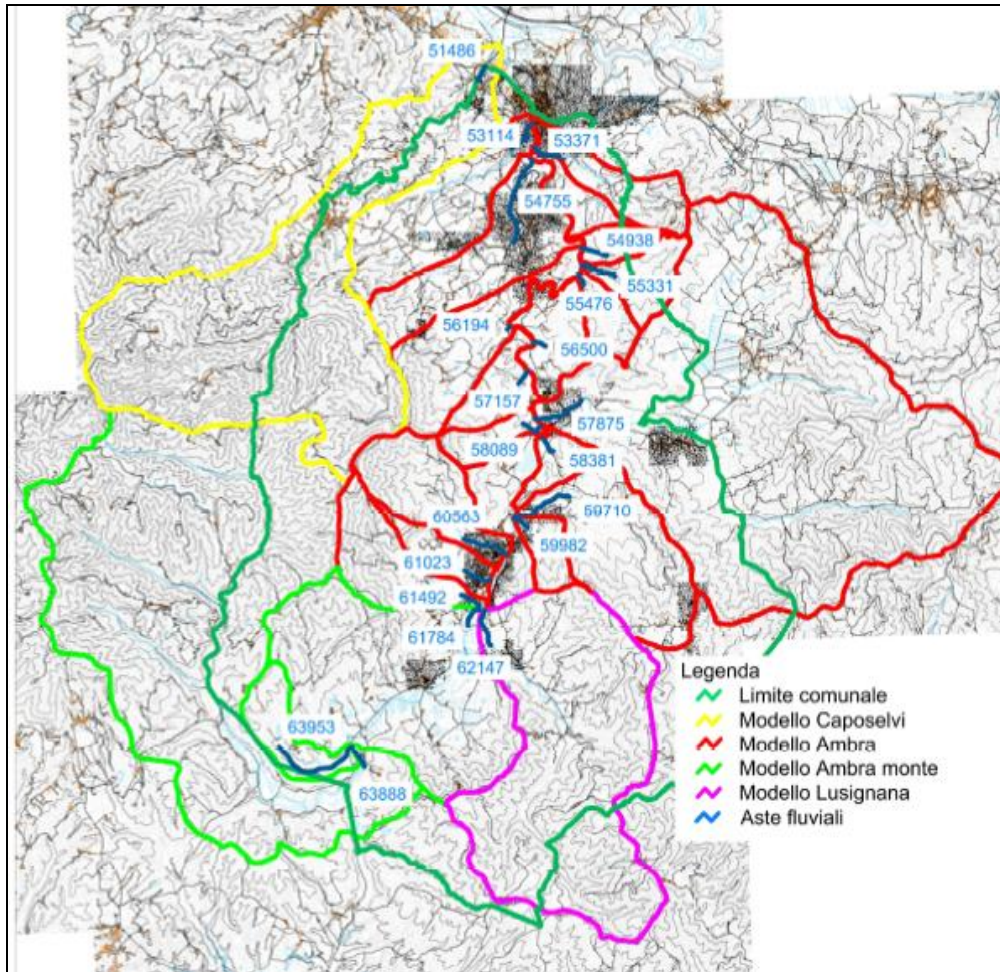
COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	7 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		





**Figura 4** – Inquadramento di dettaglio delle aste fluviali analizzate, il codice numerico riprende la numerazione del software AITo.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	8 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



**Figura 5** - Inquadramento di dettaglio delle aste fluviali analizzate, il codice numerico riprende la numerazione del software AITo, suddivisione dei bacini in base ai modelli studiati.

I corsi d'acqua oggetto di studio idraulico sono:

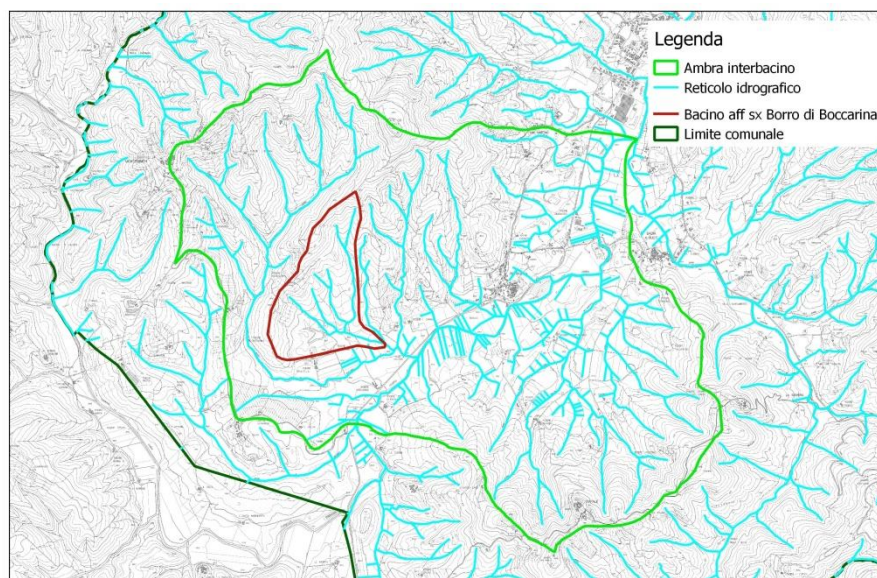
**Tabella 1** - Riepilogo delle aste idriche oggetto di studio

n.	Nome corso d'acqua
1	TORRENTE CAPOSELVI
2	BORRO RILANCI o POGGIANO
3	BORRO DELLE QUERCE
4	BORRO DI SAN SALVATORE
5	FONTE TATTERA
6	BORRO DI STRACCA
7	BORRO DELL'IMBUTO
8	BORRO DI PANZANO
9	BORRO A IESI
10	BORRO DI CAMPITELLI

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	9 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

n.	Nome corso d'acqua
11	TORRENTE TROVE
12	BORRO DI CAMPALDONE
13	BORRO DELLE VALLI
14	TORRENTE ASCIANA
15	BORRO DELL'ISOLA
16	BORRO DEL FOSSATO
17	BORRO DELLA FONTE
18	BORRO DI RIMAGGIO
19	AMBRA int
20	TORRENTE AMBRA
21	BORRO DI RENTINIERI
22	BORRO LUSIGNANA
23	AFF SX BORRO DI BOCCARINA

Il bacino n. 23 (affluente sinistro del Borro di Boccarina) è incluso nel bacino n. 19 (Ambra interbacino).



**Figura 6** – inquadramento del bacino dell'affluente sinistro del Borro di Boccarina, posto all'interno dell'Ambra Interbacino

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	10 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

### 3 RILIEVO DELLE SEZIONI D'ALVEO E CARTOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Per la caratterizzazione geometrica dei corsi d'acqua indagati è stato fatto riferimento ai rilievi topografici eseguiti nell'ambito della pianificazione urbanistica e della progettazione di opere nel territorio comunale di Bucine, avvalendosi inoltre dell'integrazione, per i tratti non coperti dai suddetti rilievi, di nuovi rilievi topografici appositamente eseguiti e della cartografia LIDAR disponibile per l'intero territorio.

In particolare, le sezioni topografiche impiegate nella modellazione sono state estratte dalle seguenti fonti (Figura 7):

- Progetto esecutivo "*Cassa di laminazione delle piene per la messa in sicurezza idraulica del centro abitato di Ambra e tratti di viabilità statale e provinciale della Val d'Ambra*", Idroprogetti s.r.l., 2007;
- *Studio idrologico-idraulico a supporto del Regolamento Urbanistico del Comune di Bucine*, Ing. Michele Mancini, 2007 (e successiva Integrazione, 2008);
- "*Progetto Esecutivo dei lavori di difesa dal rischio idraulico dell'abitato di Badia a Ruoti (Comune di Bucine) e di riassetto idraulico del Borro Lusignana*", Ing. M. Benini, 2012;
- "*Progetto n° 130\_DS\_13 – Lavori di riassetto spondale e realizzazione di argine di riparo nel fiume Ambra in loc. Ambra in Comune di Bucine (Ar)*" Provincia di Arezzo – Servizio difesa del suolo – "*Allegato Contabilità n. 2/4-2/5-2/6*";
- Rilievi LIDAR, Fonte dati: Regione Toscana;
- Rilievi topografici integrativi, ProGeo Engineering s.r.l., 2014-2015.

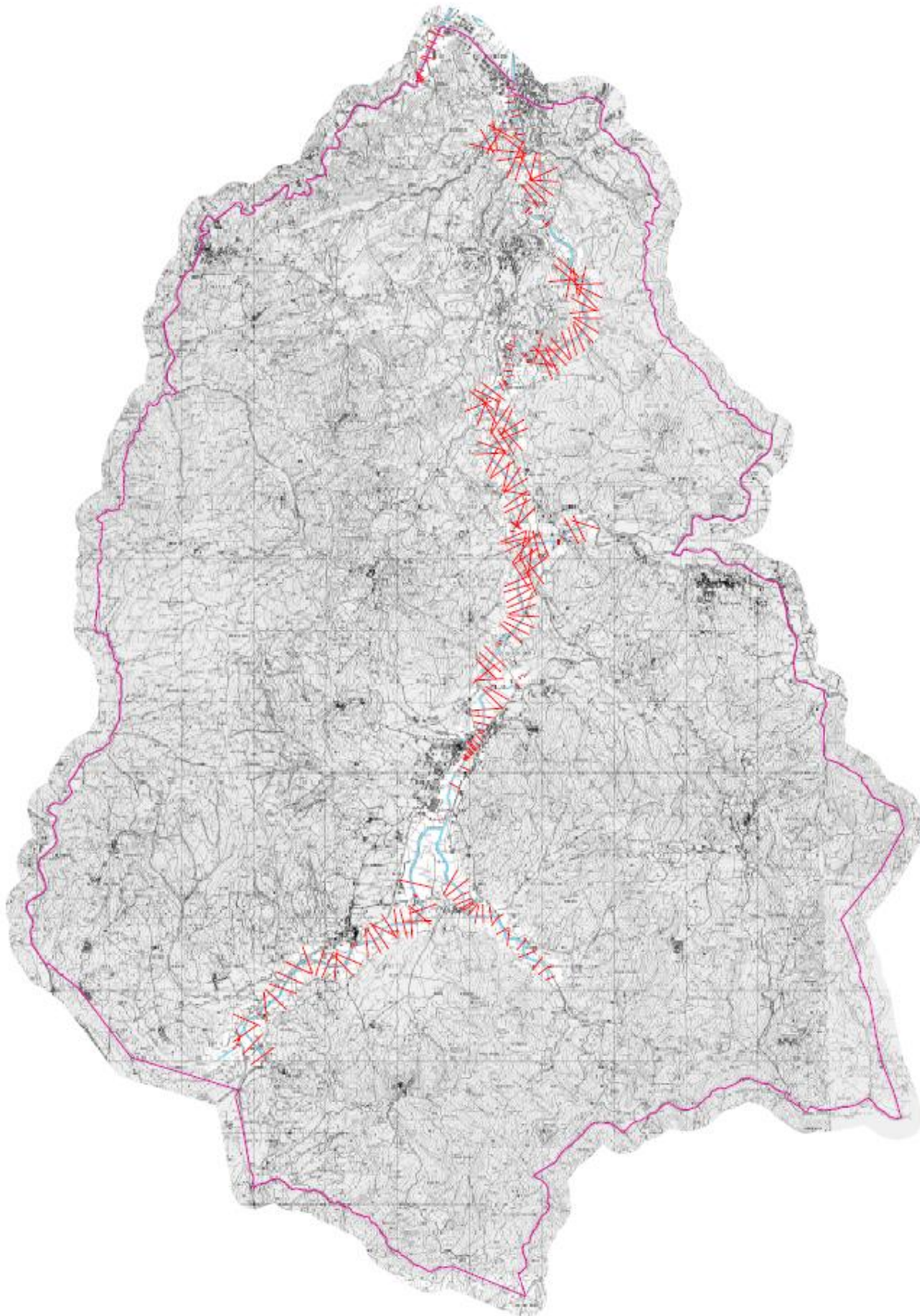
Per il tratto di valle del Torrente Lusignana è stato inoltre utilizzato il rilievo del Geom. Agresti realizzato nell'Aprile 2010 dopo l'esecuzione dei lavori di sistemazione dell'alveo e delle sponde.

L'aggiornamento e l'adeguatezza dei rilievi, prima del loro utilizzo, sono stati verificati mediante campagna di rilievo topografica condotta dal Dott. Riccardo Nespoli utilizzando un GPS a doppia frequenza a precisione centimetrica Geomax, durante la quale sono state controllate circa 15 sezioni idrauliche tra quelle esistenti e a disposizione distribuite lungo i corsi d'acqua oggetto d'indagine, riscontrando una sostanziale concordanza con lo stato di fatto.

La stessa correttezza è stata inoltre verificata dal confronto tra le sezioni topografiche e la cartografia estrapolata dai dati LIDAR.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	11 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

Tutte le sezioni trasversali oggetto di rilievo e utilizzate per le modellazioni idrauliche sono state indicate in cartografia con un codice alfanumerico.



**Figura 7** – Planimetria delle sezioni utilizzate ai fini del modello idraulico.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	12 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

## 4 ANALISI IDROLOGICA

### 4.1 Il modello AlTo

L'analisi idrologica è stata impostata sui risultati del modello di regionalizzazione delle portate di piena in Toscana a parametri concentrati, denominato AlTo (*AL-luvioni in TO-scana*), sviluppato per conto della Regione Toscana dal PIN, Centro Studi Ingegneria dell'Università di Firenze, nell'ambito di un lavoro più ampio finalizzato allo svolgimento di studi idraulici e all'individuazione di procedure per la regionalizzazione delle portate di piena nel territorio toscano.

Il modello AlTo è basato sull'idrogramma unitario istantaneo di Nash e la stima delle portate è eseguita con il metodo indiretto, ipotizzando cioè che il tempo di ritorno dei deflussi di piena sia lo stesso degli eventi meteorici utilizzati in ingresso al modello.

Tale modello consente l'individuazione delle distribuzioni di probabilità degli eventi di piena (modello stocastico deterministico), tramite procedure implementate nel denominato Sistema Informativo Bacini Toscani, dove possono essere effettuate operazioni quali:

- calcolo delle caratteristiche geomorfologiche e territoriali del bacino considerato;
- calcolo dei parametri della trasformazione afflussi-deflussi;
- valutazione dell'input di precipitazione sul bacino;
- calcolo dell'idrogramma di piena per vari tempi di ritorno.

Il modello, a parametri concentrati, si basa in questo caso sulla trasformazione afflussi-deflussi ottenuta tramite la teoria dell'Idrogramma Istantaneo Unitario (IUH), i cui parametri sono stimati attraverso metodi di regionalizzazione. La stima delle portate è eseguita con il metodo indiretto, ipotizzando cioè che il tempo di ritorno dei deflussi di piena sia lo stesso degli eventi meteorici utilizzati in ingresso al modello.

Il modello è stato simulato per i tempi di ritorno di interesse (30 e 200 anni) con ietogrammi sintetici di varia durata a intensità costante. L'input meteorico è rappresentato da uno ietogramma sintetico la cui frequenza viene stimata a partire dalle curve di possibilità pluviometrica, ricavate con l'adattamento della distribuzione TCEV (Two Components Extreme Value).

I dati idrologici, idrometrici e territoriali raccolti ed elaborati per la messa a punto del modello comprendono gli archivi del Servizio Idrografico e Mareografico, della Regione Toscana e del Genio Civile. Tutti i dati raccolti sono stati archiviati in una base-dati su supporto informatico. In

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	13 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

particolare, i dati pluviometrici si riferiscono alle precipitazioni massime annue di breve durata. Le principali elaborazioni relative alla pluviometria hanno riguardato:

- l'analisi per l'applicazione della distribuzione a doppia componente TCEV; la stima delle curve di possibilità pluviometrica (annuali e stagionali) sia con distribuzione di Gumbel che mediante la TCEV regionale al primo livello per durate inferiori e superiori all'ora;
- l'analisi della distribuzione spazio-temporale delle precipitazioni in eventi reali e delle piogge giornaliere.

I dati idrometrici raccolti sono relativi alle portate al colmo, agli idrogrammi di piena in termini di portate per alcuni eventi in cui erano disponibili anche le precipitazioni ad alta risoluzione, agli idrogrammi di piena in termini di livelli idrometrici delle tre piene più significative per le stazioni idrometriche del Servizio Idrografico di Pisa.

Sono state selezionate le portate massime annuali al colmo, registrate nelle 72 stazioni del Servizio Idrografico interne ed esterne alla Regione Toscana, per tutti gli anni disponibili. Il reticolo idrografico costituisce la base informativa della procedura di regionalizzazione che prevede, per ciascun asta del reticolo, la caratterizzazione del bacino a monte e la valutazione della portata al colmo per i diversi tempi di ritorno. A tal fine il reticolo è stato gerarchizzato secondo Strahler e sono stati ricavati i principali parametri geomorfologici. Il modello di trasferimento adottato è quello dell'idrogramma unitario di tipo  $\Gamma(n, k)$  introdotto da Nash (1959) e caratterizzato dal parametro di forma  $n$  e da quello di scala  $k$ .

I parametri di taratura utilizzati per ciascun evento risultano i seguenti:

- $I_a$  volume unitario di perdita iniziale [ $mm$ ];
- $K_s$  velocità di infiltrazione a saturazione [ $mm/h$ ];
- $n$  parametro di forma dell'idrogramma di Nash [-];
- $k$  parametro di scala dell'idrogramma di Nash [ $h$ ].

Per la regionalizzazione esistono espressioni che legano il tempo di ritardo alle caratteristiche del bacino e del reticolo idrografico, basate sui parametri geomorfologici come i noti rapporti di biforcazione  $R_b$ , lunghezza  $R_l$  e area  $R_a$ . Fattore comune di queste espressioni è la presenza di un parametro cinematico da tarare, la cui determinazione è ancora oggi oggetto di approfondimento scientifico. Considerando, nel caso della Toscana, i dati elaborati per i 42 bacini strumentati dal Servizio Idrografico, la migliore relazione fra i valori di  $T_1$  derivati dalla taratura del modello sopra descritto ed i parametri, si è ottenuta con la formulazione:

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	14 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

$$Tl = 0.42 \left( \frac{Rb}{Ra} \right)^{0.3} Rl^{-0.41} \frac{Lmc}{A^{0.075}}$$

Nello studio di regionalizzazione, i valori di  $I_a$  e  $K_s$  sono calcolati in funzione della litologia dei bacini, resi indipendenti dalle dimensioni del bacino idrografico. In particolare  $I_a$  è correlato alla percentuale di superficie boscata del bacino idrografico secondo la relazione:

$$I_a = 3.3 + 22P_{ab} \quad (P_{ab} = \text{percentuale di superficie boscata del bacino}),$$

mentre  $K_s$  dipende dalle caratteristiche litologiche attraverso specifiche tabelle.

Il database AlTo, riferito ai corsi d'acqua oggetto di studio idraulico, ha fornito i seguenti parametri:

**Tabella 2** - parametri del database AlTo riferiti ai corsi d'acqua del modello Caposelvi oggetto di studio idraulico.

MODELLO CAPOSELVI												
CODICE	NOME	AREA (km <sup>2</sup> )	la (mm)	Ks (mm/h)	N	K	a1	n1	m1	a	n	m
51486	TORRENTE CAPOSELVI	34.32	19.321	1.506	2.575	1.104	82.133	0.309	0.000	82.133	0.309	0.000

**Tabella 3** - parametri del database AlTo riferiti ai corsi d'acqua del modello Ambra oggetto di studio idraulico.

MODELLO AMBRA valle												
CODICE	NOME	AREA (km <sup>2</sup> )	la (mm)	Ks (mm/h)	N	K	a1	n1	m1	a	n	m
53114	BORRO RILANCI (POGGIANO)	7.92	8.184	1.844	2.164	0.51	79.391	0.310	0.000	79.391	0.310	0.00
53371	BORRO DELLE QUERCE	3.344	20.68	1.348	2.069	0.367	80.245	0.292	0.000	80.245	0.292	0.00
54755	BORRO DI SAN SALVATORE	5.28	11.374	1.991	2.174	0.504	80.440	0.310	0.000	80.440	0.310	0.00
54938	FONTE TATTERA	1.408	25.3	2.131	2.733	0.159	80.567	0.298	0.000	80.567	0.298	0.00
55331	BORRO DI STRACCA	2.816	18.458	3.055	2.328	0.285	80.719	0.301	0.000	80.719	0.301	0.00
55476	BORRO DELL'IMBUTO	1.936	19.3	4.227	2.367	0.217	81.919	0.304	0.000	81.919	0.304	0.00
56194	BORRO DI PANZANO	5.456	12.518	2.55	2.103	0.376	82.387	0.311	0.000	82.387	0.311	0.00
56500	BORRO A IESI	1.408	22.55	1.453	2.022	0.215	82.316	0.308	0.000	82.316	0.308	0.00
57157	BORRO DI CAMPITELLI	1.936	11.3	3.593	2.123	0.24	82.780	0.316	0.000	82.780	0.316	0.00
57875	TORRENTE TROVE	43.44	17.38	2.585	2.051	1.013	81.384	0.305	0.000	81.384	0.305	0.00
58089	BORRO DI CAMPALDONE	1.68	9.306	4.016	2.328	0.207	83.002	0.316	0.000	83.002	0.316	0.00
58381	BORRO DELLE VALLI	1.408	11.55	1.744	1.404	0.333	83.543	0.317	0.000	83.543	0.317	0.00
59710	TORRENTE ASCIANA	8.8	16.94	1.566	2.388	0.466	83.583	0.311	0.000	83.583	0.311	0.00

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	15 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



MODELLO AMBRA valle												
CODICE	NOME	AREA (km <sup>2</sup> )	la (mm)	Ks (mm/h)	N	K	a1	n1	m1	a	n	m
59982	BORRO DELL'ISOLA	1.584	17.967	1.206	2.135	0.217	85.090	0.308	0.000	85.090	0.308	0.00
60563	BORRO DEL FOSSATO	5.104	16.148	2.671	2.602	0.33	83.867	0.313	0.000	83.867	0.313	0.00
61023	BORRO DELLA FONTE	2.112	8.8	1.55	2.1	0.288	84.714	0.313	0.000	84.714	0.313	0.00
61492	BORRO DI RIMAGGIO	4.88	18.92	1.672	2.589	0.382	84.582	0.313	0.000	84.582	0.313	0.00

**Tabella 4** - parametri del database AlTo riferiti ai corsi d'acqua del modello Ambra monte oggetto di studio idraulico.

MODELLO AMBRA monte												
CODICE	NOME	AREA (km <sup>2</sup> )	la (mm)	Ks (mm/h)	N	K	a1	n1	m1	a	n	m
61784	AMBRA int	64	19.395	1.909	3.003	1.195	85.052	0.310	0.000	85.052	0.310	0.000
63888	TORRENTE AMBRA	46.992	21.18	2.032	2.751	0.959	84.322	0.310	0.000	84.322	0.310	0.000
63953	BORRO DI RENTINIERI	3.168	15.554	2.884	1.976	0.352	84.568	0.312	0.000	84.568	0.312	0.000

**Tabella 5** - parametri del database AlTo riferiti ai corsi d'acqua del modello Lusignana oggetto di studio idraulico.

MODELLO LUSIGNANA												
CODICE	NOME	AREA (km <sup>2</sup> )	la (mm)	Ks (mm/h)	N	K	a1	n1	m1	a	n	m
62147	BORRO LUSIGNANA	24.816	21.076	1.608	2.777	0.673	83.442	0.312	0.000	83.442	0.312	0.000

**Tabella 6** - parametri del database AlTo riferiti ai corsi d'acqua del modello aff sx Borro di Boccarina oggetto di studio idraulico.

MODELLO AFF SX BORRO DI BOCCARINA												
CODICE	NOME	AREA (km <sup>2</sup> )	la (mm)	Ks (mm/h)	N	K	a1	n1	m1	a	n	m
63047	AFF SX BORRO DI BOCCARINA	1.584	20.411	1.808	2.456	0.181	23.602	0.409	0.18	26.929	0.235	0.164

dove:

- *Codice* è il codice del corso d'acqua;
- *Nome* è il nome del corso d'acqua;
- *Area* è l'area del bacino;
- *la* è il parametro di perdita iniziale;
- *Ks* è il parametro di perdita costante;
- *N* è un parametro del modello geomorfologico;
- *K* è un parametro del modello;
- *a<sub>1</sub>*, *n<sub>1</sub>*, *m<sub>1</sub>* sono parametri della curva di possibilità pluviometrica per durata inferiore a 1 h;

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	16 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

- $a, n, m$  sono parametri della curva di possibilità pluviometrica per durata superiore o uguale a 1 ora.

L'interbacino Ambra ha valori presenti nel Database di AlTo che fanno riferimento all'intero bacino sotteso, mentre per lo studio effettuato, il bacino a monte è stato ulteriormente suddiviso. Per cui è necessario ricalcolare i parametri idrologici a partire dall'Area ricalcolata su base CTR.

Il calcolo dei parametri  $n$  e  $k$  per l'interbacino Ambra è stato condotto calcolando in primo luogo il tempo di ritardo  $Tl=n*k$  per ogni sottobacino in funzioni dei  $Tl$  dei bacini totali a monte e a valle secondo la seguente formula:

$$Tl_{int} = \frac{A_v \cdot T_v - \sum_n A_{mn} \cdot Tl_{mn}}{A_v}$$

con:

- $Tl_{int}$  pari al tempo di ritardo dell'interbacino
- $Tl_v$  pari al tempo di ritardo del bacino sotteso a valle
- $A_v$  pari all'area totale del bacino sotteso a valle
- $A_{mn}$  pari alle aree degli  $n$  bacini sottesi di monte
- $Tl_{mn}$  pari ai tempi di ritardo degli  $n$  bacini sottesi di monte

Il parametro  $N$  dell'interbacino è stato assunto pari a quello del bacino complessivo, il parametro  $K$  è stato ricavato dalla formula che definisce il tempo di ritardo ( $Tl$ ), per cui l'interbacino ha  $N=3.003$  e  $K=1.195$ .

#### 4.2 Aggiornamento delle aree dei bacini idrografici

Al fine di aggiornare il quadro conoscitivo idrologico, il modello AlTo sopra descritto è stato utilizzato integrando in esso i risultati ottenuti dallo studio della cartografia CTR 1:2000 e 1:10000. La geografia dei bacini risultanti dalla perimetrazione delle aree sulla cartografia CTR ha permesso di aggiornare le superfici dei bacini stessi. Di seguito i risultati:

**Tabella 7** - Aree dei bacini idrografici del modello Caposelvi calcolati su base CTR e variazione rispetto allo stesso dato presente nel database AlTo.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	17 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

MODELLO CAPOSELVI				
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	Area del bacino su base CTR (km <sup>2</sup> )	Variazione rispetto alle aree di AITo
1	51486	TORRENTE CAPOSELVI	27.547	-19.73%

**Tabella 8** - Aree dei bacini idrografici del modello Ambra calcolati su base CTR e variazione rispetto allo stesso dato presente nel database AITo.

MODELLO AMBRA valle				
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	Area del bacino su base CTR (km <sup>2</sup> )	Variazione rispetto alle aree di AITo
2	53114	BORRO RILANCI	6.219	-21.48%
3	53371	BORRO DELLE QUERCE	2.789	-16.60%
4	54755	BORRO DI SAN SALVATORE	6.041	14.41%
5	54938	FONTE TATTERA	1.021	-27.49%
6	55331	BORRO DI STRACCA	2.026	-28.05%
7	55476	BORRO DELL'IMBUTO	1.392	-28.10%
8	56194	BORRO DI PANZANO	4.982	-8.69%
9	56500	BORRO A IESI	2.519	78.91%
10	57157	BORRO DI CAMPITELLI	1.968	1.65%
11	57875	TORRENTE TROVE	43.049	-0.90%
12	58089	BORRO DI CAMPALDONE	1.241	-26.13%
13	58381	BORRO DELLE VALLI	1.221	-13.28%
14	59710	TORRENTE ASCIANA	7.3	-17.05%
15	59982	BORRO DELL'ISOLA	1.223	-22.79%
16	60563	BORRO DEL FOSSATO	4.186	-17.99%
17	61023	BORRO DELLA FONTE	1.622	-23.20%
18	61492	BORRO DI RIMAGGIO	3.652	-25.16%

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	18 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

**Tabella 9** - Aree dei bacini idrografici del modello Ambra monte calcolati su base CTR e variazione rispetto allo stesso dato presente nel database AITo.

<b>MODELLO AMBRA monte</b>				
<b>N.</b>	<b>Codice</b>	<b>Nome Corso d'acqua</b>	<b>Area del bacino su base CTR (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Variazione rispetto alle aree di AITo</b>
19	61784	AMBRA int	15.589	-75.64%
20	63888	TORRENTE AMBRA	39.47	-16.01%
21	63953	BORRO DI RENTINIERI	2.348	-25.88%

**Tabella 10** - Aree dei bacini idrografici del modello Lusignana calcolati su base CTR e variazione rispetto allo stesso dato presente nel database AITo.

<b>MODELLO LUSIGNANA</b>				
<b>N.</b>	<b>Codice</b>	<b>Nome Corso d'acqua</b>	<b>Area del bacino su base CTR (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Variazione rispetto alle aree di AITo</b>
22	62147	BORRO LUSIGNANA	20.918	-15.71%

**Tabella 11** - Aree dei bacini idrografici del modello aff sx Borro di Boccarina calcolati su base CTR e variazione rispetto allo stesso dato presente nel database AITo.

<b>MODELLO AFF SX BORRO DI BOCCARINA</b>				
<b>N.</b>	<b>Codice</b>	<b>Nome Corso d'acqua</b>	<b>Area del bacino su base CTR (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Variazione rispetto alle aree di AITo</b>
23	63047	AFF SX BORRO DI BOCCARINA	0.987	-37.69 %

### 4.3 Aggiornamento delle LSPP

Al fine di aggiornare il quadro conoscitivo idrologico, il modello AITo sopra descritto è stato utilizzato integrando in esso i risultati ottenuti dallo studio "*Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme LSPP - Aggiornamento al 2012*", realizzato nell'ambito dell'accordo di collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze di cui alla DGRT 1133/2012, con l'obiettivo di aggiornare le analisi di frequenza delle precipitazioni estreme sul territorio toscano fino all'anno 2012 compreso.

I risultati di tale studio sono consultabili sul sito del Servizio Idrologico Regionale - Centro Funzionale Regionale di Monitoraggio Meteo - Idrologico alla pagina <http://www.sir.toscana.it/index.php?IDS=4&IDSS=19>.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	19 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

Il primo passo in una procedura di regionalizzazione è l'individuazione di regioni omogenee, all'interno delle quali le grandezze, o meglio le loro distribuzioni di frequenza, hanno alcune caratteristiche comuni.

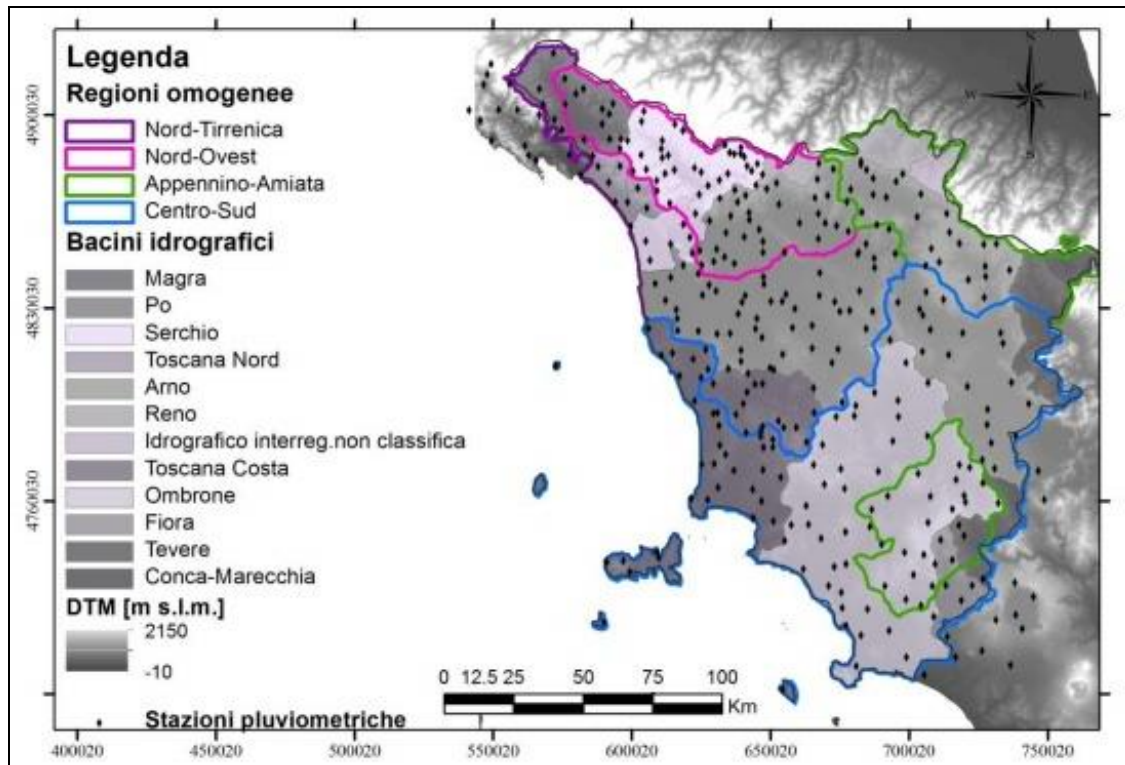
Nello studio "*Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme LSPP - Aggiornamento al 2012*" per la stima della variabile casuale  $h_t$ , massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata  $t$ , è stato utilizzato un metodo basato sulla legge di distribuzione probabilistica TCEV Two-Component Extreme Value secondo un approccio gerarchico a tre livelli.

Al primo livello di regionalizzazione sono state individuate una o più zone omogenee all'interno delle quali si può ammettere costante il coefficiente di asimmetria teorico. Al secondo livello di regionalizzazione sono state individuate delle sottozone omogenee nelle quali si può ritenere costante, oltre al coefficiente di asimmetria teorico, anche il coefficiente di variazione teorico e al terzo livello di regionalizzazione sono state infine individuate delle aree omogenee all'interno delle quali si ricercano delle relazioni tra la pioggia indice  $\mu$  e le caratteristiche geografiche del sito.

L'area di studio indagata comprende i bacini idrografici dei corsi d'acqua principali della Regione Toscana, come l'Arno, il Serchio e l'Ombrone Grossetano, bacini più piccoli di fiumi della costa tirrenica e i bacini attigui dei Fiumi Magra e Fiora. Una volta validato il set dei dati (aggiornati all'anno 2012) è stata ottenuta la consistenza definitiva delle serie temporali di valori annui di pioggia massima.

Tra le varie ipotesi di suddivisione in regioni omogenee del territorio di studio è stata scelta, dopo opportune verifiche, quella in 4 regioni: NORD-TIRRENICA, NORD-OVEST, APPENNINO-AMIATA, CENTRO-SUD coincidenti con le 4 subregioni.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	20 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



**Figura 8** - Suddivisione dell'area di studio in regioni omogenee - "Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme LSPP - Aggiornamento al 2012".

Con altezza di precipitazione in un punto, comunemente misurata in mm, si intende l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) trascurando le perdite.

La stime delle altezze di pioggia per le diverse durate caratteristiche (1, 3, 6, 12 e 24 ore) e i diversi tempi di ritorno fissati (2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200 e 500 anni), sono state ottenute come prodotto dei valori della pioggia indice  $\mu$  per le diverse durate ed il fattore di crescita adimensionale  $K_T$  per i diversi tempi di ritorno validi per ognuna delle 4 regioni individuate nello studio in oggetto.

Per quanto qui di interesse, nello studio "Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme LSPP - Aggiornamento al 2012" la previsione quantitativa dei valori estremi di pioggia in un determinato punto è stata effettuata anche attraverso la determinazione della curva o linea segnalatrice di probabilità pluviometrica (LSPP), cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

La LSPP può essere comunemente descritta da una legge di potenza del tipo:

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	21 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

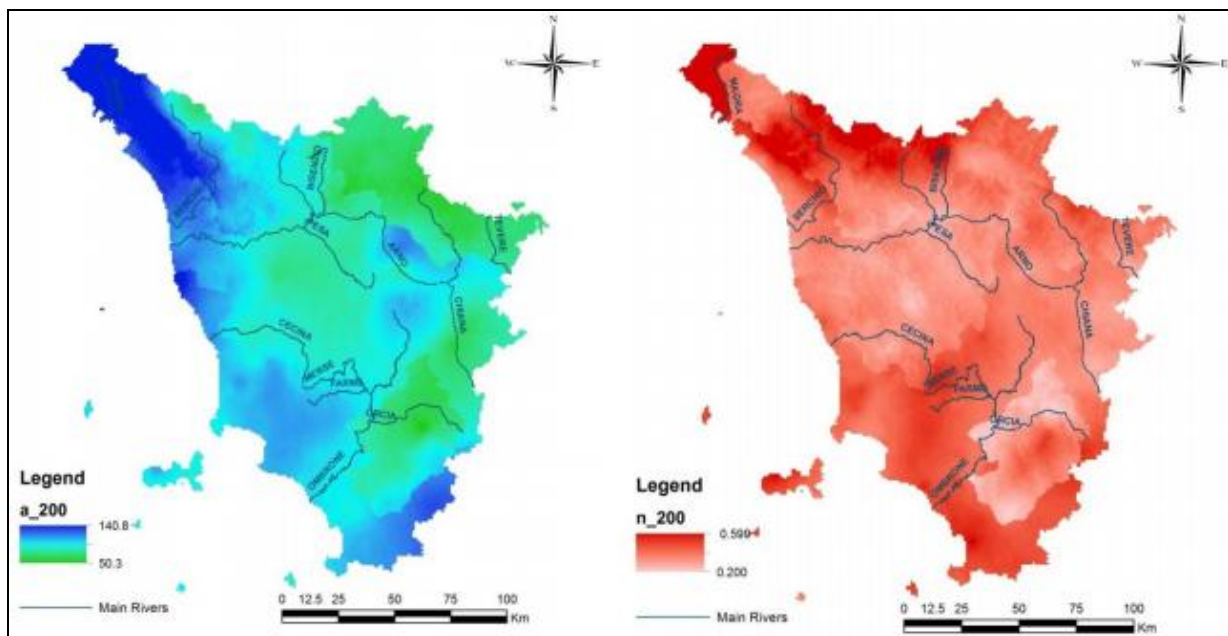
$$h(t) = a * t^n$$

con:

- h = altezza di pioggia [mm]
- t = durata [ore]
- a e n parametri caratteristici per i tempi di ritorno considerati.

Note le altezze di pioggia per durate e tempi di ritorno fissati, attraverso una regressione logaritmica è possibile determinare le griglie di 1 km su tutta la regione dei parametri a e n.

Tra i risultati dello studio, disponibili sul sito Servizio Idrologico Regionale - Centro Funzionale Regionale di Monitoraggio Meteo - Idrologico, sono riportati i valori delle coppie di ASCII Grid di a e di n delle LSPP per i diversi tempi di ritorno fissati (2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200 e 500 anni).



**Figura 9** - Spazializzazione sull'intera regione dei parametri "a" ( sinistra) e "n" ( destra) della LSPP per Tr 200 anni. - "Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme LSPP - Aggiornamento al 2012".

Nel presente studio idrologico-idraulico i parametri a e n, così come riportati dallo studio "Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme LSPP - Aggiornamento al 2012", ed utilizzati per l'aggiornamento del modello AITo, sono stati determinati mediante la procedura sintetizzata di seguito:

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	22 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

1. sono state scaricate le mappe in formato ASCII Grid dei valori a e n delle LSPP per i diversi tempi di ritorno disponibili dal sito della Regione Toscana [http://www.sir.toscana.it/supports/download/lsp\\_2012.pdf](http://www.sir.toscana.it/supports/download/lsp_2012.pdf);
2. sono stati individuati, sulla cartografia a disposizione, i bacini imbriferi dei corsi d'acqua oggetto di analisi, sottesi alla sezione di chiusura di interesse, e successivamente per ciascuno è stato creato un file in formato raster;

con un tool di ArcGis (Raster Calculator) è stata estratta la parte di raster dei coefficienti a e n associati a ciascun bacino di studio, da cui a questo punto è stato possibile ottenerne i valori medi.

Il procedimento è stato ripetuto variando il tempo di ritorno dell'evento di pioggia, ottenendo i valori riportati nelle tabelle seguenti:

**Tabella 12** - Riepilogo dei valori a ed n delle LSPP riferiti ai tempi di ritorno di 30 e 200 anni riferita al modello Caposelvi.

MODELLO CAPOSELVI						
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	TR 30		TR 200	
			a	n	a	n
1	51486	TORRENTE CAPOSELVI	59.048	0.245	82.133	0.309

**Tabella 13** - Riepilogo dei valori a ed n delle LSPP riferiti ai tempi di ritorno di 30 e 200 anni riferita al modello Ambra.

MODELLO AMBRA valle						
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	TR 30		TR 200	
			a	n	a	n
2	53114	BORRO RILANCI	57.077	0.246	79.391	0.310
3	53371	BORRO DELLE QUERCE	57.691	0.228	80.245	0.292
4	54755	BORRO DI SAN SALVATORE	57.830	0.246	80.440	0.310
5	54938	FONTE TATTERA	57.922	0.235	80.567	0.298
6	55331	BORRO DI STRACCA	58.031	0.237	80.719	0.301
7	55476	BORRO DELL'IMBUTO	58.895	0.240	81.919	0.304
8	56194	BORRO DI PANZANO	59.230	0.247	82.387	0.311

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	23 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



MODELLO AMBRA valle						
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	TR 30		TR 200	
			a	n	a	n
9	56500	BORRO A IESI	59.180	0.244	82.316	0.308
10	57157	BORRO DI CAMPITELLI	59.514	0.252	82.780	0.316
11	57875	TORRENTE TROVE	58.509	0.242	81.384	0.305
12	58089	BORRO DI CAMPALDONE	59.673	0.252	83.002	0.316
13	58381	BORRO DELLE VALLI	60.062	0.253	83.543	0.317
14	59710	TORRENTE ASCIANA	60.090	0.247	83.583	0.311
15	59982	BORRO DELL'ISOLA	61.175	0.245	85.090	0.308
16	60563	BORRO DEL FOSSATO	60.295	0.249	83.867	0.313
17	61023	BORRO DELLA FONTE	60.902	0.250	84.714	0.313
18	61492	BORRO DI RIMAGGIO	60.808	0.249	84.582	0.313

**Tabella 14** - Riepilogo dei valori a ed n delle LSPP riferiti ai tempi di ritorno di 30 e 200 anni riferita al modello Ambra monte.

MODELLO AMBRA monte						
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	TR 30		TR 200	
			a	n	a	n
19	61784	AMBRA int	61.147	0.247	85.052	0.310
20	63888	TORRENTE AMBRA	60.621	0.246	84.322	0.310
21	63953	BORRO DI RENTINIERI	60.798	0.249	84.568	0.312

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	24 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

**Tabella 15** - Riepilogo dei valori a ed n delle LSPP riferiti ai tempi di ritorno di 30 e 200 anni riferita al modello Lusignana.

MODELLO LUSIGNANA						
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	TR 30		TR 200	
			a	n	a	n
22	62147	BORRO LUSIGNANA	59.989	0.248	83.442	0.312

**Tabella 16** - Riepilogo dei valori a ed n delle LSPP riferiti ai tempi di ritorno di 30 e 200 anni riferita al modello aff sx Borro di Boccarina.

MODELLO AFF SX BORRO DI BOCCARINA						
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	TR 30		TR 200	
			a	n	a	n
23	63047	AFF SX BORRO DI BOCCARINA	61.271	0.247	85.223	0.311

#### 4.4 Aggiornamento dei valori di Ia e Ks

Per l'aggiornamento del valore di Ia è stato fatto riferimento all'elaborazione della carta dell'uso suolo in scala 1:10.000 della Regione Toscana, disponibile al link <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/usocoperturasuolo.html>, tramite aggregazione di codici a livello gerarchico (100, 200, 300) ottenendo una carta di sintesi di cui all'immagine seguente.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	25 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

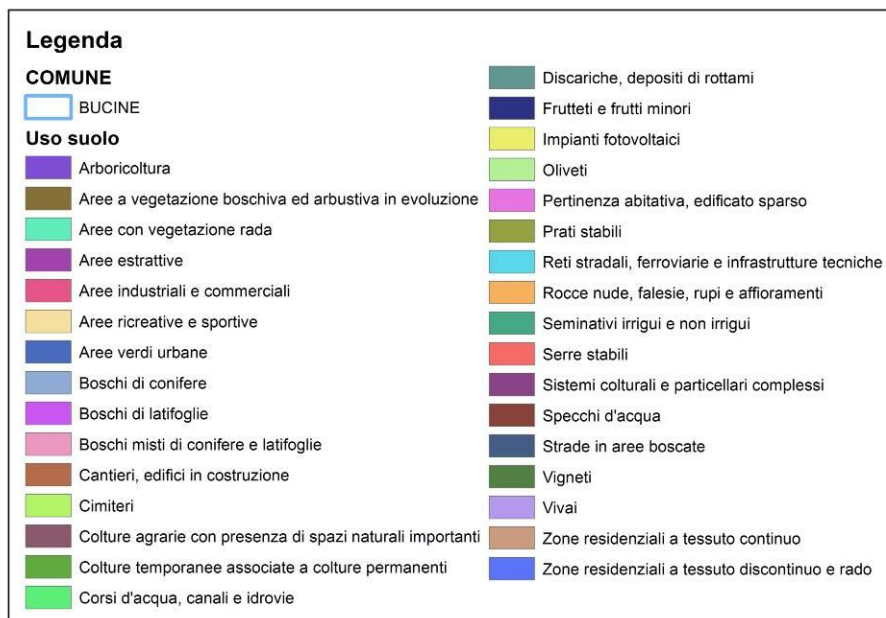
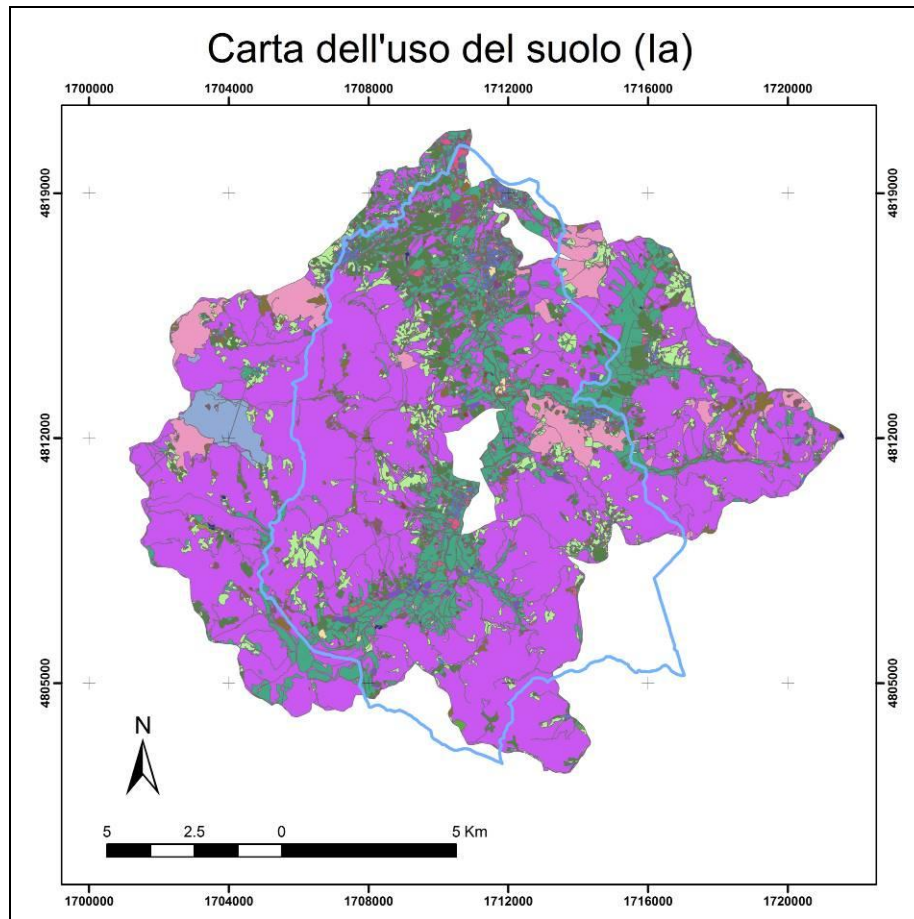


Figura 10 – Carta dell'uso del suolo, da cui è stato ricavato il parametro Ia.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	26 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

Il parametro Ia è stato quindi calcolato in funzione della superficie boscata presente nel bacino secondo la relazione  $Ia = 3,3+22 P_{sb}$  in accordo con la legenda riportata nella tabella seguente relativa alla cartografia dell'Autorità di Bacino del fiume Arno.

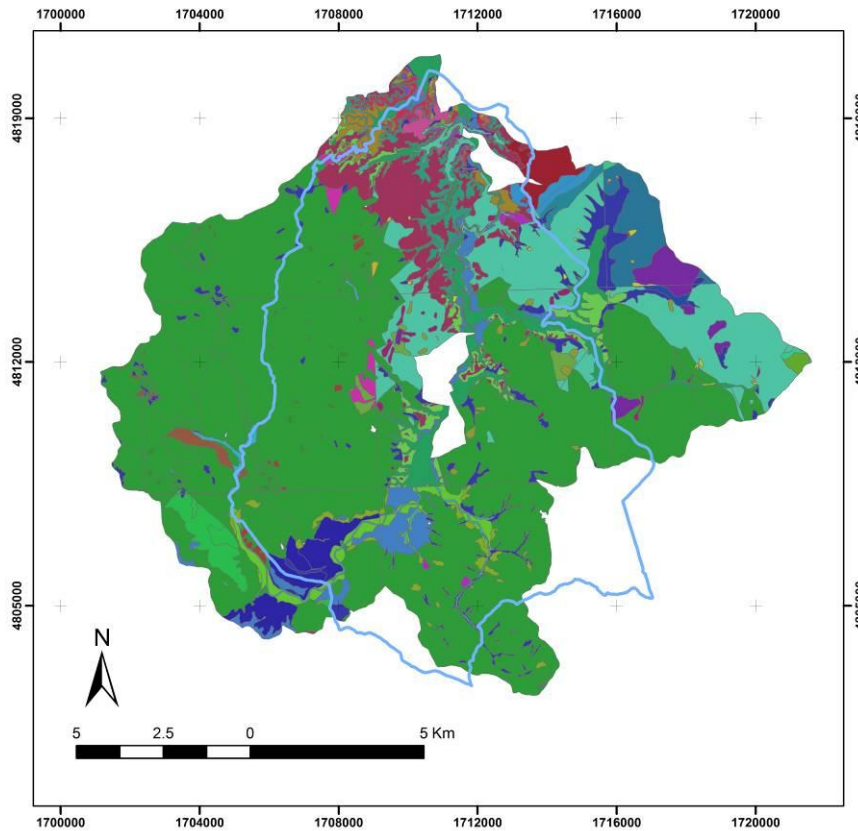
CODICE	DESCRIZIONE	IA
11	Zone urbanizzate	3.3
12	Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione	3.3
13	Zone estrattive, discariche e cantieri	3.3
14	Zone verdi artificiali non agricole	3.3
21	Seminativi	3.3
22	Colture permanenti	3.3
23	Prati stabili	3.3
24	Zone agricole eterogenee	3.3
31	Zone boscate	25.3
32	Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	3.3
33	Zone aperte con vegetazione rada o assente	3.3
51	Acque continentali	3.3

**Figura 11** – Valori del Parametro Ia.

Analogamente per l'aggiornamento del valore di Ks è stato fatto riferimento all'elaborazione del CARG in scala 1:10.000 della Regione Toscana, disponibile al link <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/geologia.html>, tramite selezione di opportuni strati di dati, ottenendo una carta di sintesi di cui all'immagine seguente.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	27 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

## Carta geologica (Ks)



Legenda	
<b>COMUNE</b>	
	BUCINE
<b>Geologia</b>	
<b>NOME</b>	
	Arenarie di Monte Senario
	Argille del T. Ascione
	Argille e Calcari di Canetolo
	Calcari e Brecciole di monte Senario
	Calcari e Brecciole di monte Senario, a base calcirudittica
	Calcari di Groppo del Vescovo
	Calcari e Brecciole di M. Senario
	Calcari e Brecciole di M. Senario, corpi decametrici
	Calcari e brecciole di M. Senario
	Calcari e brecciole di M. Senario, corpi decametrici
	Ciottolami di Laterina
	Ciottolami e sabbie di Caposelvi
	Conglomerati e ciottolami poligenici
	Depositi alluvionali attuali
	Depositi alluvionali in evoluzione
	Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati
	Depositi alluvionali terrazzati
	Depositi antropici
	Depositi antropici (compresi i rilevati stradali e discariche)
	Depositi di versante
	Depositi eluvio-colluviali
	Deposito colluviale
	Detriti di falda
	Frana attiva
	Frana stabilizzata
	Frane in evoluzione
	Frane senza indizi di evoluzione
	Intercal argill-marn-calc-aren (olist sup) Macigno
	Limi di Latereto e di Pian di Tegna
	Limi di Terranova
	Limi e sabbie del T. Oreno
	Macigno
	Membro di Camaldoli (Arenarie Falterona)
	Membro di Lonnano
	Membro di Lonnano (Arenarie Falterona)
	Membro di Montalto
	Membro di Montalto (Arenarie Falterona)
	Sabbie di La Loccaia
	Sabbie di Levane
	Sabbie di Palazzetto
	Scaglia Toscana
	Terreni di riporto, bonifica per colmata
	area non rilevabile/non classificabile

Figura 12 - Carta geologica, da cui è stato ricavato il parametro Ks.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	28 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

Il parametro Ks è stato calcolato a partire dalla geolittologia del bacino secondo la legenda riportata nella tabella seguente, ottenuta da valori di letteratura e studi idraulici similari.

**Tabella 17** – valori del parametro Ks

Nome	Ks (mm/h)	Nome	Ks (mm/h)	Nome	Ks (mm/h)
alluvioni terrazzate	0.05	limi di Latereto e Pian di Tegna	0.77	detrito di falda	2.32
argille a palombini	0.13	Limi di Terranova	0.77	frane e coltri franose	2.32
argilliti di Brolio e argilliti di Cintoia	0.13	litofacies a ghiaia e limi	0.77	Frana stabilizzata	2.32
argilliti grigio bruno e calcilutiti	0.13	Limi e sabbie del T. Oreno	0.77	Frane	2.32
Argille del T. Ascione	0.13	litofacies ciottolosa	0.77	Frana stabilizzata	2.32
marne	0.30	arenarie M. Senario	1.55	sabbie	2.32
formazione delle marne di Castel Nuovo dell'Abate	0.30	arenarie e siltiti e flysch	1.55	Sabbie di Levane	2.32
alluvioni recenti e depositi alluvionali	0.36	arenarie torbiditye fini e siltiti grigio.....	1.55	Sabbie di Palazzetto	2.32
Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati	0.36	pietraforte	1.55	Sabbie e conglomerati	2.32
Depositi alluvionali attuali	0.36	macigno	1.55	Sabbie, sabbie ciottolose e sabbie siltoso-argillose e limi sab	2.32
Depositi alluvionali in evoluzione	0.36	arenarie tipo macigno (Cervarola etc.)	1.55	diaspri	3.85
Depositi alluvionali terrazzati	0.36	Membro di Camaldoli (Arenarie Falterona)	1.55	alberese M. Morello	4.64
ghiaie e ciottolami	0.36	Membro di Lonnano	1.55	travertino	4.64
Conglomerati e ciottolami poligenici	0.36	Membro di Lonnano (Arenarie Falterona)	1.55	Argille e Calcari di Canetolo	4.64
Ciottolami di Laterina	0.36	Intercal argill-marn-calc-aren (olist sup) Macigno	1.55	Calcari e Breccie di monte Senario	4.64
Ciottolami e sabbie di Caposelvi	0.36	serpentiniti	1.55	Calcari e Breccie di monte Senario, a base calcirudittica	4.64
arenarie ofiolitiche	0.77	olistostroma	1.55	Calcari di Groppo del Vescovo	4.64
argilliti e calcareniti di Dudda e Montegrossi	0.77	depositi antropici terreni di riporto colmate	2.32	Calcari e breccie di M. Senario	4.64
scaglia toscana	0.77	Depositi antropici	2.32	Calcari e breccie di M. Senario, corpi decametrici	4.64
argille varicolori con calcari	0.77	Depositi antropici (compresi i rilevati stradali e discariche)	2.32	Calcari e Breccie di M.Senario	4.64
basalti	0.77	eluvio colluviale	2.32	Calcari e Breccie di M.Senario, corpi decametrici	4.64
gabbri	0.77	Depositi eluvio-colluviali	2.32	maiolica	4.64
brecce intercalate	0.77	Prodotto eluviale	2.32	ruditi	4.64
Sillano	0.77	conoide	2.32	calcari e calcari a calpionelle	7.74
formazione di Santa Fiora	0.77	Depositi di versante	2.32		

Di seguito si riportano i parametri Ia e Ks calcolati con le metodologie espote.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	29 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

**Tabella 18** – valori dei parametri  $la$  e  $Ks$  e variazione rispetto allo stesso dato presente nel database AITo riferito al modello Caposelvi.

MODELLO CAPOSELVI						
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	$la$ (mm)	Variazione rispetto ad $la$ di AITo	$Ks$ (mm/h)	Variazione rispetto a $Ks$ di AITo
1	51486	TORRENTE CAPOSELVI	18.607	-3.70%	1.523	1.11%

**Tabella 19** – valori dei parametri  $la$  e  $Ks$  e variazione rispetto allo stesso dato presente nel database AITo riferito al modello Ambra.

MODELLO AMBRA valle						
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	$la$	Variazione rispetto ad $la$ di AITo	$Ks$	Variazione rispetto a $Ks$ di AITo
2	53114	BORRO RILANCI	8.442	3.15%	1.417	-23.15%
3	53371	BORRO DELLE QUERCE	14.114	-31.75%	1.488	10.39%
4	54755	BORRO DI SAN SALVATORE	9.453	-16.89%	1.829	-8.14%
5	54938	FONTE TATTERA	21.709	-14.20%	1.192	-44.07%
6	55331	BORRO DI STRACCA	20.900	13.23%	2.995	-1.97%
7	55476	BORRO DELL'IMBUTO	19.970	3.47%	3.936	-6.88%
8	56194	BORRO DI PANZANO	12.934	3.33%	2.241	-12.13%
9	56500	BORRO A IESI	14.394	-36.17%	2.574	77.18%
10	57157	BORRO DI CAMPITELLI	12.614	11.63%	2.618	-27.12%
11	57875	TORRENTE TROVE	17.234	-0.84%	2.716	5.08%
12	58089	BORRO DI CAMPALDONE	13.244	42.31%	3.371	-16.06%
13	58381	BORRO DELLE VALLI	12.187	5.52%	1.162	-33.36%
14	59710	TORRENTE ASCIANA	17.828	5.24%	1.536	-1.93%
15	59982	BORRO DELL'ISOLA	17.554	-2.30%	1.630	35.19%
16	60563	BORRO DEL FOSSATO	16.862	4.42%	2.668	-0.11%
17	61023	BORRO DELLA FONTE	8.458	-3.88%	1.775	14.51%
18	61492	BORRO DI RIMAGGIO	18.433	-2.57%	1.719	2.82%

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	30 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

**Tabella 20** – valori dei parametri  $la$  e  $Ks$  e variazione rispetto allo stesso dato presente nel database AIto riferito al modello Ambra monte.

MODELLO AMBRA monte						
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	$la$ (mm)	Variazione rispetto ad $la$ di AIto	$Ks$ (mm/h)	Variazione rispetto a $Ks$ di AIto
19	61784	AMBRA int	15.792	-18.58%	1.239	-35.08%
20	63888	TORRENTE AMBRA	21.257	0.36%	1.614	-20.59%
21	63953	BORRO DI RENTINIERI	15.414	-0.90%	1.089	-62.24%

**Tabella 21** – valori dei parametri  $la$  e  $Ks$  e variazione rispetto allo stesso dato presente nel database AIto riferito al modello Lusignana.

MODELLO LUSIGNANA						
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	$la$ (mm)	Variazione rispetto ad $la$ di AIto	$Ks$ (mm/h)	Variazione rispetto a $Ks$ di AIto
22	62147	BORRO LUSIGNANA	21.820	3.53%	1.553	-3.40%

**Tabella 22** - valori dei parametri  $la$  e  $Ks$  e variazione rispetto allo stesso dato presente nel database AIto riferito al modello aff sx Borro di Boccarina.

MODELLO AFF SX BORRO DI BOCCARINA						
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	$la$ (mm)	Variazione rispetto ad $la$ di AIto	$Ks$ (mm/h)	Variazione rispetto a $Ks$ di AIto
23	63047	AFF SX BORRO DI BOCCARINA	2.411	0.00%	1.808	0.00%

#### 4.5 Parametri in ingresso per AIto e risultati

Si riportano di seguito i parametri utilizzati nel modello AIto:

**Tabella 23** - riepilogo dei parametri utilizzati nel modello AIto riferiti al modello Caposelvi

MODELLO CAPOSELVI											
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	Area (km <sup>2</sup> )	$la$ (mm)	$Ks$ (mm/h)	N	K	TR 30		TR 200	
								a	n	a	n
1	51486	TORRENTE CAPOSELVI	27.547	18.607	1.523	2.575	1.104	59.048	0.245	82.133	0.309

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	31 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



**Tabella 24** - riepilogo dei parametri utilizzati nel modello AlTo riferiti al modello Ambra

MODELLO AMBRA valle											
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	Area (km <sup>2</sup> )	la (mm)	Ks (mm/h)	N	K	TR 30		TR 200	
								a	n	a	n
2	53114	BORRO RILANCI	6.219	8.442	1.417	2.164	0.51	57.077	0.246	79.391	0.310
3	53371	BORRO DELLE QUERCE	2.789	14.114	1.488	2.069	0.367	57.691	0.228	80.245	0.292
4	54755	BORRO DI SAN SALVATORE	6.041	9.453	1.829	2.174	0.504	57.830	0.246	80.440	0.310
5	54938	FONTE TATTERA	1.021	21.709	1.192	2.733	0.159	57.922	0.235	80.567	0.298
6	55331	BORRO DI STRACCA	2.026	20.900	2.995	2.328	0.285	58.031	0.237	80.719	0.301
7	55476	BORRO DELL'IMBUTO	1.392	19.970	3.936	2.367	0.217	58.895	0.240	81.919	0.304
8	56194	BORRO DI PANZANO	4.982	12.934	2.241	2.103	0.376	59.230	0.247	82.387	0.311
9	56500	BORRO A IESI	2.519	14.394	2.574	2.022	0.215	59.180	0.244	82.316	0.308
10	57157	BORRO DI CAMPITELLI	1.968	12.614	2.618	2.123	0.24	59.514	0.252	82.780	0.316
11	57875	TORRENTE TROVE	43.049	17.234	2.716	2.051	1.013	58.509	0.242	81.384	0.305
12	58089	BORRO DI CAMPALDONE	1.241	13.244	3.371	2.328	0.207	59.673	0.252	83.002	0.316
13	58381	BORRO DELLE VALLI	1.221	12.187	1.162	1.404	0.333	60.062	0.253	83.543	0.317
14	59710	TORRENTE ASCIANA	7.3	17.828	1.536	2.388	0.466	60.090	0.247	83.583	0.311
15	59982	BORRO DELL'ISOLA	1.223	17.554	1.630	2.135	0.217	61.175	0.245	85.090	0.308
16	60563	BORRO DEL FOSSATO	4.186	16.862	2.668	2.602	0.33	60.295	0.249	83.867	0.313
17	61023	BORRO DELLA FONTE	1.622	8.458	1.775	2.1	0.288	60.902	0.250	84.714	0.313
18	61492	BORRO DI RIMAGGIO	3.652	18.433	1.719	2.589	0.382	60.808	0.249	84.582	0.313

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	32 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

**Tabella 25** - riepilogo dei parametri utilizzati nel modello AIto riferiti al modello Ambra monte

MODELLO AMBRA monte											
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	Area (km <sup>2</sup> )	la (mm)	Ks (mm/h)	N	K	TR 30		TR 200	
								a	n	a	n
19	61784	AMBRA int	15.589	15.792	1.239	3.003	1.195	61.147	0.247	85.052	0.310
20	63888	TORRENTE AMBRA	39.47	21.257	1.614	2.751	0.959	60.621	0.246	84.322	0.310
21	63953	BORRO DI RENTINIERI	2.348	15.414	1.089	1.976	0.352	60.798	0.249	84.568	0.312

**Tabella 26** - riepilogo dei parametri utilizzati nel modello AIto riferiti al modello Lusignana

MODELLO LUSIGNANA											
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	Area (km <sup>2</sup> )	la (mm)	Ks (mm/h)	N	K	TR 30		TR 200	
								a	n	a	n
22	62147	BORRO LUSIGNANA	20.918	21.820	1.553	2.777	0.673	59.989	0.248	83.442	0.312

**Tabella 27** - riepilogo dei parametri utilizzati nel modello AIto riferiti al modello aff sx Borro di Boccarina

MODELLO AFF SX BORRO DI BOCCARINA											
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	Area (km <sup>2</sup> )	la (mm)	Ks (mm/h)	N	K	TR 30		TR 200	
								a	n	a	n
23	63047	AFF SX BORRO DI BOCCARINA	0.987	20.411	1.808	2.456	0.181	61.271	0.247	85.223	0.311

Per i modelli sono state indagate, vista l'estensione del tratto di studio e il contributo dei diversi bacini, durate di pioggia pari a 1 h, 1,5 h, 2 h, 2,5 h, 4 h, 6 h, 9 h e Durata Critica. Il calcolo dell'idrogramma di piena è stato eseguito con ietogramma costante.

In linea generale l'input pluviometrico è stato ragguagliato al bacino per mezzo di un coefficiente Kr di tipo "globale", impostando come bacino principale di monte il bacino Ambra a monte della bocca tarata nei pressi di Badia a Ruoti e come bacino di valle il bacino del presente studio.

Una volta calcolato il Kr del bacino di monte e del bacino di valle secondo la:

$$K_r = 1 - \exp(\alpha t^\beta) + \exp(\alpha t^\beta - \gamma A)$$

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	33 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

dove  $\alpha = 0.036a$ ,  $\beta = 0.25$  e  $\gamma = 0.01$  sono i parametri della formula,  $t$  [h] è la durata della precipitazione e  $A$  [km<sup>2</sup>] è l'area del bacino.

L'opzione "globale" calcola il coefficiente di ragguaglio areale  $K_r$  considerando che i deflussi del bacino in oggetto si sommano a quelli di un bacino principale di monte. Pertanto, considerando tale bacino come sottobacino del sistema complessivo, il coefficiente di ragguaglio  $K_r$  è calcolato affinché il coefficiente del bacino di valle (somma di quello principale e del sottobacino) sia uguale a quello stimabile con la formula sopra presentata. Ciò equivale ad imporre che l'altezza di pioggia calcolata sul bacino complessivo coincida con quella ricavabile dalla sommatoria delle altezze calcolate singolarmente per il bacino di monte ed il sottobacino.

In pratica si assume per il sottobacino un coefficiente di ragguaglio  $K_r$  che mantenga inalterato il valore del coefficiente di ragguaglio  $K_r$  pertinente al bacino di valle assumendo come peso l'area dei bacini stessi secondo la seguente formula:

$$K_r = \frac{K_v A_v - K_m A_m}{A_v - A_m}$$

dove:

$K_v$  = coefficiente di ragguaglio areale per il bacino di valle;

$A_v$  = area del bacino di valle;

$K_m$  = coefficiente di ragguaglio areale per il bacino di monte;

$A_m$  = area del bacino di monte.

Per quanto riguarda gli affluenti del Torrente Ambra oggetto di modellazione idraulica, al fine di non perdere il contributo in termini di pericolosità idraulica lungo il singolo ramo, sono stati utilizzati valori di  $K_r$  non "globali" ma con valori calcolati tramite la formula di Raudkivi (1970):

$$K_r = 1 - e^{(-1.1 \cdot t^{0.25})} + e^{(-1.1 \cdot t^{0.25} - 0.01 \cdot A)}$$

Dove:  $A$  [km<sup>2</sup>] Area del bacino,  $t$  (h) durata di pioggia.

Di seguito i valori di  $K_r$  per tutti i corsi d'acqua riferiti ai tempi di durata di pioggia assegnati.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	34 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

**Tabella 28 - valori Kr assegnati per ogni tempo di durata di pioggia riferiti al modello Caposelvi**

<b>MODELLO CAPOSELVI</b>											
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	Kr								DC (h)
			1	1.5	2	2.5	4	6	9	DC	
1	51486	TORRENTE CAPOSELVI	0.920	0.929	0.935	0.940	0.949	0.957	0.964	0.947	3.607

**Tabella 29 - valori Kr assegnati per ogni tempo di durata di pioggia riferiti al modello Ambra**

<b>MODELLO AMBRA valle</b>											
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	Kr								DC (h)
			1	1.5	2	2.5	4	6	9	DC	
2	53114	BORRO RILANCI	0.980	0.982	0.984	0.985	0.987	0.989	0.991	0.981	1.214
3	53371	BORRO DELLE QUERCE	0.510	0.558	0.592	0.618	0.671	0.716	0.758		1.075
4	54755	BORRO DI SAN SALVATORE	0.521	0.567	0.601	0.626	0.678	0.722	0.763		1.205
5	54938	FONTE TATTERA	0.529	0.575	0.607	0.632	0.684	0.727	0.767		0.718
6	55331	BORRO DI STRACCA	0.532	0.578	0.610	0.635	0.686	0.729	0.769		0.97
7	55476	BORRO DELL'IMBUTO	0.536	0.582	0.614	0.638	0.689	0.731	0.771		0.805
8	56194	BORRO DI PANZANO	0.544	0.588	0.620	0.644	0.694	0.735	0.775		1.11
9	56500	BORRO A IESI	0.552	0.596	0.627	0.651	0.700	0.740	0.779		0.718
10	57157	BORRO DI CAMPITELLI	0.558	0.601	0.631	0.655	0.703	0.744	0.782		0.8
11	57875	TORRENTE TROVE	0.884	0.896	0.905	0.912	0.926	0.937	0.948	0.913	2.525
12	58089	BORRO DI CAMPALDONE	0.661	0.694	0.718	0.736	0.773	0.804	0.833		0.77
13	58381	BORRO DELLE VALLI	0.664	0.697	0.720	0.738	0.775	0.806	0.835		0.754
14	59710	TORRENTE ASCIANA	0.977	0.979	0.981	0.982	0.985	0.987	0.990	0.979	1.464
15	59982	BORRO DELL'ISOLA	0.683	0.715	0.737	0.754	0.788	0.817	0.845		0.75
16	60563	BORRO DEL FOSSATO	0.986	0.988	0.989	0.990	0.991	0.993	0.994	0.987	1.185
17	61023	BORRO DELLA FONTE	0.696	0.726	0.747	0.764	0.797	0.825	0.851		0.905
18	61492	BORRO DI RIMAGGIO	0.988	0.989	0.990	0.991	0.992	0.994	0.995	0.989	1.328

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	35 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

**Tabella 30** - valori Kr assegnati per ogni tempo di durata di pioggia riferiti al modello Ambra monte

MODELLO AMBRA monte			Kr								DC (h)
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	1	1.5	2	2.5	4	6	9	DC	
19	61784	AMBRA int	0.952	0.957	0.961	0.964	0.970	0.974	0.979	0.962	2.159
20	63888	TORRENTE AMBRA	0.891	0.903	0.912	0.918	0.931	0.942	0.951	0.925	3.142
21	63953	BORRO DI RENTINIERI	0.992	0.993	0.994	0.994	0.995	0.996	0.997	0.992	1.005

**Tabella 31** - valori Kr assegnati per ogni tempo di durata di pioggia riferiti al modello Lusignana

MODELLO LUSIGNANA			Kr								DC (h)
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	1	1.5	2	2.5	4	6	9	DC	
22	62147	BORRO LUSIGNANA	0.937	0.944	0.949	0.953	0.960	0.966	0.972	0.953	2.536

**Tabella 32** - valori Kr assegnati per ogni tempo di durata di pioggia riferiti al modello aff sx Borro di Boccarina.

MODELLO AFF SX BORRO DI BOCCARINA			Kr								DC (h)
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	DC								
23	63047	AFF SX BORRO DI BOCCARINA	0.996								0.5

Gli idrogrammi di progetto sono stati ricavati per le sezioni di calcolo individuate al precedente paragrafo sia sull'asta principale che sugli affluenti minori per:

- idrogrammi con distribuzione costante;
- tempo di ritorno di 30 e 200 anni.

Per i parametri della funzione di calcolo del coefficiente di ragguglio sono stati assunti i valori di default ( $F_a = 0.036$ ,  $F_b = 0.25$ ,  $F_c = 0.01$ ).

Si riportano di seguito le portate di picco per i tempi di ritorno pari a 200 anni e 30 anni e le per le varie durate indagate.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	36 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

**Tabella 33** – valori di portata con tempo di ritorno di 200 anni, riferito per ogni tempo di durata di pioggia per il modello Caposelvi.

MODELLO CAPOSELVI			Q200 (m <sup>3</sup> /s)							
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	1	1.5	2	2.5	4	6	9	DC
1	51486	TORRENTE CAPOSELVI	120.732	139.62	151.938	160.008	165.603	151.679	122.845	166.104

**Tabella 34** – valori di portata con tempo di ritorno di 200 anni, riferito per ogni tempo di durata di pioggia per il modello Ambra.

MODELLO AMBRA valle			Q200 (m <sup>3</sup> /s)							
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	1	1.5	2	2.5	4	6	9	DC
2	53114	BORRO RILANCI	72.276	73.536	69.908	64.56	49.434	37.203	27.656	73.605
3	53371	BORRO DELLE QUERCE	0.696	0.726	0.747	0.764	0.797	0.825	0.851	
4	54755	BORRO DI SAN SALVATORE	33.27	38.42	39.50	38.47	32.10	25.55	19.87	
5	54938	FONTE TATTERA	8.63	8.96	8.13	7.27	5.59	4.41	3.44	
6	55331	BORRO DI STRACCA	12.10	14.36	14.15	13.24	10.27	7.92	5.97	
7	55476	BORRO DELL'IMBUTO	10.26	11.10	10.28	9.20	6.91	5.25	3.89	
8	56194	BORRO DI PANZANO	35.30	38.71	37.53	35.05	27.62	21.60	16.66	
9	56500	BORRO A IESI	24.67	23.44	20.57	18.27	13.84	10.72	8.18	
10	57157	BORRO DI CAMPITELLI	18.97	18.24	16.24	14.50	11.03	8.58	6.57	
11	57875	TORRENTE TROVE	228.663	259.605	275.931	283.237	270.056	226.488	172.434	283.385
12	58089	BORRO DI CAMPALDONE	14.97	13.49	11.62	10.17	7.50	5.68	4.23	
13	58381	BORRO DELLE VALLI	15.11	13.90	12.17	10.82	8.20	6.39	4.94	
14	59710	TORRENTE ASCIANA	81.913	85.838	83.479	78.226	60.865	45.886	34.147	85.632
15	59982	BORRO DELL'ISOLA	15.68	14.48	12.56	11.05	8.23	6.33	4.84	
16	60563	BORRO DEL FOSSATO	59.099	58.02	52.976	47.248	34.44	25.471	18.617	59.289
17	61023	BORRO DELLA FONTE	20.43	18.90	16.80	14.74	11.01	8.47	6.45	
18	61492	BORRO DI	46.557	47.605	45.058	41.406	31.144	23.322	17.287	47.81

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	37 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

MODELLO AMBRA valle										
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	Q200 (m <sup>3</sup> /s)							
			1	1.5	2	2.5	4	6	9	DC
		RIMAGGIO								

**Tabella 35** – valori di portata con tempo di ritorno di 200 anni, riferito per ogni tempo di durata di pioggia per il modello Ambra monte.

MODELLO AMBRA monte										
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	Q200 (m <sup>3</sup> /s)							
			1	1.5	2	2.5	4	6	9	DC
19	61784	AMBRA int	127.67	140.88	145.402	144.422	125.917	99.026	74.479	145.651
20	63888	TORRENTE AMBRA	180.921	210.807	230.146	241.903	247.947	222.932	181.531	249.114
21	63953	BORRO DI RENTINIERI	38.206	35.72	31.89	28.09	20.51	15.38	11.49	38.20

**Tabella 36** – valori di portata con tempo di ritorno di 200 anni, riferito per ogni tempo di durata di pioggia per il modello Lusignana.

MODELLO LUSIGNANA										
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	Q200 (m <sup>3</sup> /s)							
			1	1.5	2	2.5	4	6	9	DC
22	62147	BORRO LUSIGNANA	138.666	157.526	166.905	169.709	156.359	127.063	96.086	169.704

**Tabella 37** - valori di portata con tempo di ritorno di 200 anni, riferito per ogni tempo di durata di pioggia per il modello aff sx Borro di Boccarina.

MODELLO AFF SX BORRO DI BOCCARINA										
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	Q200 (m <sup>3</sup> /s)							
			DC							
23	63047	AFF SX BORRO DI BOCCARINA	20.82							

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	38 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

**Tabella 38** – valori di portata con tempo di ritorno di 30 anni, riferito per ogni tempo di durata di pioggia per il modello Caposelvi.

MODELLO CAPOSELVI			Q30 (m <sup>3</sup> /s)							
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	1	1.5	2	2.5	4	6	9	DC
1	51486	TORRENTE CAPOSELVI	76.685	87.029	93.416	97.462	99.317	90.033	71.315	99.931

**Tabella 39** – valori di portata con tempo di ritorno di 30 anni, riferito per ogni tempo di durata di pioggia per il modello Ambra.

MODELLO AMBRA valle			Q30 (m <sup>3</sup> /s)							
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	1	1.5	2	2.5	4	6	9	DC
2	53114	BORRO RILANCI	49.731	49.671	46.61	42.633	31.712	23.058	16.45	50.157
3	53371	BORRO DELLE QUERCE	10.47	12.37	12.44	11.78	9.20	6.98	5.16	
4	54755	BORRO DI SAN SALVATORE	21.33	24.55	25.27	24.57	20.08	15.39	11.37	
5	54938	FONTE TATTERA	4.31	5.51	5.29	4.79	3.58	2.72	2.03	
6	55331	BORRO DI STRACCA	5.43	7.57	8.13	7.92	6.19	4.52	3.15	
7	55476	BORRO DELL'IMBUTO	4.95	6.24	6.11	5.62	4.06	2.86	1.90	
8	56194	BORRO DI PANZANO	21.72	24.38	23.94	22.37	17.18	12.84	9.36	
9	56500	BORRO A IESI	15.67	15.33	13.47	11.82	8.54	6.28	4.49	
10	57157	BORRO DI CAMPITELLI	12.16	11.92	10.63	9.37	6.80	5.03	3.61	
11	57875	TORRENTE TROVE	145.502	161.983	170.108	173.075	162.461	133.63	97.426	173.162
12	58089	BORRO DI CAMPALDONE	9.80	8.88	7.61	6.35	4.56	3.25	2.24	
13	58381	BORRO DELLE VALLI	10.22	9.43	8.18	7.20	5.27	3.96	2.95	
14	59710	TORRENTE ASCIANA	53.422	55.687	54.046	50.533	38.848	28.405	20.284	55.557
15	59982	BORRO DELL'ISOLA	10.17	9.62	8.39	7.31	5.25	3.88	2.83	
16	60563	BORRO DEL FOSSATO	38.891	38.05	34.589	30.711	21.669	15.319	10.574	38.672
17	61023	BORRO DELLA FONTE	14.01	12.81	11.27	9.74	7.00	5.17	3.76	

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	39 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



MODELLO AMBRA valle			Q30 (m <sup>3</sup> /s)							
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	1	1.5	2	2.5	4	6	9	DC
18	61492	BORRO DI RIMAGGIO	30.437	30.986	29.365	26.917	19.885	14.38	10.203	31.138

**Tabella 40** - valori di portata con tempo di ritorno di 30 anni, riferito per ogni tempo di durata di pioggia per il modello Ambra monte

MODELLO AMBRA monte			Q30 (m <sup>3</sup> /s)							
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	1	1.5	2	2.5	4	6	9	DC
19	61784	AMBRA int	84.285	91.495	93.66	92.58	80.007	61.748	44.867	93.614
20	63888	TORRENTE AMBRA	112.70	129.51	140.04	146.34	148.92	133.38	104.09	150.24
21	63953	BORRO DI RENTINIERI	25.79	24.14	21.40	18.72	13.28	9.65	6.95	25.77

**Tabella 41** - valori di portata con tempo di ritorno di 30 anni, riferito per ogni tempo di durata di pioggia per il modello Lusignana.

MODELLO LUSIGNANA			Q30 (m <sup>3</sup> /s)							
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	1	1.5	2	2.5	4	6	9	DC
22	62147	BORRO LUSIGNANA	86.754	97.537	102.679	104.387	97.674	77.852	57.045	104.285

**Tabella 42** - valori di portata con tempo di ritorno di 30 anni, riferito per ogni tempo di durata di pioggia per il modello aff sx Borro di Boccarina.

MODELLO AFF SX BORRO DI BOCCARINA			Q30 (m <sup>3</sup> /s)							
N.	Codice	Nome Corso d'acqua	DC							
23	63047	AFF SX BORRO DI BOCCARINA	14.18							

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	40 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

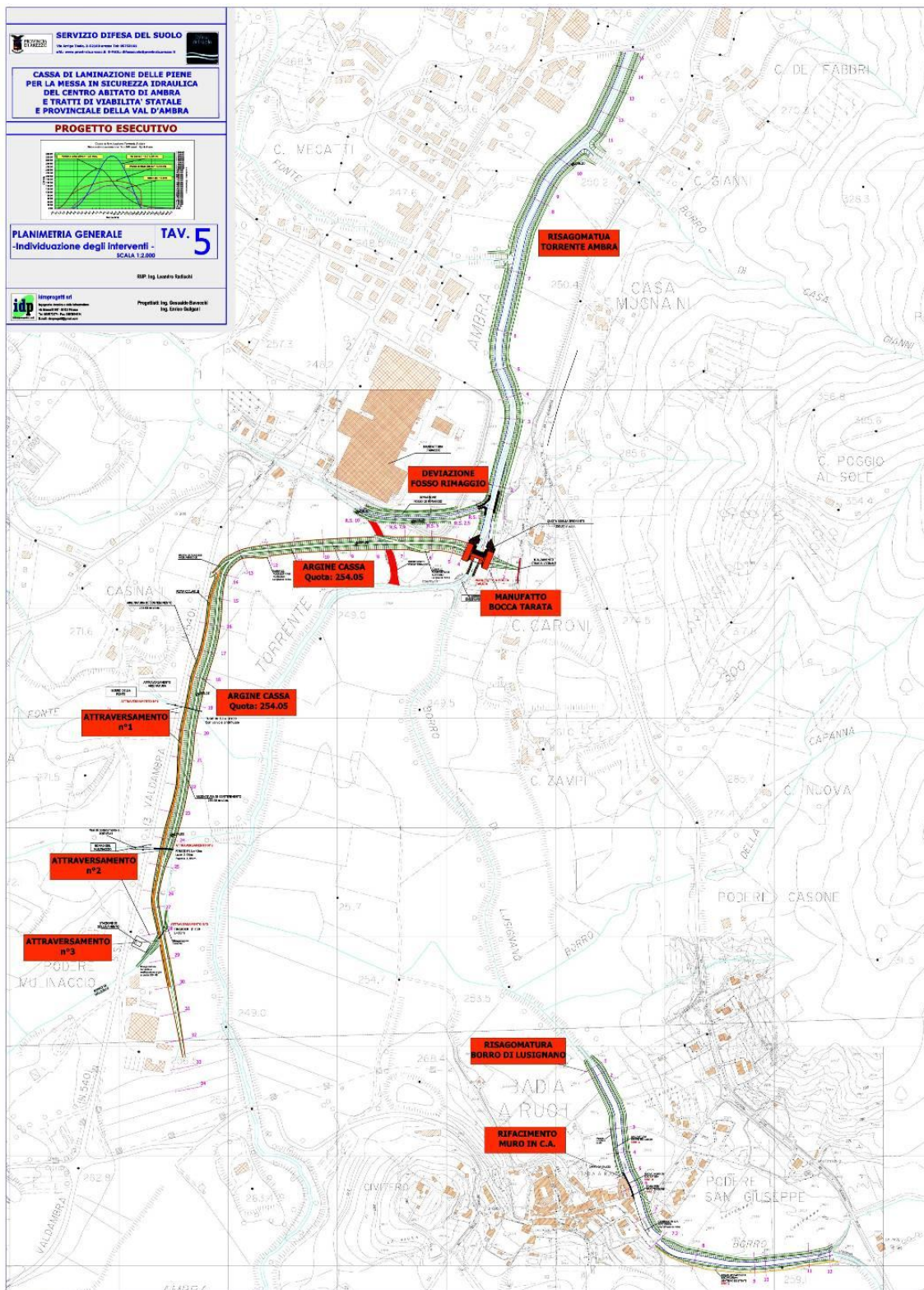
#### 4.6 Cassa di laminazione sul Torrente Ambra

Per la stima delle portate in uscita dalla cassa di laminazione del Torrente Ambra si è ritenuto ragionevole elaborare un modello in ambiente Matlab che tenesse conto delle portate in ingresso alla cassa di laminazione e valutasse le portate in uscita dalla stessa basandosi su formule di letteratura.

Base della modellazione matematica per l'analisi idrologica è il Progetto Esecutivo "Cassa di laminazione delle piene per la messa in sicurezza idraulica del centro abitato di Ambra e tratti di viabilità statale e provinciale della Val d'Ambra" elaborato dalla Idroprogetti s.r.l. nel 2007, considerato che la cassa di laminazione risulta allo stato attuale definitivamente realizzata, collaudata e funzionante. Il manufatto di laminazione a bocca tarata è stato posto in opera lungo un tratto dell'asta del Torrente Ambra situato poco a valle della confluenza con il borro di Lusignana, in una sezione che sottende un bacino imbrifero di poco inferiore a 80 kmq.

Nella relazione tecnica si legge: *"Nel corso della piena la bocca tarata di regolazione riduce la portata rilasciata a valle rispetto a quella in arrivo da monte e i volumi d'acqua in eccesso vengono conseguentemente trattenuti nell'invaso: quando la portata in arrivo diminuisce si determina il graduale rilascio dei volumi accumulati fino al completo svuotamento della vasca. In base alla capacità d'invaso disponibile l'effetto di riduzione della piena richiesto si è ottenuto con un opportuno dimensionamento della bocca di regolazione che viene detta "bocca tarata". Il limite imposto nella definizione della bocca è stato quello di non superare la capacità di contenimento di portata dell'alveo a valle, assunto un evento di tempo di ritorno sufficientemente elevato che nel caso specifico è di duecento anni. Comunque anche nel caso di evento catastrofico, quale si può ritenere quello assunto per verifica, di tempo di ritorno millenario, la vasca produce sempre un benefico effetto di laminazione."*

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	41 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



**Figura 13** - Planimetria generale della cassa di laminazione (fonte: progetto esecutivo "Cassa di laminazione delle piene per la messa in sicurezza idraulica del centro abitato di Ambra e tratti di viabilità statale e provinciale della Val d'Ambra").

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	42 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

In merito alla determinazione delle portate, in tale progetto, "[...] assunte le espressioni analitiche che definiscono le caratteristiche morfologiche dell'area ed il funzionamento idraulico del manufatto di laminazione, si è proceduto alla simulazione della dinamica di invaso considerando vari eventi idrologici, secondo un procedimento di calcolo a step temporale fisso e con l'assunzione di un opportuno idrogramma di piena. In particolare, è stato possibile stimare, per ogni evento, l'andamento nel tempo di:

- volumi invasati e corrispondenti livelli raggiunti nella vasca di laminazione;
- portate in uscita dalla bocca tarata e, per gli eventi eccezionali, anche dalla soglia di sfioro di superficie;
- effetto di laminazione ottenuto come rapporto tra la differenza delle portate massime, rispettivamente in arrivo e in uscita, e la massima portata al colmo.

Sono state eseguite varie simulazioni finalizzate a quantificare gli effetti che il sistema è in grado di produrre per scelte progettuali diverse per tipologia e dimensioni dei manufatti di regolazione.

Per mezzo di tali verifiche si è quindi pervenuti a conseguire la massimizzazione dell'effetto di laminazione sull'idrogramma di piena assunto alla base del progetto e la sicurezza dell'opera in occasione degli eventi eccezionali. Vengono di seguito forniti i risultati di alcune delle verifiche più significative per il dimensionamento di massima delle opere. [...]"

Nell'analisi idrologica si è tenuto conto dell'aggiornamento delle LSPP per il territorio toscano fino all'anno 2012 compreso (cfr. 4.3); gli idrogrammi in ingresso alla cassa di laminazione sono stati calcolati secondo le formulazioni e le metodologie fin qui espresse, considerando tutto il bacino a monte della bocca tarata.

Per la definizione dell'idrogramma in ingresso al modello della cassa di laminazione sull'Ambra è stato tenuto conto dell'entrata in funzione della cassa di laminazione sul Torrente Lusignana, opera completata e collaudata.

A tale proposito l'idrogramma in ingresso al modello della cassa sull'Ambra è stato calcolato come sommatoria dell'idrogramma del T. Ambra a monte della confluenza col T. Lusignana (calcolato tramite modello Al.To. con parametri aggiornati - Tabella 43) e l'idrogramma in uscita del T. Lusignana calcolato a partire dal modello idrologico-idraulico utilizzato e fornito dal progettista della cassa di laminazione operante sul T. Lusignana.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	43 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

**Tabella 43** – Parametri idrologici del bacino dell’Ambra a monte della confluenza col T. Lusignana.

T. AMBRA a monte della confluenza col T. Lusignana										
Codice	Nome Corso d’acqua	Area (km <sup>2</sup> )	la (mm)	Ks (mm/h)	TR 30		TR 200			
					a	n	a	n		
61500	TORRENTE AMBRA	57.407	19.534	1.491	60.771	0.246	84.530	0.310		
		Kr								
		1	1.5	2	2.5	4	6	9		
		0.855	0.871	0.882	0.890	0.908	0.922	0.935		
		Q30 (m <sup>3</sup> /s)								
		122.68	142.42	156.02	165.44	177.85	171.86	145.44		
		Q200 (m <sup>3</sup> /s)								
		194.80	229.87	254.59	272.52	297.25	289.84	248.33		

**Tabella 44** - Parametri idrologici del bacino del Lusignana in ingresso e in uscita dalla cassa di laminazione sul T. Lusignana

Nome Corso d’acqua	1	1.5	2	2.5	4	6	9
TORRENTE LUSIGNANA	Q30 (m <sup>3</sup> /s) ingresso						
	58.1	63.4	65	64.9	60.5	52.9	43.7
	Q200 (m <sup>3</sup> /s) ingresso						
	92.5	105.1	111.2	113.5	109.6	97.6	81.6
	Q30 (m <sup>3</sup> /s) uscita						
	57.21	63.05	65.47	65.44	61.2	52.77	43.59
	Q200 (m <sup>3</sup> /s) uscita						
86.39	92.55	94.72	96.26	96.29	91.32	80.42	

I due idrogrammi in ingresso alla cassa (Tabella 43 e Tabella 44) sono sommati per ogni durata di pioggia, la risultante è un idrogramma unico utilizzato come dato in ingresso al modello matematico della cassa di Ambra, di seguito in Tabella 45 sono mostrate le portate massime riferite ai tempi di ritorno 30 e 200 anni.

**Tabella 45** - Parametri idrologici in ingresso al modello della cassa sul T. Ambra.

Ingresso al modello della cassa sul T. Ambra	1	1.5	2	2.5	4	6	9
	Q30 (m <sup>3</sup> /s)						
	174.4	200.15	216.29	226.43	237.71	224.48	189
	Q200 (m <sup>3</sup> /s)						
277.91	322.42	348.95	368.78	393.14	380.84	328.53	

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	44 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

I parametri geometrici della cassa di laminazione, della bocca tarata e dello sfioratore, sono stati ricavati dal Progetto esecutivo "Cassa di laminazione delle piene per la messa in sicurezza idraulica del centro abitato di Ambra e tratti di viabilità statale e provinciale della Val d'Ambra", Idroprogetti s.r.l., 2007.

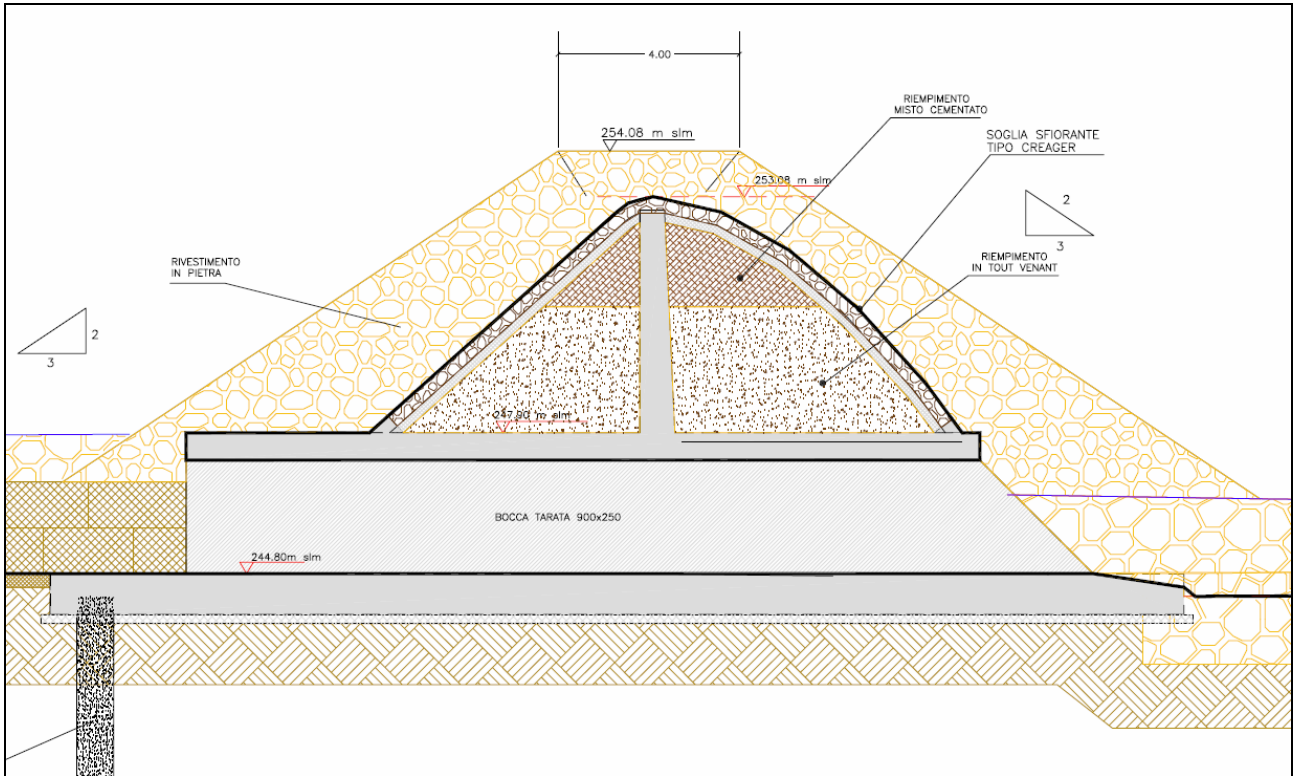


Figura 14 - Sezione bocca tarata, quote e dimensioni (estratto da Tavola 16 Progetto Esecutivo).

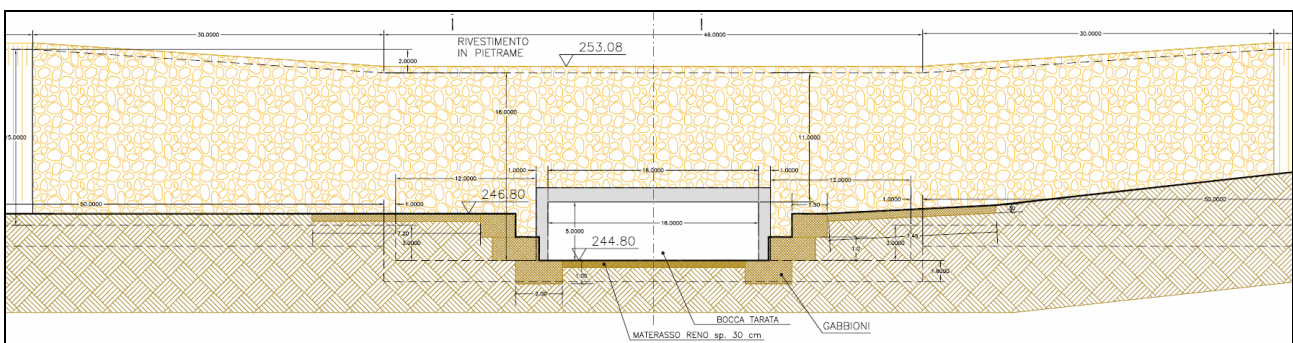


Figura 15 - Profilo bocca tarata, quote e dimensioni (estratto da Tavola 16 Progetto Esecutivo) (distanze con fattore di scala 2).

Bocca tarata:  $B = 9 \text{ m}; L = 2.5 \text{ m}$   
 Quota inferiore bocca tarata: 244.8 m s.l.m.  
 Quota superiore bocca tarata: 247.3 m s.l.m.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	45 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

Quota sfioratore: 253.08 m s.l.m.  
 Quota argini: 254.08 m s.l.m.

Il modello matematico in ambiente Matlab elaborato prevede come parametro in ingresso l'idrogramma derivante dalla sommatoria degli idrogrammi provenienti dal T. Ambra e dalla cassa di laminazione presente sul T. Lusignana (Tabella 45), e come parametri in uscita:

- l'idrogramma di piena in uscita per eventi di pioggia di durata di 1, 1.5, 2, 2.5, 4, 6, 9 ore, per tempi di ritorno di 30 e 200 anni;
- l'altezza d'acqua nella cassa;
- i volumi invasati.

Il volume invasato  $V$  è calcolato tramite la formula:

$$V_i = V_{i-1} + Q_{in_i} * \Delta t - \left( \frac{Q_{u_{i-1}} + Q_{in_i}}{2} \right) * \Delta t$$

Con:

- $\Delta t$  [s] passo temporale;
- $V$  [m<sup>3</sup>] volume invasato al passo precedente;
- $Q_{in}$  [m<sup>3</sup>/s] portata in ingresso;
- $Q_u$  [m<sup>3</sup>/s] portata in uscita al passo precedente.

La componente della portata in uscita dalla cassa si basa su una stima iniziale provvisoria, e, tramite un calcolo iterativo, giunge ad un'approssimazione del valore esatto, basandosi su:

$$\left( \frac{Q_{u_{i-1}} + Q_{in_i}}{2} \right) - Q_{u_i} < \text{toll}$$

In questo modo sono messe a confronto le portate in uscita dalla cassa in due momenti differenti, consecutivi tra loro, in modo che l'iterazione si concluda quando la differenza tra le due stime diventa minore di una predeterminata tolleranza impostata dall'utente.

L'altezza d'acqua  $H$  all'interno della cassa [m slm] è calcolata tramite la formula dell'invaso ricavata dalla curva d'invaso proposta nel Progetto Esecutivo (Figura 16):

$$H = 247.30 + 0.279 * V^{0.423}$$

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	46 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

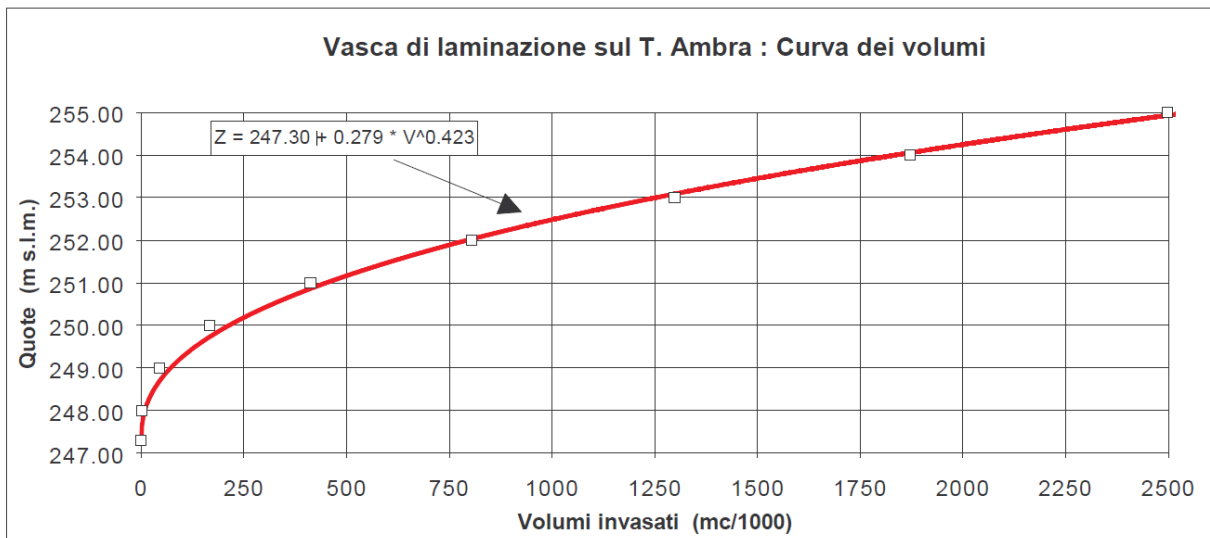


Figura 16 – Curva d’invaso della cassa di laminazione sul Torrente Ambra (da progetto esecutivo).

La portata in uscita  $Q_u$  è calcolata in base all’altezza d’acqua:

- Per  $H \leq 244.8$  m slm,  $Q_u = 0$ ,  
cassa vuota, assenza di flusso;
- Per  $244.8$  m slm  $< H \leq 247.3$  m slm,  
la cassa non invasa, funzionamento della bocca tarata a pelo libero,  
 $Q_u = Q_{in}$ ;
- Per  $247.3$  m slm  $< H < 253.08$ ,  
Cassa invasante, funzionamento della bocca tarata a battente con tubo addizionale esterno.

$$Q_u = 0.82 * A * \sqrt{2 * g * (H - Q_{bbt} - \frac{a}{2})}$$

Con:

$g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>, accelerazione di gravità;

$Q_{bbt} = 244.8$  m slm, quota base bocca tarata;

$a = 2.5$  m, altezza bocca tarata;

$A = 22.5$  m<sup>2</sup>, area bocca tarata;

$H =$  altezza d’acqua m slm;

- Per  $253.08 < H < 254.08$

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	47 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



funzionamento dello stramazzo, secondo la formulazione di stramazzo in parete grossa a sezione trapezia

$$Q_u = 0.82 * A * \sqrt{2 * g * (H - Q_{bbt} - \frac{\alpha}{2})} + 0.385 * b_1 * \sqrt{2 * g * h_0}^{3/2} + \frac{8}{15} * 0.8 * \tan\theta * h_0^2 * \sqrt{2 * g * h_0}$$

Con:

parametri sopra elencati;

$b_1 = 23$  m, larghezza della soglia sfiorante alla quota di 253.08 m slm;

$h_0 =$  altezza d'acqua sullo stramazzo [ $h_0 = H - 253.08$  m slm];

$\alpha = 86.19^\circ$ , angolazione del lato obliquo della soglia sfiorante rispetto all'asse verticale;

- Portata in uscita  $Q_u(H_i)$ ;

sormonto degli argini, funzionamento a stramazzo in parete grossa

$$Q_u = 0.82 * A * \sqrt{2 * g * (H - Q_{bbt} - \frac{\alpha}{2})} + 0.385 * b_1 * \sqrt{2 * g * h_0}^{3/2} + \frac{8}{15} * 0.8 * \tan\theta * h_0^2 * \sqrt{2 * g * h_0} + 0.385 * b_2 * \sqrt{2 * g * h_1}^{3/2}$$

Con:

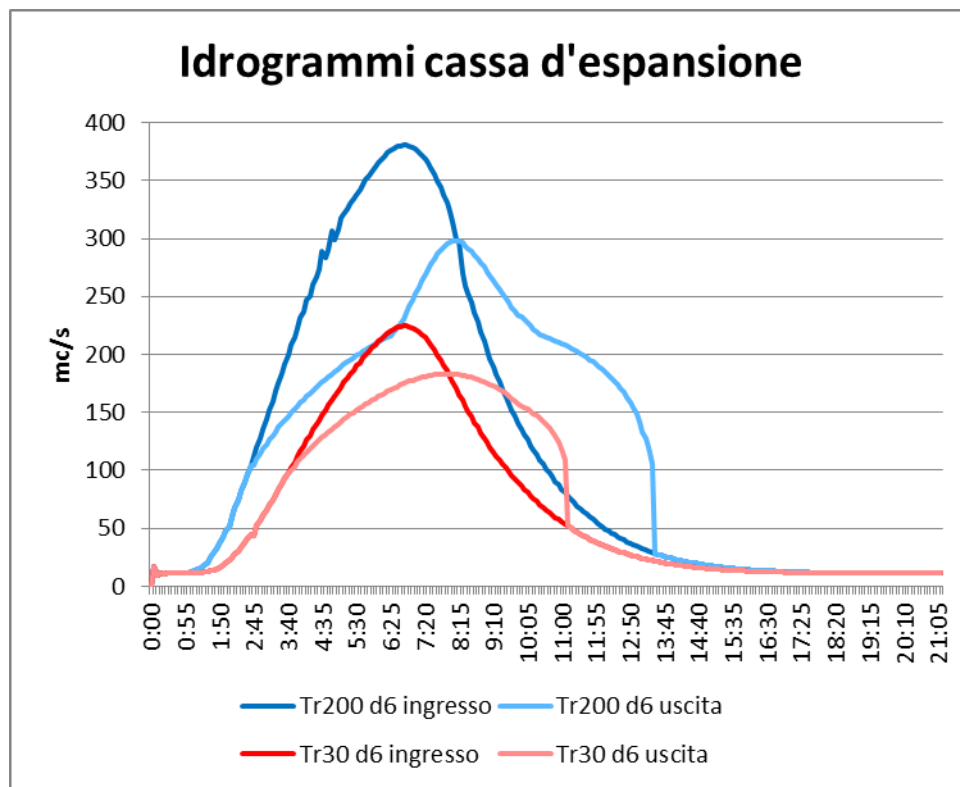
parametri sopra elencati;

$b_2 =$  lunghezza degli argini.

$h_1 =$  altezza d'acqua sugli argini [ $h_1 = H - 254.08$  m slm]

Gli idrogrammi in uscita dalla cassa di laminazione sul Torrente Ambra, determinati con il modello matematico implementato in ambiente Matlab, sono stati inseriti nella modellazione "Ambra Valle" come condizione al contorno di monte, per le analisi idrauliche eseguite per varie durate con tempi di ritorno trentennale e duecentennale.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	48 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



**Figura 17**– idrogrammi in uscita e ingresso alla cassa di laminazione, con tempi di ritorno di 30 anni e 200 anni, con tempo di pioggia 6 ore.

Dall'analisi matematica condotta risulta che per tempi di ritorno trentennali il comportamento della bocca tarata risulta esclusivamente a battente; per portate di piena duecentennali lo sfioratore della cassa di laminazione è sormontato, con funzionamento a stramazzo, nella condizione peggiore (Tr200 anni D6 ore), gli argini contengono i volumi invasati con assenza di franco di sicurezza.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	49 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

## 5 ANALISI IDRAULICA

La modellazione dei fenomeni di transito e di allagamento è stata implementata utilizzando il software di calcolo HEC-RAS v.4.1.0. La verifica idraulica è stata condotta secondo uno schema quasi-bidimensionale in moto vario, simulando cioè in modo monodimensionale il deflusso negli alvei fluviali.

I dati di input che sono stati richiesti per la simulazione idraulica sono:

- dati geometrici: forma delle sezioni trasversali d'alveo con relativa progressiva, eventuali sistemi di arginatura e manufatti idraulici;
- caratterizzazione idraulica: indici di scabrezza;
- dati di flusso: idrogrammi di piena per TR=30 e 200 anni e condizioni al contorno.

L'analisi è stata condotta per quattro sistemi idraulici distinti:

1. **Modello Caposelvi**, finalizzato alla definizione delle condizioni di pericolosità idraulica lungo il Torrente Caposelvi;
2. **Modello Ambra valle**, finalizzato alla definizione delle condizioni di pericolosità idraulica lungo il Torrente Ambra, considerato il tratto a valle della cassa di espansione di Ambra; a tale modello si aggiungono in maniera distinta i tratti del Borro di San Salvatore e del Borro della Fonte;
3. **Modello Ambra monte**, finalizzato alla definizione delle condizioni di pericolosità idraulica lungo il Torrente Ambra, considerato il tratto a monte della confluenza con il Borro Lusignana e un affluente minore denominato Borro dei Rentinieri;
4. **Modello Lusignana**, finalizzato alla definizione delle condizioni di pericolosità idraulica lungo il Borro Lusignana a valle e a monte della cassa di laminazione.
5. **Modello Aff sx Borro di Boccarina**, finalizzato alla definizione delle condizioni di pericolosità lungo l'affluente sinistro del Borro di Boccarina.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	50 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

## 5.1 Caposelvi

È stato realizzato un modello del sistema (Figura 18) costituito dal tratto del Torrente Caposelvi che scorre lungo il confine settentrionale del Comune di Bucine.

All'estremità di monte del ramo investigato è stato immesso l'idrogramma di piena riferito alla durata critica di pioggia per i tempi di ritorno esaminati, determinato così come descritto al Capitolo 4 (ANALISI IDROLOGICA).



**Figura 18** - Geometria del modello "Caposelvi" implementato con il software Hec-Ras v. 4.1.0.

Nello specifico sono stati impostati:

- condizione di monte: l'idrogramma di piena;
- condizione di valle: l'altezza di moto uniforme espressa come pendenza del tratto terminale;
- condizione iniziale: una portata iniziale in ingresso pari a 2 m<sup>3</sup>/s.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	51 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

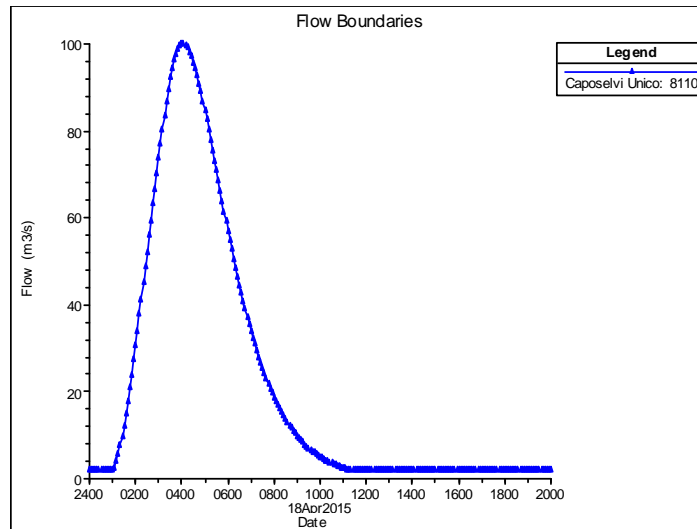


Figura 19 – Idrogramma di piena con Tr 30 anni e tempo di pioggia di durata critica per il modello Caposelvi.

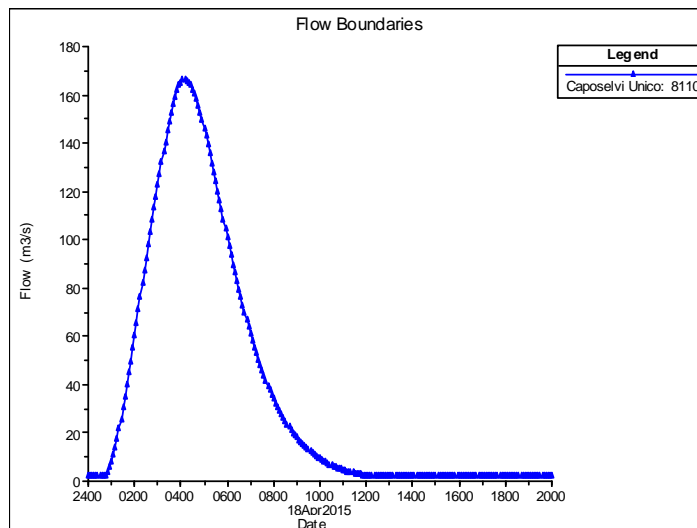


Figura 20 – Idrogramma di piena con Tr 200 anni e tempo di pioggia di durata critica per il modello Caposelvi.

Per le scabrezze nel corso d’acqua sono stati assunti valori del coefficiente di Manning pari a:

- $n = 0.035 \text{ s m}^{-1/3}$  per l’alveo principale;
- $n = 0.06 \text{ s m}^{-1/3}$  per le zone golenali.

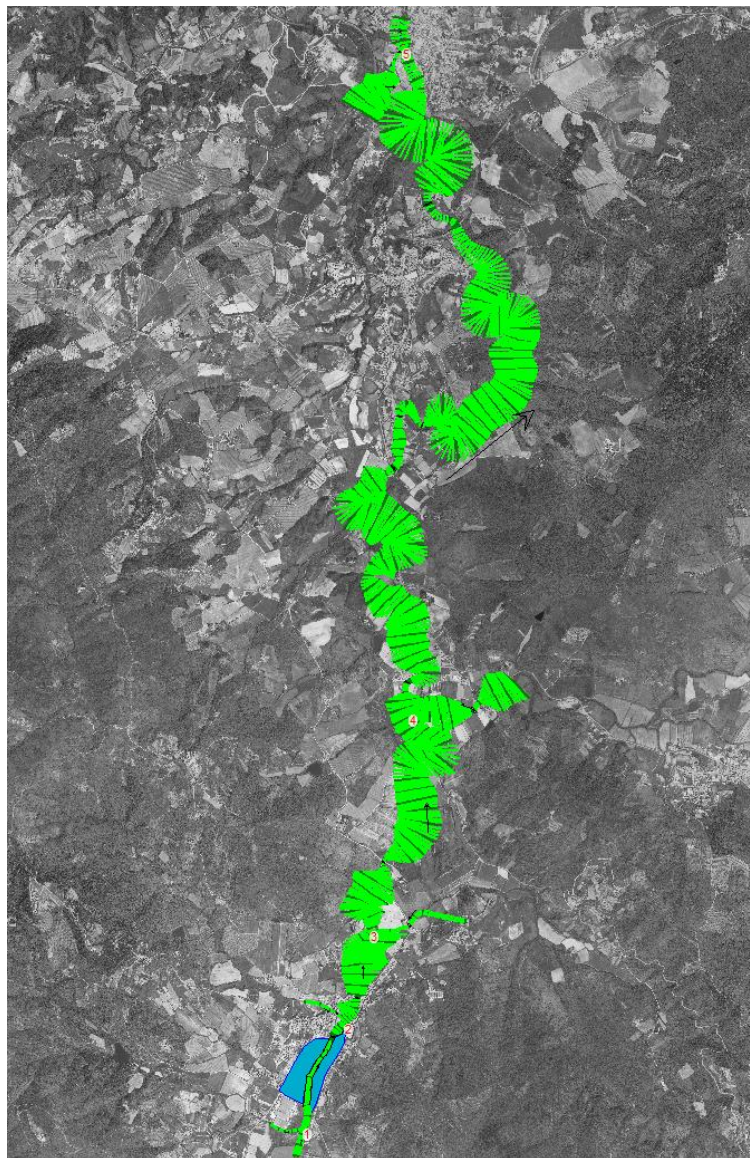
La perimetrazione delle aree allagate è stata effettuata, sulla cartografia rilievo LIDAR realizzata dalla Regione Toscana con maglia 1m x 1m, in base alle quote assunte dal tirante idrico nelle singole sezioni trasversali dei modelli idraulici.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	52 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

## 5.2 Ambra Valle

### 5.2.1 Ambra Valle

È stato realizzato un modello geometrico del sistema (Figura 21) costituito dal Torrente Ambra, valutato a partire dal suo tratto a monte dell'abitato di Ambra e a valle della cassa di laminazione, di cui al paragrafo 4.6, fino a Levane, al confine con il comune di Montevarchi; sono stati inoltre inseriti nel modello i suoi affluenti principali nel territorio comunale (procedendo da monte verso valle: corsi d'acqua Rimaggio, Fossato, Asciana, Trove, Poggiano) in modo da simulare correttamente l'interazione tra i colmi di piena nelle confluenze.



**Figura 21** - Geometria del modello Ambra valle implementato con il software Hec-Ras v. 4.1.0.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	53 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

Nel tratto di monte del Torrente Ambra sono state modellate delle connessioni di lateral structures a due storage areas, le quali hanno consentito la valutazione degli eventuali effetti del transito dalle soglie sfioranti alle celle di inondazione, descrivendo i fenomeni di esondazione nel territorio circostante il corso d'acqua. Il modello ha tenuto conto della presenza di un'arginatura in sinistra idraulica a protezione dell'abitato di Ambra, a partire dall'uscita della cassa d'espansione sul T. Ambra fino oltre il Ponte Bichi.

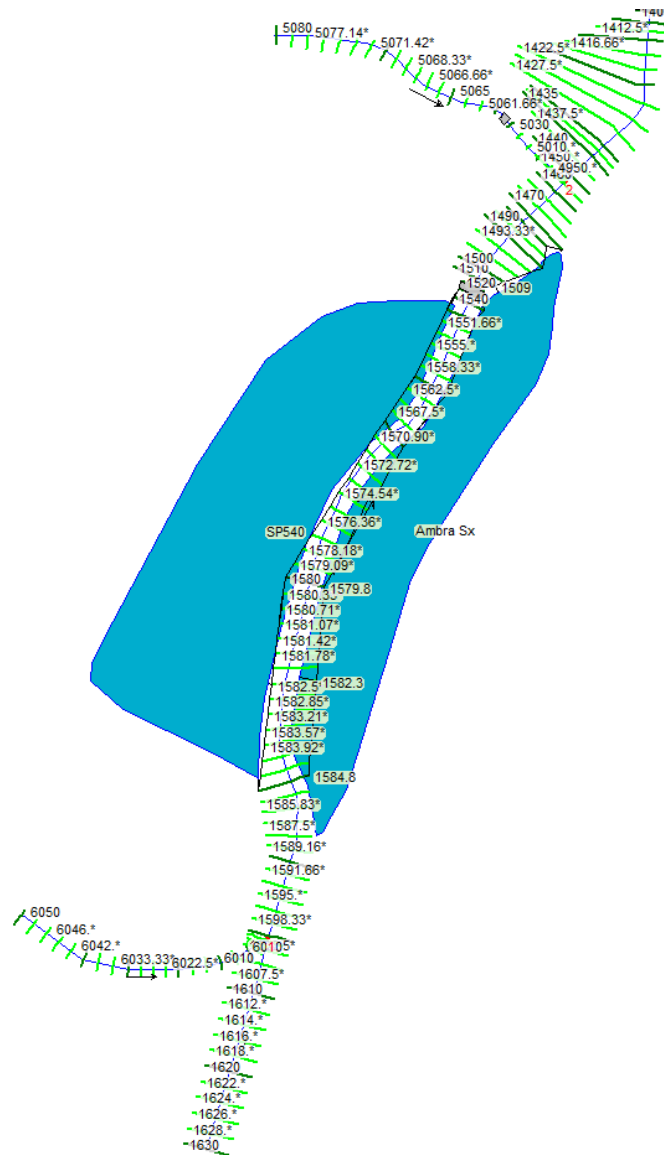


Figura 22 – Individuazione delle storage areas nel tratto di monte del Torrente Ambra.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	54 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

All'estremità di monte di ogni ramo della rete sono stati immessi gli idrogrammi delle portate per i tempi di ritorno esaminati e determinati così come descritto al Capitolo 4 (ANALISI IDROLOGICA). In particolare, come esposto al paragrafo 4.6, in testa al Torrente Ambra è stato applicato, per ciascuna durata e tempo di ritorno oggetto di analisi, l'idrogramma ottenuto dalla modellazione matematica implementata con Matlab.

I contributi offerti in termini di portata dagli affluenti minori (Della Fonte, Dell'Isola, Campaldini, Campitelli, Panzano, Dell'Imbuto, Stracca, Fonte Tattera, S. Salvatore, Querce) sono stati inseriti nel sistema idraulico mediante variazioni puntuali dei valori di portata, applicate nelle rispettive sezioni di confluenza.

Come condizione di valle per il Torrente Ambra è stata impiegata l'altezza di moto uniforme, imponendo come friction slope la pendenza media dell'alveo nel tratto iniziale e finale nel modello; inoltre, ove presenti, i punti di confluenza sono considerati anch'essi condizioni al contorno interne.

Per le scabrezze nei corsi d'acqua sono stati assunti valori del coefficiente di Manning pari a:

- $n = 0.035 \text{ s m}^{-1/3}$  per l'alveo principale;
- $n = 0.06 \text{ s m}^{-1/3}$  per le zone golenali.

La perimetrazione delle aree allagate è stata effettuata, sulla cartografia rilievo LIDAR realizzata dalla Regione Toscana con maglia  $1\text{m} \times 1\text{m}$ , in base alle quote assunte dal tirante idrico nelle singole sezioni trasversali dei modelli idraulici.

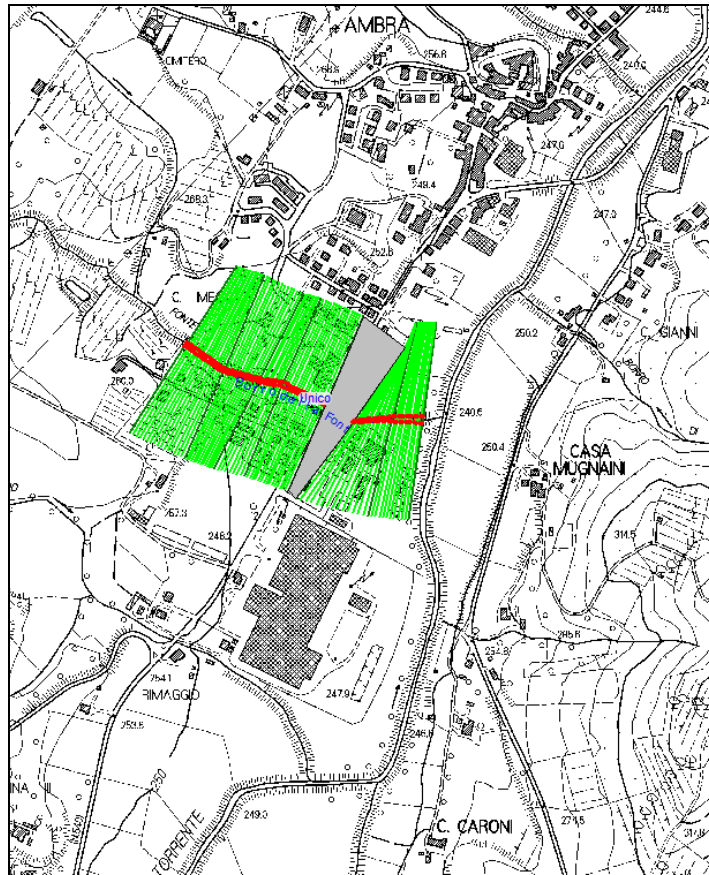
### 5.2.2 Borro della Fonte

È stato realizzato un modello geometrico del sistema (Figura 23) costituito dal Borro della Fonte (affluente del T. Ambra), valutato nel tratto di attraversamento dell'abitato di Ambra.

All'estremità di monte del ramo investigato è stato immesso l'idrogramma di piena riferito alla durata critica di pioggia per i tempi di ritorno esaminati, determinato così come descritto al Capitolo 4 (ANALISI IDROLOGICA).

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	55 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		





**Figura 23** - Geometria del modello del Borro della Fonte implementato con il software Hec-Ras v. 4.1.0.

Nello specifico sono stati impostati:

- condizione di monte: l'idrogramma di piena;
- condizione di valle: l'altezza d'acqua relativa alle condizioni di piena del modello Ambra valle, riferita alla sezione di immissione, con quota minima 243.5 m slm;
- condizione iniziale: una portata iniziale in ingresso pari a 0.3 m<sup>3</sup>/s.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	56 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

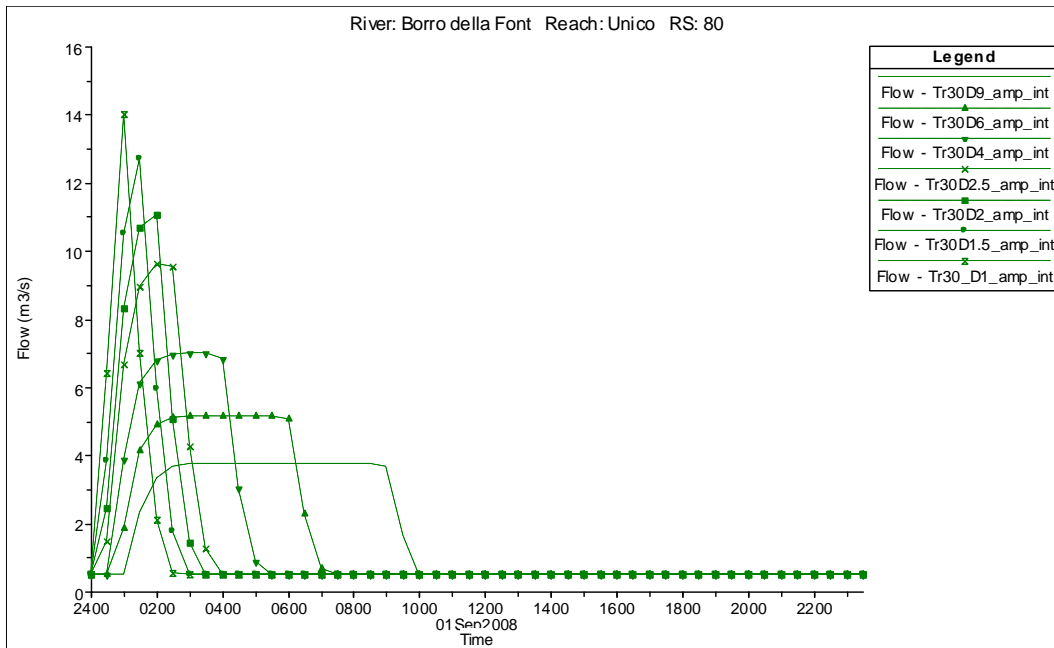


Figura 24 - Condizione di monte: idrogramma di piena con Tr 30 anni e varie durate di pioggia per il modello Borro della Fonte

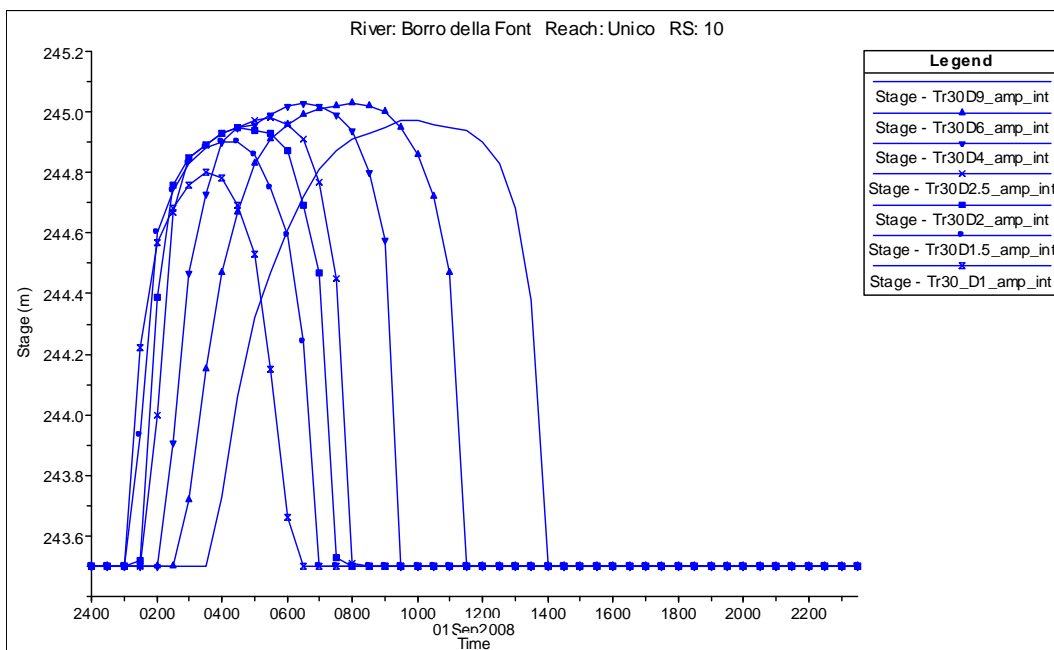


Figura 25 - condizione di valle: altezze d'acqua riferite alla sez. 1580 del modello Ambra Valle per evento di piena con Tr 30 anni

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	57 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

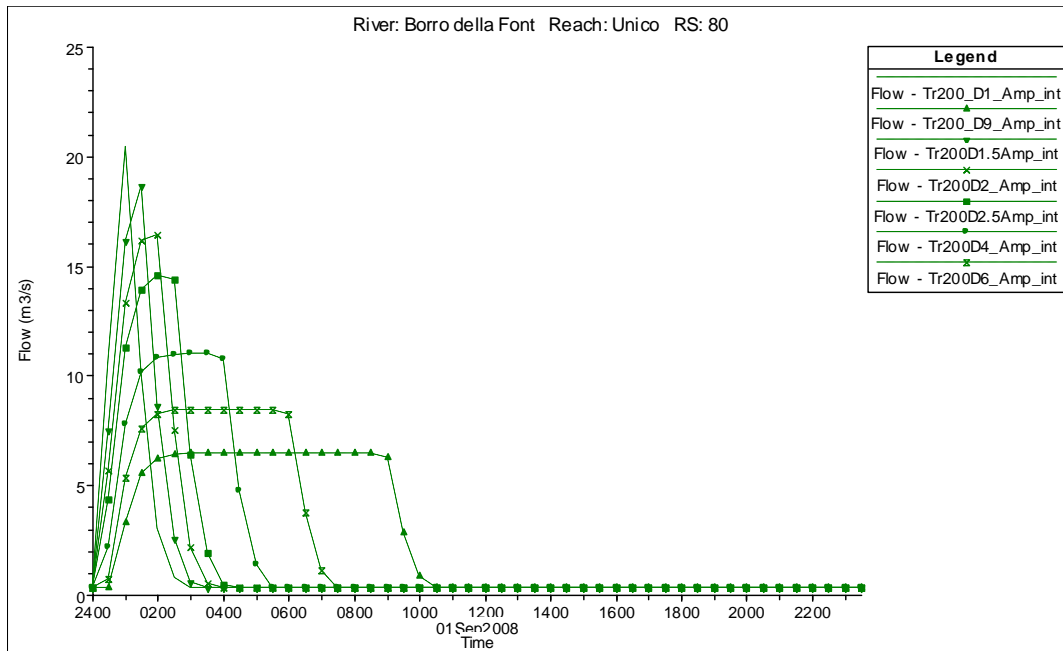


Figura 26 – Condizione di monte: idrogramma di piena con Tr 200 anni e varie durate di pioggia per il modello Borro della Fonte

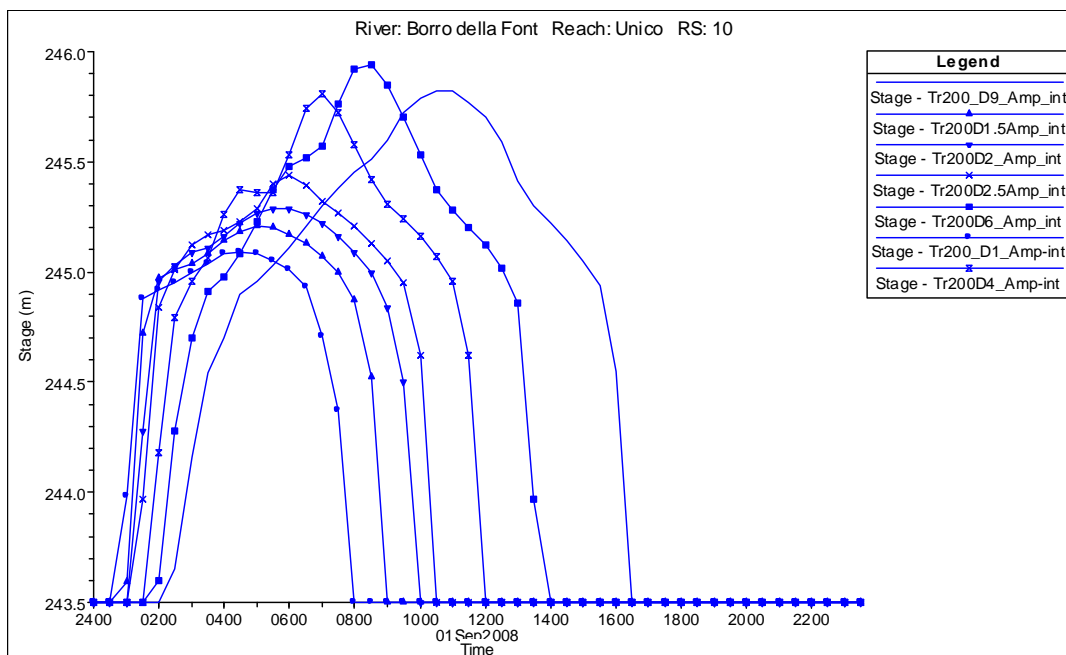


Figura 27 – condizione di valle: altezze d’acqua riferite alla sez. 1580 del modello Ambra Valle per evento di piena con Tr 200 anni

Per le scabrezze nel corso d’acqua sono stati assunti valori del coefficiente di Manning pari a:

- $n = 0.035 \text{ s m}^{-1/3}$  per l’alveo principale;
- $n = 0.06 \text{ s m}^{-1/3}$  per le zone golenali.

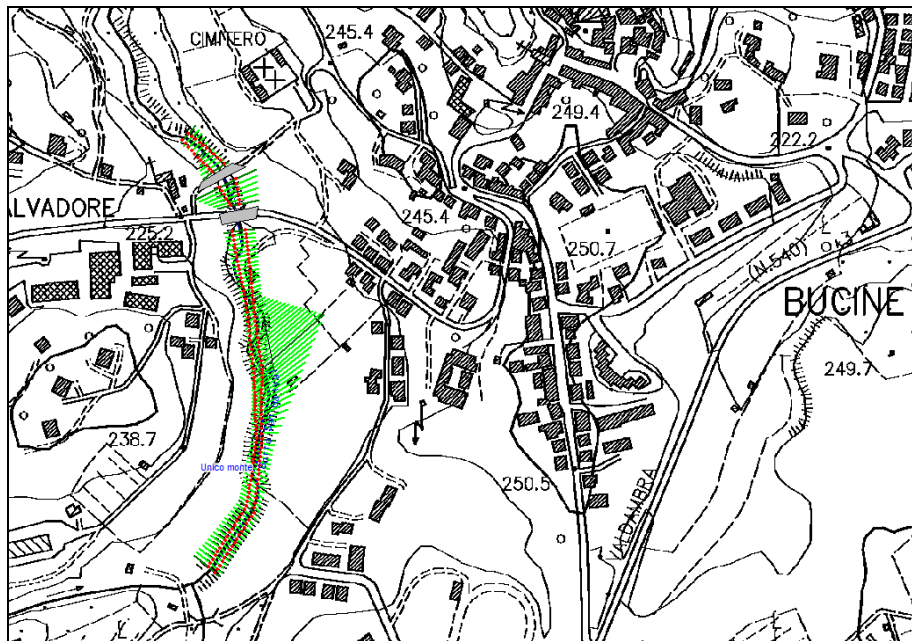
COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	58 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

La perimetrazione delle aree allagate è stata effettuata, sulla cartografia rilievo LIDAR realizzata dalla Regione Toscana con maglia 1m x 1m, in base alle quote assunte dal tirante idrico nelle singole sezioni trasversali dei modelli idraulici.

### 5.2.3 Borro di San Salvatore

È stato realizzato un modello geometrico del sistema (Figura 28) costituito dal Borro di San Salvatore (affluente del T. Ambra), valutato nel tratto che costeggia l'abitato di Bucine.

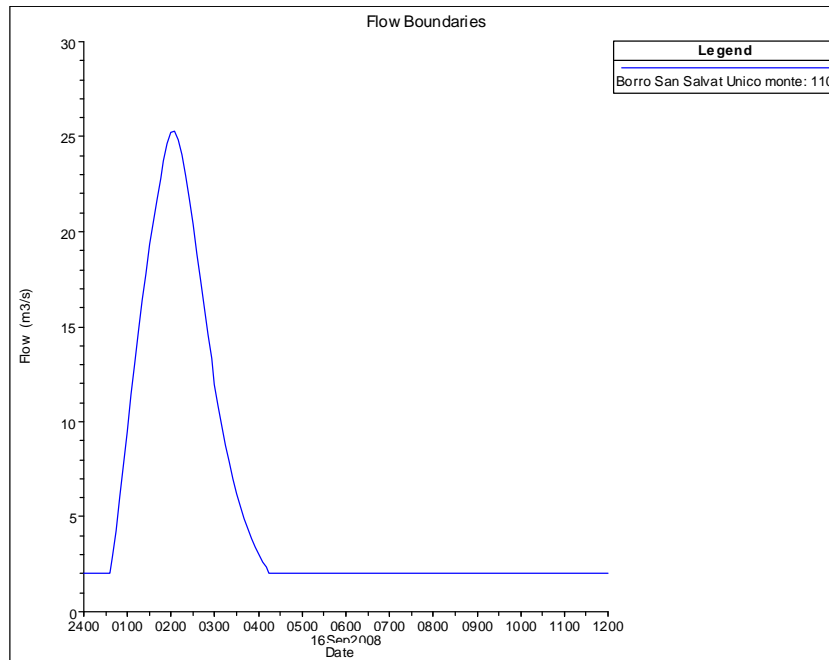
All'estremità di monte del ramo investigato è stato immesso l'idrogramma di piena riferito alla durata critica di pioggia per i tempi di ritorno esaminati, determinato così come descritto al Capitolo 4 (ANALISI IDROLOGICA).



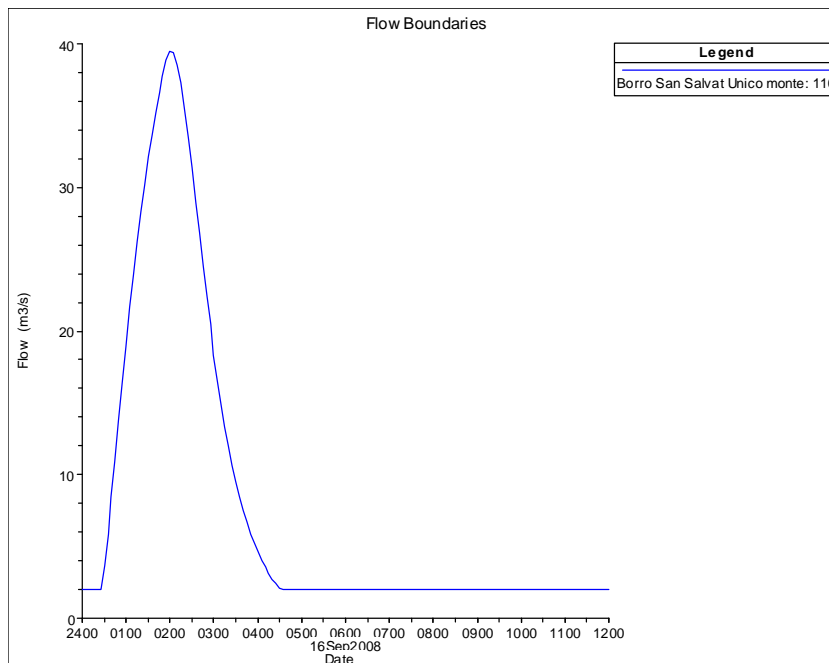
**Figura 28** - Geometria del modello del Borro di San Salvatore implementato con il software Hec-Ras v. 4.1.0. Nello specifico sono stati impostati:

- condizione di monte: l'idrogramma di piena;
- condizione di valle: l'altezza di moto uniforme espressa come pendenza del tratto terminale;
- condizione iniziale: una portata iniziale in ingresso pari a 2 m<sup>3</sup>/s.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	59 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



**Figura 29** - Idrogramma di piena con Tr 30 anni e tempo di pioggia di durata critica per il modello Borro San Salvatore



**Figura 30** - Idrogramma di piena con Tr 200 anni e tempo di pioggia di durata critica per il modello Borro di San Salvatore

Per le scabrezze nel corso d'acqua sono stati assunti valori del coefficiente di Manning pari a:

- $n = 0.035 \text{ s m}^{-1/3}$  per l'alveo principale;
- $n = 0.06 \text{ s m}^{-1/3}$  per le zone golenali.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	60 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

La perimetrazione delle aree allagate è stata effettuata, sulla cartografia rilievo LIDAR realizzata dalla Regione Toscana con maglia  $m \times m$ , in base alle quote assunte dal tirante idrico nelle singole sezioni trasversali dei modelli idraulici.

### 5.3 Ambra monte

È stato realizzato un modello geometrico del sistema costituito dal tratto del Torrente Ambra a monte della confluenza con il Torrente Lusignana, e della cassa di laminazione a bocca tarata, e dal tratto terminale del Borro di Rentinieri.

All'estremità di monte dei rami investigati è stato immesso il valore di picco della portata per i tempi di ritorno esaminati, per i rami ID 63888 e ID 63953.

Per tenere conto del contributo degli affluenti minori e della variazione di portata lungo il Torrente Ambra sono inoltre state inserite nel modello idraulico variazioni distribuite dei valori di portata lungo il tratto a monte della confluenza fra Ambra e Rentinieri.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	61 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

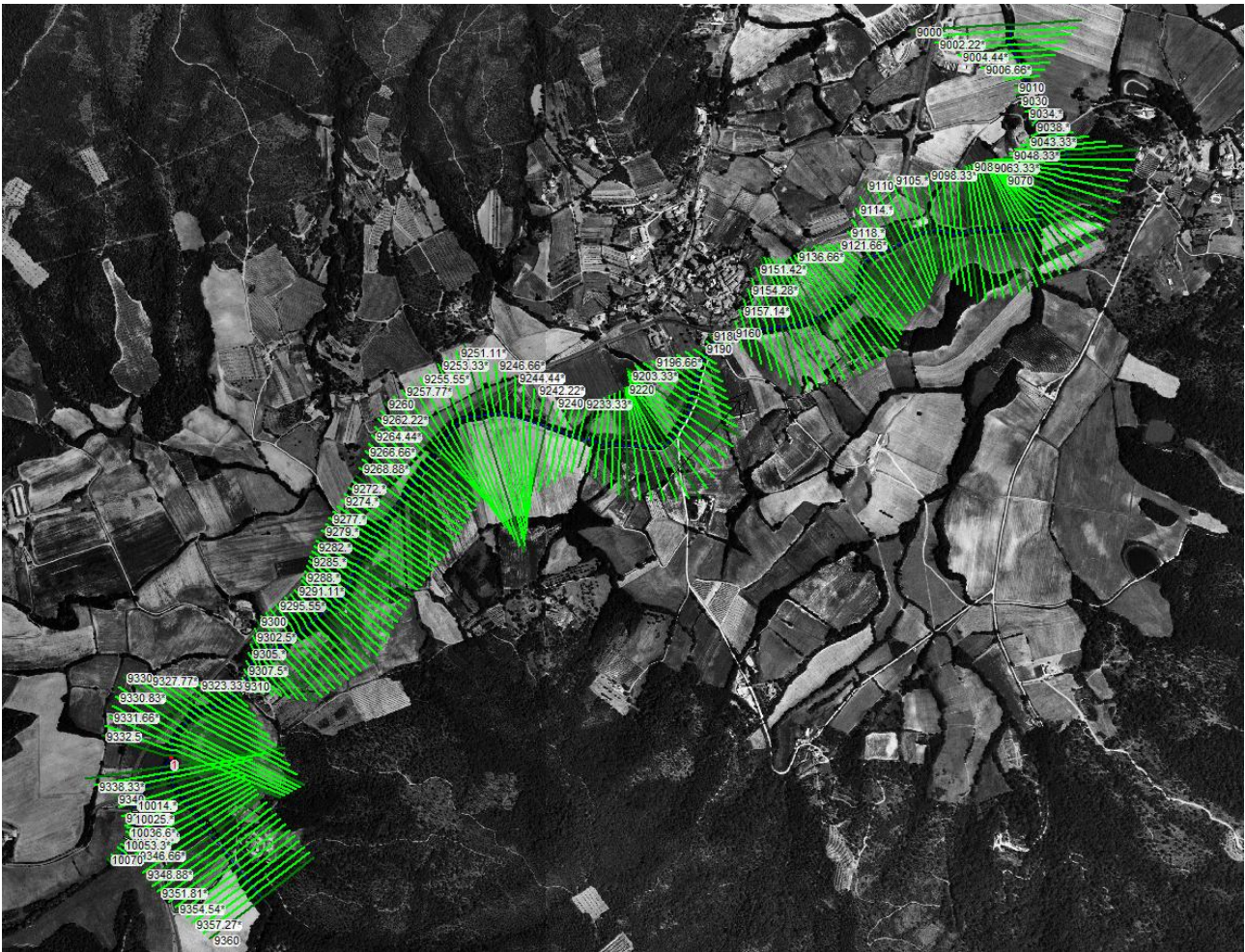


Figura 31 - Geometria del modello "Ambra monte" implementato con il software Hec-Ras v. 4.1.0.

Come condizione di valle è stata impiegata l'altezza di moto uniforme, imponendo come friction slope la pendenza media dell'alveo nel tratto finale (0.005) del modello.

Per le scabrezze nel corso d'acqua sono stati assunti valori del coefficiente di Manning pari a:

- $n = 0.035 \text{ s m}^{-1/3}$  per l'alveo principale;
- $n = 0.06 \text{ s m}^{-1/3}$  per le zone golenali.

La perimetrazione delle aree allagate è stata effettuata, sulla cartografia rilievo LIDAR realizzata dalla Regione Toscana con maglia 1m x 1m, in base alle quote assunte dal tirante idrico nelle singole sezioni trasversali dei modelli idraulici.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	62 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

## 5.4 Lusignana

### 5.4.1 Lusignana Monte

È stato realizzato un modello del sistema (Figura 32) costituito dal tratto del Torrente Lusignana a monte della cassa d'espansione di Badia a Ruoti.

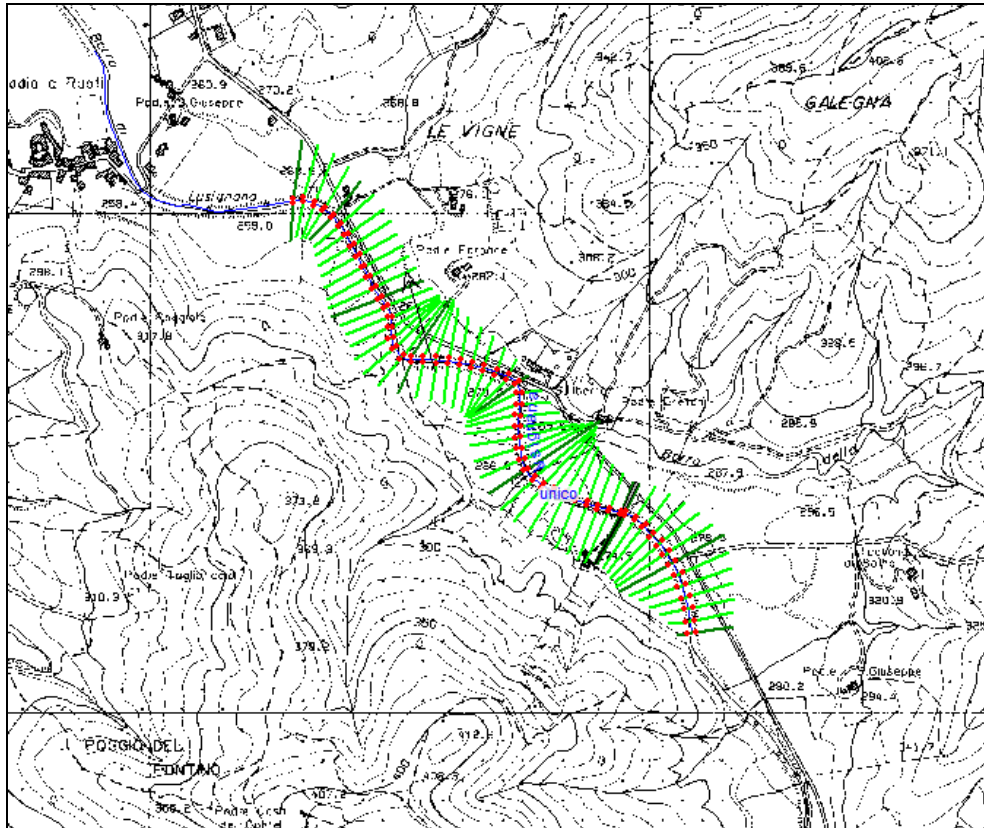


Figura 32 - Geometria del modello "Lusignana monte" implementato con il software Hec-Ras v. 4.1.0.

E' stato realizzato un unico modello idraulico, nel quale è stato inserito, come condizione di monte, l'idrogramma di piena relativo alla durata di pioggia critica, determinato così come descritto al Capitolo 4 (ANALISI IDROLOGICA), mentre come condizione di valle è stata utilizzata l'altezza di moto uniforme del tratto terminale del Torrente Lusignana, imponendo come "friction slope" la pendenza media dell'alveo nel tratto finale del modello.

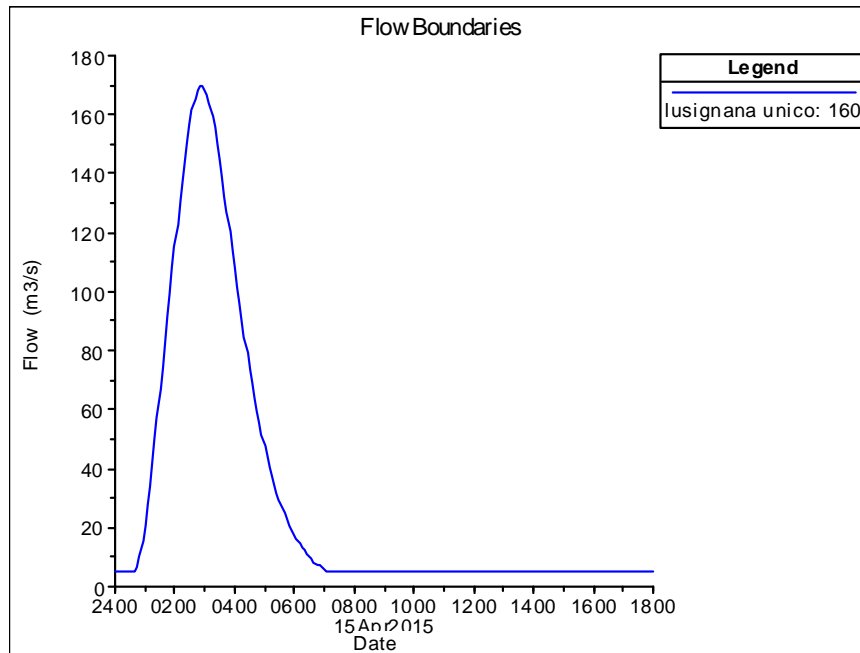
Nello specifico sono stati impostati:

- condizione di monte: l'idrogramma di piena;
- condizione di valle: l'altezza di moto uniforme espressa come pendenza del tratto terminale;

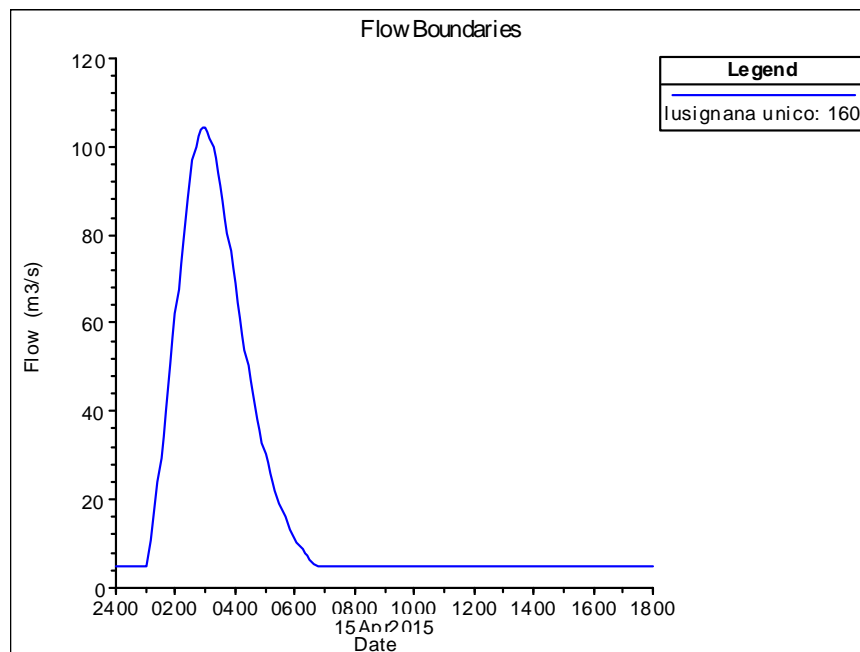
COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	63 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



- condizione iniziale: una portata iniziale in ingresso pari a 5 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 33** – Idrogramma di piena con Tr 200 anni e tempo di pioggia di durata critica per il modello Lusignana monte.



**Figura 34** – Idrogramma di piena con Tr 30 anni e tempo di pioggia di durata critica per il modello Lusignana monte.

In considerazione di quanto riportato, per le scabrezze nel corso d’acqua sono stati assunti valori del coefficiente di Manning pari a:

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	64 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

- $n = 0.035 \text{ s m}^{-1/3}$  per l'alveo principale;
- $n = 0.06 \text{ s m}^{-1/3}$  per le zone golenali;

La perimetrazione delle aree allagate è stata effettuata, sulla cartografia rilievo LIDAR realizzata dalla Regione Toscana con maglia  $1\text{m} \times 1\text{m}$ , in base alle quote assunte dal tirante idrico nelle singole sezioni trasversali dei modelli idraulici.

#### 5.4.2 Lusignana valle

È stato realizzato un modello del sistema (Figura 35) costituito dal tratto del Torrente Lusignana compreso tra le casse di espansione di Badia a Ruoti e di Ambra.

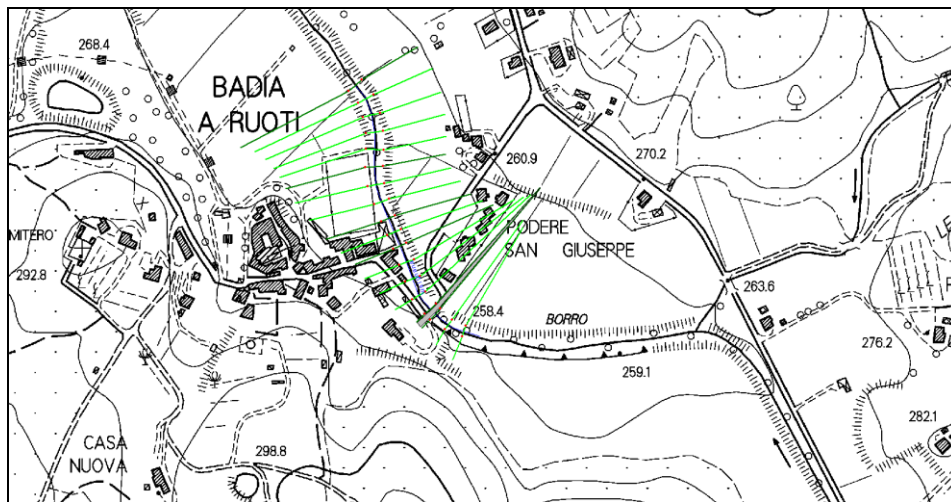


Figura 35 - Geometria del modello "Lusignana valle" implementato con il software Hec-Ras v. 4.1.0.

È stato realizzato un unico modello idraulico, nel quale è stato inserito, come condizione di monte, l'idrogramma di piena relativo alla durata di pioggia critica all'uscita dalla cassa d'espansione, calcolato a partire dal modello idrologico—idraulico utilizzato e fornito dal progettista della cassa di laminazione operante sul T. Lusignana, mentre come condizione di valle è stata utilizzata l'altezza di moto uniforme del tratto terminale del Torrente Lusignana, imponendo come "friction slope" la pendenza media dell'alveo nel tratto finale del modello.

Nello specifico sono stati impostati:

- condizione di monte: l'idrogramma di piena;
- condizione di valle: l'altezza di moto uniforme espressa come pendenza del tratto terminale;
- condizione iniziale: una portata iniziale in ingresso pari a  $11 \text{ m}^3/\text{s}$ .

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	65 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

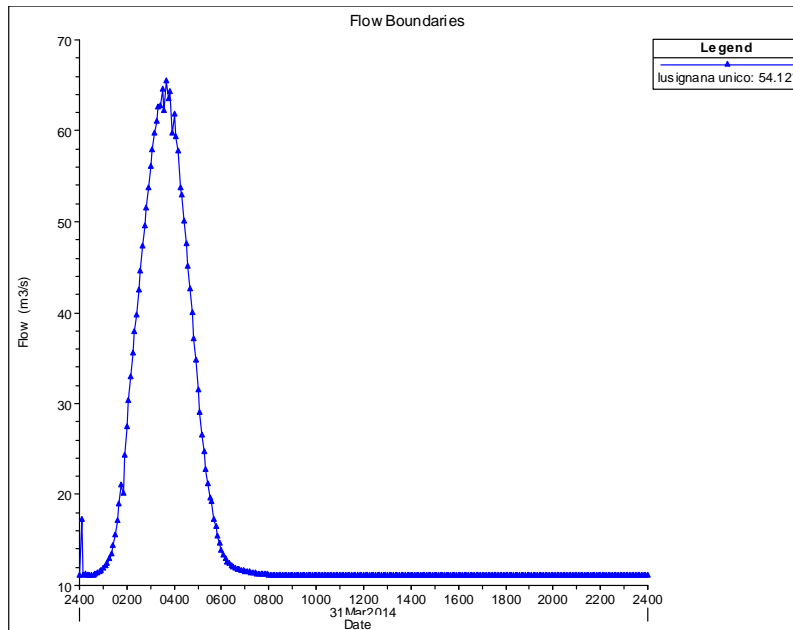


Figura 36 - Idrogramma di piena con Tr 30 anni e tempo di pioggia di durata critica per il modello Lusignana valle.

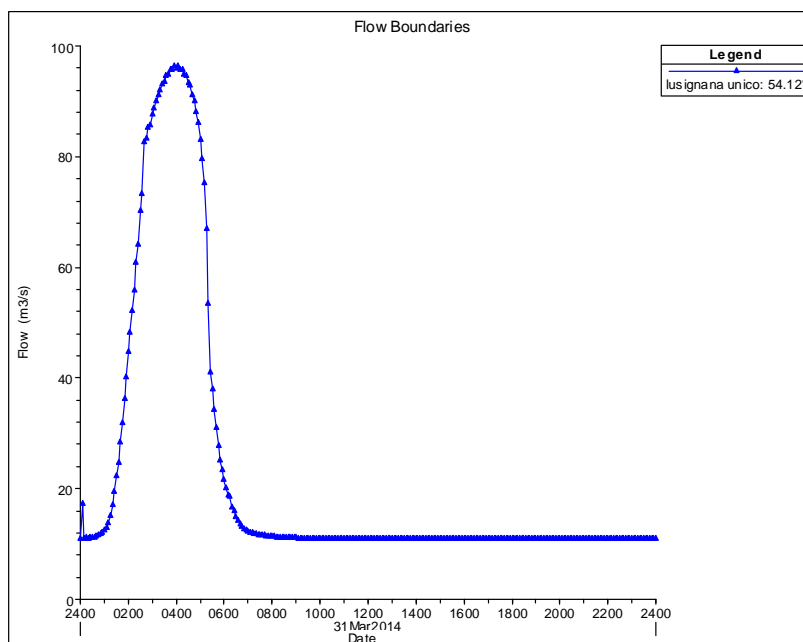


Figura 37 - Idrogramma di piena con Tr 200 anni e tempo di pioggia di durata critica per il modello Lusignana valle.

In considerazione di quanto riportato, per le scabrezze nel corso d'acqua sono stati assunti valori del coefficiente di Manning pari a:

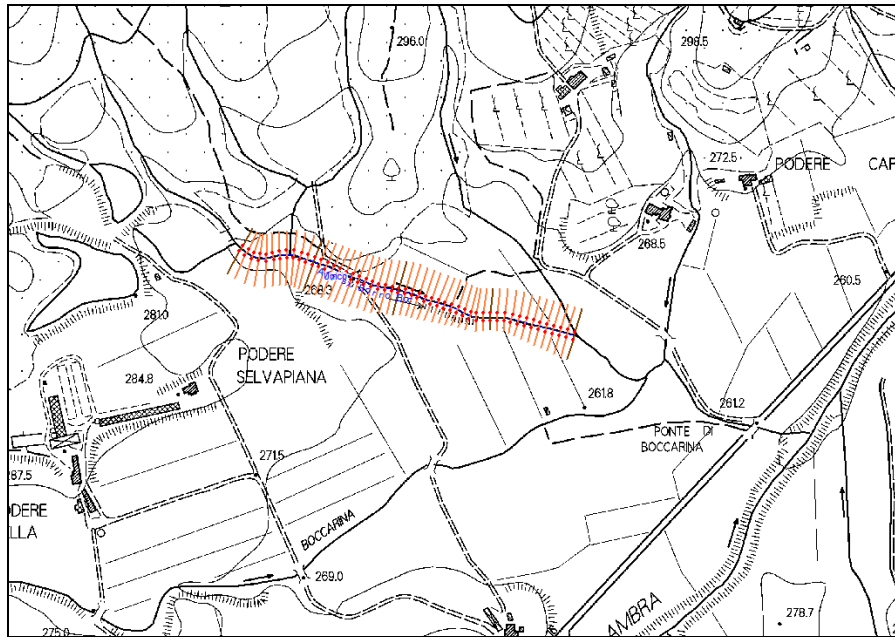
- $n = 0.035 \text{ s m}^{-1/3}$  per l'alveo principale;
- $n = 0.06 \text{ s m}^{-1/3}$  per le zone golenali;

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	66 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

La perimetrazione delle aree allagate è stata effettuata, sulla cartografia rilievo LIDAR realizzata dalla Regione Toscana con maglia 1m x 1m, in base alle quote assunte dal tirante idrico nelle singole sezioni trasversali dei modelli idraulici.

### 5.5 Affluente sinistro Borro di Boccarina

È stato realizzato un modello del sistema (Figura 38) costituito dal tratto dell'affluente sinistro del Borro di Boccarina, in corrispondenza dell'area di Ripaltella presso Pietraviva.



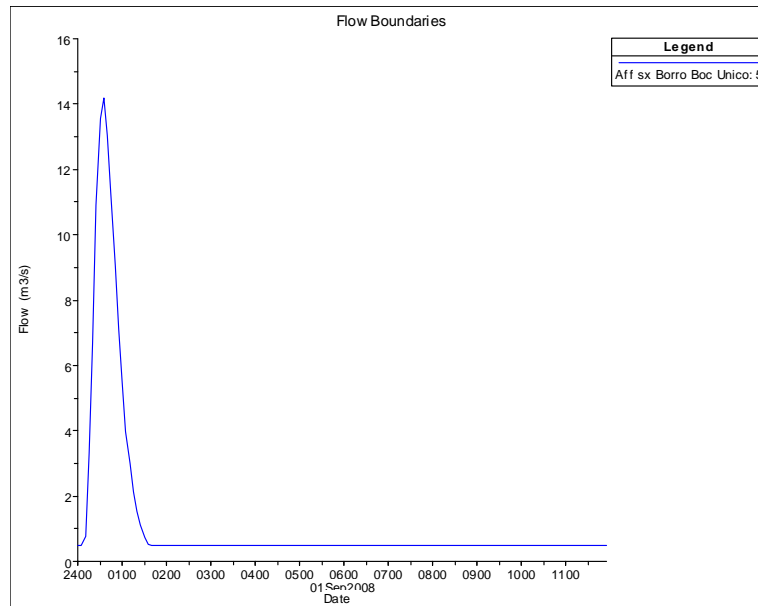
**Figura 38** - Geometria del modello "Affluente sinistro Borro di Boccarina" implementato con il software Hec-Ras v. 4.1.0.

È stato realizzato un unico modello idraulico, nel quale è stato inserito, come condizione di monte, l'idrogramma di piena relativo alla durata di pioggia critica, determinato così come descritto al Capitolo 4 (ANALISI IDROLOGICA), mentre come condizione di valle è stata utilizzata l'altezza di moto uniforme del tratto terminale del Torrente Lusignana, imponendo come "friction slope" la pendenza media dell'alveo nel tratto finale del modello.

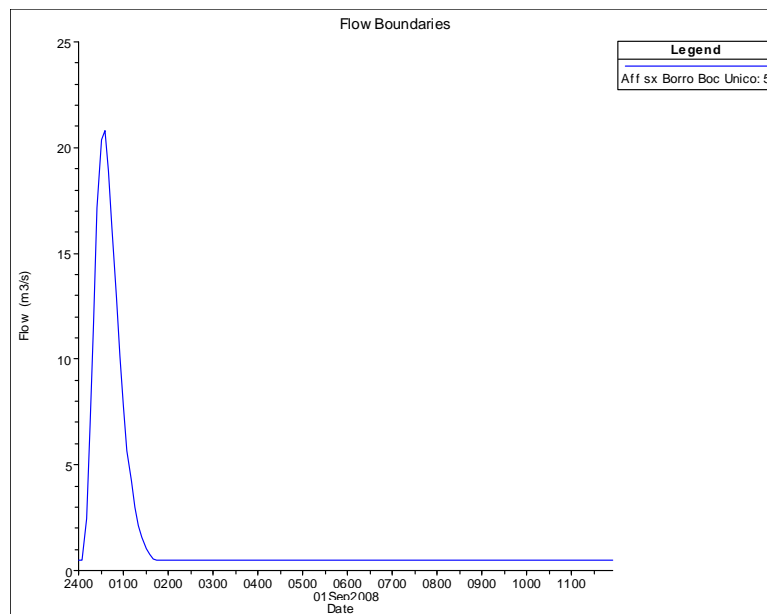
Nello specifico sono stati impostati:

- condizione di monte: l'idrogramma di piena;
- condizione di valle: l'altezza di moto uniforme espressa come pendenza del tratto terminale;
- condizione iniziale: una portata iniziale in ingresso pari a 0.5 m<sup>3</sup>/s.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	67 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



**Figura 39** - Idrogramma di piena con Tr 30 anni e tempo di pioggia di durata critica per il modello Affluente sinistro Borro di Boccarina.



**Figura 40** - Idrogramma di piena con Tr 200 anni e tempo di pioggia di durata critica per il modello Affluente sinistro Borro di Boccarina.

In considerazione di quanto riportato, per le scabrezze nel corso d'acqua sono stati assunti valori del coefficiente di Manning pari a:

- $n = 0.035 \text{ s m}^{-1/3}$  per l'alveo principale;
- $n = 0.05 \text{ s m}^{-1/3}$  per le zone golenali;

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	68 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

La perimetrazione delle aree allagate è stata effettuata, sulla cartografia rilievo LIDAR realizzata dalla Regione Toscana con maglia 1m x 1m, in base alle quote assunte dal tirante idrico nelle singole sezioni trasversali dei modelli idraulici.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	69 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

## 6 CONSIDERAZIONI IDRAULICHE CON CRITERI MORFOLOGICI

### 6.1 Introduzione

Per determinate aree del territorio comunale di Bucine, in cui è stata valutata una possibile interferenza tra le aree allagate indotte dal reticolo idrografico regionale di cui alla LR 79/2012 e le aree a previsione urbanistica, è stato adottato un criterio di controllo prevalentemente morfologico, al fine di dimostrare che tali aree non risentono degli allagamenti dalle aste idriche adiacenti.

Nello specifico le aree di previsione interessate e i relativi corsi d'acqua potenzialmente interferenti sono:

- a) AT1\_o8 (scheda fattibilità n. 11) – asta idrica AV18231 - Levane;
- b) AT2\_17 (scheda fattibilità n. 14) – T. Caposelvi – Mercatale Valdarno;
- c) AT2\_12 (scheda fattibilità n. 18) – Borro del Casino – S.P. di Mercatale n. 16;
- d) AT4\_o2 (scheda fattibilità n. 54) – T. Trove – Badia Agnano;
- e) st (scheda fattibilità n. 80) – Asta idrica AV24634 - Pietraviva;
- f) AT5\_o1 (scheda fattibilità n. a8) – Borro di Boccarina – Pietraviva.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	70 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

6.2 a) AT1\_o8 (scheda fattibilità n. 11) – asta idrica AV18231 - Levane

Nella figura a seguire (Figura 41) è indicata in rosso l'area riferita alla Scheda di fattibilità n. 11 (AT1\_o8) e il corso d'acqua individuato nel reticolo di gestione relativo alla LR 79/2012.

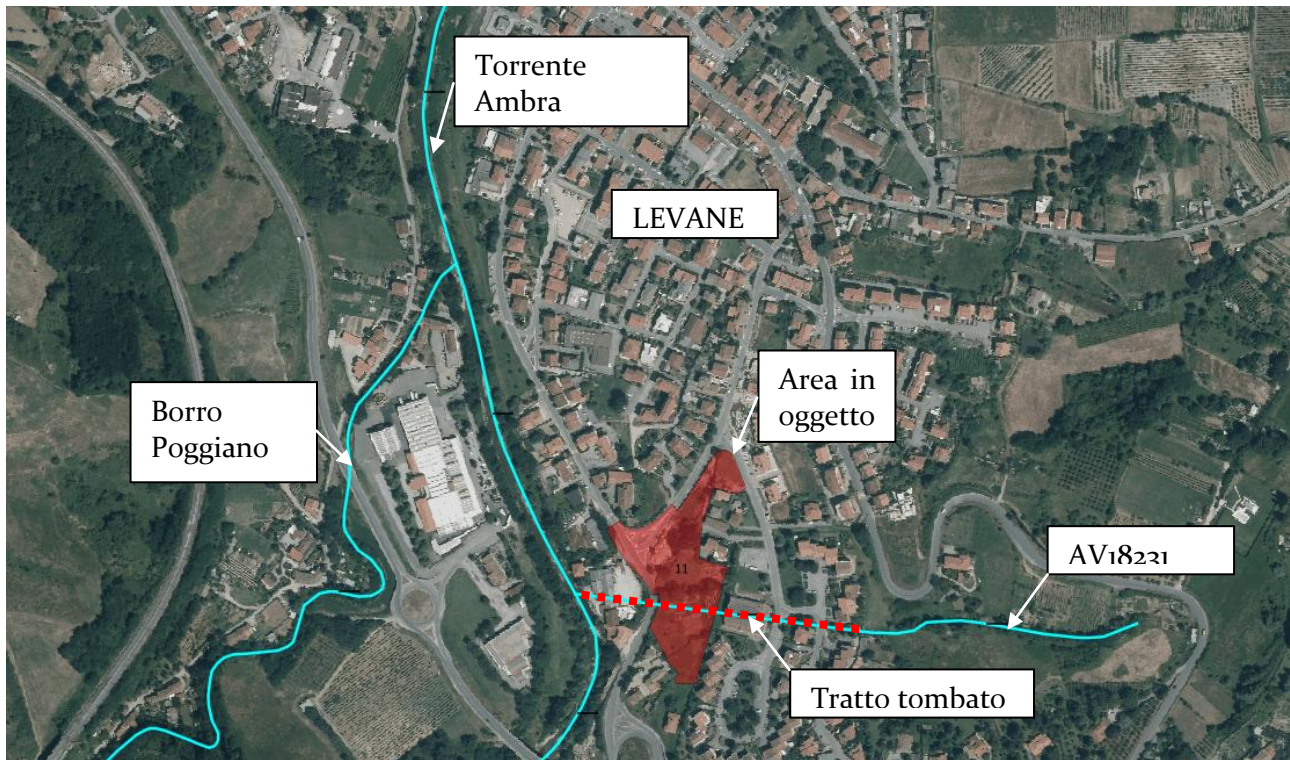


Figura 41 - Inquadramento dell'area d'interesse, AT1\_o8 scheda fattibilità n. 11

Nell'immagine seguente (Figura 42) e dalle successive foto (Figura 43 e Figura 44), quello che il reticolo di gestione indica come corso d'acqua, allo stato attuale non è più visibile in quanto tombato, esso è attualmente integrato nella rete fognaria per lo smaltimento delle acque civili e meteoriche, secondo quanto indicato dalla società Nuove Acque S.p.A.

Ad esso pertanto non si applicano le disposizioni contenute nel D.P.G.R. 53/R del 2011.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	71 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



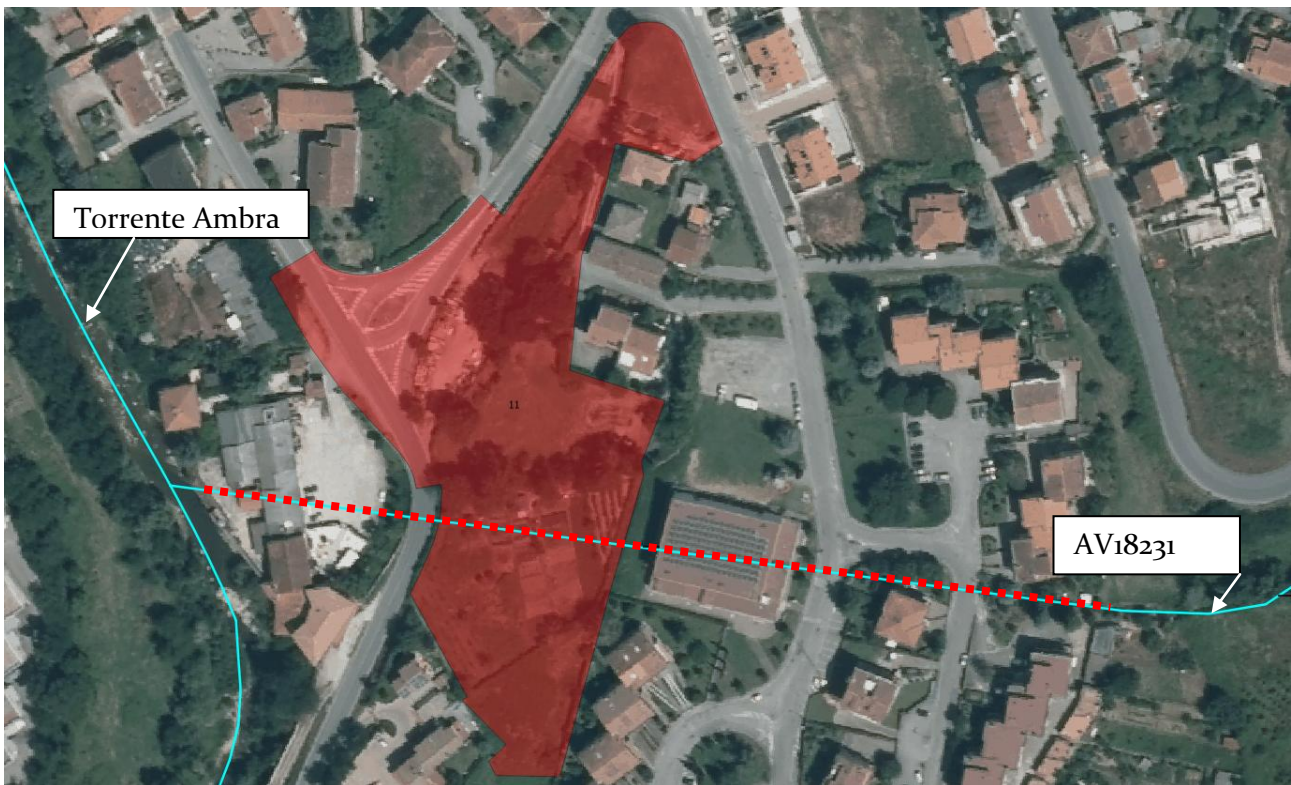


Figura 42 - Inquadramento di dettaglio dell'area d'interesse, AT<sub>1\_o8</sub> scheda fattibilità n. 11



Figura 43 - Attraversamento tombato lungo Via Palmiro Togliatti, Levene. In blu il tracciato del corso d'acqua così come è individuato nel reticolo di gestione di cui alla LR 79/2012 aggiornato con DCRT 9/2015.



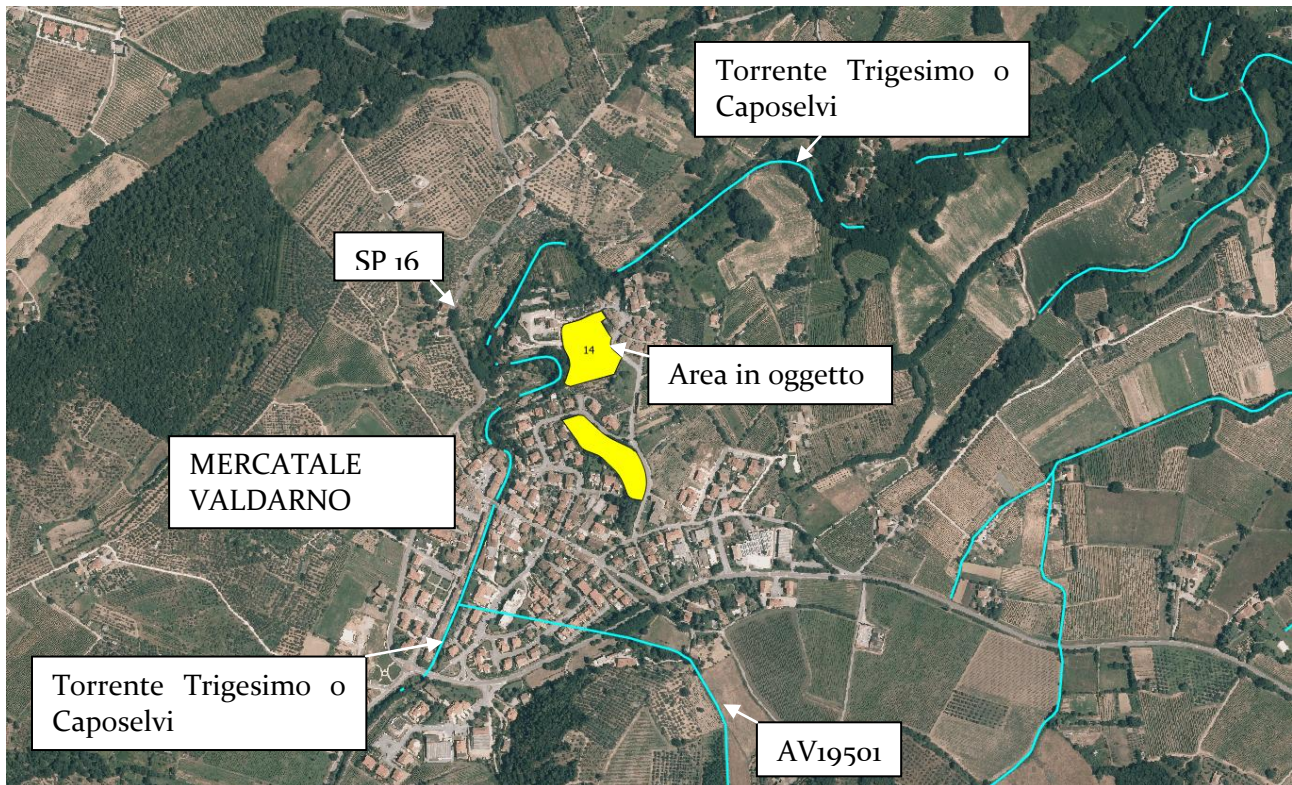
Figura 44 - Attraversamento tombato lungo SP540, Levene. In blu il tracciato del corso d'acqua così come è individuato nel reticolo di gestione di cui alla LR 79/2012.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	72 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

### 6.3 b) AT2\_17 (scheda fattibilità n. 14) – T. Caposelvi – Mercatale Valdarno

L'area in oggetto alla scheda fattibilità n. 14, nell'area dell'abitato di Mercatale Valdarno, è ubicata in destra idrografica del Torrente Trigesimo, detto anche Caposelvi (Figura 45).

Nel suo corso, il Caposelvi attraversa l'abitato di Mercatale Valdarno da Sud-Ovest verso Nord-Est, avvicinandosi all'area in oggetto alla Scheda 14 a valle dell'abitato.



**Figura 45** - Inquadramento dell'area d'interesse AT2\_17 Scheda fattibilità n. 14

In Figura 46 è mostrato il dettaglio dell'area d'interesse, con, in rosso, le curve di livello della CTR Regione Toscana 1:2000.

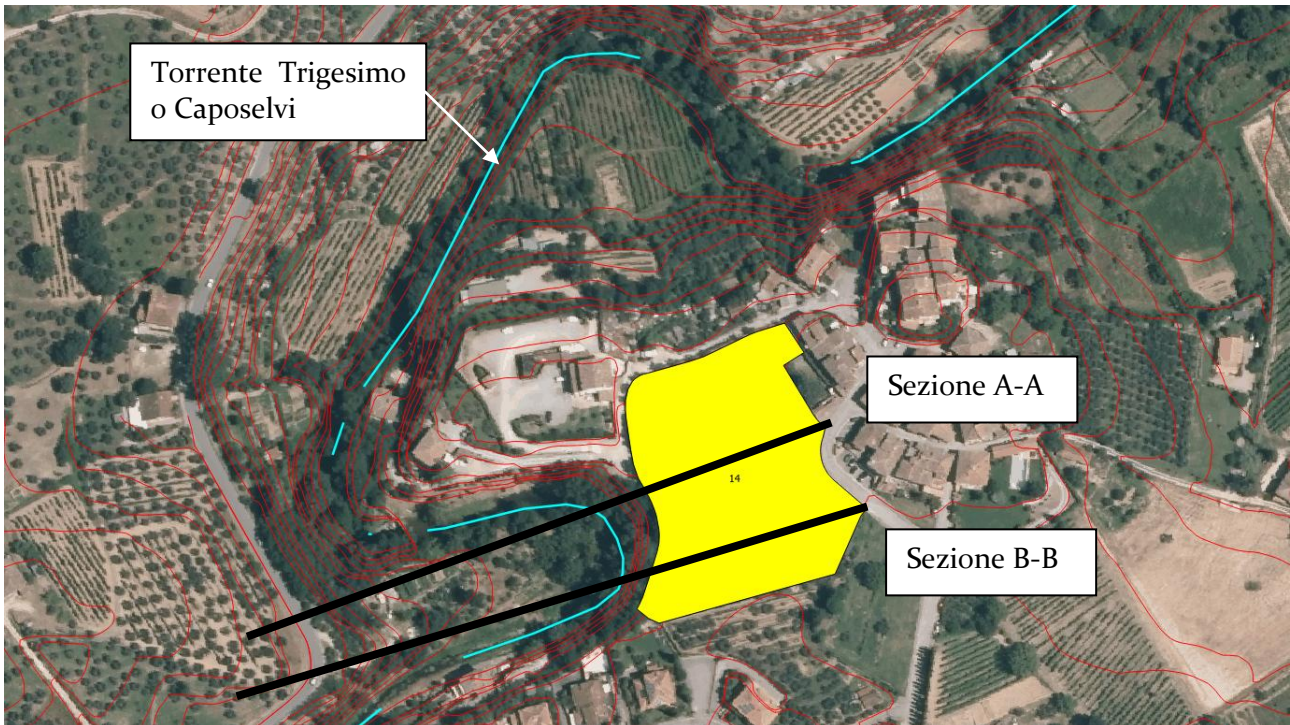
L'andamento delle curve di livello (Figura 46) evidenzia come l'area in oggetto sia localizzata in corrispondenza di un alto morfologico: ciò è confermato anche in Figura 47 dove è riportato l'andamento altimetrico di due sezioni tipo.

Dall'analisi delle sezioni, si nota come l'area interessata dalla Scheda 14, in destra idraulica, si trova in una posizione significativamente più elevata (258 m slm) da quella del letto del T. Caposelvi (il cui

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	73 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

fondo è inferiore a 250 m slm). La geometria dell'alveo indica come, in fase di piena, la superficie liquida occupata è in prevalenza in sinistra idraulica rispetto al fondo alveo.

Pertanto le esondazioni del Torrente Caposelvi non interessano l'area della scheda n. 14.



**Figura 46** - Individuazione dell'area, dettaglio delle curve di livello e individuazione delle Sezioni.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	74 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

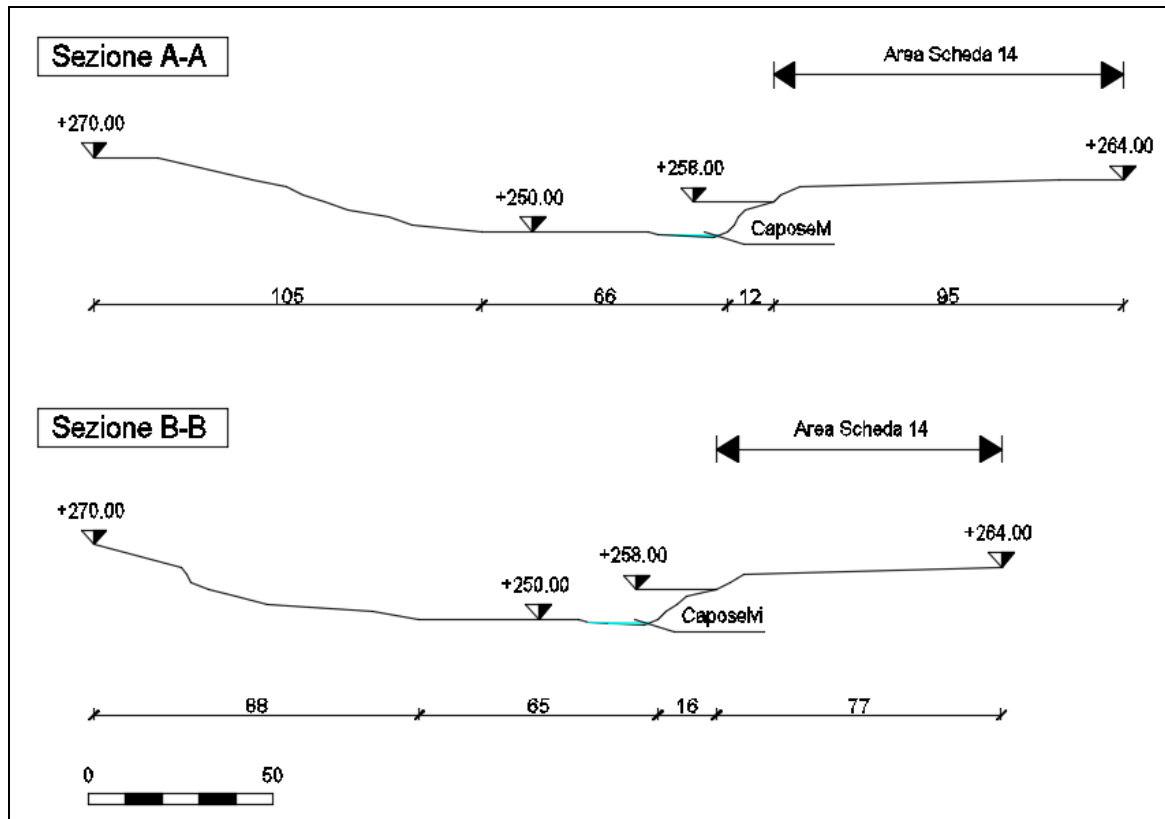


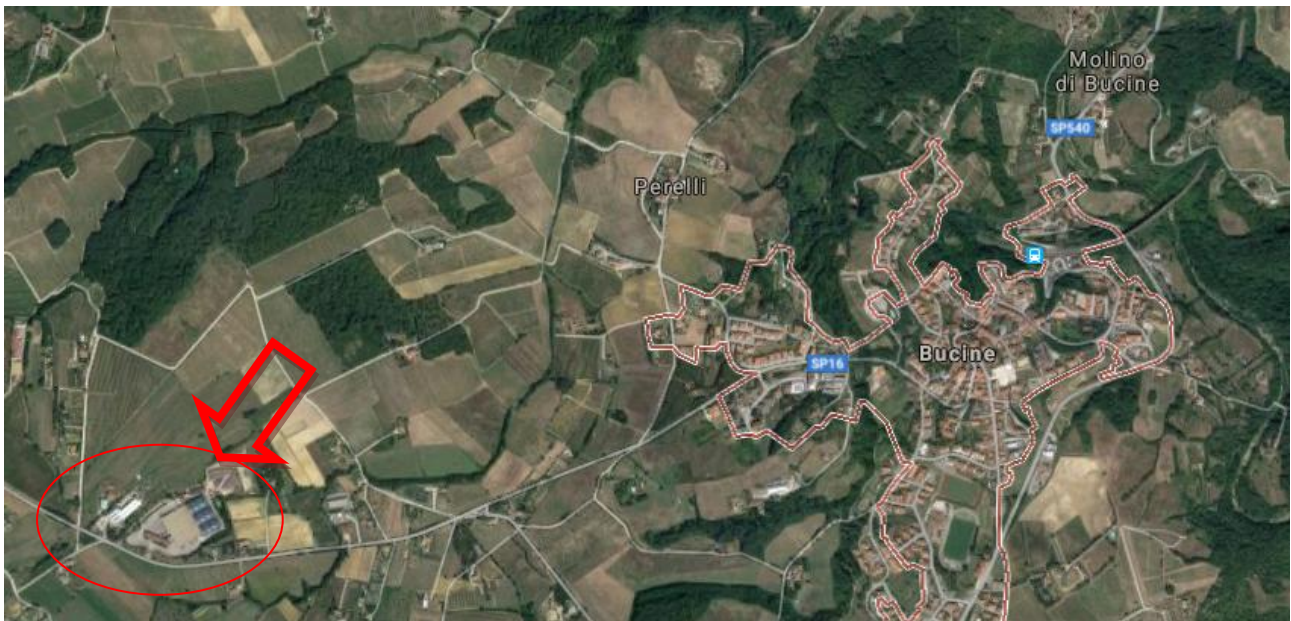
Figura 47 - Sezioni A-A e B-B di Figura 46 quote in m slm

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	75 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

**6.4 c) AT2\_12 (scheda fattibilità n. 18) – Borro del Casino – S.P. di Mercatale n. 16**

L'area riferita alla scheda di fattibilità n. 18 (AT2\_12) è localizzata ad Ovest di Bucine lungo la Strada Provinciale 16 (Figura 48). Si trova in destra idrografica del Borro del Casino (o dell'Ospedale-Figura 49).

Nel suo corso, il Borro del Casino attraversa la provinciale (SP 16) immediatamente di fronte all'area in esame (Figura 50), muovendosi in direzione Sud-Ovest verso Nord-Est.



**Figura 48** – Inquadramento dell'area AT2\_12 scheda fattibilità n. 18

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	76 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

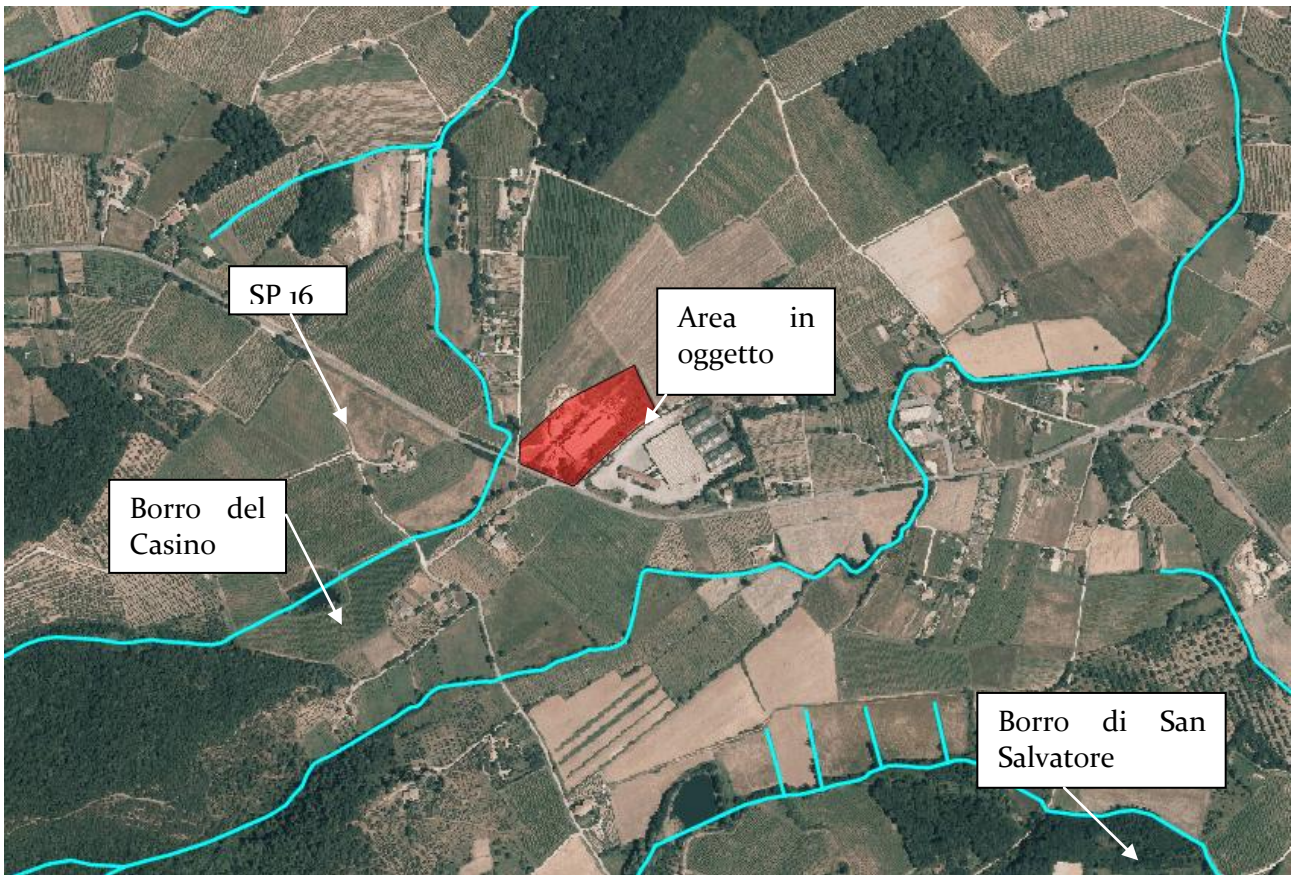


Figura 49 - Inquadramento dell'area AT2\_12 scheda fattibilità n. 18



Figura 50 - Vista dell'asta e dell'area in oggetto

In tale zona è stato eseguito un rilievo planoaltimetrico con strumentazione GPS delle sezioni del corso d'acqua, proprio in corrispondenza dell'area oggetto della Scheda (Figura 51), situata in destra idraulica rispetto al Borro del Casino. Tali profili altimetrici sono riportati in Figura 52: dall'analisi delle sezioni si nota come l'area in oggetto riferita alla scheda di fattibilità n.18, in destra idrografica,

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	77 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

è in una posizione significativamente più elevata (270.48/270.56 m slm) di quella del letto del Borro (il cui fondo è a 262.78/263.45 m slm). Inoltre, in caso di evento di piena, la sponda sinistra risulta altimetricamente più bassa rispetto alla sponda destra, pertanto le esondazioni del Borro del Casino non raggiungono l'area di interesse.

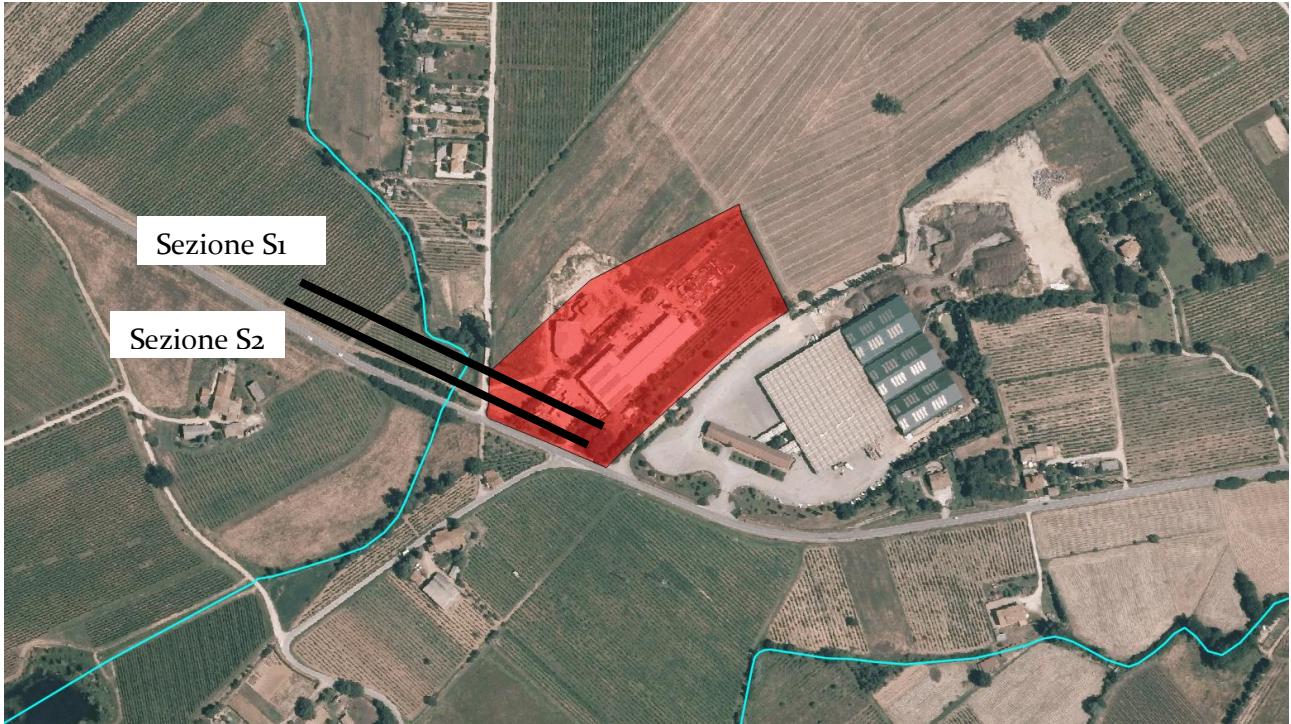


Figura 51 - Inquadramento dell'area e individuazione delle Sezioni.

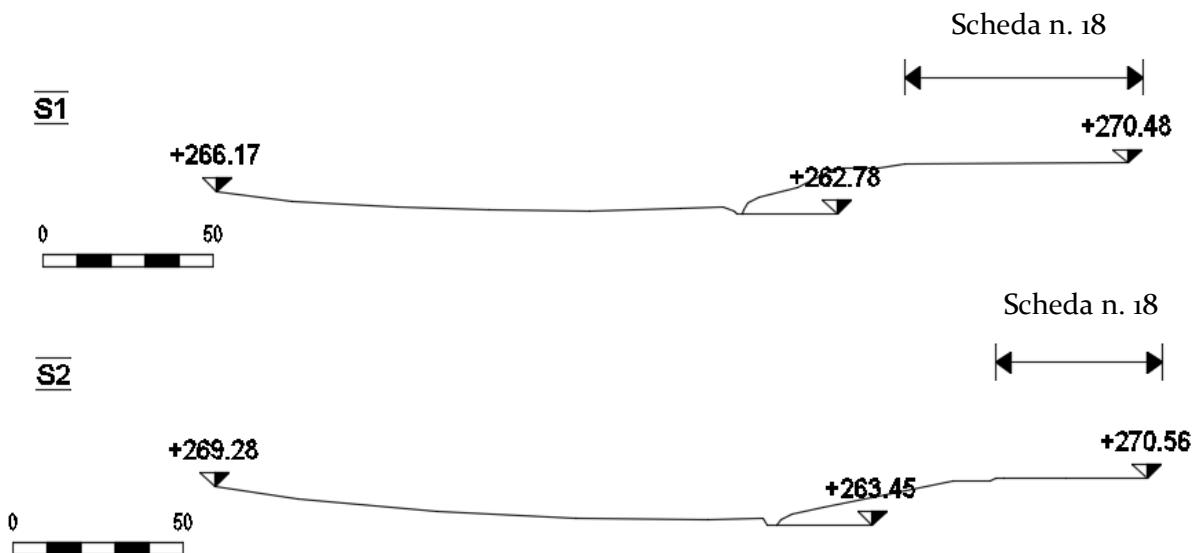


Figura 52 - Sezioni S02 e S01 di Figura 51 quote in m slm

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	78 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

## 6.5 d) AT4\_02 (Scheda di fattibilità n.54) – T. Trove – Badia Agnano

L'area riferita alla Scheda di fattibilità n.54 (AT4\_02), nell'area dell'abitato di Badia Agnano, è ubicata in sinistra idrografica del Torrente Trove (Figura 53). Sono presenti delle scoline campestri immediatamente nell'intorno dell'area in oggetto (Figura 54), che però non sono contenute nel reticolo idrografico di gestione relativo LR 79/2012.

Quanto detto non vale invece per il Torrente Trove, che, muovendosi da monte verso valle, fiancheggia lato Nord il paese di Badia Agnano da Sud-Est verso Nord-Ovest, avvicinandosi all'area in oggetto alla Scheda 54.

Si riporta l'andamento altimetrico di due sezioni in prossimità del tratto in esame ed estratte da cartografia Lidar della Regione Toscana.

La differenza altimetrica nella sezione A-A, tra il fondo dell'alveo (248.99 m slm) e l'area in oggetto (254 m slm) è di circa 5 m.

In caso di esondazione, l'acqua del T. Trove oltrepasserebbe l'argine in destra idraulica, occupando una vasta area di campi agricoli (oltre 200 metri lineari in sezione) prima di raggiungere quota 254.00 della scheda di fattibilità n.54 posta sulla sponda opposta. L'area allagabile in destra idraulica rappresenta una via preferenziale allo scorrimento dell'acqua in quanto presenta pendenza maggiore (0.35%) rispetto alla pendenza di fondo alveo (0.27%).

Tali condizioni non permettono a fenomeni di allagamento di interessare l'area della scheda di fattibilità n. 54.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	79 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



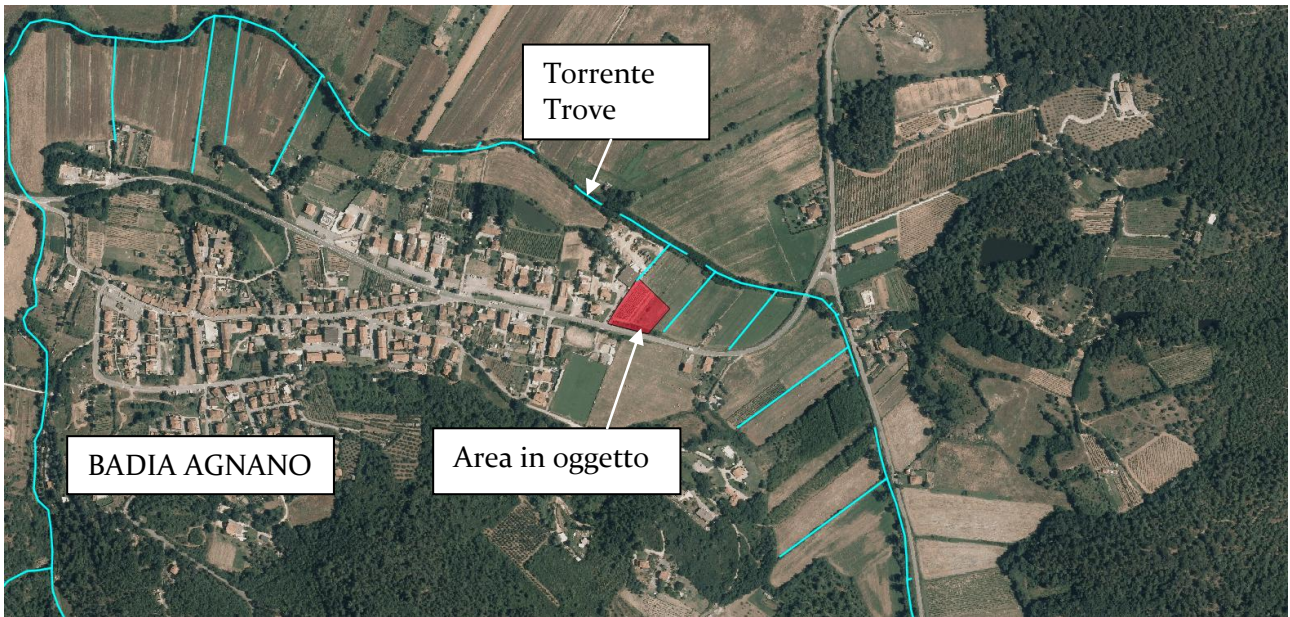


Figura 53 - Inquadramento dell'area d'interesse scheda di fattibilità n.54

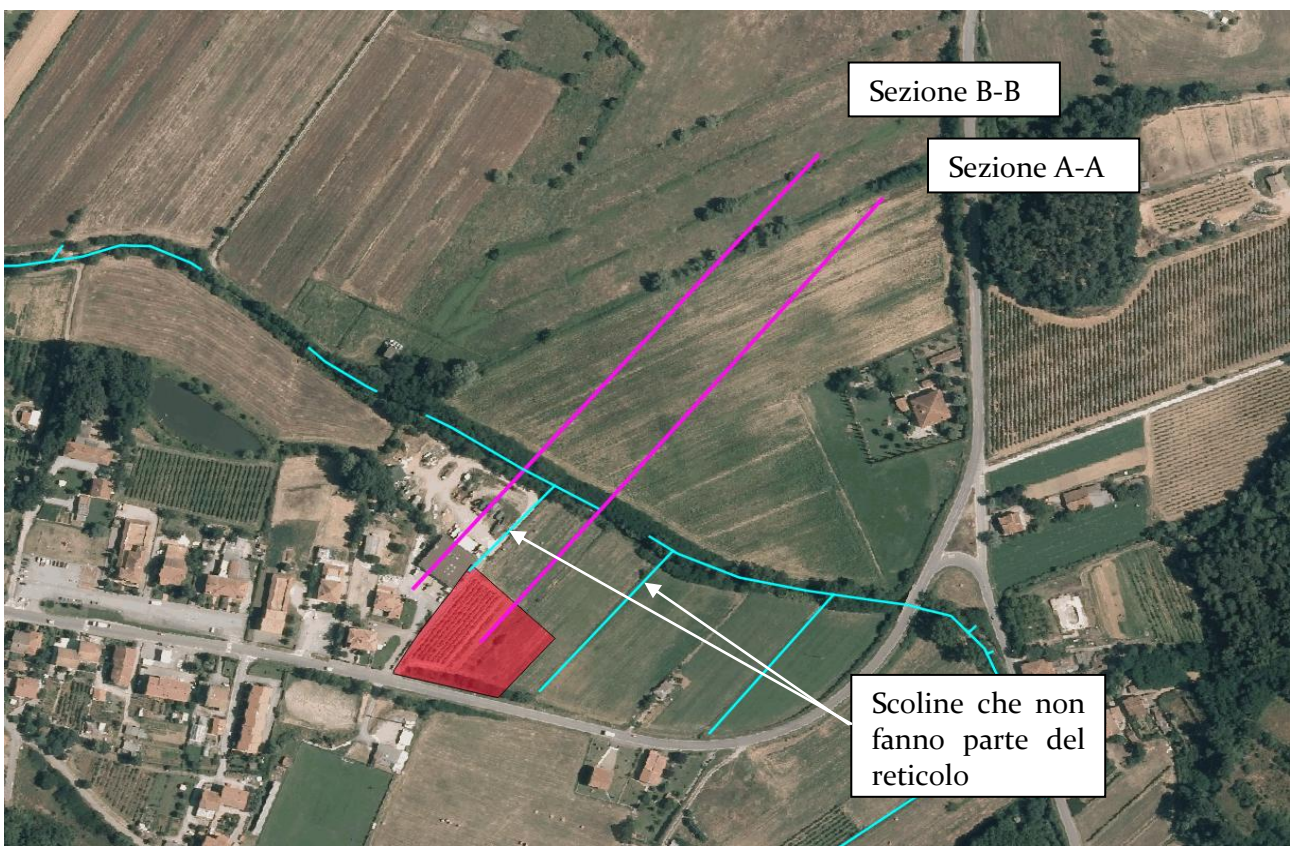


Figura 54 - Inquadramento dell'area e individuazione delle sezioni rilevate.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	80 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

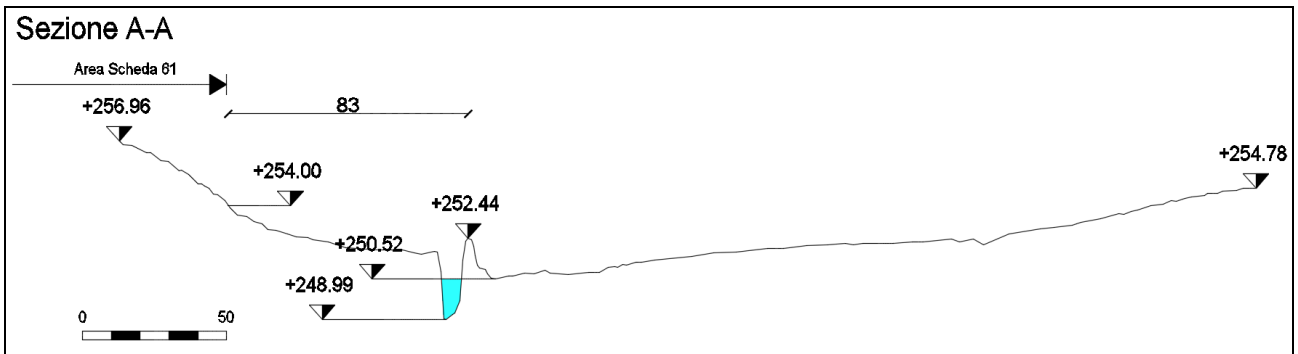


Figura 55 - Sezione A-A di Figura 54 quote in m slm

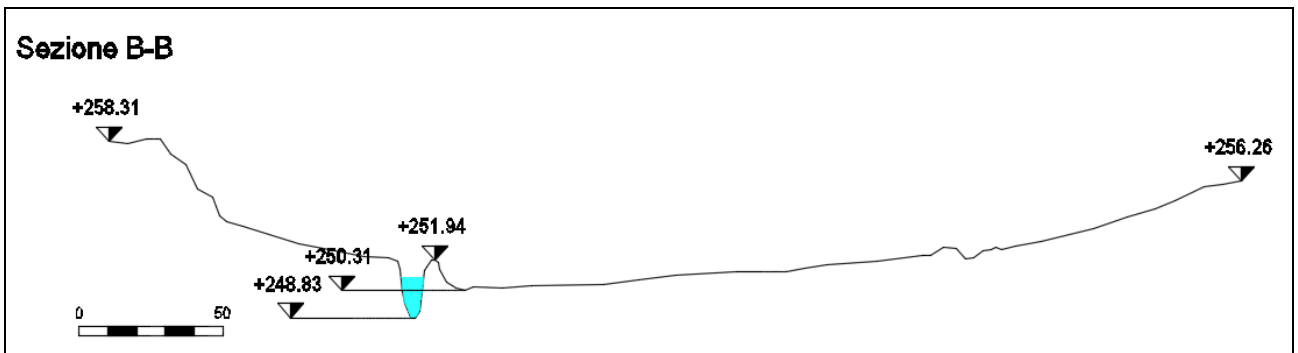


Figura 56 - Sezione B-B di Figura 54, quote in m slm

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	81 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

## 6.6 e) st (scheda fattibilità n. 80) – asta idrica AV24634 - Pietraviva

L'area riferita alla scheda di fattibilità n.80, nell'area dell'abitato di Pietraviva, consiste in una strada sterrata campestre sottoattraversata da un'asta idrica che nel reticolo idrografico di cui alla LR 79/2012 è denominata con codice AV24634 (Figura 57).

Una sezione ricavata da cartografia Lidar della Regione Toscana (Figura 58) mostra come l'asta idrica oggetto d'interferenza abbia profondità nell'ordine di 30 cm, configurandosi plausibilmente come una scolina di campo, tesi supportata da un apposito sopralluogo (Figura 59). A seguito di tali considerazioni sarà richiesto l'eliminazione di tale tratto dal reticolo idrografico di cui alla LR 79/2012.



Figura 57 - Inquadramento dell'area d'interesse Scheda 80

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	82 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

## Sezione A-A



Figura 58 - Andamento Sezione A-A di Figura 57 quote in m slm

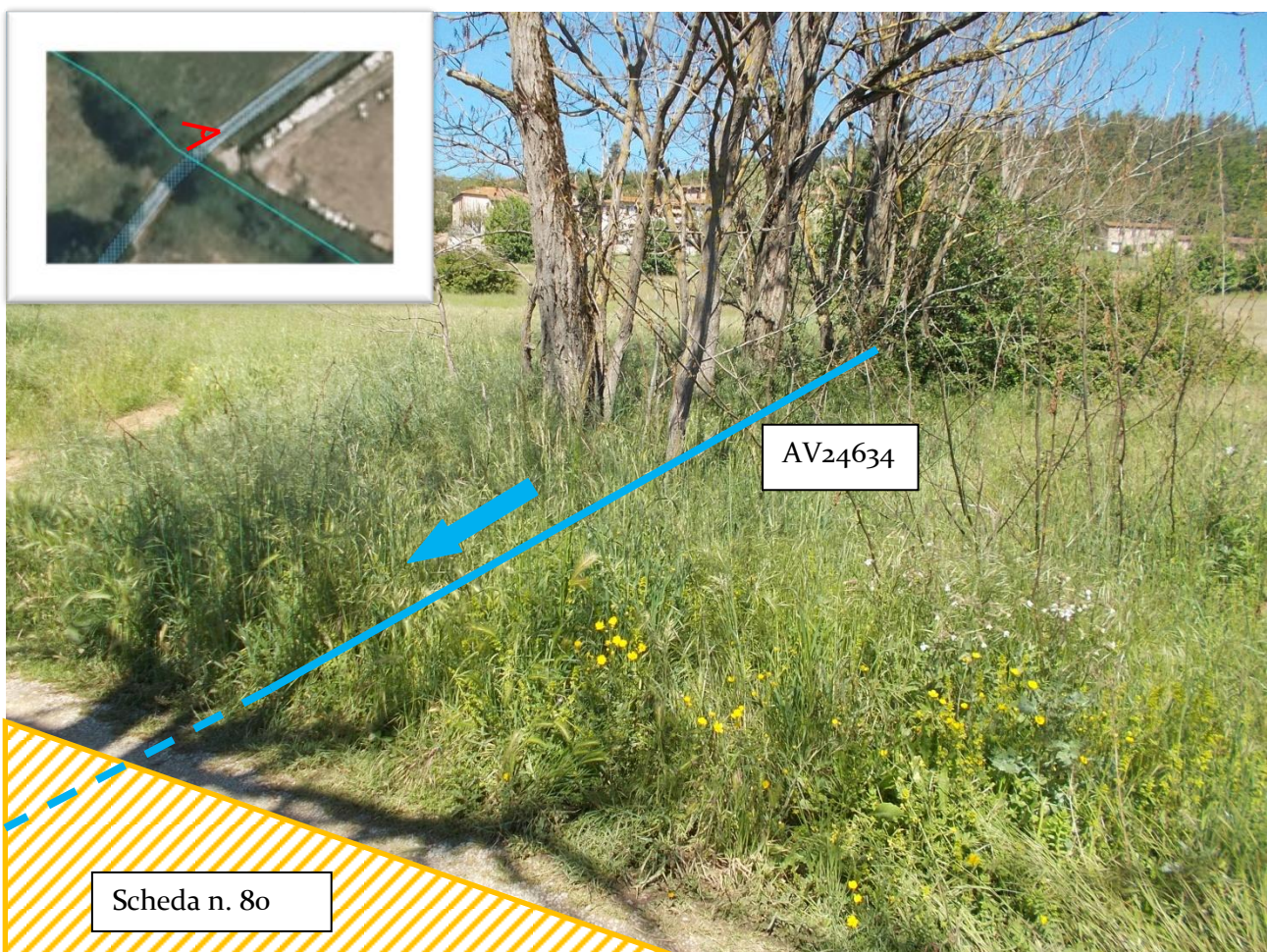


Figura 59 - fotografia dell'asta idrica di cui alla LR 79/2012 con codice AV 24634, non si denota una forma di fondo rilevante

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	83 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

### 6.7 f)AT5\_01 (scheda di fattibilità n. a8) – Borro di Boccarina - Pietraviva

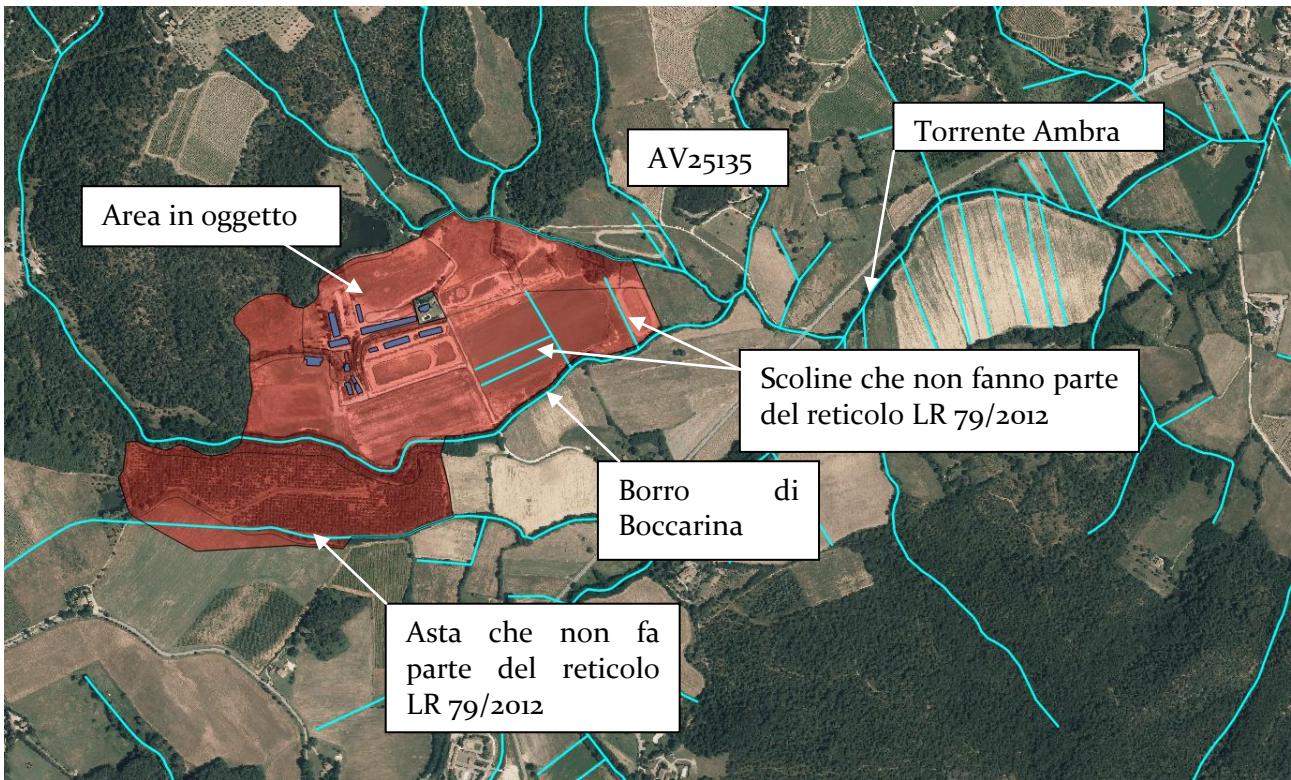
L'area riferita alla Scheda AT5\_01 (scheda di fattibilità n. a8), si trova a Sud-Ovest di Pietraviva (Figura 6o).

Essa si trova a cavallo di due corsi d'acqua: il Borro di Boccarina e l'asta fluviale di cui al reticolo idrografico della LR 79/2012 con codice AV25135. Sono inoltre presenti delle scoline campestri in corrispondenza dell'area in oggetto (Figura 6i), che però non sono contenute nel reticolo di gestione relativo LR 79/2012. Dello stesso non fa parte neanche il tratto fluviale più a Sud e che è Affluente dell'Ambra.



Figura 6o – inquadramento dell'area

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	84 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

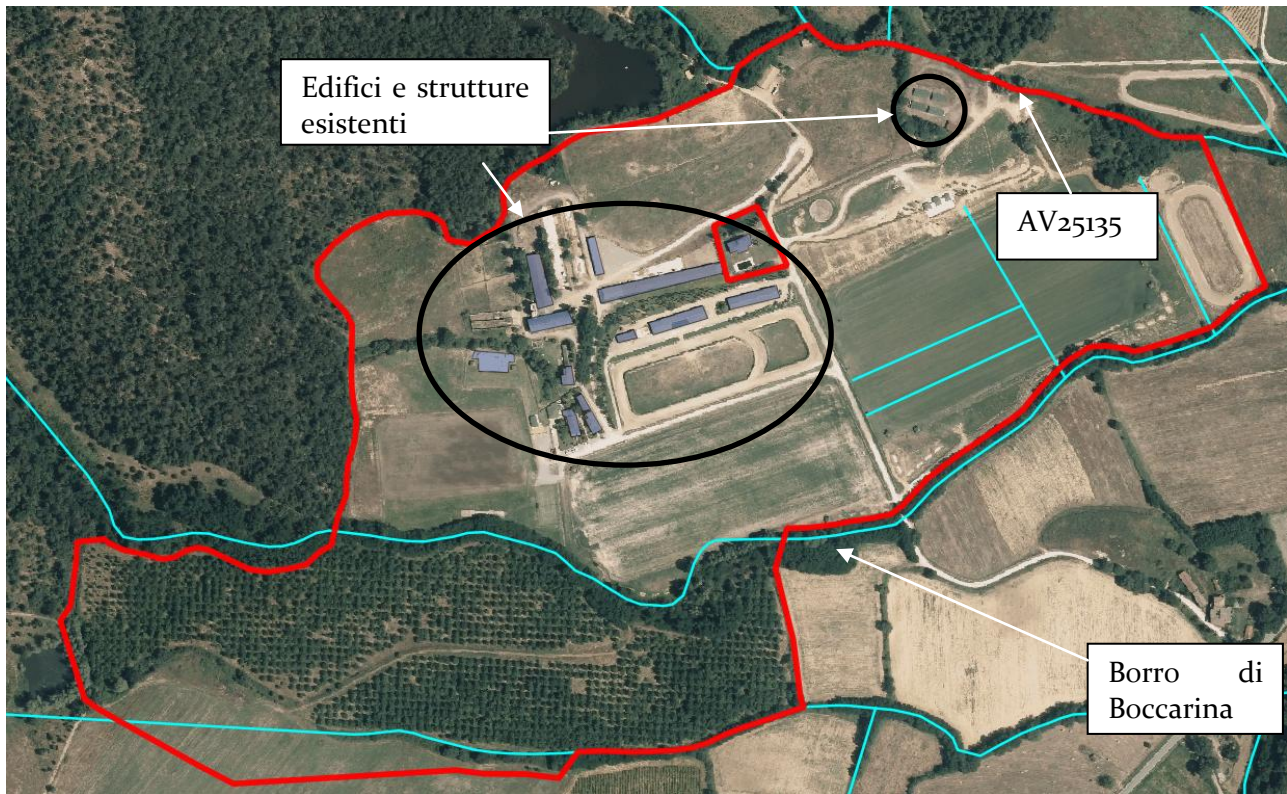


**Figura 61** - Inquadramento idrografico dell'area

Il Borro di Boccarina procede da Nord verso Est, curvando prima di avvicinarsi nell'area oggetto d'esame; il tratto AV25135, invece, procede da Nord verso Sud fino alla confluenza con l'Ambra che taglia trasversalmente da Sud-Ovest a Nord-Est.

In Figura 62, invece, si evidenzia in rosso il limite dell'area d'interesse e in violetto il profilo degli edifici esistenti. Occorre notare che l'area è prevalentemente occupata da campi e boschivo, salvo alcune costruzioni al centro dell'area e alcune strutture poste adiacenti all'asta idrica AV25135.

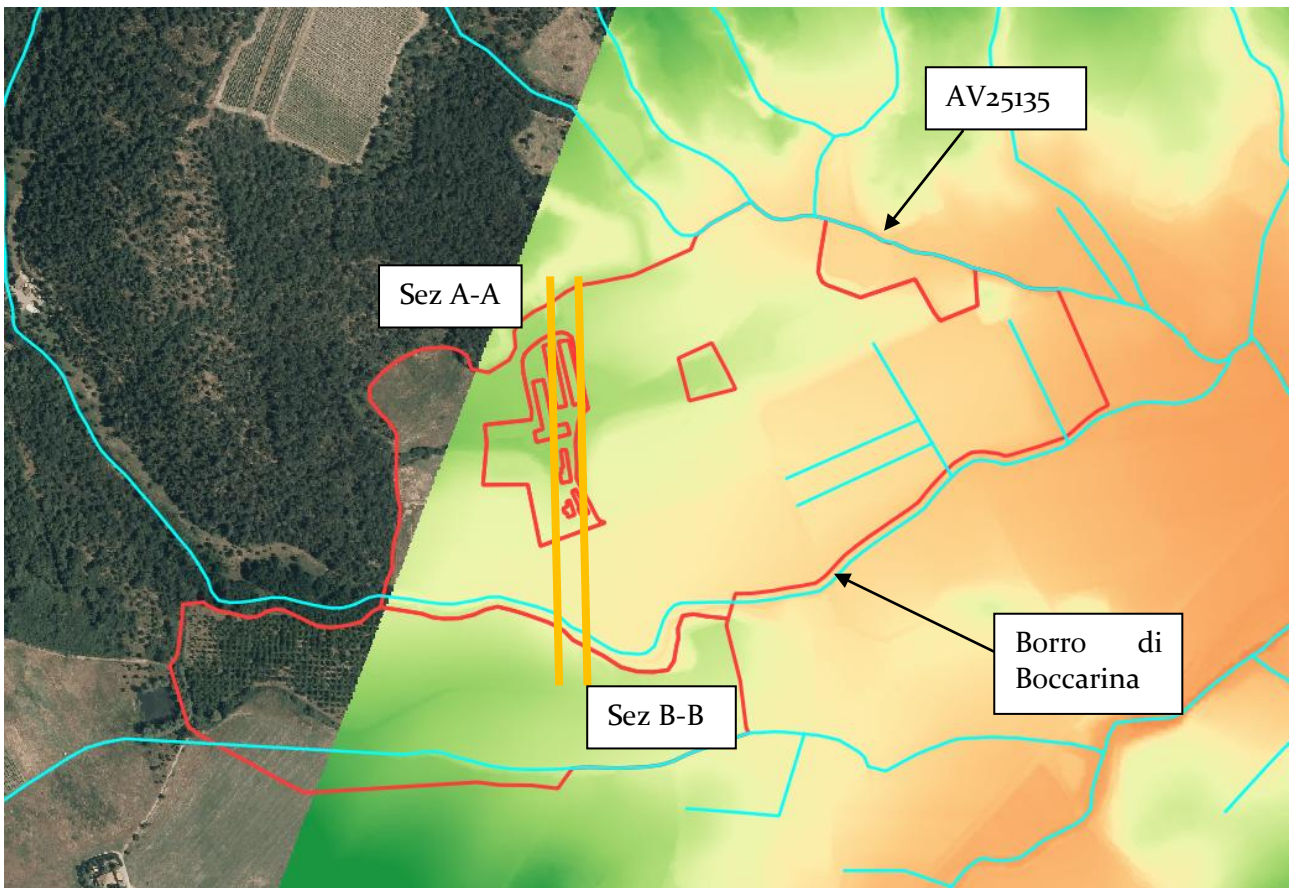
COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	85 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



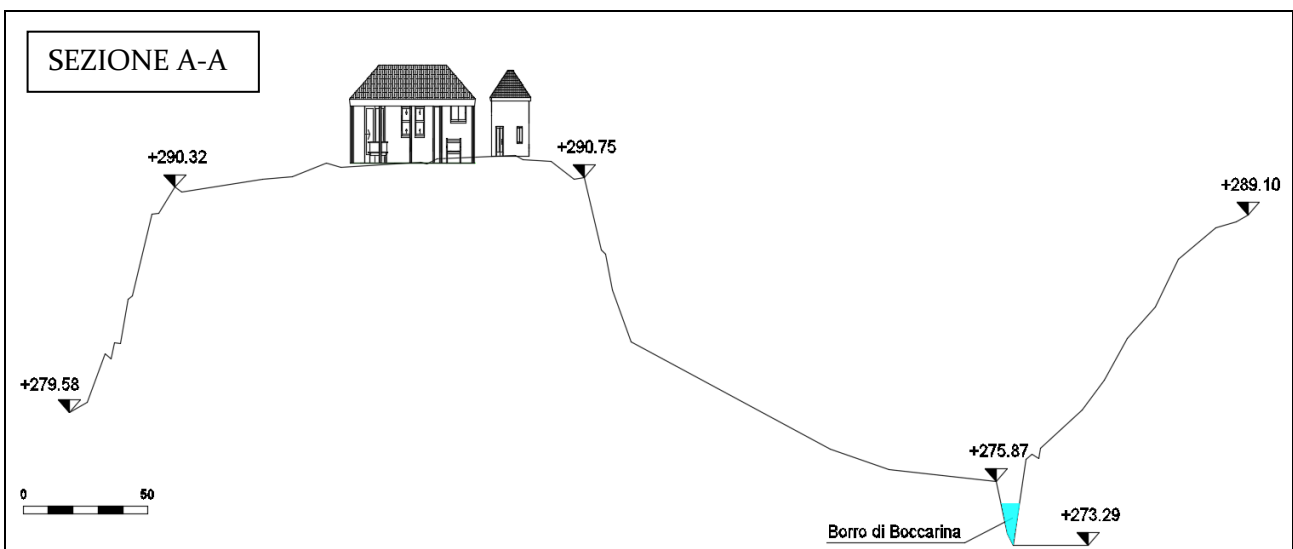
**Figura 62** - Caratterizzazione dell'area d'interesse

In Figura 63 si vede il dettaglio dell'area d'interesse su cartografia Lidar della Regione Toscana. Le sezioni A-A e B-B (Figura 64 e Figura 65) mostrano come l'area con edifici al centro dell'area in oggetto sia in alto morfologico rispetto al Borro di Boccarina, con una differenza di quota mai inferiore ai 12 m. Le condizioni di allagabilità dell'asta AV 25135 sono state valutate tramite apposito modello idraulico come descritto al paragrafo 5.5 “*Affluente sinistro Borro di Boccarina*”.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	86 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



**Figura 63** - inquadramento dell'area con cartografia LIDAR Regione Toscana e individuazione delle Sezioni di controllo, in rosso quote altimetriche maggiori, in verde quote minori



**Figura 64** - Sezione A-A di Figura 63 da cartografia Lidar Regione Toscana, quote in m slm

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	87 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



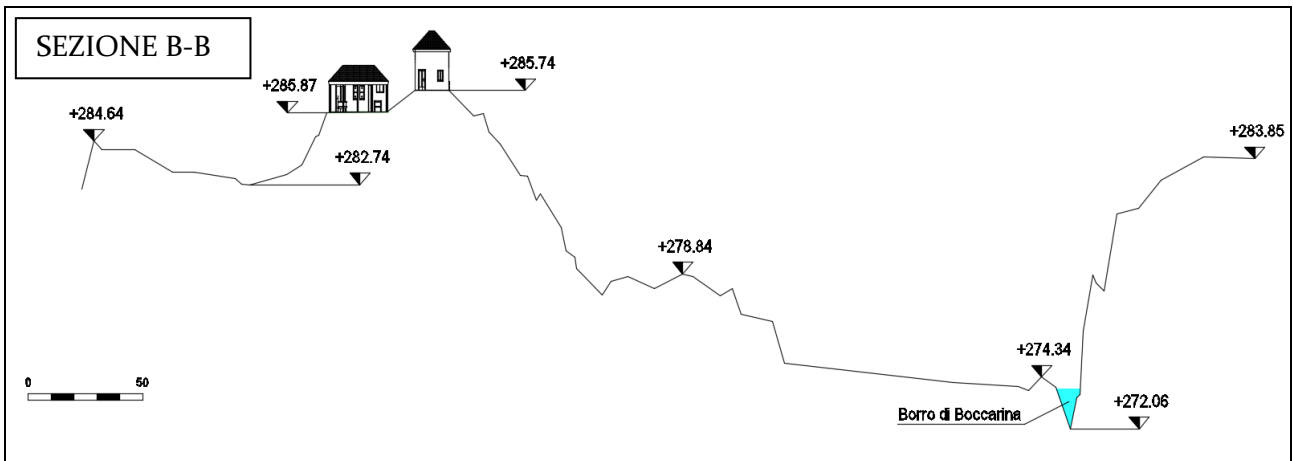


Figura 65 - Sezione B-B di Figura 63 da cartografia Lidar Regione Toscana, quote in m s.l.m

Risulta dunque che gli edifici al centro dell'area in oggetto non risentono di allagamenti dovuti al Borro di Boccarina.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	88 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

## 7 CONSIDERAZIONI IDRAULICHE

### 7.1 Schede di fattibilità n. 4, 5, 6 - Levane

Le aree delle schede di fattibilità n.4 e 6 così come individuate dalla Carta delle Fattibilità boIF (Piano Operativo del Comune di Bucine), risultano ricadere in classe I<sub>2</sub> (pericolosità idraulica media): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $200 < Tr \leq 500$  anni ) per gli aspetti idraulici derivanti da modellazione dei corsi d'acqua principali (T. Ambra in questo caso).

L'area 5 invece ricade parte in classe I<sub>2</sub> (pericolosità idraulica media) e parte in classe I<sub>1</sub> (pericolosità idraulica bassa).

L'Amministrazione Comunale di Bucine evidenzia al contrario per tali aree una criticità idraulica derivante dallo smaltimento delle acque meteoriche superficiali provenienti da monte, in corrispondenza di precipitazioni intense.

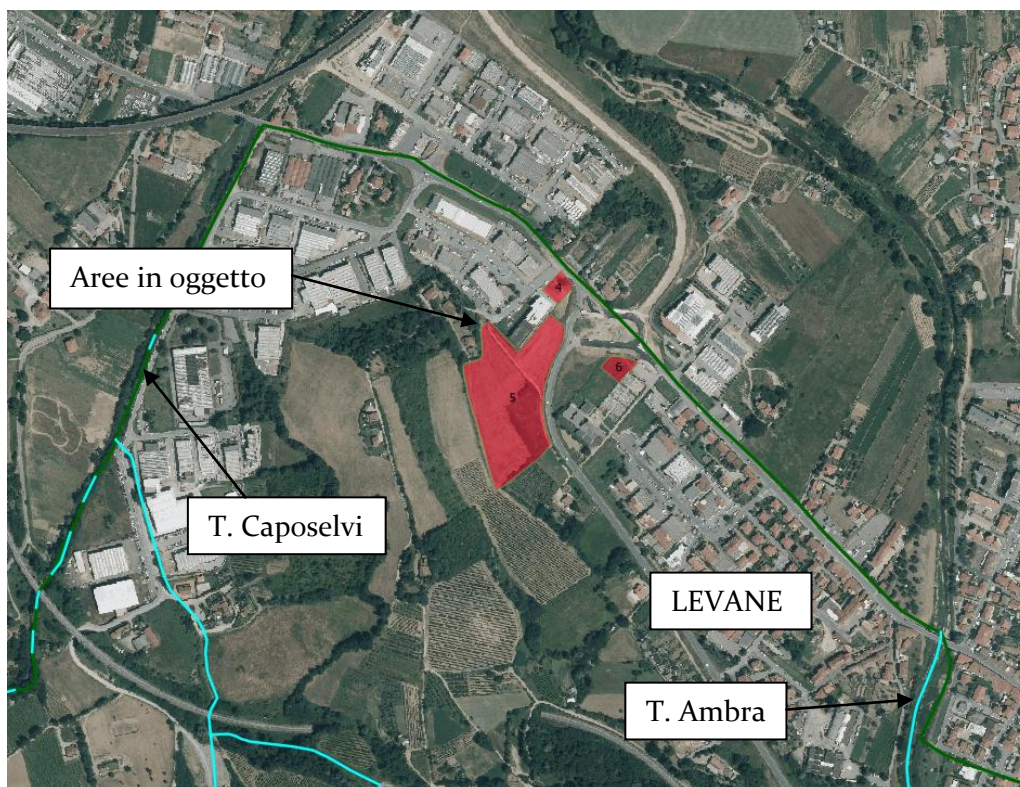
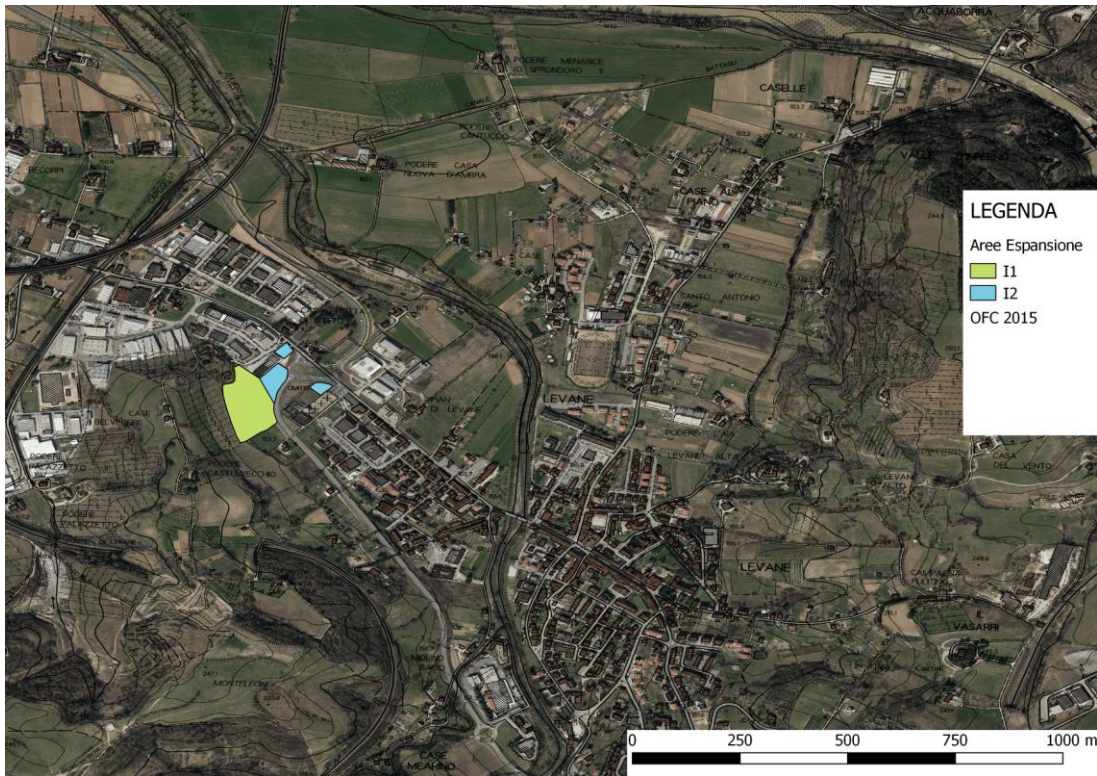


Figura 66 – inquadramento dell'area

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	89 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



**Figura 67** – Planimetria su ortofoto e CTR 1:10000 delle aree oggetto di studio con suddivisione in base alle aree a pericolosità idraulica.

Questo fatto risulta dovuto all’interferenza del reticolo scolante superficiale con le infrastrutture e le urbanizzazioni presenti alla base del versante collinare e quindi alla incapacità dell’attuale reticolo fognario di smaltire le portate derivanti da intense precipitazioni.

Nello specifico le aree in oggetto ricadono in una zona interessata da recenti lavori di urbanizzazione (SR 69), i quali hanno coinvolto il reticolo idrografico minore che dal prospiciente pendio (Podere Castelvecchio, Monteleoni) convoglia le acque meteoriche defluendo fino al Torrente Ambra. Allo stato attuale sono presenti vari sottoattraversamenti della SR 69 con tubazioni di vario diametro.

Alla luce di quanto esposto per le nuove previsioni urbanistiche (interventi 4, 5 e 6), è stata attribuita una classe di fattibilità ”\*” (con asterisco), per la quale sono indicati i necessari accorgimenti costruttivi per la riduzione delle criticità idrauliche individuate derivanti in questo caso da insufficiente smaltimento delle acque di dilavamento superficiale (ristagno). Tali accorgimenti non determinano aggravii di pericolosità in aree contermini.

Le nuove previsioni urbanistiche (interventi 4, 5 e 6), interferendo anch’esse con il reticolo idrografico pre-esistente, costituiscono un potenziale aggravio della criticità idraulica

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	90 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

fondamentalmente dovuta all'aumento dell'impermeabilizzazione dei terreni. Al fine di mitigare l'effetto di aumentare le volumetrie che defluiscono nel reticolo idrografico e le portate di picco del sistema di smaltimento si rende necessario prevedere la realizzazione opere idrauliche di compensazione, stoccaggio e rilascio controllato dei volumi di acqua meteorica che defluiscono nell'area interessata.

Le aree 4, 5 e 6 hanno superfici rispettivamente di 0.12 ha, 2.37 ha e 0.13 ha.

La norma vigente indica che il 25% della superficie di un lotto fondiario deve essere lasciato permeabile, ne risulta che la superficie massima potenzialmente impermeabilizzabile è (rispettivamente) di 0.09 ha, 1.78 ha e 0.10 ha.

Il reticolo idrografico che influisce su queste aree ha dimensioni modeste, quindi è più sollecitato ad entrare in crisi per brevi ed intensi eventi di pioggia. A seguito di questa considerazione si rende necessaria la compensazione del volume iniziale di deflusso (considerato come Acque Meteoriche di Prima Pioggia – AMPP, così come definite all'art. 2 lettera g della Legge Regionale Toscana 31 maggio 2006, n. 20), in modo da impedire il ruscellamento iniziale di picco, per poi rilasciare i volumi stoccati in tempi successivi.

L'art. 2 lettera g della Legge Regionale Toscana 31 maggio 2006, n. 20 definisce le acque meteoriche di prima pioggia come *“acque corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di cinque millimetri uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio”*.

Se le nuove urbanizzazioni delle aree 4, 5 e 6 impermeabilizzano il terreno fino al massimo consentito del 75%, i corrispettivi volumi di stoccaggio di acqua meteorica sono di 4.5 m<sup>3</sup>, 89 m<sup>3</sup> e 5 m<sup>3</sup>. Tali volumi dovranno essere intercettati da opportune opere idrauliche e rilasciati successivamente al passaggio del picco di piena. Essendo AMPP il rilascio dovrà essere adeguato alle prescrizioni della LR 20/06.

In alternativa alle volumetrie da immagazzinare si può prevedere la realizzazione di superfici a verde che possano mantenere la capacità filtrante del terreno esistente.

Di seguito una tabella riassuntiva.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	91 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

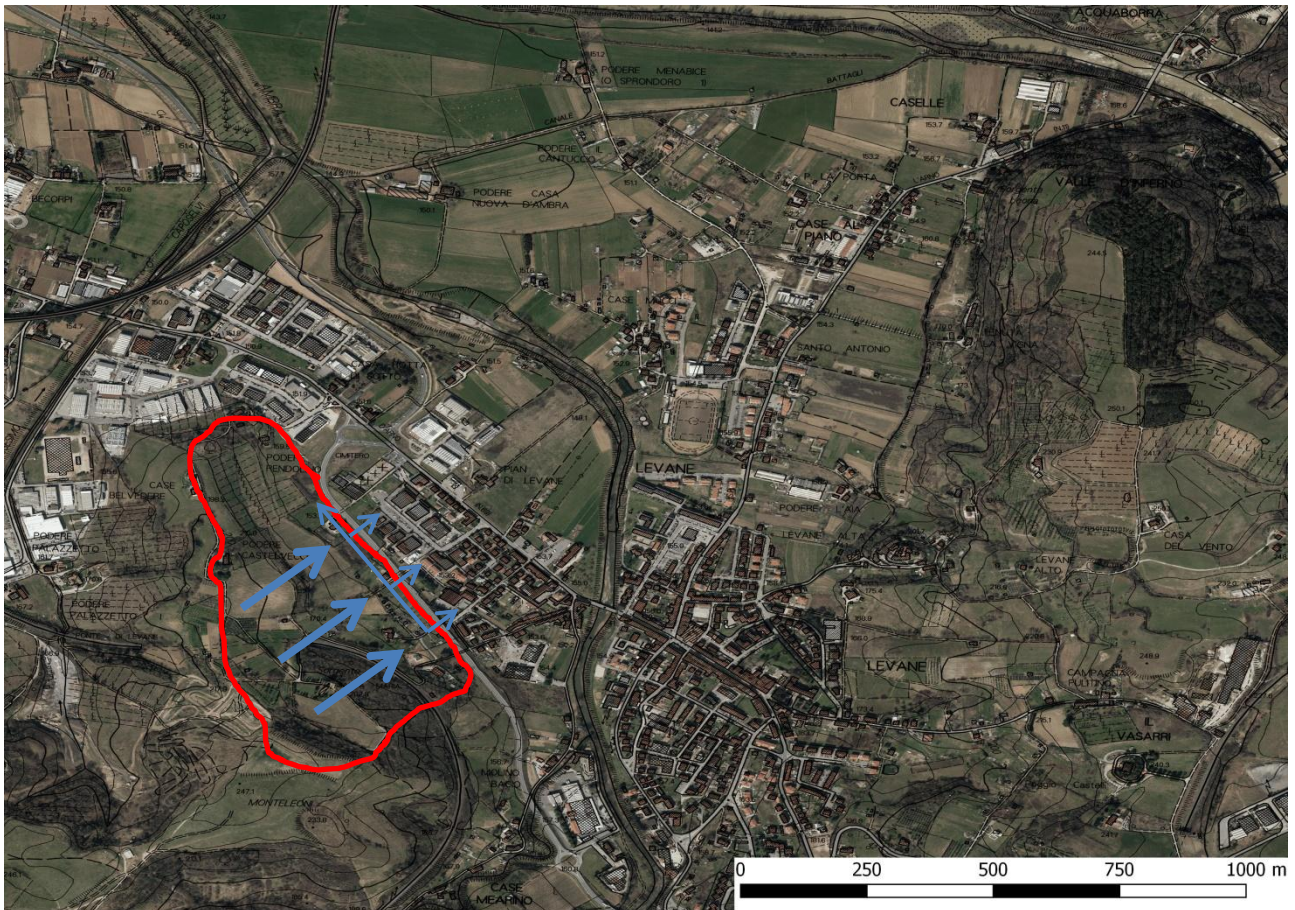
**Tabella 46** - parametri di base e volume massimo di compensazione relativo ad ogni area indagata.

Area	Superficie (ha)	Max superficie impermeabilizzabile (ha)	Spessore di pioggia AMPP (mm)	Max volume di compensazione (m <sup>3</sup> )
n. 4	0.12	0.09	5	4.5
n. 5	2.37	1.78	5	89
n. 6	0.13	0.10	5	5

In linea generale tutto il reticolo idrografico a monte della nuova SR 69, area compresa tra le aree in oggetto e il Borro di Poggiano, trova un ostacolo nel deflusso delle acque proprio in corrispondenza del sottoattraversamento del rilevato stradale.

Il bacino afferente può convogliare portate di picco tra 1.5 e 2.5 m<sup>3</sup>/s (Tr 30 e Tr200); la portata che non riesce a defluire attraverso i sottoattraversamenti può sormontare la strada o defluire verso le aree in oggetto, rendendo ancora più necessario la presenza di vasche di accumulo, al fine di non aggravare ulteriormente una situazione già critica.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	92 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		



**Figura 68** – Planimetri dell’area oggetto di studio, l’acqua convogliata dal bacino evidenziato in rosso, defluisce verso la SR 69, in caso di portate elevate una parte della portata liquida sottoattraversa la strada e la restante sormonta o defluisce parallelamente alla strada in direzione Nord Ovest.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	93 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

## 8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le perimetrazioni delle aree allagate derivanti da modellazioni sono riportate nelle Tavole G10 Nord e G10 Sud.

Le aree allagabili derivanti da modellazione idraulica fanno riferimento alla porzione di territorio compresa nel perimetro definito come "area modellata", tutto quanto al di fuori non è stato valutato in sede di modellazione idraulica, ma fa riferimento al quadro conoscitivo attraverso valutazioni di carattere storico inventariale e informazioni derivanti da piani di assetto idraulico sovraordinati.

La definizione delle aree allagabili deriva da valutazioni ed elaborazioni sviluppate tramite modelli informatici basati su dati, conoscenze e parametri vigenti allo stato attuale.

Qualsiasi modifica di tali condizioni, su cui sono state elaborate le valutazioni di carattere idrologico idraulico, pregiudicano la validità di quanto esposto e potrebbero rendere necessaria una rivalutazione del quadro conoscitivo.

Occorre osservare che i risultati del presente studio sono vincolati al mantenimento delle attuali condizioni e assetti del reticolo idrografico; eventuali future modifiche di tali assetti impongono la necessità di una revisione dei presenti risultati.

Inoltre si ritiene doveroso osservare che tali risultati dovranno essere aggiornati anche in conseguenza di una possibile futura espansione edilizia, dell'eventuale approvazione di varianti al regolamento urbanistico, delle variazioni significative dell'assetto dell'uso del suolo o delle reti idrauliche naturali e artificiali interferenti con le aree investigate.

Arezzo, Maggio 2017

Geol. Fabio Poggi

I professionisti incaricati

Geol. Massimiliano Rossi

Ing. Davide Giovannuzzi

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	94 di 94
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	Relazione idrologico-idraulica_2017.doc		

## **Allegati**

### **Modellazione matematica implementata in ambiente Matlab**

(cfr. paragrafo 4.6 - Cassa di laminazione sul Torrente Ambra)

- Codice in linguaggio Matlab
- Idrogrammi in ingresso alla cassa di laminazione
- Idrogrammi in uscita dalla cassa di laminazione
- Altezza d'acqua all'interno della cassa di laminazione
- Volumi invasati



5/25/17 9:34 AM P:\Bucine\STUDIO IDRAUL...\Ambra\_bocca\_tarata\_modello\_2017.m 1 of 4

```

%Il file Ambra_bocca_tarata.m eseguibile in ambiente Matlab, calcola
%gli idrogrammi in uscita, l'altezza d'acqua e i volumi invasati
%riferiti alla cassa d'espansione e alla bocca tarata
%sul Torrente Ambra a monte dell'abitato di Ambra

%Il presente modello matematico è impostato esclusivamente per eventi di
%piena con tempi di ritorno di 30 e 200 anni, con durate di pioggia di 1h,
%1.5 h, 2 h, 2.5 h, 4 h, 6 h, 9 h.

%Dato che il modello è tarato esclusivamente per questi eventi, sono
%previsti, e spiegati di seguito, accorgimenti da seguire e valori da
%modificare a seconda dell'idrogramma inserito, in questo modo sono evitati
%loop e iterazioni infinite che non permettono un'esecuzione corretta del programma

%Il modello dovrà essere eseguito con un idrogramma a volta

function Ambra_bocca_tarata_modello_2017(dt , toll_1, toll_2)

%il parametro in ingresso dt è il passo temporale, impostato pari a 300

%il parametro in ingresso toll_1 è la tolleranza da impostare per
%permettere il calcolo iterativo della portata in uscita per la prima serie
%temporale, impostato pari a 1

%il parametro in ingresso toll_2 è la tolleranza da impostare per
%permettere il calcolo iterativo della portata in uscita per la seconda serie
%temporale, impostato pari a 50

Qe=importdata('QinTr30D9.txt'); %inserire il nome del file txt in cui è presente
%l'idrogramma in ingresso alla cassa, il file
%dovrà essere situato nella stessa cartella in
%cui è presente il presente file .m

Qu=[]; %preallocazione delle variabili
V=[];
V(1)=0;
Qu(1)=0;

for i=2:120; %suddivisione della prima serie temporale, inserire:
    % per Tr30D1      "for i=2:60"
    % per Tr30D1.5    "for i=2:70"
    % per Tr30D2      "for i=2:80"
    % per Tr30D2.5    "for i=2:90"
    % per Tr30D4      "for i=2:105"
    % per Tr30D6      "for i=2:120"
    % per Tr30D9      "for i=2:120"
    % per Tr200D1     "for i=2:85"
    % per Tr200D1.5   "for i=2:100"
    % per Tr200D2     "for i=2:110"
    % per Tr200D2.5   "for i=2:120"
    % per Tr200D4     "for i=2:120"
    % per Tr200D6     "for i=2:120"
    % per Tr200D9     "for i=2:120"

```

COMMITTENTE: Amministrazione comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	2 di 9
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA - ALLEGATI	Allegati MATLAB Relazione idrologico-idraulica.doc		

5/25/17 9:34 AM P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO...\Ambra\_bocca\_tarata\_modello\_2017.m 2 of 4

```

    Qs(i)=(Qu(i-1)+Qe(i))/2); %stima di primo passo della portata in uscita dalla
cassa
    V(i)=V(i-1)+Qe(i)*dt-Qs(i)*dt; %formula di primo passo del volume invasato
    if V(i)<0
        V(i)=0;
    else
        V(i)=V(i-1)+Qe(i)*dt-Qs(i)*dt;
    end

    H(i)=247.3+0.279*(V(i)/1000)^0.423; %curva d'invaso della cassa

    if H(i)==244.8 %cassa vuota, assenza di flusso
        Qu(i)=0;

        elseif H(i)<=247.3 %la cassa non invasata, funzionamento della bocca tarata a pelo
libero
            Qu(i)=Qe(i);

            elseif H(i)<253.08 %cassa invasata, funzionamento della bocca tarata a
battente,
                Qu(i)=0.82*22.5*(2*9.81*(H(i)-244.8-(2.5*0.5)))^0.5;

                elseif H(i)<254.08 %funzionamento dello stramazzo, secondo la formulazione di
stramazzo in parete grossa a sezione trapezia
                    Qu(i)=0.82*22.5*(2*9.81*(H(i)-244.8-(2.5*0.5)))^0.5+39.22*(H(i)-253.08)^(
(3/2)+28.37*(H(i)-253.08)^(5/2));

                    elseif H(i)>=254.08 %sormonto degli argini, funzionamento a stramazzo in parete
grossa
                        Qu(i)=0.82*22.5*(2*9.81*(H(i)-244.8-(2.5*0.5)))^0.5+39.22*(H(i)-253.08)^(
(3/2)+28.37*(H(i)-253.08)^(5/2)+2382.07*(H(i)-254.08)^(3/2));
                    end

                    while abs(Qu(i)-Qs(i))>toll_1 %iterazione per giungere all'esatta stima
della portata in uscita dalla cassa
                        Qs(i)=Qu(i);
                        V(i)=V(i-1)+Qe(i)*dt-Qs(i)*dt;

                        if V(i)<0
                            V(i)=0;
                        else
                            V(i)=V(i-1)+Qe(i)*dt-Qs(i)*dt;
                        end

                        H(i)=247.3+0.279*(V(i)/1000)^0.423; %curva d'invaso della cassa

                        if H(i)==244.8 %cassa vuota, assenza di flusso
                            Qu(i)=0;

                            elseif H(i)<=247.3 %la cassa non invasata, funzionamento della bocca
tarata a pelo libero
                                Qu(i)=Qe(i);

                                elseif H(i)<253.08 %cassa invasata, funzionamento della bocca tarata a
battente,

```

COMMITTENTE: Amministrazione comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	3 di 9
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA - ALLEGATI	Allegati MATLAB Relazione idrologico-idraulica.doc		

5/25/17 9:34 AM P:\Bucine\STUDIO IDRAUL...\Ambra\_bocca\_tarata\_modello\_2017.m 3 of 4

```

        Qu(i)=0.82*22.5*(2*9.81*(H(i)-244.8-(2.5*0.5)))^0.5;

        elseif H<254.08 %funzionamento dello stramazzo, secondo la formulazione
di stramazzo in parete grossa a sezione trapezia
            Qu(i)=0.82*22.5*(2*9.81*(H(i)-244.8-(2.5*0.5)))^0.5+39.22*(H(i)
-253.08)^(3/2)+28.37*(H(i)-253.08)^(5/2);

        elseif H(i)>=254.08 %sormonto degli argini, funzionamento a stramazzo in
parete grossa
            Qu(i)=0.82*22.5*(2*9.81*(H(i)-244.8-(2.5*0.5)))^0.5+39.22*(H(i)
-253.08)^(3/2)+28.37*(H(i)-253.08)^(5/2)+2382.07*(H(i)-254.08)^(3/2);
        end
    end
end

for i=120:255; %suddivisione della seconda serie temporale, inserire:
    % per Tr30D1      "for i=60:255"
    % per Tr30D1.5    "for i=70:255"
    % per Tr30D2      "for i=80:255"
    % per Tr30D2.5    "for i=90:255"
    % per Tr30D4      "for i=105:255"
    % per Tr30D6      "for i=120:255"
    % per Tr30D9      "for i=120:255"
    % per Tr200D1     "for i=85:255"
    % per Tr200D1.5   "for i=100:255"
    % per Tr200D2     "for i=110:255"
    % per Tr200D2.5   "for i=120:255"
    % per Tr200D4     "for i=120:255"
    % per Tr200D6     "for i=120:255"
    % per Tr200D9     "for i=120:255"

    Qs(i)=(Qu(i-1)+Qe(i))/2;          %stima di primo passo della portata in uscita
dalla cassa
    V(i)=V(i-1)+Qe(i)*dt-Qs(i)*dt;    %formula di primo passo del volume invaso

    if V(i)<0
        V(i)=0;
    else
        V(i)=V(i-1)+Qe(i)*dt-Qs(i)*dt;
    end
    H(i)=247.3+0.279*(V(i)/1000)^0.423; %curva d'invaso della cassa

    if H(i)==244.8 %cassa vuota, assenza di flusso
        Qu(i)=0;

        elseif H(i)<=247.3 %la cassa non invasa, funzionamento della bocca tarata a pelo
libero
            Qu(i)=Qe(i);

        elseif H(i)<253.08 %cassa invasante, funzionamento della bocca tarata a
battente,
            Qu(i)=0.82*22.5*(2*9.81*(H(i)-244.8-(2.5*0.5)))^0.5;

        elseif H(i)<254.08 %funzionamento dello stramazzo, secondo la formulazione di

```

COMMITTENTE: Amministrazione comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	4 di 9
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA - ALLEGATI	Allegati MATLAB Relazione idrologico-idraulica.doc		

5/25/17 9:34 AM P:\Bucine\STUDIO IDRAUL...\Ambra\_bocca\_tarata\_modello\_2017.m 4 of 4

```

stramazzo in parete grossa a sezione trapezia
    Qu(i)=0.82*22.5*(2*9.81*(H(i)-244.8-(2.5*0.5)))^0.5+39.22*(H(i)-253.08)^(3/2)+28.37*(H(i)-253.08)^(5/2);

    elseif H(i)>=254.08 %sormonto degli argini, funzionamento a stramazzo in parete grossa
        Qu(i)=0.82*22.5*(2*9.81*(H(i)-244.8-(2.5*0.5)))^0.5+39.22*(H(i)-253.08)^(3/2)+28.37*(H(i)-253.08)^(5/2)+2382.07*(H(i)-254.08)^(3/2);
    end

    while abs(Qu(i)-Qs(i))>toll_2 %iterazione per giungere all'esatta stima della portata in uscita dalla cassa
        Qs(i)=Qu(i);
        V(i)=V(i-1)+Qe(i)*dt-Qs(i)*dt;
        if V(i)<0
            V(i)=0;
        else
            V(i)=V(i-1) +Qe(i)*dt-Qs(i)*dt;
        end

        H(i)=247.3+0.279*(V(i)/1000)^0.423; %curva d'invaso della cassa

        if H(i)==244.8 %cassa vuota, assenza di flusso
            Qu(i)=0;

        elseif H(i)<=247.3 %la cassa non invasata, funzionamento della bocca tarata a pelo libero
            Qu(i)=Qe(i);

        elseif H(i)<253.08 %cassa invasata, funzionamento della bocca tarata battente,
            Qu(i)=0.82*22.5*(2*9.81*(H(i)-244.8-(2.5*0.5)))^0.5;

        elseif H<254.08 %funzionamento dello stramazzo, secondo la formulazione di stramazzo in parete grossa a sezione trapezia
            Qu(i)=0.82*22.5*(2*9.81*(H(i)-244.8-(2.5*0.5)))^0.5+39.22*(H(i)-253.08)^(3/2)+28.37*(H(i)-253.08)^(5/2);

        elseif H(i)>=254.08 %sormonto degli argini, funzionamento a stramazzo in parete grossa
            Qu(i)=0.82*22.5*(2*9.81*(H(i)-244.8-(2.5*0.5)))^0.5+39.22*(H(i)-253.08)^(3/2)+28.37*(H(i)-253.08)^(5/2)+2382.07*(H(i)-254.08)^(3/2);
        end
    end

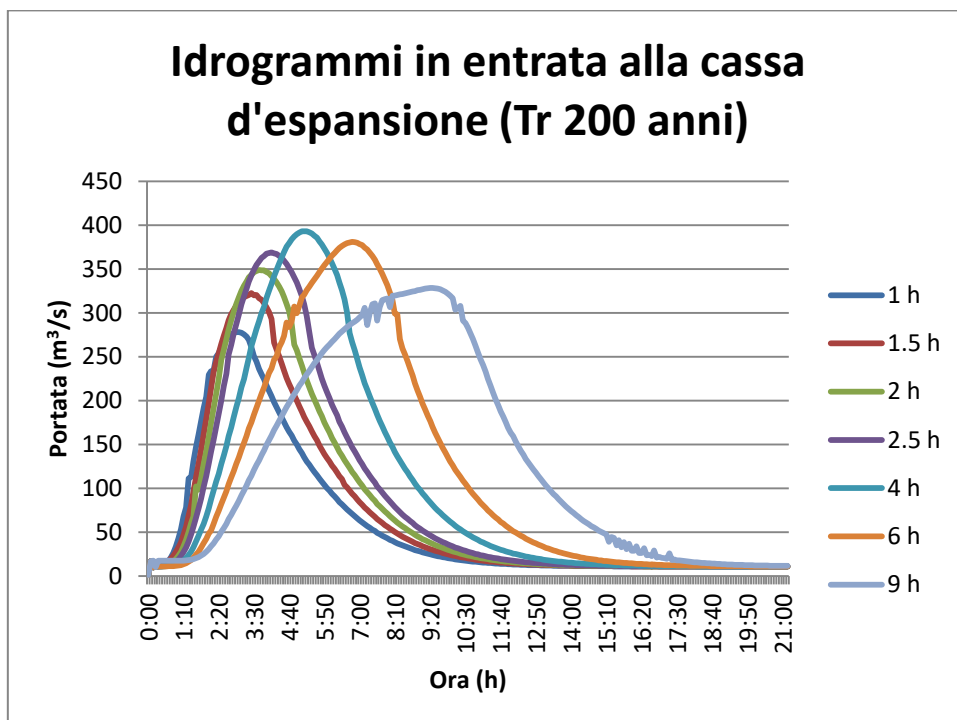
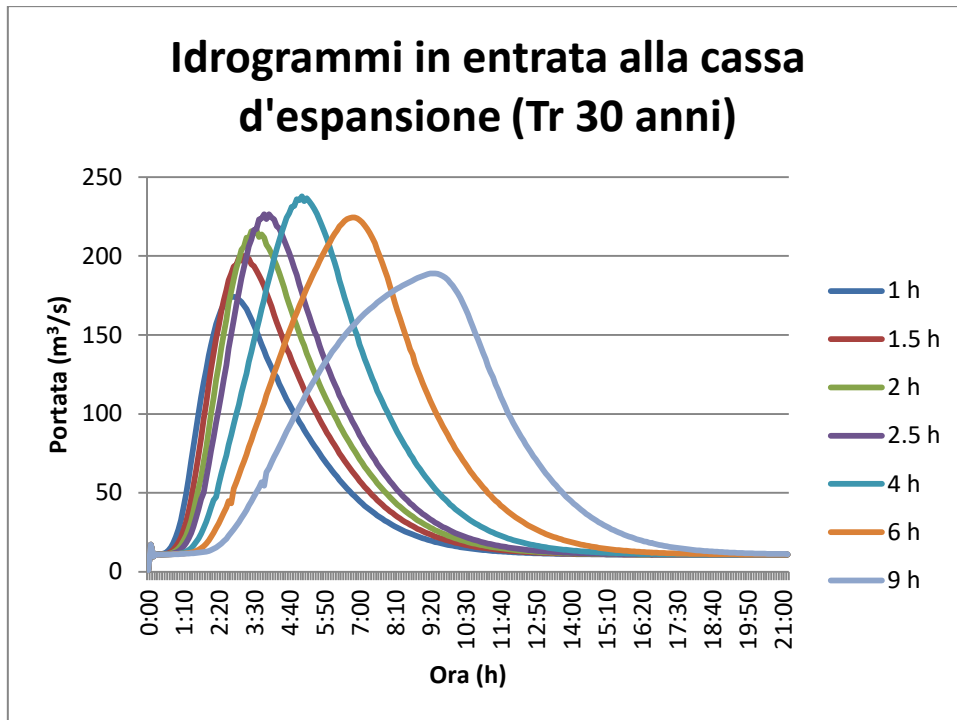
end

filename='Qu.xls' %file .xls creati, vengono salvati nella stessa
xlswrite(filename, Qu) %cartella dove è presente il file .m
filename='H.xls'
xlswrite(filename, H)
filename='V.xls'
xlswrite(filename, V)

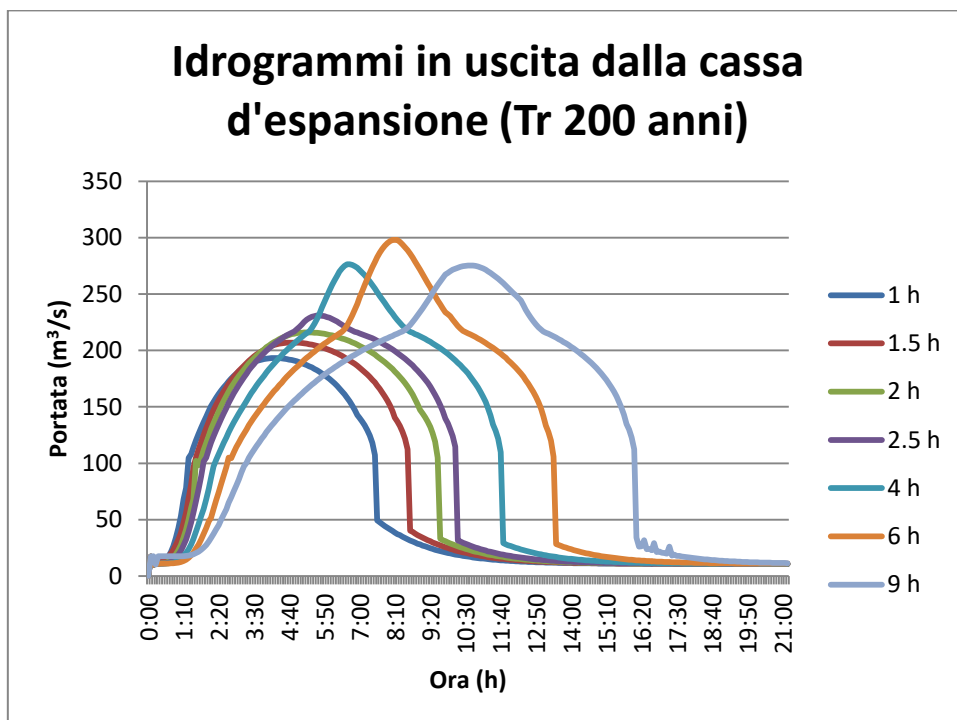
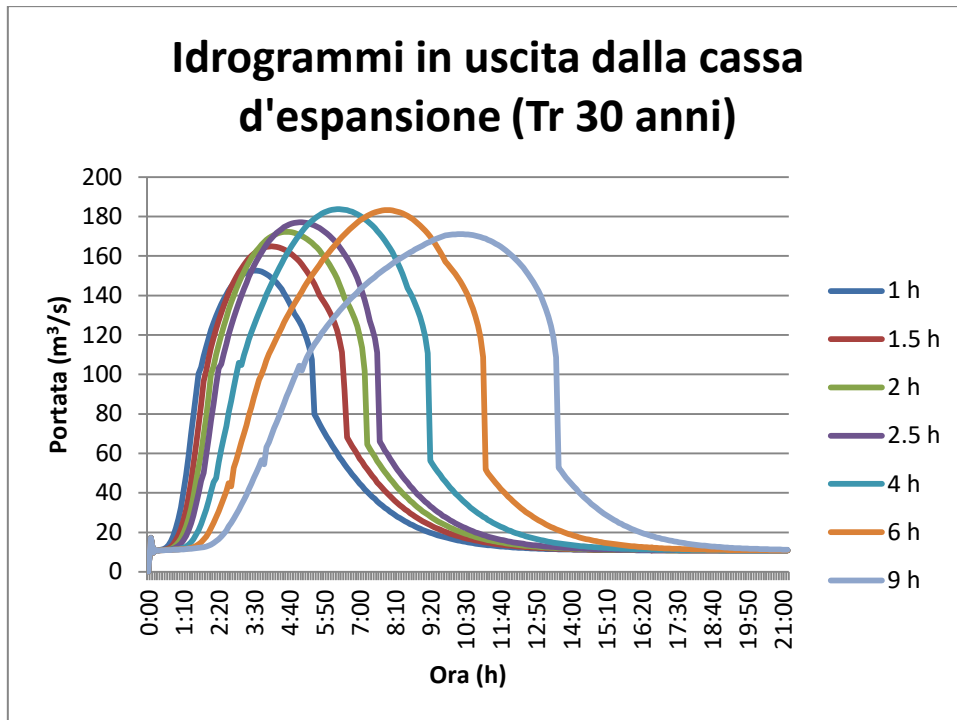
end

```

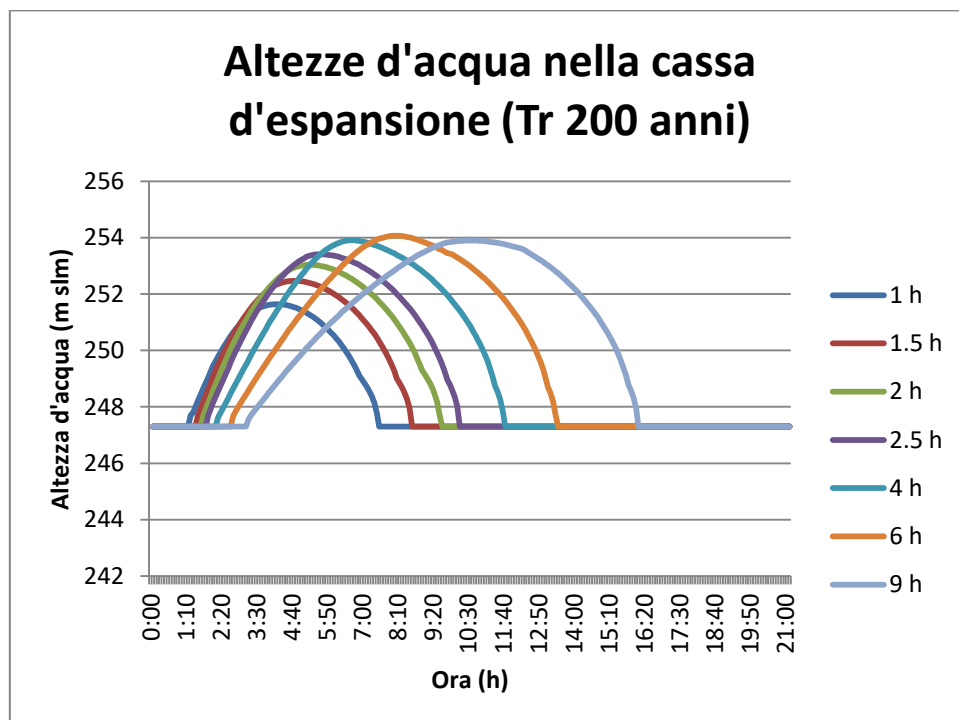
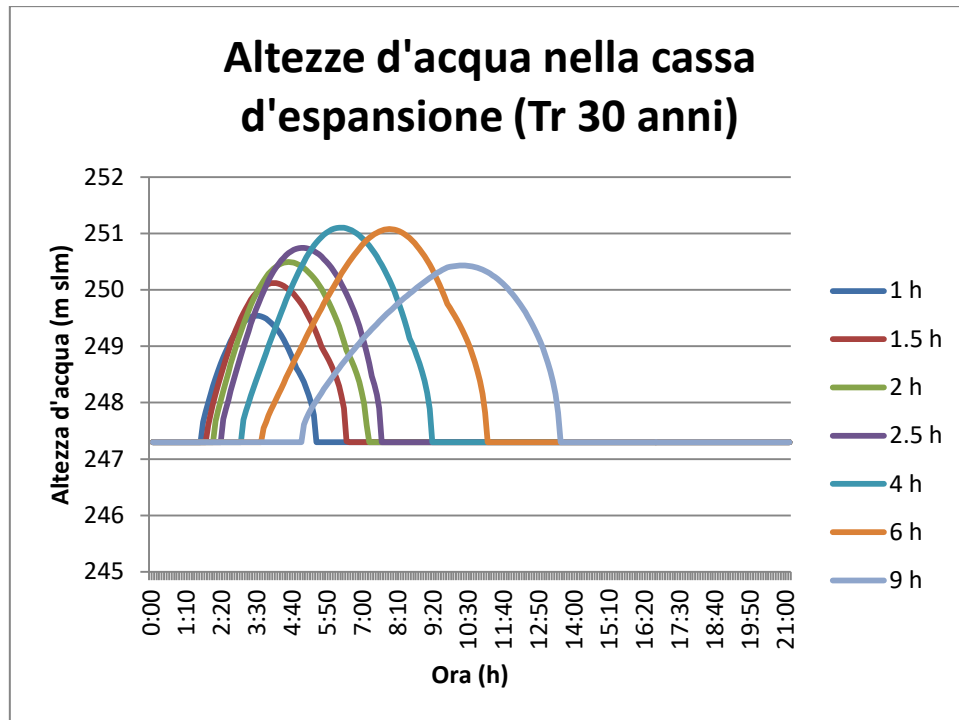
COMMITTENTE: Amministrazione comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	5 di 9
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA - ALLEGATI	Allegati MATLAB Relazione idrologico-idraulica.doc		



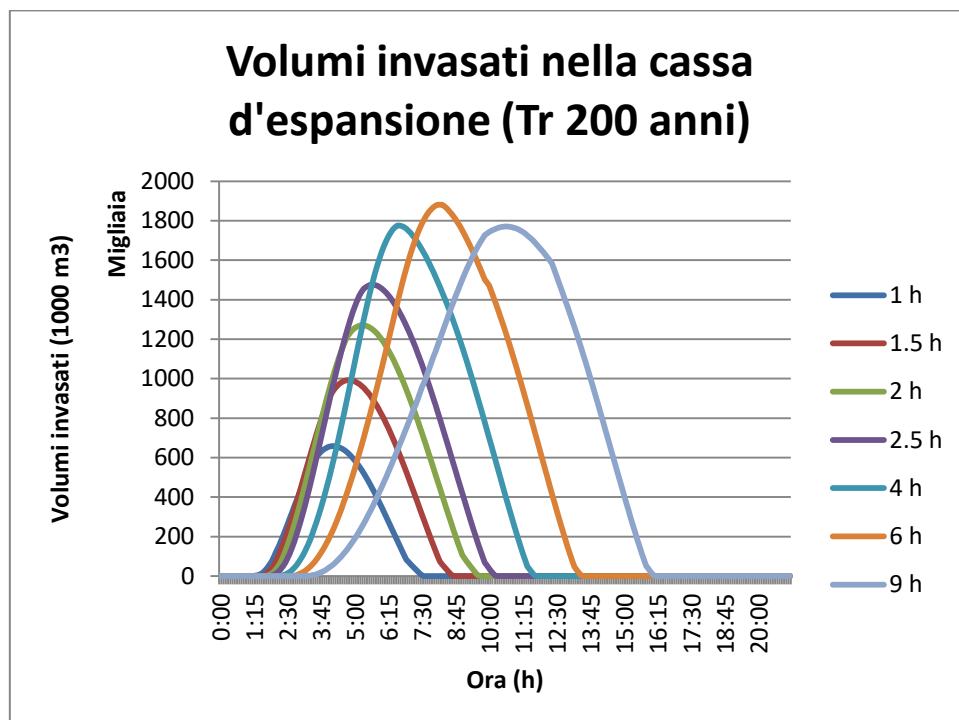
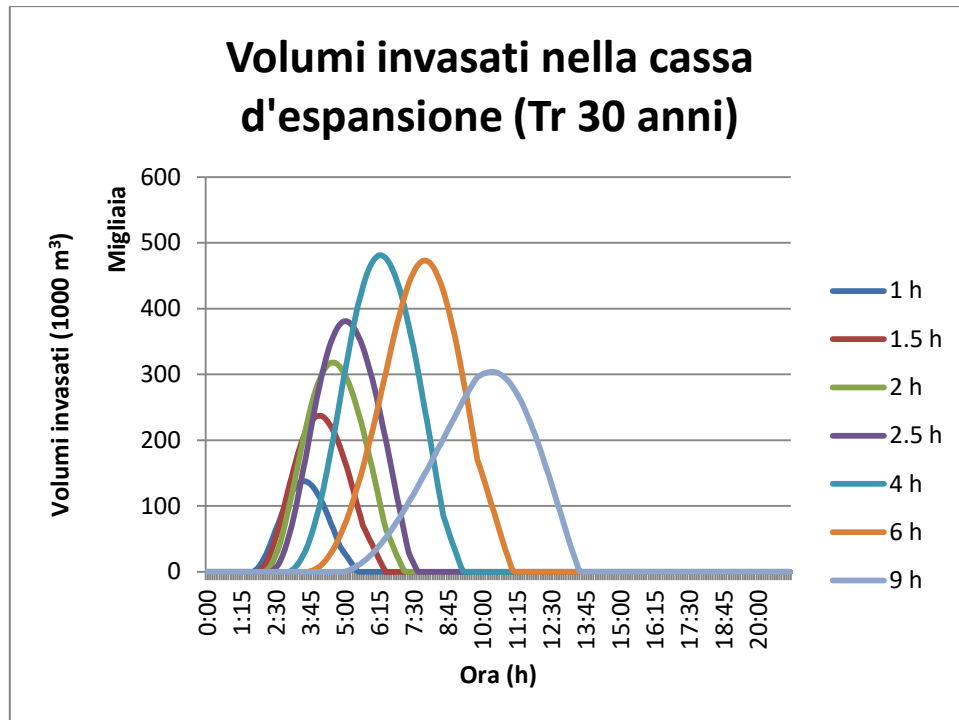
COMMITTENTE: Amministrazione comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	6 di 9
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA - ALLEGATI	Allegati MATLAB Relazione idrologico-idraulica.doc		



COMMITTENTE: Amministrazione comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	7 di 9
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA - ALLEGATI	Allegati MATLAB Relazione idrologico-idraulica.doc		



COMMITTENTE: Amministrazione comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	8 di 9
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA - ALLEGATI	Allegati MATLAB Relazione idrologico-idraulica.doc		



COMMITTENTE: Amministrazione comunale di Bucine (AR)	Rev.	Data	Pagina
OGGETTO: INDAGINI DI SUPPORTO AL NUOVO PIANO OPERATIVO E AL QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE	1	Maggio 2017	9 di 9
	P:\Bucine\STUDIO IDRAULICO\_INTEGRAZIONI\07_DOC		
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA - ALLEGATI	Allegati MATLAB Relazione idrologico-idraulica.doc		