



comune di montevarchi - provincia di arezzo

variante al piano strutturale e al regolamento urbanistico

adeguamento alla disciplina urbanistica regionale vigente e ai contenuti dell'art.55 co.5, 6 della L.R.1/2005

valutazione integrata

art.11 della L.R.1/2005 e relativo regolamento di attuazione n.4/R/2007

valutazione ambientale strategica (VAS)

titolo II del D.Lgs. 4/2008

DOCUMENTO DI VALUTAZIONE INTERMEDIA RAPPORTO AMBIENTALE PRELIMINARE

- allegato B: relazione idrologico-idraulica

maggio 2009

Sindaco *Giorgio Valentini*

Assessore *Moreno Grassi*

Responsabile del procedimento *Stefania Fanfani*

Garante della comunicazione *Francesca Barucci*

Progetto *Stefania Fanfani*
Domenico Scrascia

Sistema informativo *Ugo Fabbri*

Ufficio di piano *Gabriele Banchetti*
Stefano Borchì
Giovanni Parlanti

Indagini geologiche ed idrauliche *Claudia Lombardi*
Roberto Nevini
Michele Sani

<i>PREMESSA</i>	9
 <i>1. STUDI IDROLOGICI-IDRAULICI DI INTERESSE EFFETTUATI SUL TERRITORIO COMUNALE</i>	11
1.1. <i>piano Strutturale e Regolamento Urbanistico redatti nel 2003</i>	11
1.2. <i>studi sul fiume Arno redatti dall'Autorità di bacino</i>	11
1.3. <i>cronistoria degli interventi e delle progettazioni effettuate dal 2003</i>	11
1.3.1. <i>la sezione modificata sul torrente Caposelvi</i>	11
1.3.2. <i>il progetto della cassa sul Borro di Valdilago</i>	12
 <i>2. ACQUISIZIONE DATI E QUADRO CONOSCITIVO</i>	13
2.1. <i>il sistema idraulico del comune di Montevarchi</i>	13
2.2. <i>i rilievi utilizzati per la redazione delle verifiche idrauliche</i>	13
2.3. <i>la perimetrazione P.A.I. attuale</i>	14
 <i>3. STUDIO IDROLOGICO</i>	17
3.1. <i>premessa</i>	17
3.2. <i>il modello Al.To. 2000</i>	18
3.2.1. <i>caratteristiche del modello Al.To. 2000</i>	18
3.2.2. <i>idrografia del comune di Montevarchi</i>	19
3.2.3. <i>il controllo sulle aree dei bacini e l'aggiornamento delle portate di verifica</i> ...	20
3.2.4. <i>gli scenari idrologici di interesse</i>	21
3.2.5. <i>risultati sintetici della modellazione idrologica</i>	21
3.3. <i>la condizione al contorno di valle</i>	22
 <i>4. STUDIO IDRAULICO DELLO STATO ATTUALE</i>	23
4.1. <i>modellazione idraulica attraverso il software Hec-ras 4.0</i>	23
4.1.1. <i>il modello di moto vario utilizzato nelle simulazioni</i>	23
4.1.2. <i>equazioni di base per la modellazione in moto vario</i>	23
4.1.3. <i>condizioni al contorno del modello in moto vario</i>	24
4.1.4. <i>condizioni iniziali del modello in moto vario</i>	24
4.1.5. <i>criteri di suddivisione della sezione</i>	25
4.1.6. <i>valutazione delle perdite di carico per attrito</i>	25
4.1.7. <i>storage areas (aree di laminazione)</i>	26
4.1.8. <i>lateral weir (sfioratore laterale)</i>	26
4.2. <i>La normativa e le indicazioni tecniche per la valutazione della pericolosità idraulica data nel P.I.T.</i>	26
4.2.1. <i>elementi per la valutazione degli aspetti idraulici</i>	26

4.2.2. valutazione della pericolosità	27
4.2.3. aree a pericolosità idraulica	27
4.2.4. elaborati delle indagini per il Piano Strutturale comunale e relative varianti ...	28
4.2.5. condizioni di fattibilità	28
4.2.6. fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici ed idraulici	29
4.3. <i>borro del Quercio</i>	29
4.3.1. il modello geometrico	29
4.3.2. le simulazioni effettuate allo stato attuale	30
4.3.3. analisi dei risultati allo stato attuale	32
4.4. <i>borro dello Spedaluzzo</i>	33
4.4.1. il modello geometrico	33
4.4.2. le simulazioni effettuate allo stato attuale	35
4.4.3. analisi dei risultati allo stato attuale	35
4.5. <i>borro del Giglio</i>	36
4.5.1. il modello geometrico	36
4.5.2. le simulazioni effettuate allo stato attuale	36
4.5.3. analisi dei risultati allo stato attuale	39
4.6. <i>sistema idraulico Borro della Dogana, Borro della Sabina, Borro dell'Ornaccio e Borro di Caspri</i>	39
4.6.1. Il sistema idraulico Sabina, Caspri, Dogana e Ornaccio	39
4.6.2. Il modello geometrico del borro della Sabina	40
4.6.3. Il modello geometrico del borro del Caspri	41
4.6.4. il modello geometrico del borro della Dogana	41
4.6.5. il modello geometrico del borro dell'Ornaccio	43
4.6.6. le simulazioni effettuate sul sistema Sabina-Caspri	45
4.6.7. le simulazioni effettuate sul borro della Dogana	45
4.6.8. le simulazioni effettuate sul borro dell'Ornaccio	45
4.6.9. analisi dei risultati allo stato attuale sul sistema Sabina-Caspri	46
4.6.10. analisi dei risultati allo stato attuale sul borro della Dogana	47
4.6.11. analisi dei risultati allo stato attuale sul borro dell'Ornaccio	48
4.7. <i>sistema idraulico Torrente Ambra, Torrente Caposelvi, Borro di Valdilago</i>	48
4.7.1. il sistema idraulico Valdilago, Caposelvi, Ambra	48
4.7.2. il modello geometrico del borro di Valdilago	49
4.7.3. il modello geometrico del torrente Caposelvi (loc. Mercatale)	50
4.7.4. il modello geometrico del torrente Caposelvi (tratto di valle)	51
4.7.5. il modello geometrico del torrente Ambra	52
4.7.6. le simulazioni effettuate sul borro di Valdilago	54

4.7.7. le simulazioni effettuate sul torrente Caposelvi (loc. Mercatale)	54
4.7.8. le simulazioni effettuate sul torrente Caposelvi (tratto di valle)	54
4.7.9. le simulazioni effettuate sul torrente Ambra	54
4.7.10. analisi dei risultati allo stato attuale sul borro di Valdilago	54
4.7.11. analisi dei risultati allo stato attuale sul torrente Caposelvi (loc. Mercatale) ..	57
4.7.12. analisi dei risultati allo stato attuale sul torrente Caposelvi (tratto di valle)	57
4.7.13. analisi dei risultati allo stato attuale sul torrente Ambra	58
4.8. fiume Arno nel territorio comunale di Montevarchi	58
4.8.1. i risultati del modello SIMI nel tratto di interesse	59
 5. LA VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA	61
5.1. borro del Quercio	61
5.2. borro dello Spedaluzzo	61
5.3. borro del Giglio	62
5.4. borro della Sabina e Borro del Caspri	62
5.5. borro della Dogana	64
5.6. borro dell'Ornaccio	65
5.7. borro di Valdilago	65
5.8. torrente Caposelvi (loc. Mercatale)	66
5.9. torrente Caposelvi (tratto di valle)	66
5.10. torrente Ambra	67
5.11. valutazioni sulla pericolosità indotta dal fiume Arno	67
 6. LIMITI DELLO STUDIO E CONSIDERAZIONI FINALI	69

premessa

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Montevarchi, è stato redatto il presente studio idrologico-idraulico di supporto alla variante al Piano Strutturale e al Regolamento Urbanistico del comune di Montevarchi (AR). Lo studio idrologico, effettuato attraverso il software Al.To. 2000 ha interessato tutto il reticolo classificato, in particolare nel tratto urbano del centro abitato di Montevarchi, con la sola esclusione del Fiume Arno, per il quale sono stati considerati i risultati del modello P.A.I. e del nuovo modello SI.MI. entrambi sviluppati dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno. Le verifiche idrauliche, eseguite sia in moto permanente sia in moto vario, su modelli realizzati attraverso il software Hec-ras 4.0, hanno interessato i seguenti corsi d'acqua:

Borro del Quercio

Borro dello Spedaluzzo

Borro del Giglio

Borro della Sabina

Borro del Caspri

Borro dell'Ornaccio

Torrente Dogana

Borro di Valdilago

Torrente Caposelvi

Torrente Ambra

La schematizzazione geometrica dei corsi d'acqua è stata basata su una serie di rilievi piano-altimetrici delle sezioni fluviali, messi a disposizione dall'amministrazione comunale di Montevarchi e utilizzati per la redazione del Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico nel 2003. Tali rilievi sono stati integrati da nuove sezioni o sezioni modificate nei tratti in cui dal 2003 al 2008 sono stati effettuati dei lavori di sistemazione sui corsi d'acqua.

Inoltre, nelle zone di interesse, le informazioni deducibili dalla cartografia regionale sono state opportunamente inserite nei modelli idraulici, al fine di determinare celle di invaso statico o di transito delle portate in esondazione. Altre informazioni essenziali per lo studio (stato di conservazione dell'alveo, stima dei parametri di resistenza al moto, individuazioni di situazioni locali di interesse ecc..) sono state acquisite attraverso sopralluoghi in sito in seguito ai quali è stata redatta una relazione fotografica di riferimento.

Le verifiche idrologiche-idrauliche sono state redatte interamente in ottemperanza al Decreto del Presidente della Giunta Regionale 27 aprile 2007, n. 26/R – Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche, pubblicato il 7.5.2007 sul Bollettino Ufficiale della Regione Toscana – N. 11.

1. studi idrologici-idraulici di interesse effettuati sul territorio comunale

1.1. Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico redatti nel 2003

Nel 2003 è stato redatto uno studio idrologico-idraulico di supporto al regolamento urbanistico (Chiarini). Da tale studio sono state riprese quasi tutte informazioni sulla geometria dei corsi d'acqua e, ove possibile, sono state mantenute le indicazioni sulle scabrezze in alveo e nelle aree golenali.

Dal punto di vista idrologico, invece, a seguito della richiesta dell'U.R.T.A.T. di Arezzo, sono stati ricalcolati tutti gli idrogrammi attraverso il software AI.To. 2000, i quali, nel citato studio del 2003, erano invece stati ricavati dal modello AI.To e in parte dal software IDRARNO.

1.2. studi sul fiume Arno redatti dall'Autorità di bacino

Nel presente studio, per quanto riguarda il fiume Arno, sono stati utilizzati i risultati delle modellazioni idrauliche effettuate dall'Autorità di Bacino a supporto del P.A.I. vigente.

I dati sono stati richiesti dal comune di Montevarchi all'Autorità di Bacino con nota prot. n° 21288, acquisita a dall'Autorità di Bacino con nota prot. 2399 del 29/05/2008. I dati poi sono stati inviati in formato digitale al comune di Montevarchi e formalmente con nota prot. 2668 del 20/06/2008.

In particolare è stato richiesto:

- a) il tempo di pioggia critico per l'Arno nel tratto di Montevarchi
- b) l'andamento temporale dei livelli nelle sezioni dell'Arno denominate (passo 1 ora): 860, 867, 873, 877, 882, 883 (formato . xls o .txt);
- c) i livelli idrici massimi nelle sezioni dell'Arno, sempre per $T_r=200$, 100 e 30 anni, denominate: 896, 895, 894, 893, 892, 891, 890, 889, 888, 887, 886, 885, 884, 881, 880, 879, 878, 876, 875, 874, 872, 871, 870, 869, 868, 866, 865, 864, 863, 862, 861, 859, 858, 857 (formato . xls o .txt).

Tali dati sono stati utilizzati per due tipi di verifiche:

- verifica dell'esondazione diretta del fiume Arno in sinistra idraulica (richiesta c)
- verifiche delle condizioni di deflusso dei tributari del fiume Arno in caso di piena del fiume Arno stesso.

1.3. cronistoria degli interventi e delle progettazioni effettuate dal 2003

1.3.1. la sezione modificata sul torrente Caposelvi

A seguito dell'approvazione degli strumenti urbanistici del 2003, è stata risistemata una sezione del torrente Caposelvi, che determinava fenomeni di esondazione in sinistra idraulica.

“Ulteriore opera di difesa, prevista per il Torrente Caposelvi, è un modello ripristino della continuità arginale in sinistra idrografica, ora compromessa presso la sez. CP_PS_013, in corrispondenza del viadotto dell'interconnessione ferroviaria, dove per mantenere un'adeguata distanza del

piano stradale della via alzaia, ivi presente, dai pulvini dei pilastri del viadotto, fu depresso il coronamento arginale. Tale opera è stata denominata AACP_01_SX" (Chiarini, 2003).

La nuova sezione del torrente Caposelvi è stata inserita nel modello geometrico dello stato attuale.

1.3.2. il progetto della cassa sul Borro di Valdilago

Per quanto riguarda il borro di Valdilago, per le considerazioni e le verifiche idrauliche allo stato di progetto, si farà riferimento al progetto di *"Realizzazione di una cassa di espansione sul borro Valdilago in loc. Levanella"* (Sorgente Ingegneria, 2008), fornito dall'Amministrazione Comunale di Montevarchi.

2. acquisizione dati e quadro conoscitivo

2.1. il sistema idraulico del comune di Montevarchi

Il sistema idraulico del comune di Montevarchi è caratterizzato a nord dalla presenza del fiume Arno che scorre in direzione est-ovest e da una serie di affluenti in sinistra idraulica del fiume Arno stesso, che scorrono prevalentemente in direzione sud-nord.

2.2. i rilievi utilizzati per la redazione delle verifiche idrauliche

Per quanto riguarda i rilievi dei corsi d'acqua tributari del fiume Arno, sono stati desunti dallo studio idrologico-idraulico di supporto al regolamento urbanistico (Chiarini, 2003). Da tale studio sono state riprese quasi tutte

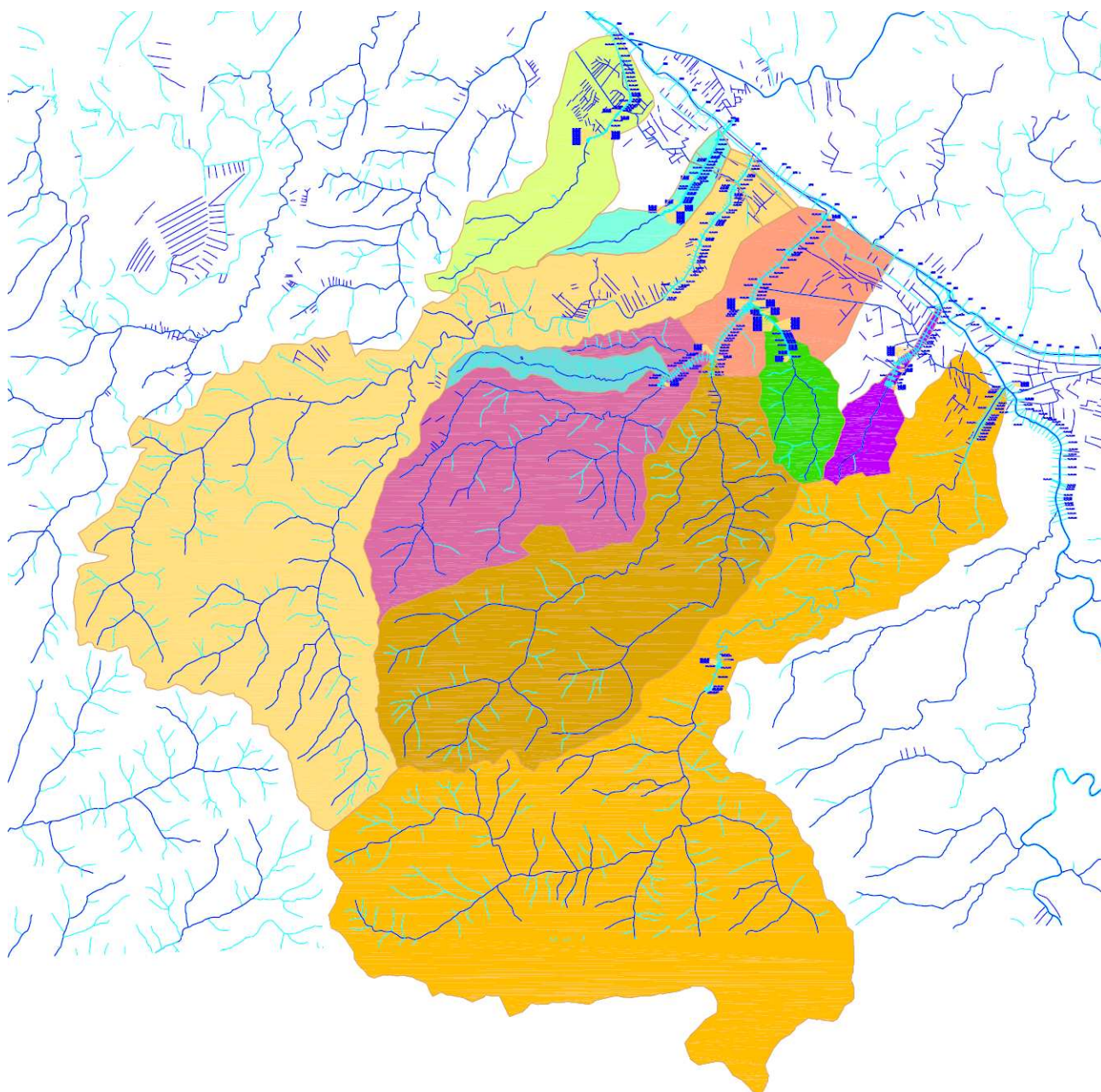


Figura 1 – Il sistema idrografico del comune di Montevarchi. (*Non è indicato il bacino del torrente Ambra che risulta intercomunale.)

informazioni sulla geometria dei corsi d'acqua e, ove possibile, sono state mantenute le indicazioni sulle scabrezze in alveo e nelle aree golenali.

Le sezioni di riferimento del fiume Arno, utilizzate per il presente studio, sono quelle rilevate a cura del Provveditorato alle Opere Pubbliche della Toscana, nel tratto tra la sezione 896-857.

2.3. la perimetrazione P.A.I. attuale

La perimetrazione redatta a supporto del Piano di Assetto Idrogeologico dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno è stata inserita, come livello informativo, nella carta di pericolosità idraulica, allegata alla variante al Piano Strutturale. Di seguito, si riportano alcuni estratti.

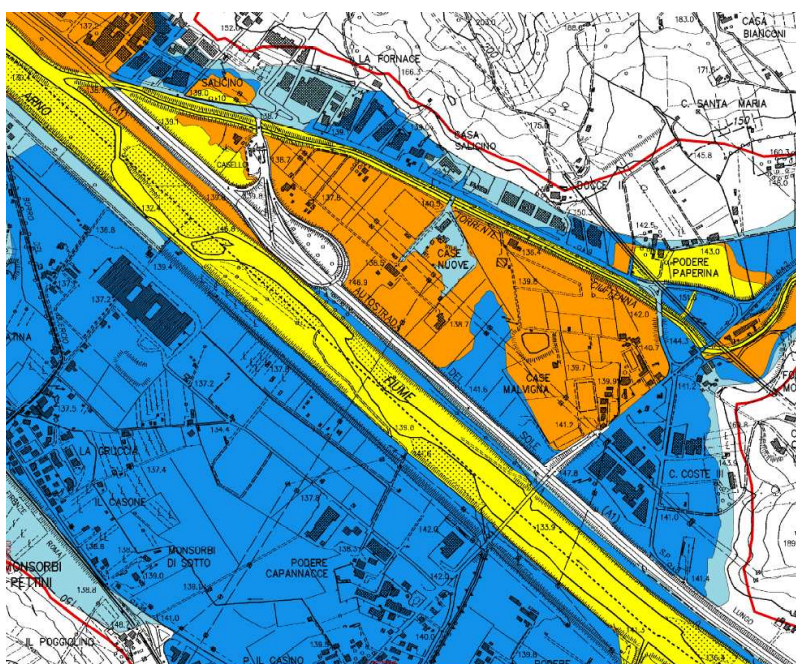


Figura 2 – Area Borro del Quercio – Borro dello Spedaluzzo

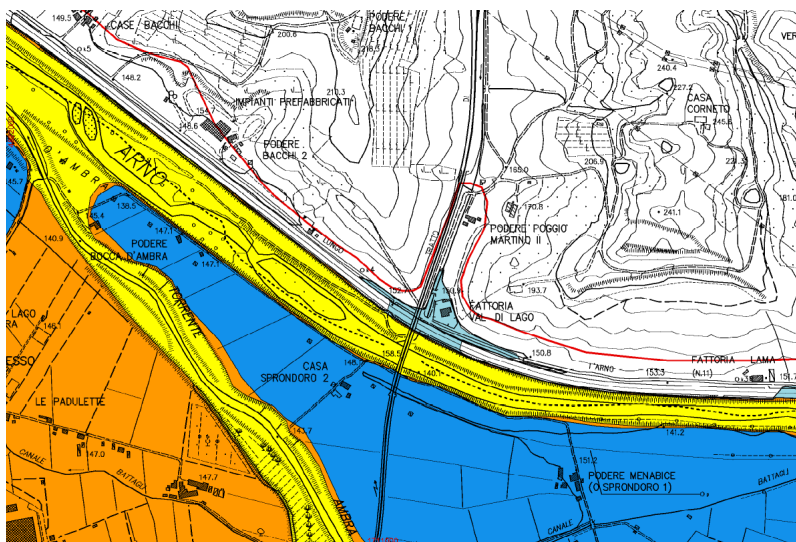


Figura 3 – Area Torrente Ambra (valle)

Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica - livello di dettaglio ■ P.I.4 ■ P.I.3 ■ P.I.2 ■ P.I.1 ■ Area di studio

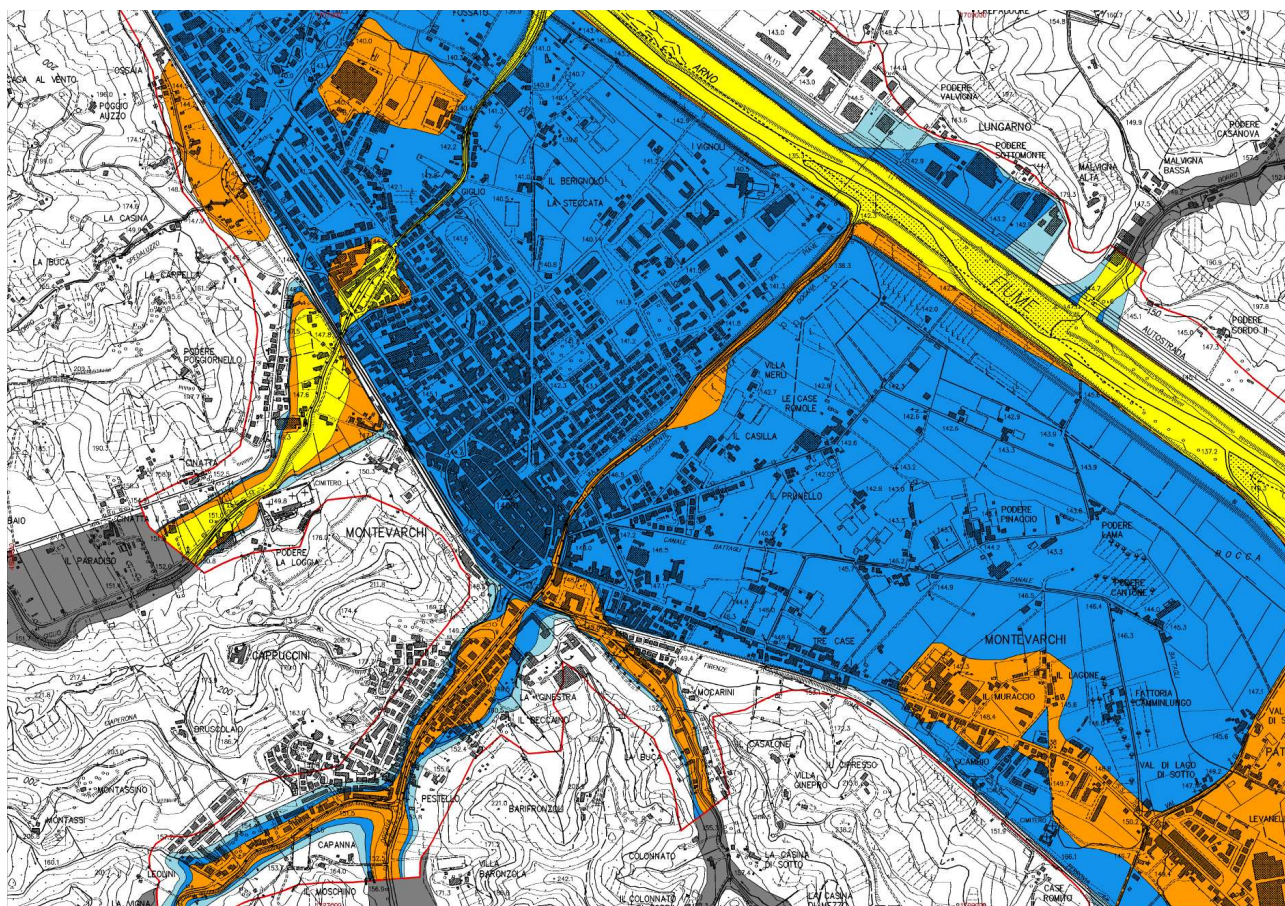


Figura 4 – Area Borro dello Spedaluzzo - Borro di Valdilago

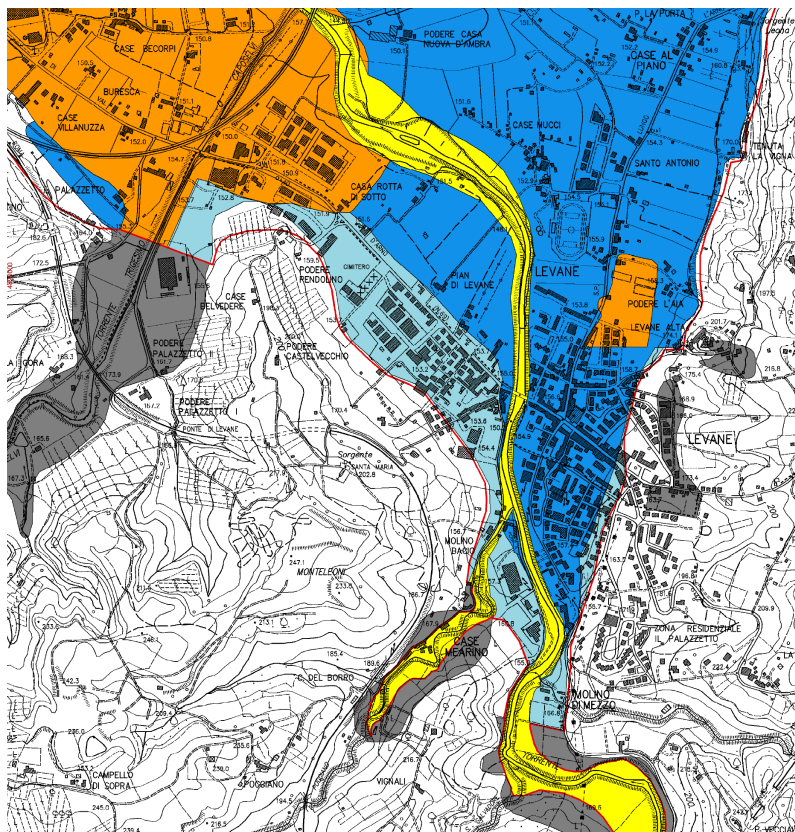


Figura 5 – Area Torrente Ambra (monte) e Torrente Caposelvi

Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica - livello di dettaglio ■ P.I.4 ■ P.I.3 ■ P.I.2 ■ P.I.1 ■ Area di studio

3. studio idrologico

3.1. premessa

Le finalità dello studio hanno comportato la necessità di caratterizzare dal punto di vista idrologico i vari tronchi di interesse del reticolo in studio, al fine di valutare le capacità di deflusso attuali e le volumetrie esondate per i diversi scenari oggetto di verifica.

Gli scenari idrologici considerati sono stati scelti con l'intento di realizzare condizioni di evento critico, per ogni tratto compreso tra due immissioni laterali successive, di ogni corso d'acqua analizzato. In tal senso, i contributi laterali degli affluenti sono stati ricavati come sottrazione tra l'idrogramma calcolato nella sezione immediatamente a valle dell'immissione e l'idrogramma calcolato nella sezione immediatamente monte.

Secondo quanto espresso in premessa, la caratterizzazione idrologica è stata così dettagliata con riferimento a diversi sottobacini corrispondenti alle diverse sezioni di controllo, individuabili all'interno del software Al.To. 2000.

In particolare, in relazione alle criticità del territorio, sono stati individuati due scenari critici:

- a) il primo scenario è relativo alle condizioni di deflusso maggiormente critico per i torrenti affluenti del fiume Arno (pertanto sono stati prodotti idrogrammi relativi al tempo di pioggia critico per i vari sottobacini di interesse);
- b) il secondo scenario, affrontato sempre per tutti i corsi d'acqua tributari, si riferisce invece alle condizioni critiche di scarico in Arno, che avvengono in concomitanza con la piena critica del fiume Arno, che si attesta su un tempo di pioggia pari alle 18 ore.

Per quanto riguarda lo scenario di tipo A – condizioni critiche sui tributari, le condizioni al contorno di monte, sono costituite dagli idrogrammi di piena desunti dal modello Al.To. 2000 così come meglio specificato nei paragrafi seguenti, mentre le condizioni al contorno di valle, sono state riprese dal modello sviluppato nel 2003 da Chiarini. Nella relazione idrologico-idraulica associata al modello, infatti si esplicita che i livelli di valle assunti, sono quelli del fiume Arno in scenari isocroni e isoricorrenti rispetto a quelli valutati sui tributari. Tali livelli saranno esplicitati nel dettaglio nei paragrafi seguenti. Poiché lo studio citato faceva riferimento a verifiche con $T_r=200$ e 100 anni, mentre il presente aggiornamento tratta le verifiche anche con $T_r=30$ e 20 anni, i livelli non conosciuti (per $T_r=30$ e 20 anni) sono stati presi esattamente pari al livello centennale per i vari tributari. Tali valori risultano a favore di sicurezza e non inficiano, se non cautelativamente, la valutazione della pericolosità idraulica in quanto non determinano esondazioni.

Per quanto riguarda lo scenario di tipo B – condizioni critiche sul fiume Arno, le condizioni al contorno di monte sono date sempre dagli idrogrammi di piena desunti dal modello Al.To. 2000, introducendo come forzante il tempo di pioggia pari a 18 ore. Per quanto riguarda la condi-

zioni al contorno di valle sono costituite dagli idrogrammi dei livelli del fiume Arno nelle sezioni maggiormente prossime alla confluenza, per eventi critici ($T_p=18$ ore).

La pericolosità idraulica del territorio è valutata dalla combinazione dei due eventi maggiormente gravosi.

3.2. il modello *Al.To. 2000*

3.2.1. Caratteristiche del modello *Al.To. 2000*

Dove:

<i>Cover</i>	codice identificativo dell'asta in esame
<i>Area_por</i>	area del bacino utilizzata per la stima della portata
<i>RB</i>	rapporto di biforcazione del bacino imbrifero
<i>RL</i>	rapporto di lunghezza del bacino imbrifero
<i>RA</i>	rapporto di area del bacino imbrifero
<i>IA</i>	perdita iniziale (mm)
<i>KS</i>	velocità di infiltrazione a saturazione (mm/h)
<i>N</i>	parametro di forma dell'idrogramma di Nash
<i>K</i>	parametro di scala dell'idrogramma di Nash (h)
<i>TL</i>	tempo di lag (h)

Si riassumono di seguito le caratterizzazioni pluviometriche alla base dei modelli idrologici utilizzati.

L'analisi statistica dei dati pluviometrici in ambito regionale è finalizzata alla definizione delle Linee Segnatrici di Possibilità Pluviometrica per durate di pioggia inferiori all'ora e da 1 a 24 ore. La curva di possibilità climatica, espressa nella forma:

$$h = a \cdot d^n \cdot T^m$$

con h altezza di pioggia [mm]
 d durata [ore]
 T tempo di ritorno [anni]

risulta pertanto caratterizzata dai parametri a , n , m .

Tali parametri, relativi alle curve di possibilità climatica di ciascuna stazione, sono stati ragguagliati sull'intero bacino oggetto di studio mediante un'operazione di media ponderata basata sulla suddivisione in topoi. Il parametro di ragguaglio areale K_r è stato definito mediante un'analisi statistica dei dati di pioggia giornaliera, che ne ha messo in evidenza la dipendenza dalla durata della pioggia, dall'estensione del bacino e dalla piovosità media. Il coefficiente K_r esprime la variabilità spazio-temporale della precipitazione mediante una relazione che dipende da tre fattori:

- l'estensione dell'area investita dalla precipitazione
- la durata considerata
- l'altezza di pioggia

Per la quantificazione di K_r si fa riferimento ad una formulazione del tipo

(Eagleson,1970):

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

dove a, b e g sono i parametri della formula, t è la durata della precipitazione espressa in ore e A è l'area del bacino in km2. Nell'ambito dello studio di regionalizzazione sono stati definiti i seguenti valori dei parametri:

- $\alpha = Fa \cdot a = 0.036 \cdot a$ dove a è il parametro della curva di possibilità climatica
- $\beta = Fb = 0.25$
- $\gamma = Fc = 0.01$

Rispetto alla versione precedente (AlTo), il software AlTo2000 ⁽¹⁾ presenta una maggiore versatilità, sia nella scelta delle durate di pioggia per le quali effettuare le elaborazioni idrologiche, sia per le sezioni di chiusura in corrispondenza delle quali calcolare gli idrogrammi.

3.2.2. Idrografia del comune di Montevarchi

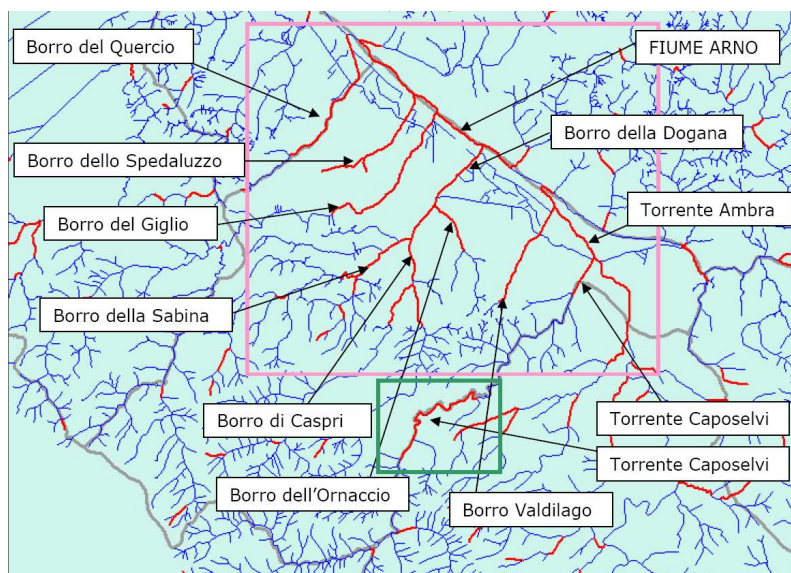


Figura 6 – schema del reticolo idrografico del comune di Montevarchi

⁽¹⁾ La Regionalizzazione delle portate di piena (PIN, 1997) ha prodotto uno strumento che permette la determinazione delle portate al colmo e del corrispondente tempo di ritorno, per una sezione generica del reticolo idrografico naturale toscano. La stima è condotta attraverso una modellazione afflussi-deflussi basata sull'idrogramma istantaneo unitario di tipo geomorfologico (GIUH). La modellazione si basa sull'analisi statistica delle caratteristiche pluviometriche locali e sulla stima dell'intercettazione iniziale e delle perdite per infiltrazione. Infine, determinando la durata di pioggia che massimizza, per un assegnato tempo di ritorno, la portata al colmo, sono individuabili gli idrogrammi di piena per ogni sezione di verifica.

Infine, determinando la durata di pioggia che massimizza, per un assegnato tempo di ritorno, la portata al colmo, sono individuabili gli idrogrammi di piena per ogni sezione di verifica.

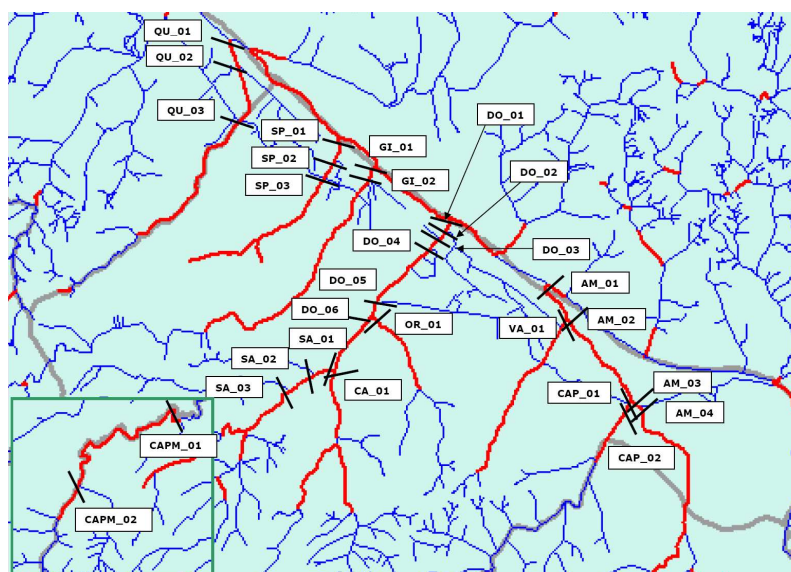


Figura 7 – Le sezioni di chiusura idrologiche del modello Al.To. 2000

3.2.3. Il controllo sulle aree dei bacini e l'aggiornamento delle portate di verifica

Il software AI.To. 2000, per ogni sezione di chiusura, individua un'area di bacino, attraverso una propria procedura per la determinazione del bacino idrologico. Per verificare l'esattezza di tale calcolo, e dato che, nel precedente studio idrologico (Chiarini, 2003), si ottenevano delle aree di bacino diverse rispetto a quelle risultanti dal programma AI.To. 2000, sono stati ricalcolati tutti i bacini idrografici in base alla cartografia maggiormente dettagliata a disposizione. Tale procedura è stata avallata dall'Ufficio tecnico del Genio Civile di Arezzo, nella prima riunione di coordinamento tenutasi in data 12 marzo 2008.

Successivamente, sono stato aggiornati i file .idr del programma e sono stati ricalcolati gli idrogrammi di piena, nelle varie sezioni e per i vari tempi di ritorno di interesse. Tali idrogrammi sono riportati in modo completo nell'allegato I2 alla relazione.

Per quanto riguarda i bacini idrografici sono riportati nell'allegato I1 alla presente relazione.

Di seguito si riporta, a scopo esemplificativo il bacino del borro del Giglio.

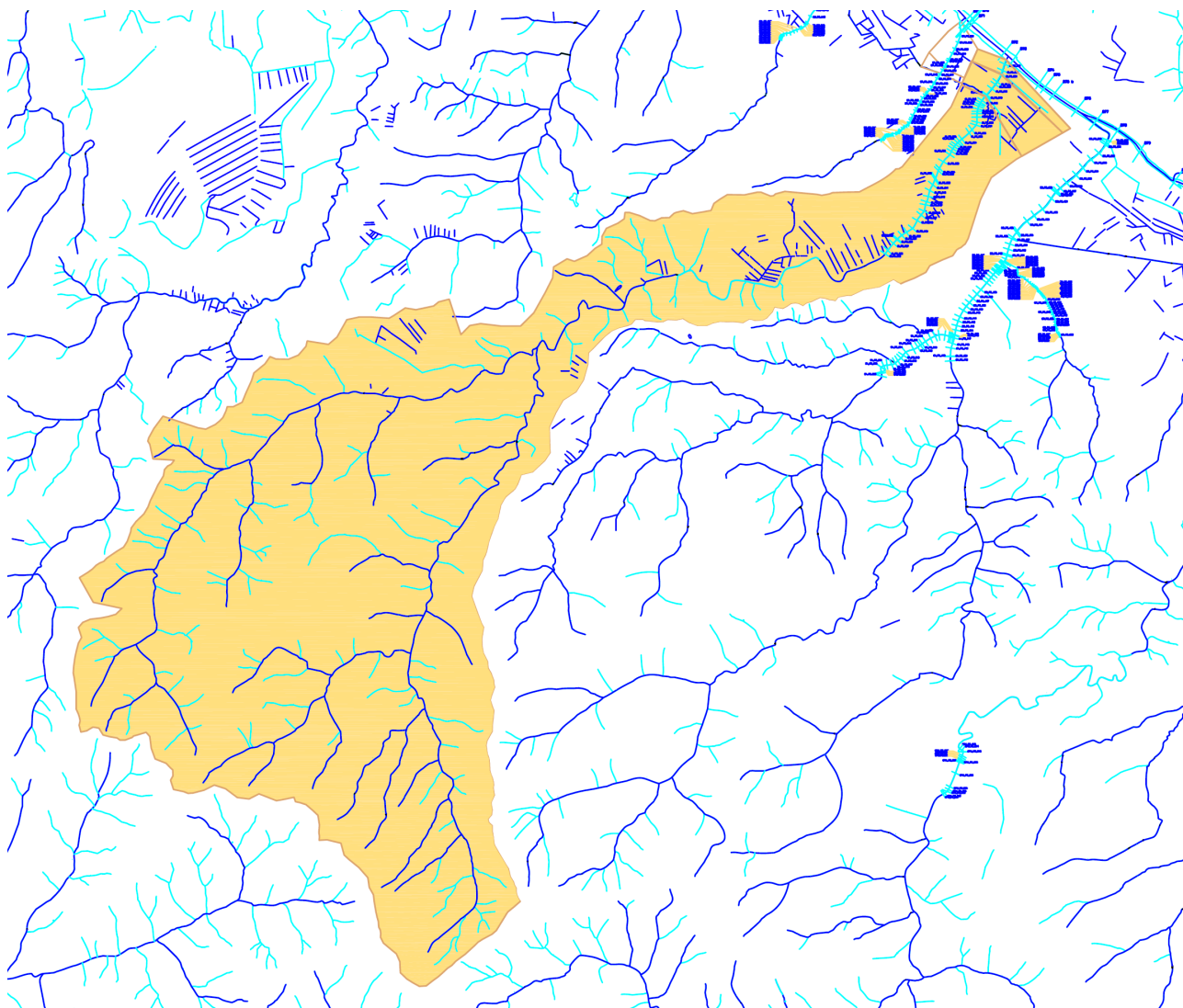


Figura 8 – Bacino idrografico Borro del Giglio

Corso d'acqua	sezione idrologica	ID	Codice	Nome	Area_por	la	Ks	N	K	Cpp_a1	Cpp_n1	Cpp_m1	Cpp_a	Cpp_n	Cpp_m	Qbase[mc/skmg]	Qmax[mc/s]
Borro del Quercio	QU_03	48739	144	QUERCIO DEL	2.112	10.626	0.774	2.338	0.307	19.561	0.268	0.16	18.985	0.359	0.219	0	1000000
	QU_02	47177	144	QUERCIO DEL	3.344	7.932	0.489	1.581	0.455	19.777	0.278	0.16	19.07	0.356	0.218	0	1000000
	QU_01	46505	144	QUERCIO DEL	4.224	7.876	0.388	1.829	0.411	19.901	0.283	0.16	19.119	0.354	0.218	0	1000000
Borro dello Spedaluzzo	SP_03	48815	0		0.83	5.5	0	2.627	0.193	19.561	0.268	0.16	18.985	0.359	0.219	0	1000000
	SP_02	47908	0		0.96	5.5	0	2.465	0.231	19.561	0.268	0.16	18.985	0.359	0.219	0	1000000
	SP_01	47655	0		1.06	5.3	0	2.401	0.237	19.561	0.268	0.16	18.985	0.359	0.219	0	1000000
Borro del Giglio	GI_02	49935	345	GIGLIO E BORRO MONCIONI	21.02	17.008	1.514	2.133	1.116	22.692	0.318	0.16	21.742	0.318	0.21	0	1000000
	GI_01	47975	345	GIGLIO E BORRO MONCIONI	21.35	16.8	1.491	2.135	1.119	22.645	0.317	0.16	21.7	0.318	0.21	0	1000000
Borro della Sabina	SA_03	51158	259	BOSCHETTO DEL O DELLA SABINA	7.32	14.3	1.563	2.248	0.445	22.13	0.404	0.19	21.753	0.302	0.22	0	1000000
	SA_02	50636	259	BOSCHETTO DEL O DELLA SABINA	8.69	13.759	1.588	2.184	0.498	21.899	0.392	0.18	21.503	0.307	0.22	0	1000000
	SA_01	50427	259	BOSCHETTO DEL O DELLA SABINA	9.4	13.948	1.538	2.135	0.53	21.781	0.386	0.18	21.377	0.309	0.22	0	1000000
Borro del Caspri	CA_01	51231	319	RENDOLA DI	13.03	15.994	1.368	2.047	0.72	23.487	0.469	0.2	23.187	0.273	0.221	0	1000000
Borro dell'Ornaccio	OR_01	50601	0		1.52	9.167	0.568	2.229	0.258	23.158	0.458	0.2	22.86	0.279	0.221	0	1000000
Borro della Dogana	DO_06	50382	319	GIGLIO	22.38	15.204	1.439	1.846	0.779	22.691	0.43	0.19	22.34	0.29	0.22	0	1000000
	DO_05	49771	319	GIGLIO	24.37	14.646	1.365	1.846	0.798	22.726	0.432	0.19	22.379	0.289	0.22	0	1000000
	DO_04	49609	319	GIGLIO	26.06	13.912	1.276	1.876	0.87	22.679	0.43	0.19	22.331	0.29	0.22	0	1000000
	DO_03	48922	319	GIGLIO	26.21	13.85	1.269	1.873	0.883	22.661	0.429	0.19	22.311	0.291	0.22	0	1000000
	DO_02	48820	319	GIGLIO	26.36	13.916	1.262	1.873	0.896	22.643	0.428	0.19	22.292	0.291	0.22	0	1000000
	DO_01	48675	319	GIGLIO	27.13	13.706	1.225	1.865	0.911	22.62	0.427	0.19	22.267	0.291	0.22	0	1000000
Borro Valdilago	VA_01	51650	0		1.584	8.189	0.344	2.111	0.259	23.415	0.472	0.2	23.137	0.273	0.221	0	1000000
Torrente Caposelvi (Monte)	CAPM_02	54768	2914	CAPOSELVI	18.67	22.586	1.555	2.523	0.659	24.681	0.411	0.18	24.029	0.274	0.211	0	1000000
	CAPM_01	54462	2914	CAPOSELVI	20.4	21.054	1.591	2.533	0.825	24.555	0.417	0.18	23.94	0.274	0.212	0	1000000
Torrente Caposelvi	CAP_02	51486	2914	CAPOSELVI	26.37	19.321	1.506	2.575	1.104	24.4	0.425	0.18	23.831	0.273	0.213	0	1000000
	CAP_01	50755	2914	TRIGESIMO O CAPO DI SELVI	26.78	19.03	1.484	2.604	1.099	24.384	0.425	0.18	23.82	0.273	0.214	0	1000000
Torrente Ambra	AM_04	52485	2204	AMBRA	172.86	17.455	2.064	2.077	2.278	23.788	0.416	0.18	24.859	0.255	0.197	0	1000000
	AM_03	50810	2204	AMBRA	176.52	17.116	2.039	2.078	2.284	23.774	0.417	0.19	24.799	0.255	0.198	0	1000000
	AM_02	50731	2204	AMBRA	203.3	17.179	1.945	2.115	2.399	23.837	0.42	0.18	24.649	0.258	0.2	0	1000000
	AM_01	49785	2204	AMBRA	204.1	17.116	1.935	2.109	2.443	23.856	0.42	0.18	24.663	0.258	0.2	0	1000000

Tabella 1 – Riepilogo dei parametri idrologici del modello AI.To. 2000

3.2.4. Gli scenari idrologici di interesse

Per quanto riguarda gli scenari di interesse di fa riferimento agli scenari individuati nel rispetto Decreto del Presidente della Giunta Regionale 27 aprile 2007, n. 26/R, che risultano:

- Tr=200 anni;
- Tr=100 anni;
- Tr=30 anni;
- Tr=20 anni.

3.2.5. Risultati sintetici della modellazione idrologica

Nelle tabelle 2 e 3 seguenti si riportano i risultati sintetici della modellazione idrologica in termini di portata massima al colmo di piena.

Corso d'acqua	sezione idrologica	QTr 20 [mc/sec]	QTr 30 [mc/sec]	QTr 100 [mc/sec]	QTr 200 [mc/sec]
Borro del Quercio	QU_03	13.56	15.14	20.72	24.63
	QU_02	21.54	23.87	32.13	37.97
	QU_01	27.20	30.02	40.36	47.73
Borro dello Spedaluzzo	SP_03	7.52	8.29	10.93	12.89
	SP_02	8.15	8.99	11.91	13.98
	SP_01	9.00	9.91	13.13	15.40
Borro del Giglio	GI_02	57.87	64.89	89.52	106.78
	GI_01	58.73	65.81	90.70	108.15
Borro della Sabina	SA_03	39.05	43.09	56.85	66.45
	SA_02	41.74	45.87	59.79	69.39
	SA_01	43.01	47.21	61.60	71.56
Borro del Caspri	CA_01	55.38	62.35	86.88	104.35
Borro dell'Ornaccio	OR_01	13.62	14.89	19.40	22.67
Borro della Dogana	DO_06	89.66	100.74	138.59	161.73
	DO_05	96.68	108.37	149.06	174.27
	DO_04	97.97	109.64	150.75	176.88
	DO_03	97.45	109.07	149.88	176.11
	DO_02	96.88	108.25	148.91	175.01
Borro Valdilago	VA_01	98.97	110.69	151.97	178.46
	VA_01	14.94	16.34	21.21	24.59
Torrente Caposelvi (Monte)	CAPM_02	66.79	75.71	107.07	127.51
	CAPM_01	63.86	71.99	101.35	122.00
Torrente Caposelvi	CAP_02	67.55	76.12	106.38	127.55
	CAP_01	68.99	77.73	108.62	130.29
Torrente Ambra	AM_04	218.94	247.85	347.48	416.00
	AM_03	224.64	254.14	356.03	426.14
	AM_02	247.89	280.46	393.21	471.16
	AM_01	246.60	278.97	391.10	468.58

Tabella 2 – Portate massime al colmo nello scenario A – tempo critico per gli affluenti del fiume Arno

Corso d'acqua	sezione idrologica	QTr 20 [mc/sec]	QTr 30 [mc/sec]	QTr 100 [mc/sec]	QTr 200 [mc/sec]
Borro del Quercio	QU_01	6.22	6.83	9.00	10.54
Borro dello Spedaluzzo	SP_01	1.69	1.85	2.41	2.80
Borro del Giglio	GI_01	24.70	27.58	37.71	44.81
Borro della Sabina	SA_01	10.83	12.17	16.94	20.32
Borro del Caspri	CA_01	15.13	16.96	23.45	28.06
Borro dell'Ornaccio	OR_01	2.11	2.33	3.11	3.66
Borro della Dogana	DO_01	32.02	35.74	48.98	58.35
Borro Valdilago	VA_01	2.28	2.51	3.32	3.89
Torrente Caposelvi (Monte)	CAPM_01	22.62	25.35	34.99	41.77
Torrente Caposelvi	CAP_01	30.03	33.61	46.27	55.18
Torrente Ambra	AM_01	165.81	187.73	263.70	316.22

Tabella 3 – Portate massime al colmo di piena nello scenario B – tempo critico per il fiume Arno (Tp=18

3.3. la condizione al contorno di valle

Nella tabella seguente si inseriscono i livelli di valle assunti per gli scenari di tipo A e di tipo B, per i vari tempi di ritorno:

Corso d'acqua	Livello max condizione di valle (m s.l.m.)								
	Scenario di tipo A -				Sez. Arno di riferimento	Scenario di tipo B -			
	Tr=200 anni	Tr=100 anni	Tr=30 anni	Tr=20 anni		Tr=200 anni	Tr=100 anni	Tr=30 anni	Tr=20 anni
Borro del Quercio	135.03	134.88	134.88	134.88	860	137.81	137.36	136.45	136.45
Borro dello Spedaluzzo	138.49	138.35	138.35	138.35	867	139.97	139.51	138.64	138.64
Borro del Giglio	137.92	137.91	137.91	137.91	873	140.81	140.29	139.39	139.39
Borro della Dogana	139.58	139.57	139.57	139.57	877	142.24	141.75	140.89	140.89
Torrente Ambra	143.11	143.11	143.11	143.11	882	144.36	143.86	143.01	143.01

Tabella 4 – Condizioni al contorno di valle ⁽²⁾

⁽²⁾ Per gli scenari di tipo A: in arancio dati provenienti dallo studio Chiarini (2003), in giallo estensione dei livelli per Tr=100 anni agli scenari Tr=30 anni e Tr=20 anni. Per gli scenari di tipo B: in azzurro dati provenienti dall'Autorità di Bacino del fiume Arno, in verde estensione dei livelli per Tr=20 anni.

4. studio idraulico dello stato attuale

4.1. modellazione idraulica attraverso il software Hec-ras 4.0

4.1.1. il modello di moto vario utilizzato nelle simulazioni

La modellazione idraulica è stata effettuata attraverso il software Hec-Ras (River Analysis System) versione 4.0 sviluppata dall' U.S. Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center.

Le modellazioni idrauliche sono state eseguite in moto permanente e vario. Di seguito si riportano alcune delle caratteristiche di base del modello in moto vario.

Il sistema di equazioni implementato in Hec-ras per le simulazioni in moto vario è capace di ricostruire i profili idraulici attraverso una rete di canali aperti.

Le equazioni del solutore in moto vario sono state adattate dal modello UNET del Dr. Robert L. Barkau (Barkau, 1992 and HEC, 1997). I calcoli idraulici per sezioni, ponti, culvert e altre strutture idrauliche che sono stati sviluppati nel modulo in moto permanente sono stati incorporati nel modulo in moto vario. Inoltre, la componente in moto vario ha la capacità di modellare aree/casse di espansione e le connessioni idrauliche tra alveo e casse e tra cassa e cassa.

Vengono di seguito descritte brevemente le principali caratteristiche del programma di calcolo automatico impiegato per la determinazione del profilo della corrente a pelo libero.

4.1.2. equazioni di base per la modellazione in moto vario

Le leggi fisiche che governano il flusso in un corso d'acqua sono:

- il principio di conservazione della massa (Legge di continuità);
- il principio di conservazione del momento.

Queste leggi sono espresse matematicamente nella forma di equazioni alle differenze finite.

Il modello risolve il problema dell'individuazione del livello del pelo libero della corrente in un' assegnata sezione, nelle seguenti ipotesi:

- il flusso è monodimensionale;
- le pendenze del fondo sono inferiori al 10 %.

Nella figura 9 sono rappresentate le caratteristiche bidimensionali dell'interazione tra il canale e il flusso all'interno delle aree golenali. Quando il livello nel canale si alza l'acqua si sposta lateralmente via dal canale, inondando le aree allagabili e riempiendo eventuali casse di espansione. Quando l'altezza d'acqua aumenta, le aree golenali iniziano a convogliare l'acqua verso valle generalmente seguendo un percorso più corto rispetto a quello del canale principale, soprattutto in caso di corsi d'acqua naturali.

Quando infine decresce il livello nel fiume, l'acqua rientra nel canale prin-

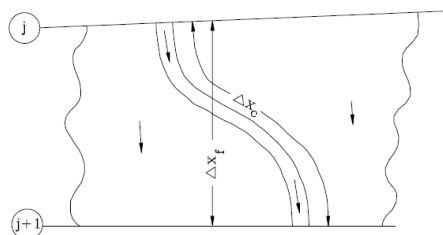


Figura 9 – Portata nel canale e nelle aree golenali

cipale e si ha in esso un aumento di portata. Poichè la direzione principale del flusso è orientata lungo il canale, questo flusso bidimensionale può spesso essere accuratamente approssimato con una rappresentazione monodimensionale.

Le aree di esondazione possono essere ben modellate con casse di espansione che scambiano portata con il canale. Il flusso nelle aree golenali può essere ben approssimato come il flusso attraverso un canale separato.

Il problema del rapporto tra alveo e aree allagabili si può risolvere in differenti modi a seconda del tipo di corso d'acqua studiato, in relazione alle sue dimensioni, alla presenza di arginature e alla presenza di aree confinate (ad esempio da argini e infrastrutture) che possono essere modellate con casse di espansione.

4.1.3. condizioni al contorno del modello in moto vario

Per ogni tratto fluviale si considerano N nodi di calcolo, che generano $N-1$ tratti di calcolo. Per questi tratti si possono scrivere $2N-2$ equazioni alle differenze finite. Poichè ci sono $2N$ incognite (e cioè ΔQ e Δz per ogni nodo), sono necessarie 2 ulteriori equazioni. Queste equazioni sono fornite dalle condizioni al contorno per ogni tratto fluviale, che nel caso di corrente subcritica (lenta) sono necessarie a monte e a valle del tratto, mentre per corrente supercritica (veloce) sono richieste solo a monte del tratto.

Condizioni al contorno di monte: a monte del tratto fluviale la condizione al contorno è costituita dall'idrogramma di piena del fiume Arno e del fiume Elsa.

Condizioni al contorno di valle: a valle del tratto fluviale possono essere specificate 4 tipi di condizioni al contorno:

- *un idrogramma dei livelli di piena* (usato quando il fiume sfocia in un mare governato dalle fluttuazioni di marea o in un lago o serbatoio del quale è nota l'altezza d'acqua nel tempo);
- *un idrogramma delle portate di piena* (utile se si è in possesso di dati registrati di un evento di piena e si vuole calibrare il modello);
- *la curva di deflusso per una certa sezione* (utile per descrivere cascate naturali o sfioratori delle dighe, da utilizzare con cautela e possibilmente molto a valle rispetto all'area di studio in modo che i livelli del pelo libero nell'area di studio non ne vengano troppo influenzati);
- *l'altezza di moto uniforme proveniente dall'equazione di Manning* (poichè negli alvei naturali non sussistono le condizioni di moto uniforme è necessario spostare a valle dell'area di studio la condizione al contorno in modo da non avere influenze di questo dato sui livelli nelle sezioni di interesse).

4.1.4. condizioni iniziali del modello in moto vario

Oltre alle condizioni al contorno, devono essere inserite come input delle condizioni iniziali, cioè quelle presenti all'inizio della simulazione: si è

ipotizzato che le aree di laminazione fossero vuota all'inizio della simulazione, inserendo quindi come livello d'acqua nelle varie storage areas il livello minimo medio attuale.

4.1.5. criteri di suddivisione della sezione

La sezione idraulica del corso d'acqua viene rappresentata geometricamente per punti. All'interno di essa si distinguono in generale tre zone Figura 2 che, adottando la terminologia inglese, indichiamo con:

main channel = M.CHA. (canale principale)

left overbank = LO (golena sinistra)

right overbank = RO (golena destra)

In ciascun ambito (ma è possibile in generale assegnare differenti sca-

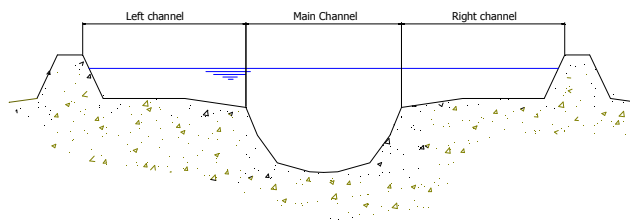


Figura 10 – Schema fondamentale di suddivisione in sottosezioni

brezze ad ogni segmento della sezione) vengono definite le scabrezze del fondo, che poi vengono composte al fine di generare una scabrezza equivalente valida per l'intera sezione.

Per ciascuna sottosezione si determina la capacità di deflusso (portata per unità di pendenza^{1/2}) in moto uniforme:

dove:

$$K = \frac{ar^{\frac{2}{3}}}{n}$$

K [m³/s] = capacità di deflusso nell'ambito;

n [s/m^{1/3}] = scabrezza di Manning;

r [m] = raggio idraulico dell'ambito;

a [m²] = area della sezione bagnata dell'ambito.

Il valore del coefficiente di Manning è stato assunto pari a 0.04, valore mediato tra alveo inciso e aree golenali.

4.1.6. valutazione delle perdite di carico per attrito

Le perdite di carico per attrito sono calcolate attraverso la formula L'Sf dove, 'Sf è la pendenza d'attrito media, pesata, del tratto, secondo la seguente formula:

$$\bar{S}_f = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2$$

dove K₁ , K₂ rappresentano le capacità di deflusso totali delle sezioni estreme.

4.1.7. storage areas (aree di laminazione)

L'opzione storage areas permette di inserire nella geometria un'area di laminazione, che tipicamente è un volume dove si accumula l'acqua deviata dal corso d'acqua principale. Le storage areas possono essere connesse a un corso d'acqua attraverso un lateral weir, oppure a un'altra storage areas tramite l'elemento storage areas connection.

Per descrivere l'area di laminazione è necessario inserire l'area e l'altezza minima in caso di invasi prismatici, oppure la curva dei volumi, che fornisce ad ogni assegnato livello d'acqua nell'area di laminazione il relativo volume di invaso.

4.1.8. lateral weir (sfioratore laterale)

L'opzione lateral weir permette di inserire nella geometria la connessione tra l'alveo e l'area/cassa di laminazione. E' possibile inserire diverse tipologie di sfioratori laterali, sia a soglia fissa, che a soglia mobile.

4.2. la normativa e le indicazioni tecniche per la valutazione della pericolosità idraulica data nel P.I.T.

4.2.1.. elementi per la valutazione degli aspetti idraulici

Vanno considerati gli elementi idrologico-idraulici necessari per caratterizzare la probabilità di esondazione dei corsi d'acqua ricompresi nel reticolo d'interesse della difesa del suolo come definito nei PAI approvati, ovvero come definito nel PIT, nonché le probabilità di allagamento per insufficienza di drenaggio in zone depresse.

Tenuto conto degli indirizzi tecnici dettati dagli atti di pianificazione di Bacino, ed in coerenza con quanto dagli stessi previsto, vanno analizzati gli aspetti connessi alla probabilità di allagamento per fenomeni di:

- Inondazione da corsi d'acqua;
- Insufficienza di drenaggio.

Con riferimento alle esigenze di sicurezza idraulica e agli obiettivi posti in tal senso, poiché la propensione alla allagabilità comporta diverse condizioni d'uso del territorio sia per le nuove previsioni sia per l'attuazione di quelle esistenti, è necessario definire, almeno per le unità territoriali organiche elementari (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, gli ambiti territoriali interessati da allagamenti in generale riferiti rispettivamente a $Tr \leq 30$ anni, $30 < Tr \leq 200$ anni. In presenza di specifiche indicazioni dei PAI o in relazione ad esigenze di protezione civile possono essere definiti ambiti territoriali interessati da $200 < Tr \leq 500$ anni.

Al di fuori delle unità territoriali organiche elementari (U.T.O.E.) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici, sono

comunque definiti gli ambiti territoriali di fondovalle per i quali ricorrano notizie storiche di inondazione e gli ambiti di fondovalle posti in situazione morfologicamente sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

4.2.2. valutazione della pericolosità

Il territorio viene caratterizzato in funzione dello stato di pericolosità con l'indicazione degli eventuali condizionamenti alla trasformabilità anche di tipo prescrittivo da assumere nella redazione del regolamento urbanistico. Attraverso le analisi e gli approfondimenti vengono caratterizzate aree omogenee dal punto di vista delle pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano, oltre ad essere integrate e approfondite quelle già individuate nei piani di bacino.

Sono pertanto caratterizzate le aree a pericolosità geomorfologica ed idraulica, nonché le zone a maggior pericolosità sismica locale e le aree che presentano problematiche idrogeologiche e problematiche di dinamica costiera.

E' opportuno tenere distinta la pericolosità per fattori geomorfologici da quella per fattori idraulici attraverso cartografie che individuino le situazioni di pericolosità come di seguito riportate.

4.2.3. aree a pericolosità idraulica

Pericolosità idraulica molto elevata (I.4): aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr \leq 30$ anni.

Fuori dalle unità territoriali organiche elementari (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:

- a)vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b)sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica elevata (I.3): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr \leq 200$ anni.

Fuori dalle unità territoriali organiche elementari (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

- a)vi sono notizie storiche di inondazioni;

b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica media (I.2): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < Tr \leq 500$ anni.

Fuori dalle unità territoriali organiche elementari (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica bassa (I.1): aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

4.2.4. elaborati delle indagini per il Piano Strutturale comunale e relative varianti

Relazione La relazione illustra gli aspetti che concorrono alla definizione dell'assetto geologico tecnico del territorio come di seguito descritto:

- a) inquadramento del territorio attraverso la documentazione relativa al quadro conoscitivo esistente che costituisce il riferimento di base per la predisposizione delle successive analisi ed elaborazioni;
- b) illustrazione degli elementi connessi agli aspetti geologici e strutturali, litologici, geomorfologici, idraulici, idrogeologici, sismici;
- c) descrizione dei passaggi analitici che hanno portato alla delimitazione cartografica delle aree di pericolosità e all'individuazione delle criticità riferite agli specifici fenomeni che le generano;
- d) indicazioni, sulla base delle situazioni di pericolosità e delle criticità riscontrate, sugli eventuali condizionamenti alla trasformabilità del territorio in termini di necessità di approfondimenti (progetti di messa in sicurezza o specifiche tipologie di indagine) da effettuarsi in fase di formazione del regolamento urbanistico.

I condizionamenti alla trasformabilità possono essere recepiti anche in termini prescrittivi nell'ambito delle norme tecniche del Piano strutturale.

4.2.5. condizioni di fattibilità

Le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali possono essere differenziate secondo le seguenti categorie di fattibilità.

Fattibilità senza particolari limitazioni (F1): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità con normali vincoli (F2): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità condizionata (F3): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Fattibilità limitata (F4): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

4.2.6. fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici ed idraulici

E' opportuno distinguere la fattibilità in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate per fattori geomorfologici da quella per fattori idraulici, ai fini di una più agevole e precisa definizione delle condizioni di attuazione delle previsioni, delle indagini di approfondimento da effettuare a livello attuativo ed edilizio, delle opere necessarie per la mitigazione del rischio, nel rispetto delle disposizioni dei piani di bacino.

4.3. borro del Quercio

4.3.1. il modello geometrico

Il modello geometrico del Borro del Quercio ha inizio nel tratto compreso tra la località Casina del Borro al Quercio (presso la stazione di decompressione del metano) e la confluenza con il fiume Arno. Il tratto modellato a monte appartiene al comune di Montevarchi (da QU_PS_066 a QU_PS_025), mentre nel tratto a valle (da QU_PS_024 a QU_PS_01), dopo che il borro compie una svolta verso sinistra, scorre in comune di San Giovanni Valdarno, fino a sfociare nel fiume Arno. Il modello geometrico dell'alveo è stato ottenuto mediante l'inserimento di oltre 100 sezioni trasversali, ivi comprese quelle effettuate sulle varie opere di attraversamento (6 ponticelli), presenti nel tratto. Dette sezioni derivano dal progetto di sistemazione idraulica del corso d'acqua attuato dal Comune di San

Giovanni Valdarno, e sono state integralmente riprese dagli allegati allo studio di supporto al Regolamento Urbanistico e al Piano Strutturale del comune di Montevarchi redatto nel 2003 a firma dell'Ing. Remo Chiarini. Nei casi in cui le sezioni non fossero in grado di contenere le portate di verifica sono state inserite nel modello delle soglie sfioranti ("Lateral Structures") collegate a delle celle di esondazione ("Storage Areas"), in grado di descrivere le esondazioni nel territorio circostante il corso d'acqua. Le curve di invaso attribuite alle celle di accumulo sono state desunte dalla cartografia disponibile in scala 1:2'000, utilizzando sia le curve di livello, sia i punti quotati.

4.3.2. le simulazioni effettuate allo stato attuale

Per quanto riguarda gli scenari con tempo di pioggia critico per il borro del Quercio (scenario A) sono state effettuate le verifiche in moto vario sia per $T_r=200$, 100, 30 e 20 anni.

Nel caso dello scenario di tipo B (tempo di pioggia pari a 18 ore), è stato realizzato in prima battuta un modello in moto permanente, finalizzato a

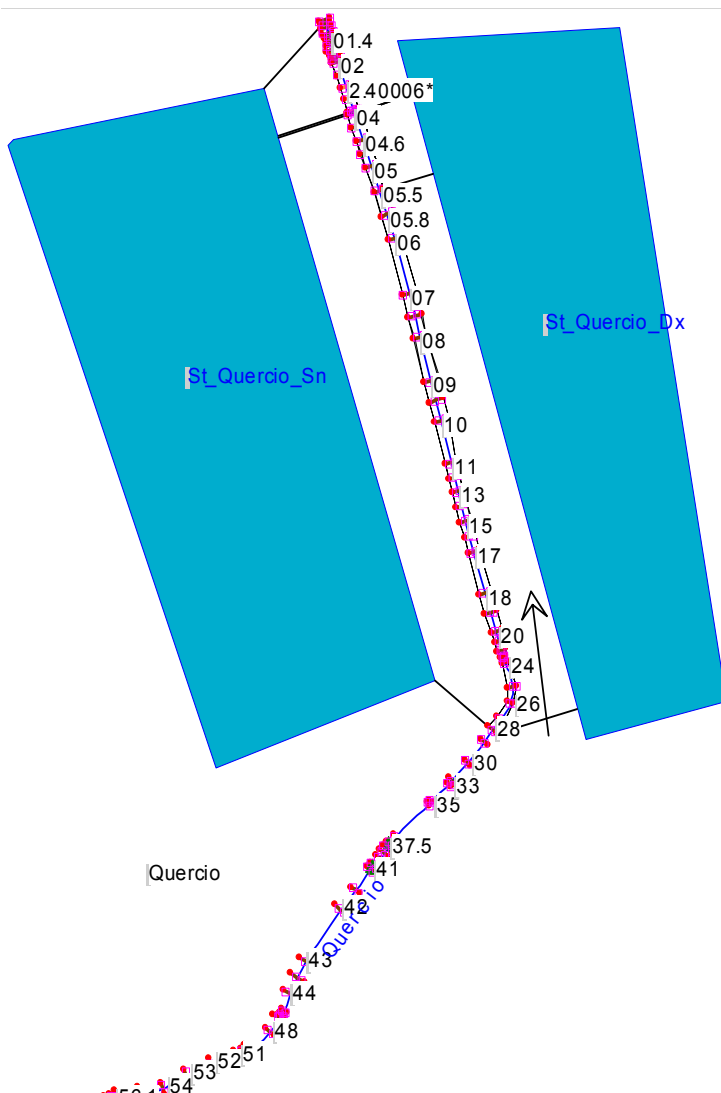


Figura 11 – Modello geometrico borro del Quercio (Hec-Ras 4.0)

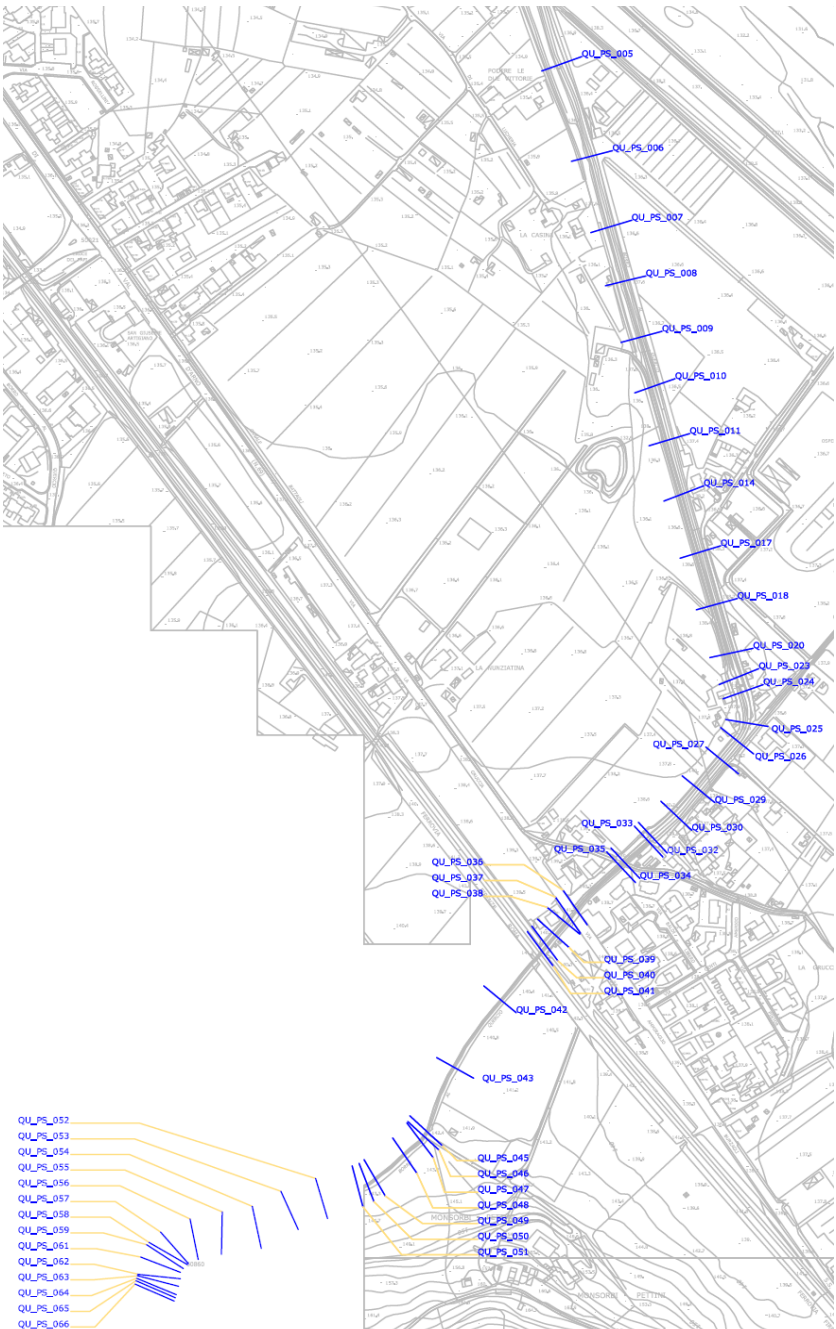


Figura 12 – Estratto cartografico Borro del Quercio

Corso d'acqua	Tipo scenario	Tipo di calcolo	Tempo di ritorno	Geometry	Flow	Plan	ShortID
Borro del Quercio	A	Moto vario	200	Stato_attuale	Tr200TpCr	StatoAttuale_Tr200Tpcr	SA_Tr200TpCr
	A	Moto vario	100	Stato_attuale	Tr100TpCr	StatoAttuale_Tr100Tpcr	SA_Tr100TpCr
	A	Moto vario	30	Stato_attuale	Tr30TpCr	StatoAttuale_Tr30Tpcr	SA_Tr30TpCr
	A	Moto vario	20	Stato_attuale	Tr20TpCr	StatoAttuale_Tr20Tpcr	SA_Tr20TpCr
	B	Moto permanente	200,100,30,20	Stato_Attuale_perm_18	Permanente_Tp18	StatoAttuale_perm_Tp18	SA_Per_Tp18
	B	Moto vario	200	Stato_attuale_Tp18	Tr200Tp18	StatoAttuale_Tr200_Tp18	SA_Tr200_Tp18
	B	Moto vario	100	Stato_attuale_Tp18	Tr100Tp18	StatoAttuale_Tr100_Tp18	SA_Tr100_Tp18
	B	Moto vario	30	Stato_attuale_Tp18	Tr30Tp18	StatoAttuale_Tr30_Tp18	SA_Tr30_Tp18

Tabella 5 – schema delle simulazioni effettuate sul borro del Quercio

determinare quale tratto del modello fosse effettivamente interessato dal rigurgito del fiume Arno. Dai risultati di tale modello in moto permanente, si è stabilito pertanto di effettuare la verifica in moto vario nel tratto compreso tra la sezione 30 e la sezione di confluenza in Arno, in quanto le portate del borro del Quercio nelle sezioni a monte della sezione 30, imponendo le condizioni di valle critiche per il fiume Arno, risultano in sicurezza anche per $Tr=200$ anni.

Successivamente è stato implementato il modello in moto vario nel tratto compreso tra le sezioni 30-1 nei seguenti scenari:

$Tr=200$ anni; SIMULAZIONE MOTO VARIO

$Tr=100$ anni; SIMULAZIONE MOTO VARIO

$Tr=30$ anni; SIMULAZIONE MOTO VARIO

Per quanto riguarda lo scenario le verifiche con $Tr=20$ anni, esse sono state assunte, a favore di sicurezza, equivalenti alle verifiche per $Tr=30$ anni, perché il dato di riferimento per il fiume Arno, è presente solo per $Tr=200$, 100 e 30 anni.

4.3.3. analisi dei risultati allo stato attuale

Tempo di pioggia critico per il borro del Quercio

L'unica sezione a risultare insufficiente è la sezione definita con il codice QU_PS_16 sia in destra che in sinistra idraulica, solo per eventi con ricorrenza duecentennale.

Tale sezione si trova nel territorio comunale di San Giovanni Valdarno e pertanto, poiché le esondazioni non vanno ad interessare il comune di Montevarchi, non verranno previsti interventi di sistemazione.

Tempo di pioggia critico per il fiume Arno

I tratti critici per $Tr=200$ anni risultano:

- in sinistra idraulica dalla sezione QU_PS_10 alla sezione QU_PS_5;
- in destra idraulica dalla sezione QU_PS_10 alla sezione QU_PS_4;
- in sinistra e in destra idraulica dalla sezione QU_PS_3.6 alla sezione QU_PS_1, corrispondente alla confluenza nel fiume Arno.
- I tratti critici per $Tr=30$ anni risultano:
 - in destra idraulica le sezioni QU_PS_4.5 e QU_PS_3;
 - in sinistra idraulica dalla sezione QU_PS_2 alla sezione QU_PS_1.9;
 - in sinistra idraulica la sezione QU_PS_1.6;
 - in destra e in sinistra idraulica dalla sezione QU_PS_1.5 alla sezione QU_PS_1.2;
 - in destra idraulica dalla sezione QU_PS_1.1 alla sezione QU_PS_1, corrispondente alla confluenza nel fiume Arno.

Per eventi con $Tr=30$ anni, le esondazioni non vanno ad interessare il territorio comunale di Montevarchi e si arrestano in una piccola area prossima alla confluenza del fiume Arno.

Per $Tr=200$ anni, nonostante i fronti di esondazione siano nel tratto di corso d'acqua appartenente al comune di San Giovanni Valdarno, le

esondazioni raggiungono anche il territorio comunale di Montevarchi, interessando una fascia compresa tra l'argine sinistro del fiume Arno il nuovo Ospedale Unico del Valdarno e viale Giacomo Leopardi.

4.4. borro dello Spedaluzzo

4.4.1. il modello geometrico

Il Borro di Spedaluzzo è stato analizzato anch'esso mediante una simulazione in moto permanente del tratto compreso tra la località La Casina e la confluenza con il fiume Arno. Il modello geometrico dell'alveo è stato ottenuto mediante l'introduzione di oltre 70 sezioni trasversali (ivi comprese quelle relative agli 8 ponti e ponticelli presenti), desunte, previa verifica sul campo, dai progetti di sistemazione del corso d'acqua effettuate dalla Provincia di Arezzo o dal Comune di Montevarchi negli anni 2000 e 2001 e già collaudati, e ripresi dal previgente Regolamento Urbanistico (Chiarini, 2003). Ove ritenuto necessario sono state inserite sezioni interpolate per migliorare il grado di approssimazione dei risultati.

Nei casi in cui le sezioni non fossero in grado di contenere le portate

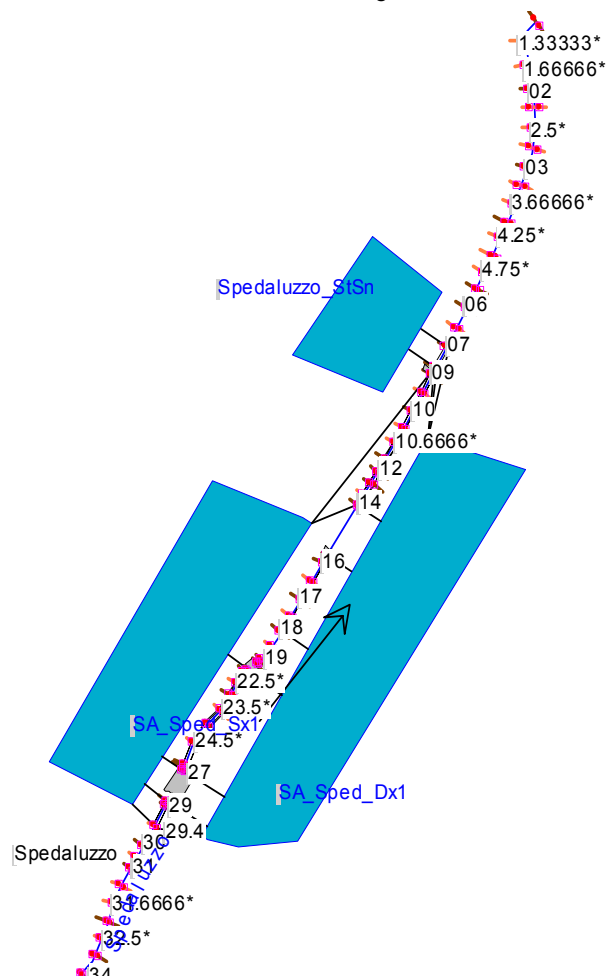


Figura 13 – Le aree di accumulo nel modello idraulico del borro dello Spedaluzzo (Hec-Ras 4.0)

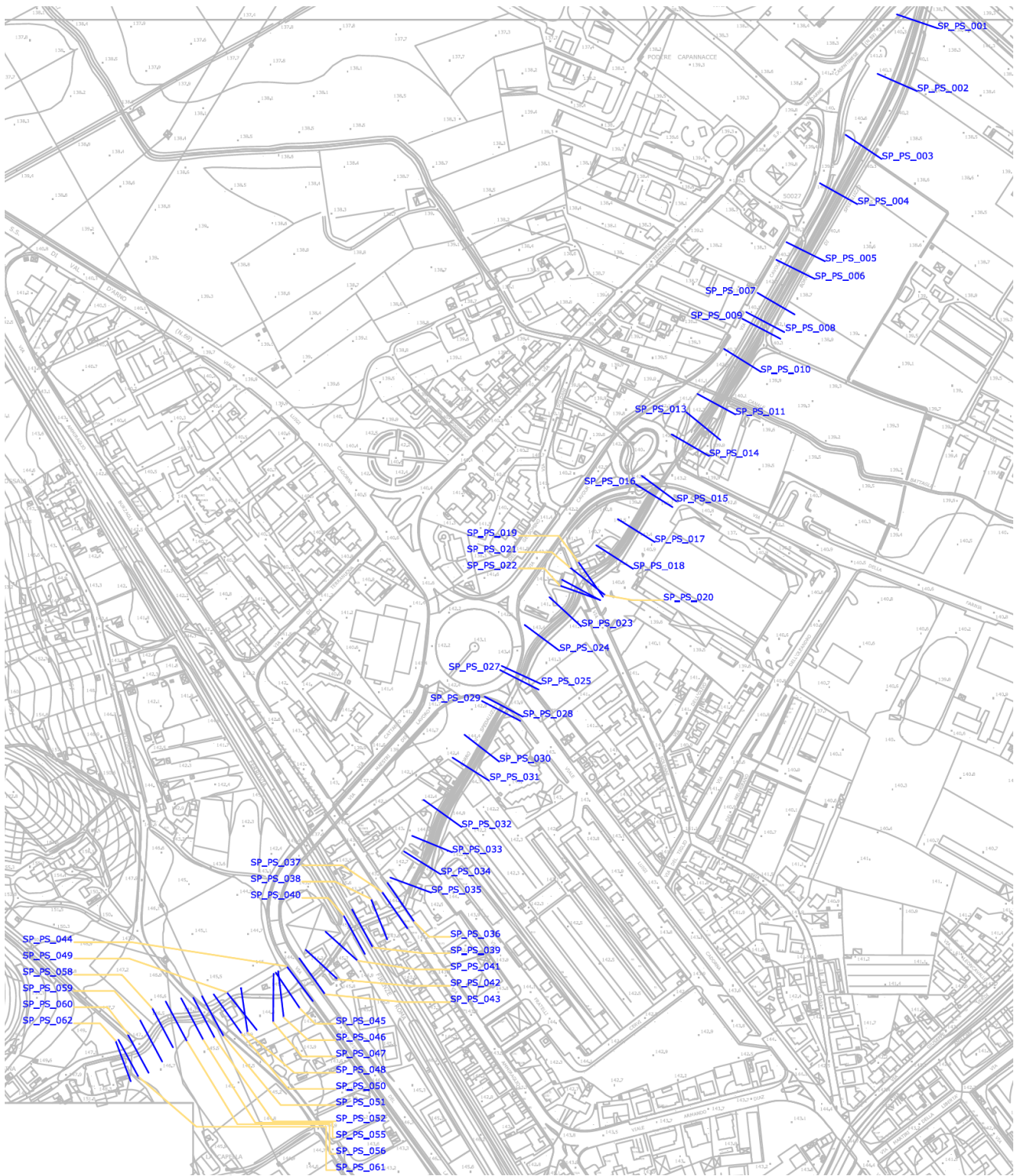


Figura 14 – Estratto cartografico Borro dello Spedaluzzo

Corso d'acqua	Tipo scenario	Tipo di calcolo	Tempo di ritorno	Geometry	Flow	Plan	ShortID
Borro dello Spedaluzzo	A	Moto vario	200	BorrodelloSpedaluzzo-TpCr_Tr200_100	Alto2000_Tr200-TpCr	Tr200-TpCr_Alto2000	Tr200_TpCr
	A	Moto vario	100	BorrodelloSpedaluzzo-TpCr_Tr30_20	Alto2000_Tr100-TpCr	Tr100-TpCr_Alto2000	Tr100_TpCr
	A	Moto vario	30	BorrodelloSpedaluzzo-TpCr_Tr30_20	Alto2000_Tr30-TpCr	Tr30-TpCr_Alto2000	Tr30_TpCr
	A	Moto vario	20	BorrodelloSpedaluzzo-TpCr_Tr30_20	Alto2000_Tr20-TpCr	Tr20-TpCr_Alto2000	Tr20_TpCr
	B	Moto permanente	200, 100, 30, 20	BorrodelloSpedaluzzo_Perm	Permanente_Alto2000_Tp18	Permanente_Alto2000_Tp18	Perm_Tp18

Tabella 6 – schema delle simulazioni effettuate sul borro dello Spedaluzzo

di verifica sono state inserite nel modello delle soglie sfioranti ("Lateral Structures") collegate a delle celle di esondazione ("Storage Areas"), in grado di descrivere le esondazioni nel territorio circostante il corso d'acqua. Le curve di invaso attribuite alle celle di accumulo sono state desunte dalla cartografia disponibile in scala 1:2'000, utilizzando sia le curve di livello, sia i punti quotati.

In particolare sono state inserite tre aree di accumulo denominate:

- SA_Sped_Sx1, in sinistra idraulica tra le sezioni SP_PS_026 e SP_PS_015;
- SA_Sped_Dx1, in destra idraulica tra le sezioni SP_PS_022 e SP_PS_011;
- SA_Sped_StSn, in sinistra idraulica tra le sezioni SP_PS_009 e SP_PS_005.

4.4.2. le simulazioni effettuate allo stato attuale

Per quanto riguarda gli scenari con tempo di pioggia critico per il borro dello Spedaluzzo (scenario A) sono state effettuate le verifiche in moto vario sia per $Tr=200$, 100, 30 e 20 anni.

Nel caso dello scenario di tipo B (tempo di pioggia pari a 18 ore), è stato realizzato un modello in moto permanente, finalizzato a determinare quale tratto del modello fosse effettivamente interessato dal rigurgito del fiume Arno. Poiché non risulta alcun tratto soggetto a rigurgito del fiume Arno, si è stabilito pertanto di non effettuare la verifica in moto vario per il borro dello Spedaluzzo, in quanto la verifica in moto permanente è maggiormente cautelativa.

4.4.3. analisi dei risultati allo stato attuale

Tempo di pioggia critico per il borro dello Spedaluzzo

Il rischio idraulico indotto dal borro dello Spedaluzzo è localizzato in tre aree comprese tra la SP_PS_027 e la SP_PS_010, tra viale Luigi Cadorna, via dell'Oleandro e la S.P. Valdarno-Casentinese (n°59). Si hanno fenomeni di esondazioni solo per l'evento duecentennale, mentre per $Tr=30$ anni, seppur con modesti franchi di sicurezza, le sezioni sono in grado di far transitare le portate di verifica.

Nella tabella 7 si riporta una stima dei volumi e dei battenti idraulici medi sulle aree soggette ad esondazione, per $Tr=200$ anni.

Tempo di pioggia critico per il fiume Arno

Dalle simulazioni idrauliche nello scenario B, effettuate in moto permanente, non risultano tratti critici.

Area inondabile	Volume (1000 mc)	Battente idraulico medio
SA_SPED_DX1	12.61	0.25
SA_SPED_SX1	4.7	1.15
SPEDALUZZO_StSn	0.16	0.05

Tabella 7 – stima dei volumi e dei battenti idraulici medi sulle aree soggette ad esondazione del borro dello Spedaluzzo.

4.5. borro del Giglio

4.5.1. il modello geometrico

Il tratto di studio è compreso tra la località Il Paradiso e la confluenza con il fiume Arno. Le sezioni trasversali dell'alveo introdotte nel modello sono 59 e sono state rilevate nel corso di precedenti studi condotti dall'Ing. Remo Chiarini per conto dell'Amministrazione Comunale o dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno a partire dal gennaio 1999, e comunque ripresi dai file consegnati a supporto del Regolamento Urbanistico (Charini, 2003). Sono state inserite tre aree di accumulo denominate:

- Giglio_sx, in sinistra idraulica tra le sezioni GI_PS_052 e GI_PS_042;
- Giglio_dx, in destra idraulica tra le sezioni GI_PS_052 e GI_PS_047;
- Giglio_dx_valle, in destra idraulica tra le sezioni GI_PS_045 e GI_PS_041.

4.5.2. le simulazioni effettuate allo stato attuale

Per quanto riguarda gli scenari con tempo di pioggia critico per il borro del Giglio (scenario A) sono state effettuate le verifiche in moto permanente sia per $T_r=200$,

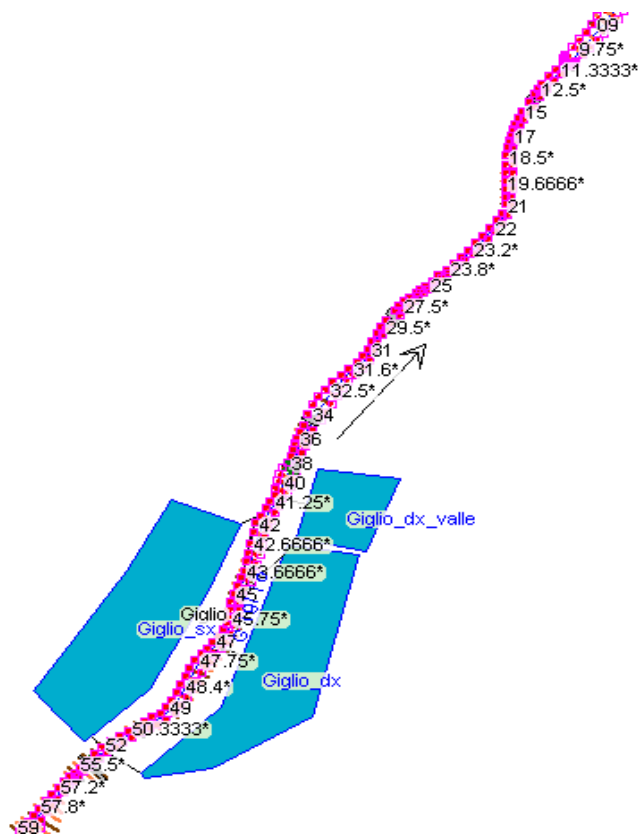


Figura 15 – Le aree di accumulo nel modello idraulico del borro del Giglio (Hec-Ras 4.0)

Corso d'acqua	Tipo scenario	Tipo di calcolo	Tempo di ritorno	Geometry	Flow	Plan	ShortID
Borro del Giglio	A	Moto permanente	200,100,30,20	Stato_Attuale_vario	Permanente_Alto2000_AreeRicalcolate	Stato_Attuale_TpCr	SA_TpCr
	A	Moto vario	200	Stato_Attuale_vario	Tr200TpCr_Alto2000_AreeRicalcolate	SA_Tr200_TpCr	SA_Tr200_TpCr
	B	Moto permanente	200,100,30	Stato_Attuale_vario	Perm_Tp18	Stato_Attuale_Tp18_perm	perm_Tp18

Tabella 8 – schema delle simulazioni effettuate sul borro del Giglio

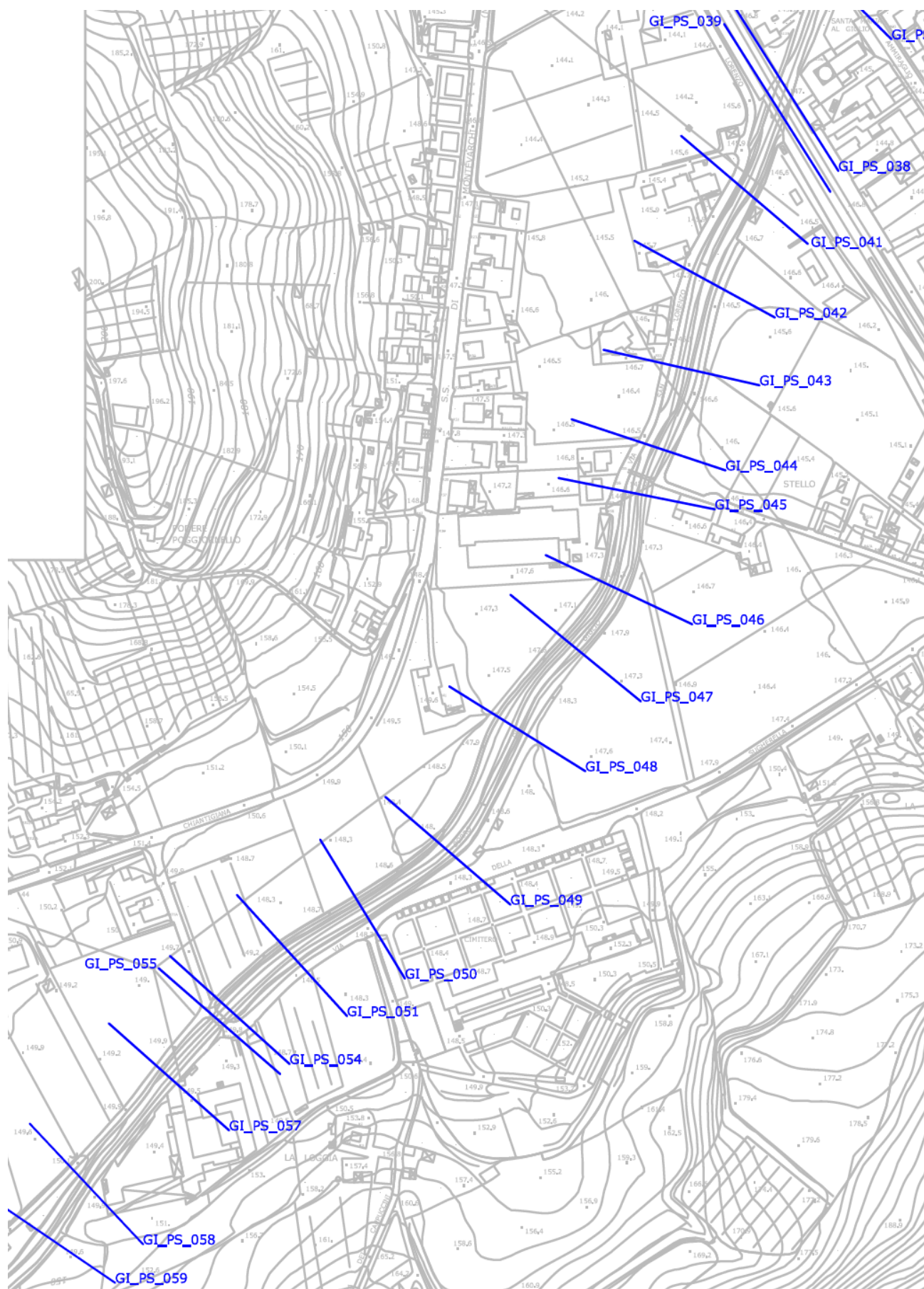


Figura 16 – Estratto cartografico Borro del Giglio (tratto di monte sez. 59-38)

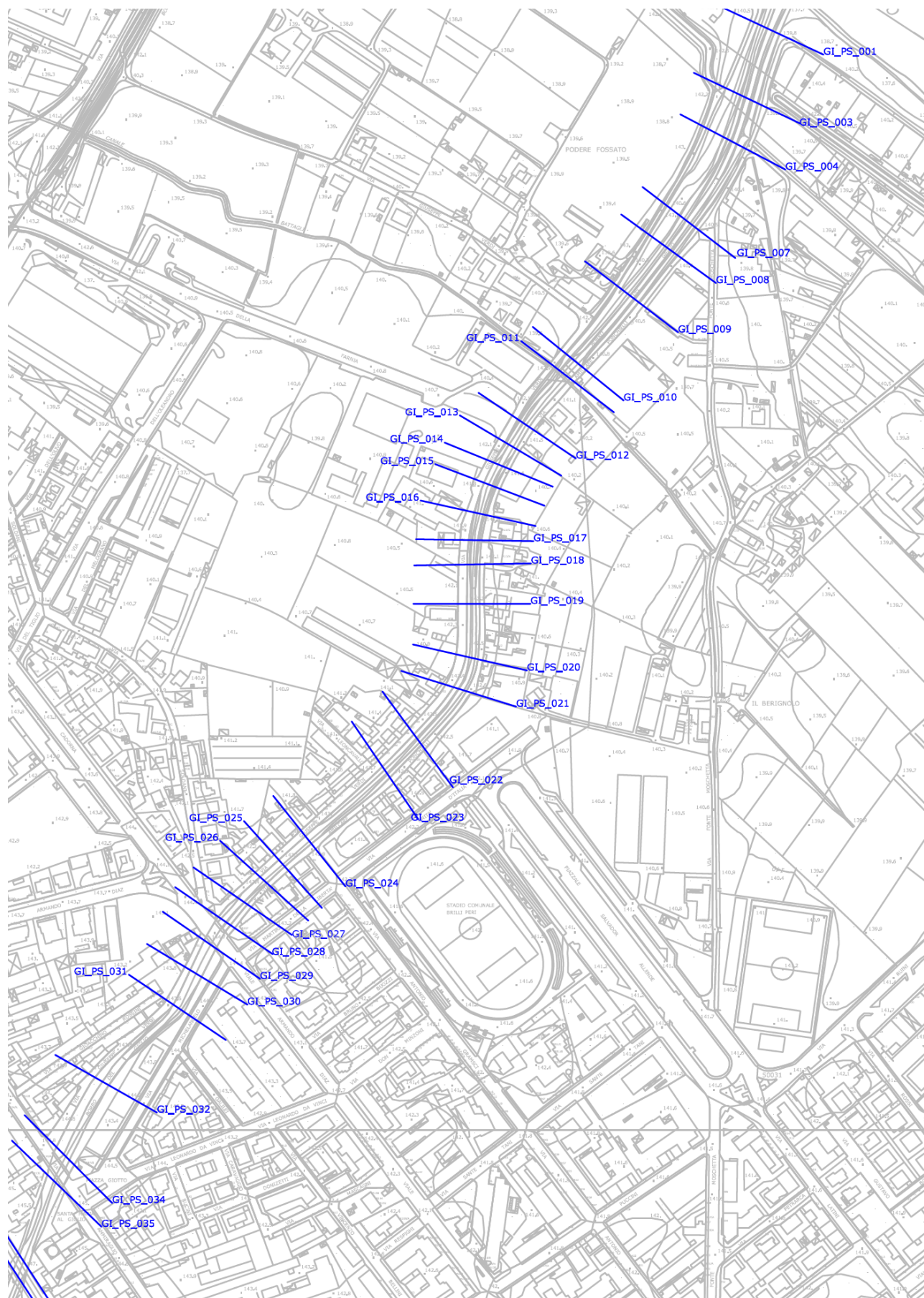


Figura 17 – Estratto cartografico Borro del Giglio (tratto di valle sez. 35-1)

100, 30 e 20 anni. Verificato che le portate con ricorrenza centennale, trentennale e ventennale, erano contenute nelle sezioni di verifica, è stato implementato un modello in moto vario solo per l'evento con $Tr=200$ anni.

Nel caso dello scenario di tipo B (tempo di pioggia pari a 18 ore), è stato realizzato un modello in moto permanente, dalla sezione 59 alla sezione di confluenza con il fiume Arno.

4.5.3. analisi dei risultati allo stato attuale

Tempo di pioggia critico per il borro del Giglio

Il rischio idraulico indotto dal borro del Giglio, per il suo tempo di pioggia critico, è localizzato in tre aree comprese tra la sezione GI_PS_055 e la sezione SP_PS_038, che modella l'attraversamento ferroviario della Firenze-Roma. Si hanno fenomeni di esondazioni solo per l'evento duecentennale, mentre per $Tr=30$ anni, seppur con modesti franchi di sicurezza, le sezioni sono in grado di far transitare le portate di verifica.

La tracimazione si verifica sia per l'insufficienza delle sezioni di deflusso, sia nel tratto più prossimo all'attraversamento ferroviario, per il rigurgito che esso provoca nelle sezioni immediatamente a monte.

Nella tabella seguente si riporta una stima dei volumi e dei battenti idraulici medi sulle aree soggette ad esondazione, per $Tr=200$ anni.

Area inondabile	Volume (1000 mc)	Battente idraulico medio
Giglio_dx	3.11	0.20
Giglio_sx	88.60	1.60
Giglio_dx_valle	11.04	0.40

Tabella 9 – stima dei volumi e dei battenti idraulici medi sulle aree soggette ad esondazione del borro dello Spedaluzzo.

Tempo di pioggia critico per il fiume Arno

Dalle simulazioni idrauliche nello scenario B, effettuate in moto permanente, risultano i seguenti tratti critici, che costituiscono fronti di esondazione per il rigurgito del fiume Arno.

Per $Tr=200$ anni:

- esondazione in destra idraulica tra la sezione GI_PS_10 e la sezione GI_PS_1;
- esondazione in sinistra idraulica tra la sezione GI_PS_2 e la sez. GI_PS_1 (tale fenomeno non è di interesse per la perimetrazione di pericolosità idraulica in quanto siamo già in golena del fiume Arno).

Per $Tr=30$ anni:

- esondazione in destra idraulica tra la sezione GI_PS_05 e la sezione GI_PS_1;

4.6. sistema idraulico Borro della Dogana, Borro della Sabina, Borro dell'Ornaccio e Borro di Caspri

4.6.1. il sistema idraulico Sabina, Caspri, Dogana e Ornaccio

Il borro della Sabina e il borro del Caspri confluiscono in loc. Il Pestello, dando origine al borro della Dogana, che scorre in un tratto forte-

mente urbanizzato con una sezione regolare protetta da muri di sponda, attraversa la ferrovia Firenze-Roma e costeggia il limite sud-est del centro storico di Montevarchi. Nel tratto più a valle il borro della Dogana è arginato e presenta sezioni di maggior area, mentre scorre in un territorio meno antropizzato. Immediatamente a monte dell'attraversamento ferroviario, si ha l'ingresso nel borro della Dogana di una parte del contributo idrologico del borro dell'Ornaccio (vecchio tracciato), mentre circa 70 m a valle dell'attraversamento, confluisce il restante contributo del borro dell'Ornaccio (tratto deviato).

4.6.2. il modello geometrico del borro della Sabina

Il Borro della Sabina è stato analizzato nel tratto compreso tra la località la Vigna (sez. 25) e la località il Pestello (sez. 2), dove esso confluisce nel Borro della Dogana. Il modello geometrico dell'alveo è stato messo a punto mediante l'implementazione di oltre 30 sezioni trasversali (comprese quelle relative all'attraversamento presente presso il campo sportivo del Pestello). I rilievi geometrici sono stati estratti durante la stesura del Regolamento Urbanistico del 2003, dal progetto e dai disegni di contabilità, previa verifica sul campo, del progetto di messa in sicurezza del Borro della Sabina realizzato dal Comune di Montevarchi nel 2002.

Alla confluenza del borro della Sabina con il borro del Caspri, si trova un'area pianeggiante, che è stata modellata come *Storage areas* e indicata con il codice *Storage_1*. Tale area è connessa idraulicamente sia al borro della Sabina (in destra idraulica), sia al borro del Caspri (in sinistra idraulica).

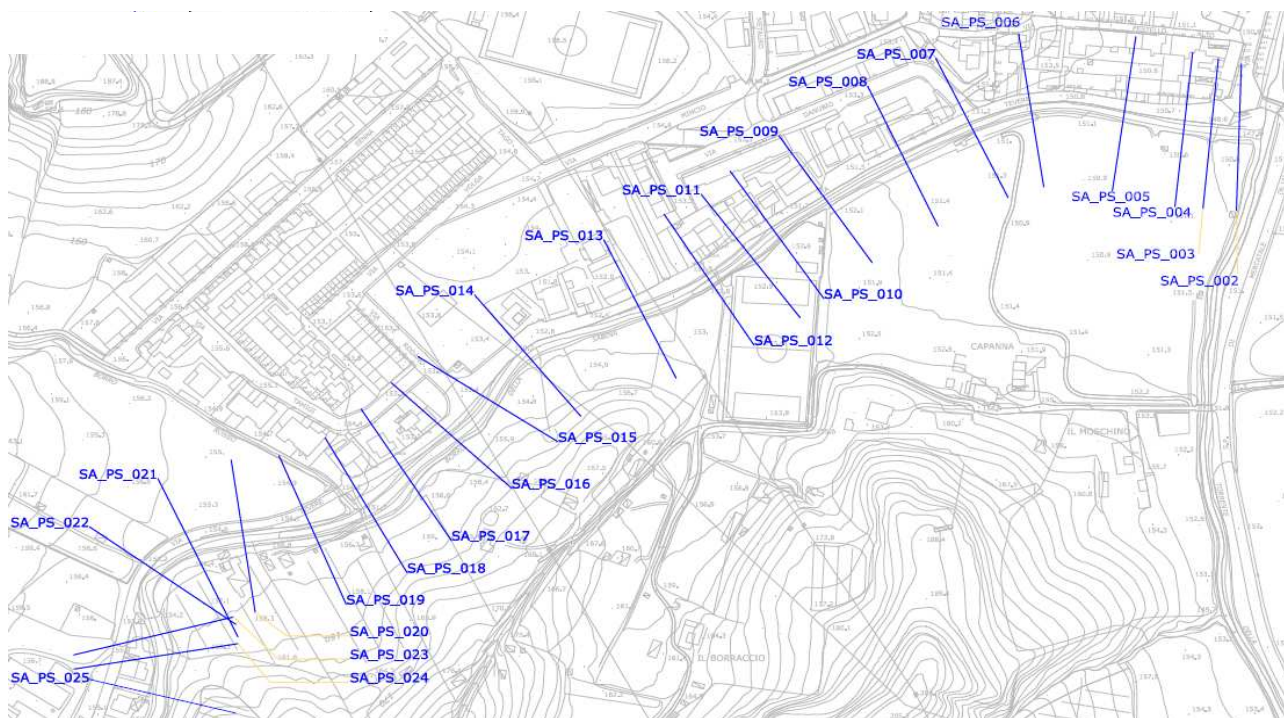


Figura 18 - Estratto cartografico Borro della Sabina

4.6.3. il modello geometrico del borro del Caspri

Il Borro del Caspri è stato studiato nel tratto in cui costeggia la S.P. di Mercatale tra la località Noferi (sez. CA_PS_182) e la località il Pestello (confluenza Dogana-Caspri) (sez. Ca_PS_147), per un numero complessivo di 35 sezioni.

Le sezioni non sufficienti al deflusso delle portate sono collegate idraulicamente a due storage areas:

- *Storage_1*: che modella l'area pianeggiante alla confluenza Sabina-Caspri, collegata anche al borro della Sabina. Tale area è modellata come cella di accumulo di tutti i volumi esondati in sinistra idraulica del Caspri dalla sezione iniziale del modello fino alla sez. CA_PS_147.
- *Storage_dx*: viene modellata questa area di transito allo scopo di valutare l'entità dei volumi in esondazione in destra idraulica del borro del Caspri

4.6.4. il modello geometrico del borro della Dogana

Il Borro della Dogana è stato studiato nel tratto che va dalla sezione 14-6.7 (confluenza Sabina-Caspri), fino alla sezione 87 (confluenza in Arno).

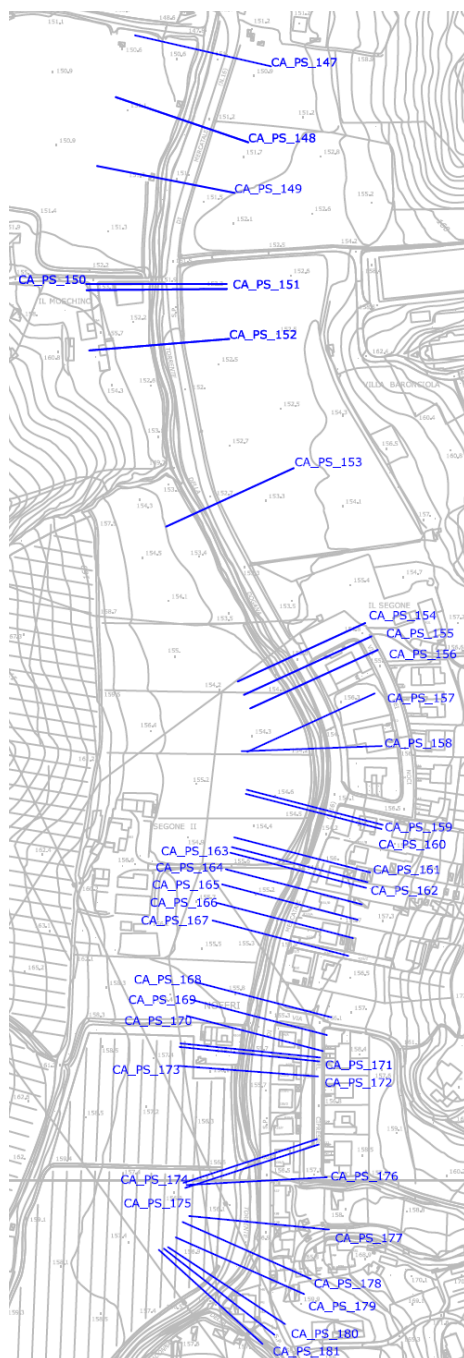


Figura 19 - Estratto cartografico Borro del Caspri

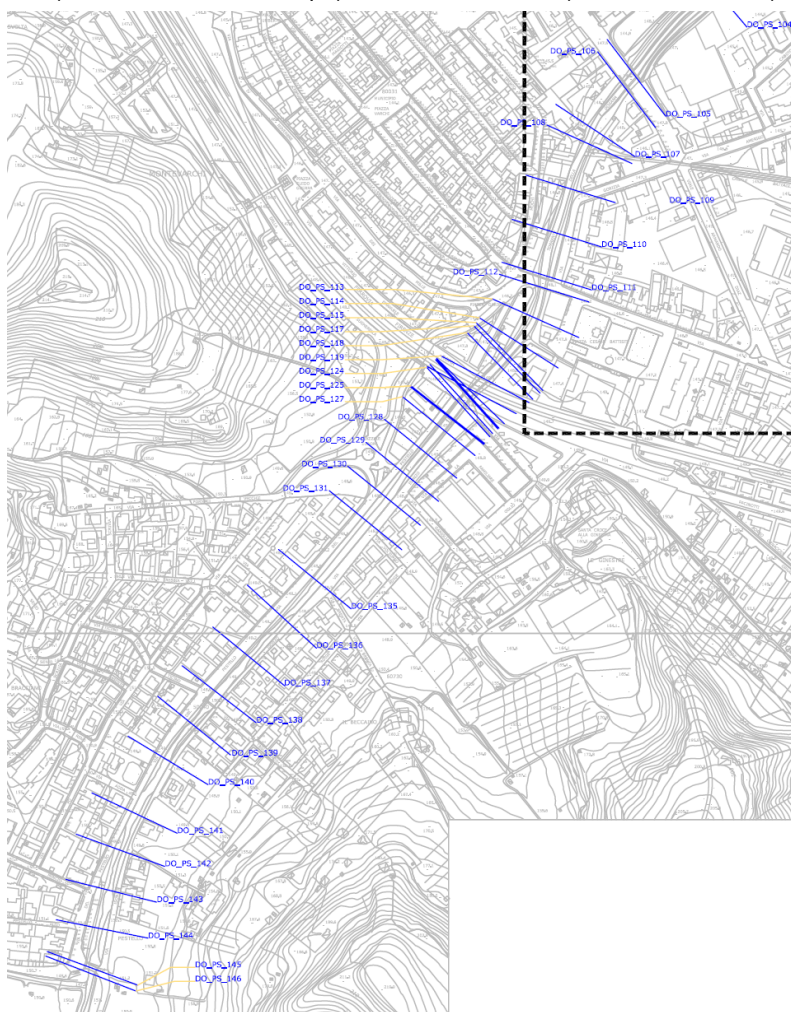


Figura 20 - Estratto cartografico Borro della Dogana (tratto di monte)

Nel modello geometrico del Borro della Dogana, per eventi con $Tr=100$, 30 e 20 anni, non sono state modellate aree di accumulo, in quanto le portate in esondazione dal borro del Caspri, transitano in destra idraulica del borro della Dogana, senza rientrare nel borro della Dogana (che in tale tratto risulta protetto da muri. Invece nel caso di eventi critici con $Tr=200$ anni, nella geometria del borro della Dogana sono state inserite due Storage_Areas, così indicate:

- *accumulo_dogana*: individua l'area in destra idraulica del borro della Dogana che è alimentata da monte attraverso le esondazioni del borro del Caspri ed è collegata idraulicamente al borro della Dogana, nel tratto prossimo all'attraversamento ferroviario;
- *sa_sx*: è stata inserita nel modello per calcolare i volumi in esondazione in sinistra idraulica del borro della Dogana, causati dalla tracimazione delle sezioni nel tratto immediatamente a monte dell'attraversamento ferroviario e che sono sostanzialmente dovuti alla reimmissione di portate nella corrispondente sponda destra, attraverso il passaggio dalla storage area accumulo_dogana.

Il passaggio dei volumi dal modello del borro del Caspri al modello del borro della Dogana è stato effettuato, a favore di sicurezza, senza tener conto dell'eventuale accumulo di volumi lungo il percorso di transito.

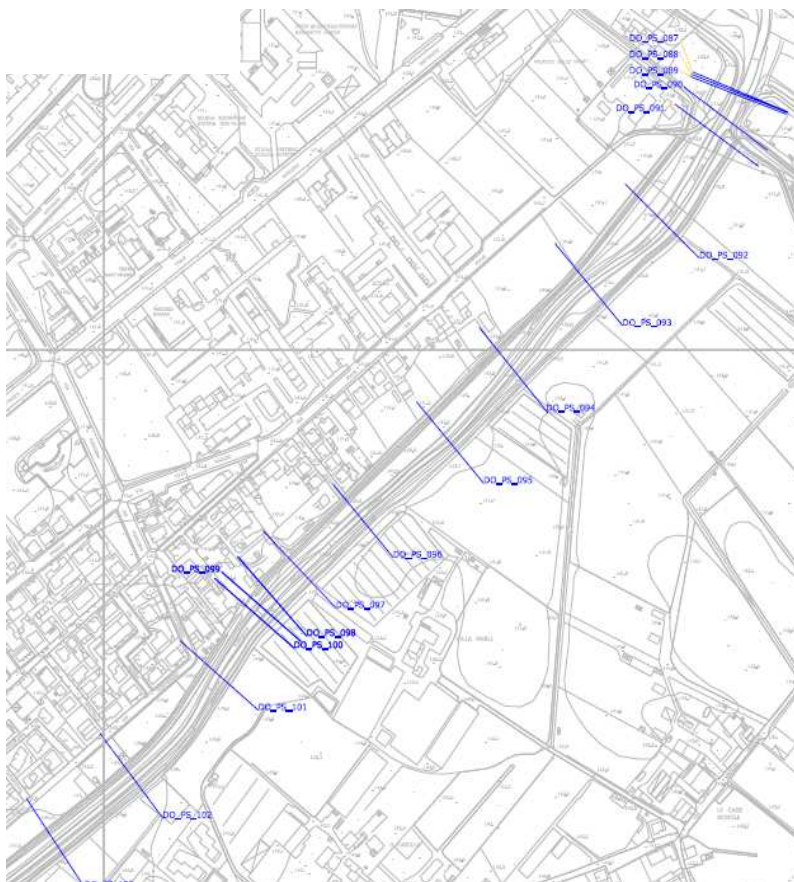


Figura 21 – Estratto cartografico Borro della Dogana (tratto di valle)

4.6.5. il modello geometrico del borro dell'Ornaccio

Il Borro dell'Ornaccio è stato studiato nel tratto compreso tra la località Colonnato (sez. OR_PS_062) e la confluenza con il Borro della Dogana introducendo nel modello geometrico dell'alveo 110 sezioni trasversali così come riportate nel progetto di messa in sicurezza del borro stesso attualmente completato.

Nell'ambito di tale progetto, nel tratto in esame, è stato realizzato un diversivo che parte a monte del tombino esistente sottopassante la Ferrovia Fi-Roma e, costeggiando la medesima, raggiunge il Borro della Dogana. L'alveo originario, cui viene affidato il solo compito di canale scolmatore, è alimentato mediante uno sfioratore laterale posto di fronte al predetto tombino circa 180 m a monte della confluenza del diversivo con il Dogana. Tale dispositivo idraulico di sfioro permette di abbattere la portata del corso d'acqua a valle dello scolmatore. Il diversivo è descritto da 12 sezioni.

Il progetto è stato realizzato per permettere a quest'ultimo valore di portata è il transito della corrente all'interno del canale, anche nella ipotesi particolarmente sfavorevole di piena duecentennale sincrona nel borro dell'Ornaccio e nel ricettore, Borro della Dogana

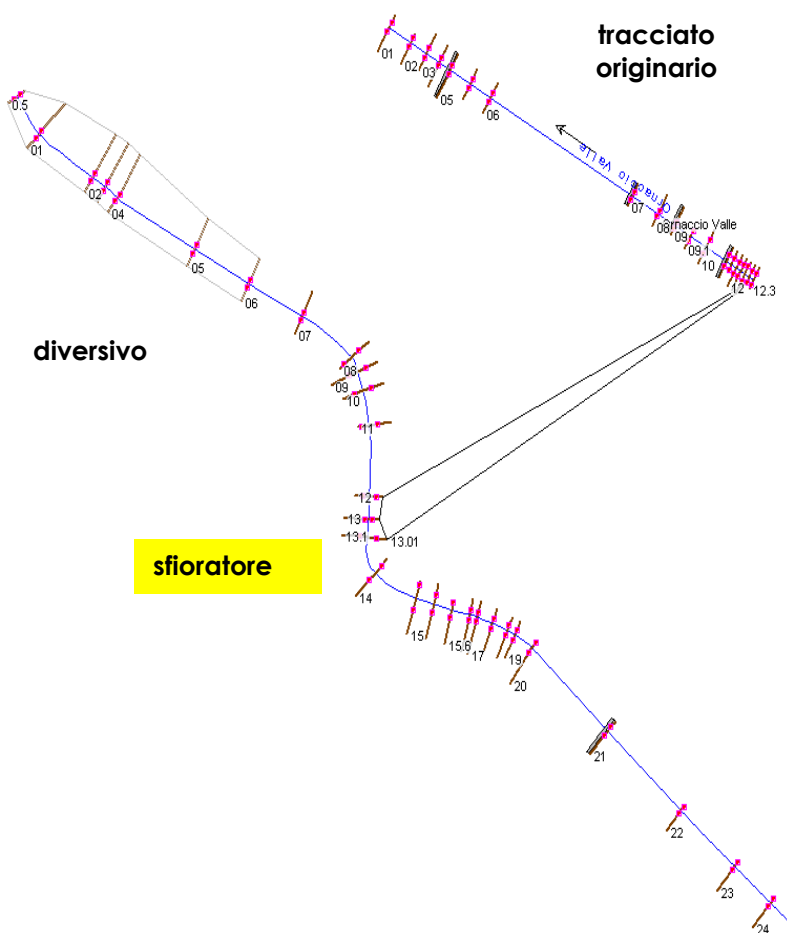


Figura 22 – Il tratto di valle del Borro dell'Ornaccio. Si noti in alto a destra il tratto originario, a valle dello sfioratore, mentre in alto a sinistra c'è il cosiddetto diversivo. Entrambi i tratti confluiscono nel borro della Dogana.

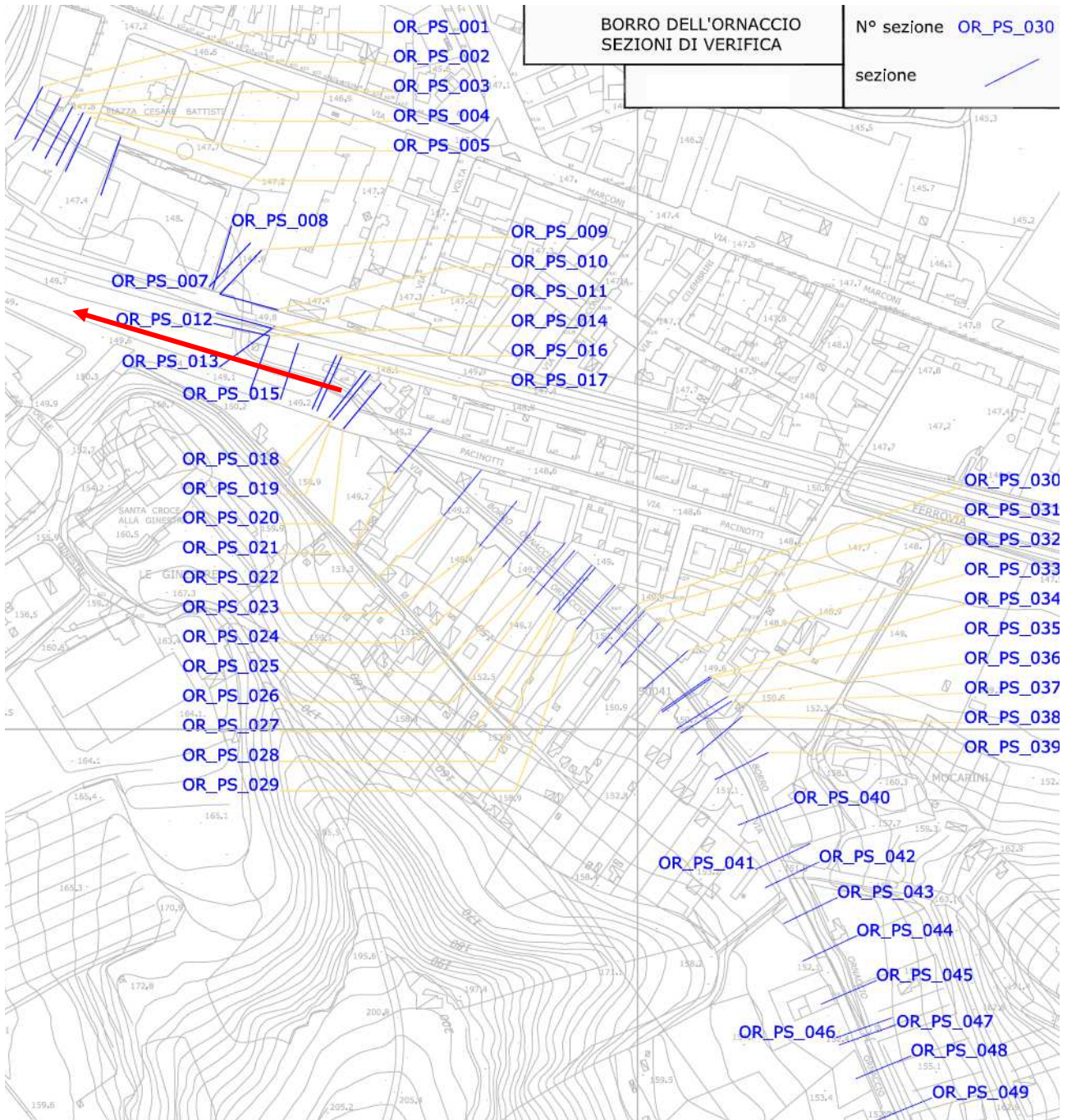


Figura 23 – Estratto cartografico Borro dell'Ornaccio (sez. 49-1). Le sezioni indicate fanno parte del tracciato originario del borro dell'Ornaccio. Con la freccia rossa è indicato il tracciato del diversivo, che confluisce nel borro della Dogana a monte dell'attraversamento ferroviario. Le sezioni originarie dalla sezione OR_PS_012 alla OR_PS_001 nel modello Hec-ras, saranno inserite in una diversa reach denominata Ornaccio valle, mentre le sezioni del diversivo saranno inserite nella reach principale Ornaccio, mantenendo come description il nome che avevano tali sezioni nel progetto di risistemazione (es. Diversivo 204).

Corso d'acqua	Tipo scenario	Tipo di calcolo	Tempo di ritorno	Geometry	Flow	Plan	ShortID
Sistema Borro della Sabina e Borro del Caspri	A	Moto vario	200	Sabina+Caspri	Sab_Cas_Tr200_TpCr	Sabina+Caspri_Tr200_TpCr	SC_Tr200_TpC
	A	Moto vario	100	Sabina+Caspri	Sab_Cas_Tr100_TpCr	Sabina+Caspri_Tr100_TpCr	SC_Tr100_TpC
	A	Moto vario	30	Sabina+Caspri	Sab_Cas_Tr30_TpCr	Sabina+Caspri_Tr30_TpCr	SC_Tr30_TpC
	A	Moto vario	20	Sabina+Caspri	Sab_Cas_Tr20_TpCr	Sabina+Caspri_Tr20_TpCr	SC_Tr20_TpC

Tabella 10 - schema delle simulazioni effettuate sul sistema Borro della Sabina – Borro del Caspri

4.6.6. le simulazioni effettuate sul sistema Sabina-Caspri

Il sistema Sabina-Caspri è stato verificato esclusivamente per i fenomeni idrologici di tipo A, in quanto, i corsi d'acqua sono sufficientemente a monte da non risentire del rigurgito del fiume Arno. Per quanto riguarda gli scenari con tempo di pioggia critico, sono stati introdotti gli idrogrammi di piena maggiormente cautelativi sia per il borro della Sabina, sia per il Borro del Caspri. Come condizione di valle è stato inserito il valore massimo del battente idraulico del borro della Dogana.

Le simulazioni sono state effettuate in moto vario, per $Tr=200, 100, 30$ e 20 anni.

4.6.7. le simulazioni effettuate sul borro della Dogana

Il borro della Dogana è stato verificato nello scenario A, con 4 modelli in moto vario con Tr variabile ($200, 100, 30$ e 20 anni), mentre nello scenario B è stato studiato in moto permanente.

Si noti che, per $Tr=200$ anni e tempo di pioggia critico, sono diversi, sia il file di geometria, sia il file di portata. Questo accade, perchè, come si vedrà meglio nei paragrafi successivi, solo nel caso di $Tr=200$ anni, si ipotizza e si modella il reingresso delle portate in esondazione in destra idraulica dal borro del Caspri, in corrispondenza delle sezioni a monte dell'attraversamento ferroviario.

4.6.8. le simulazioni effettuate sul borro dell'Ornaccio

Così come per il sistema Sabina-Caspri, le verifiche sul borro dell'Ornaccio sono state effettuate nello scenario di tipo A, in quanto il corso d'acqua si trova sufficientemente a monte da non risentire del rigurgito del fiume Arno.

Corso d'acqua	Tipo scenario	Tipo di calcolo	Tempo di ritorno	Geometry	Flow	Plan	ShortID
Borro dell'Ornaccio	A	Moto vario	200	Stato_Attuale	Tr200-TpCr_AITo2000	SA_Tr200_TpCr	SA_Tr200_TpCr
	A	Moto vario	100	Stato_Attuale	Tr100-TpCr_AITo2000	SA_Tr100_TpCr	SA_Tr100_TpCr
	A	Moto vario	30	Stato_Attuale	Tr30-TpCr_AITo2000	SA_Tr30_TpCr	SA_Tr30_TpCr
	A	Moto vario	20	Stato_Attuale	Tr20-TpCr_AITo2000	SA_Tr20_TpCr	SA_Tr20_TpCr

Tabella 11 - schema delle simulazioni effettuate sul Borro dell'Ornaccio

Corso d'acqua	Tipo scenario	Tipo di calcolo	Tempo di ritorno	Geometry	Flow	Plan	ShortID
Borro della Dogana	A	Moto vario	200	Borro della Dogana_volumi_sx	Dogana_Tr200_TpCr_con_contributo_37mc	Dogana_Tr200_TpCr	D_Tr200_TpCr
	A	Moto vario	100	Borro della Dogana	Dogana_Tr100_pCr	Dogana_Tr100_TpCr	D_Tr100_TpCr
	A	Moto vario	30	Borro della Dogana	Dogana_Tr30_pCr	Dogana_Tr30_TpCr	D_Tr30_TpCr
	A	Moto vario	20	Borro della Dogana	Dogana_Tr20_pCr	Dogana_Tr20_TpCr	D_Tr20_TpCr
	B	Moto permanente	200, 100, 30, 20	Borro della Dogana_Tp18	Dogana_Permanente_Tp18	Dogana_Perm_Tp18	D_Perm_Tp18

Tabella 12 - schema delle simulazioni effettuate sul Borro della Dogana

Lo scenario A è stato simulato attraverso 4 modelli in moto vario, sia del tratto originario sia del diversivo, per $Tr=200, 100, 30$ e 20 anni.

4.6.9. analisi dei risultati allo stato attuale sul sistema Sabina-Caspri borro del Caspri

Il rischio idraulico per il borro del Caspri è generalizzato in tutto il tratto di studio. In particolare tralasceremo di indicare in questa sede cosa avviene per $Tr=100$ anni, in quanto tale tempo di ritorno non viene utilizzato ai fini della stesura del Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico, rimandando agli allegati idraulici (I3 – verifiche idrauliche stato attuale).

Indichiamo nei capoversi seguenti i fronti di esondazione diretta, ricordando comunque che, poiché le aree in destra e in sinistra idraulica del borro del Caspri, degradano verso valle, anche nelle sezioni dove non c'è esondazione diretta, ci saranno comunque dei battenti idraulici in transito.

Per $Tr=200$ anni:

esondazioni in destra idraulica

- tra la sezione CA_PS_182 e la sezione CA_PS_181;
- in corrispondenza della sezione CA_PS_171.5 (attraversamento);
- tra la sezione CA_PS_167 e CA_PS_162.5;
- tra la sezione CA_PS_154 e CA_PS_148.

Per $Tr=200$ anni:

esondazioni in sinistra idraulica

- tra la sezione CA_PS_182 e la sezione CA_PS_174;
- tra la sezione CA_PS_172 e la sezione CA_PS_162.5;
- in corrispondenza della sezione CA_PS_152;
- tra la sezione CA_PS_149 e la sezione CA_PS_148.

Per $Tr=30$ anni:

esondazioni in destra idraulica

- tra la sezione CA_PS_165 e la sezione CA_PS_162.5;
- tra la sezione CA_PS_167 e CA_PS_162.5;
- tra la sezione CA_PS_153 e CA_PS_152;
- tra la sezione CA_PS_149 e CA_PS_148.

Per $Tr=30$ anni:

esondazioni in sinistra idraulica

- tra la sezione CA_PS_180 e la sezione CA_PS_179;
- tra la sezione CA_PS_170 e la sezione CA_PS_169;
- tra la sezione CA_PS_167 e la sezione CA_PS_162.5.
- in corrispondenza della sezione CA_PS_152;
- tra la sezione CA_PS_149 e CA_PS_148.

Per Tr=20 anni:

esondazioni in destra idraulica

- tra la sezione CA_PS_163 e la sezione CA_PS_162.5;
- in corrispondenza della sezione CA_PS_152;
- in corrispondenza della sezione CA_PS_148.

Per Tr=20 anni:

esondazioni in sinistra idraulica

- tra la sezione CA_PS_167 e la sezione CA_PS_162.5;
- tra la sezione CA_PS_149 e CA_PS_148.

borro della Sabina

Il borro della Sabina, non presenta esondazioni in sinistra idraulica e il tratto non in sicurezza è localizzato esclusivamente nelle ultime 4 sezioni prima della confluenza con il borro del Caspri.

In particolare si ha esondazione per Tr=200 anni dalla sezione SA_PS_05 alla sezione SA_PS_02 e per Tr=30 e 20 anni dalla sezione SA_PS_04 alla sezione SA_PS_02.

aree di accumulo

Nella tabella 13 seguente si riportano i valori di invaso delle storage areas nel sistema Sabina Caspri, per tutti i tempi di ritorno.

Storage Area	Plan	SA Volume (1000 m3)
Storage_1	SC_Tr200_TpCr	35.70
Storage_1	SC_Tr100_TpCr	16.52
Storage_1	SC_Tr30_TpCr	2.96
Storage_1	SC_Tr20_TpCr	4.65
Storage_Dx	SC_Tr200_TpCr	171.00
Storage_Dx	SC_Tr100_TpCr	80.43
Storage_Dx	SC_Tr30_TpCr	23.22
Storage_Dx	SC_Tr20_TpCr	10.16

Tabella 13 – volumi in esondazione nel sistema Sabina-Caspri

4.6.10. analisi dei risultati allo stato attuale sul borro della Dogana

Tempo di pioggia critico per il borro della Dogana:

La verifica in moto vario del borro della Dogana, mostra che, per tutti i tempi di ritorno analizzati, le sezioni sono in grado di far defluire le portate di verifica idrologiche.

Ciononostante, non è possibile escludere la sussistenza di rischio idraulico nelle aree in destra e in sinistra del borro della Dogana, in quanto, le portate esondate dal borro del Caspri, transitano verso valle nelle aree in destra idraulica del borro della Dogana.

Nel caso di eventi con Tr=30 anni, tali portate, costituiscono un transito parallelo al borro della Dogana, ma a causa delle volumetrie e dei battenti maggiormente ridotti rispetto ai muri di protezione in destra idraulica del borro, non si ha mai un riflusso nell'alveo del torrente.

Invece nel caso di eventi con ricorrenza duecentennale, si verifica che è possibile un rientro di portate nel borro della Dogana nel tratto compreso tra le sezioni DO_PS_131 e DO_PS_124. Questo accade, nello scenario idrologico considerato, a meno di eventuali accumuli di volumi da valutarsi dopo aver eseguito un rilievo di dettaglio sulle aree in destra idraulica del tratto Caspri-Dogana.

Tale rientro provoca delle esondazioni sul tratto corrispondente in sinistra idraulica (tratto DO_PS_131 e DO_PS_124).

Storage Area	SA Volume (1000 m3)
accumulo_dogana	34.41
sa_sx	40.38

Tabella 14 – volumi massimi nelle storage areas del modello idraulico del borro della Dogana per $Tr=200$ anni. In particolare, volumi in esondazione in sinistra idraulica del borro della Dogana (sa_sx) e volumi accumulati tra il rilevato ferroviario e i muri di difesa in destra idraulica del borro della Dogana (accumulo_dogana) provenienti dalle esondazioni del borro del Caspri.

Tempo di pioggia critico per il fiume Arno:

Dalle verifiche in moto permanente con tempo di pioggia pari a 18 ore effettuate sul borro della Dogana, si rileva che, per tutti i tempi di ritorno, non ci sono problematiche di rigurgito del fiume Arno.

Le uniche sezioni in cui si rileva un modesto battente in esondazione per $Tr=200$ anni, sono quelle dalla sezione DO_PS_91 alla sezione DO_PS_87 alla confluenza in Arno. Tali fenomeni non concorrono comunque alla valutazione di pericolosità del territorio in quanto tali sezioni sono già interne alla golena sinistra del fiume Arno.

4.6.11. analisi dei risultati allo stato attuale sul borro dell'Ornaccio

Tempo di pioggia critico per il borro dell'Ornaccio:

Le verifiche in moto vario condotte sul borro dell'Ornaccio mostrano che per ogni tempo di ritorno, le sezioni sono in grado di contenere le portate con $Tr=200$, 100, 30 e 20 anni. Infatti con la realizzazione del diversivo, il tratto originario a valle è alimentato da portate dell'ordine dei 2.5. mc/s, per $Tr=200$ anni, a fronte dei circa 22.5 mc/s in arrivo da monte.

4.7 sistema idraulico Torrente Ambra, Torrente Caposelvi, Borro di Valdilago

4.7.1. il sistema idraulico Valdilago, Caposelvi, Ambra

L'ultimo sistema idraulico analizzato del territorio comunale di Montevarchi è quello costituito dal torrente Ambra, affluente di sinistra idraulica del fiume Arno, dotato di un bacino di 204.1 kmq (Al.To. 200-0) che riceve in sinistra idraulica le acque del torrente Caposelvi e infine del Borro di Valdilago.

4.7.2. il modello geometrico del borro di Valdilago

Il Borro di Valdilago, per il quale sono state rilevate nel novembre-dicembre 2003, 62 sezioni trasversali per la modellazione geometrica dell'alveo, è stato studiato nel tratto compreso tra il ponte della ferrovia FI-RO, sez. VL_PS_036, e la confluenza con il torrente Ambra VL_PS_001.

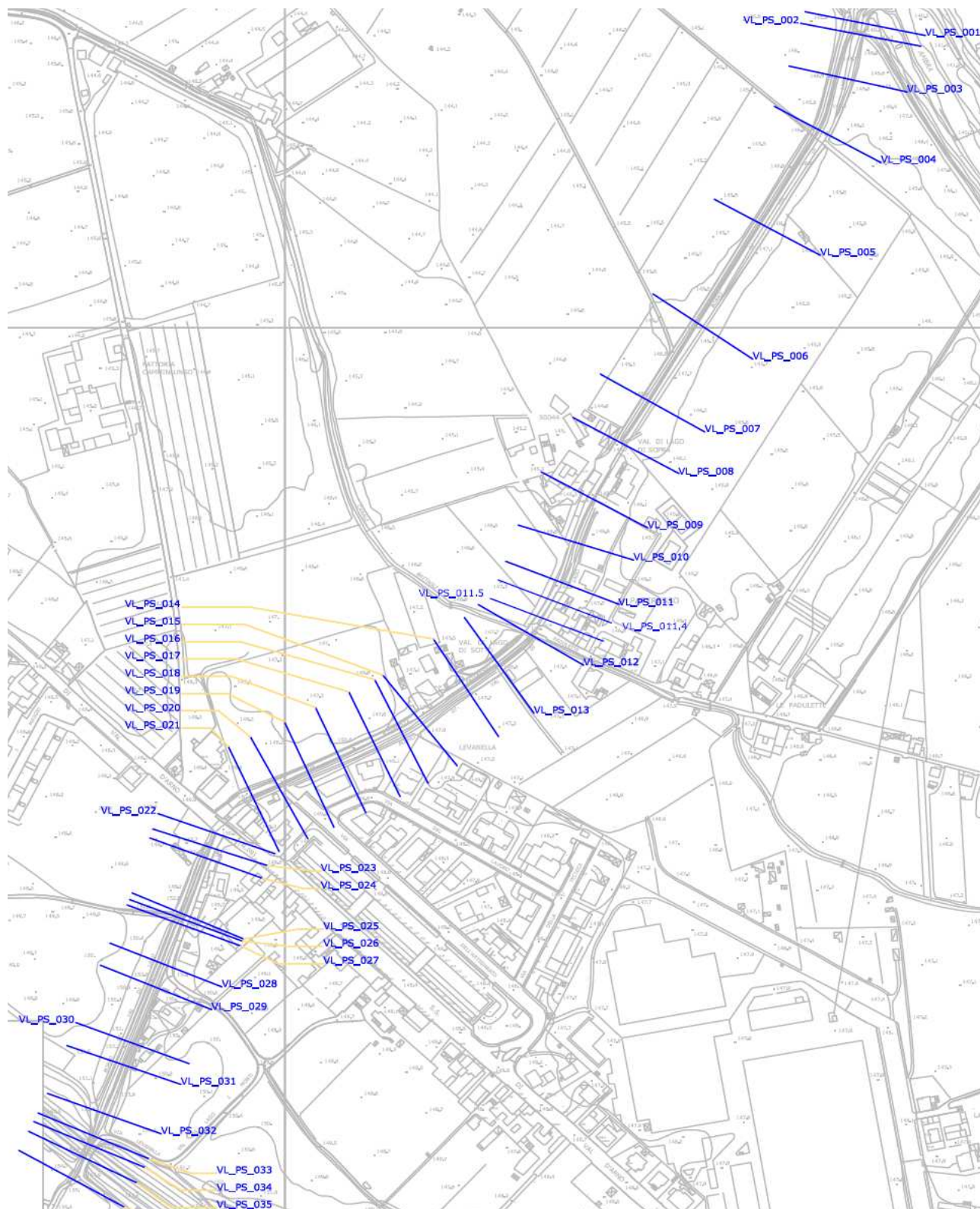


Figura 24 – Estratto cartografico Borro di Valdilago

4.7.3. il modello geometrico del torrente Caposelvi (loc. Mercatale)

Il torrente Caposelvi, nella parte di monte, che scorre in loc. Mercatale è stato modellato attraverso 21 sezioni di rilievo dalla CPM_PS_015 alla CPM_PS_001.

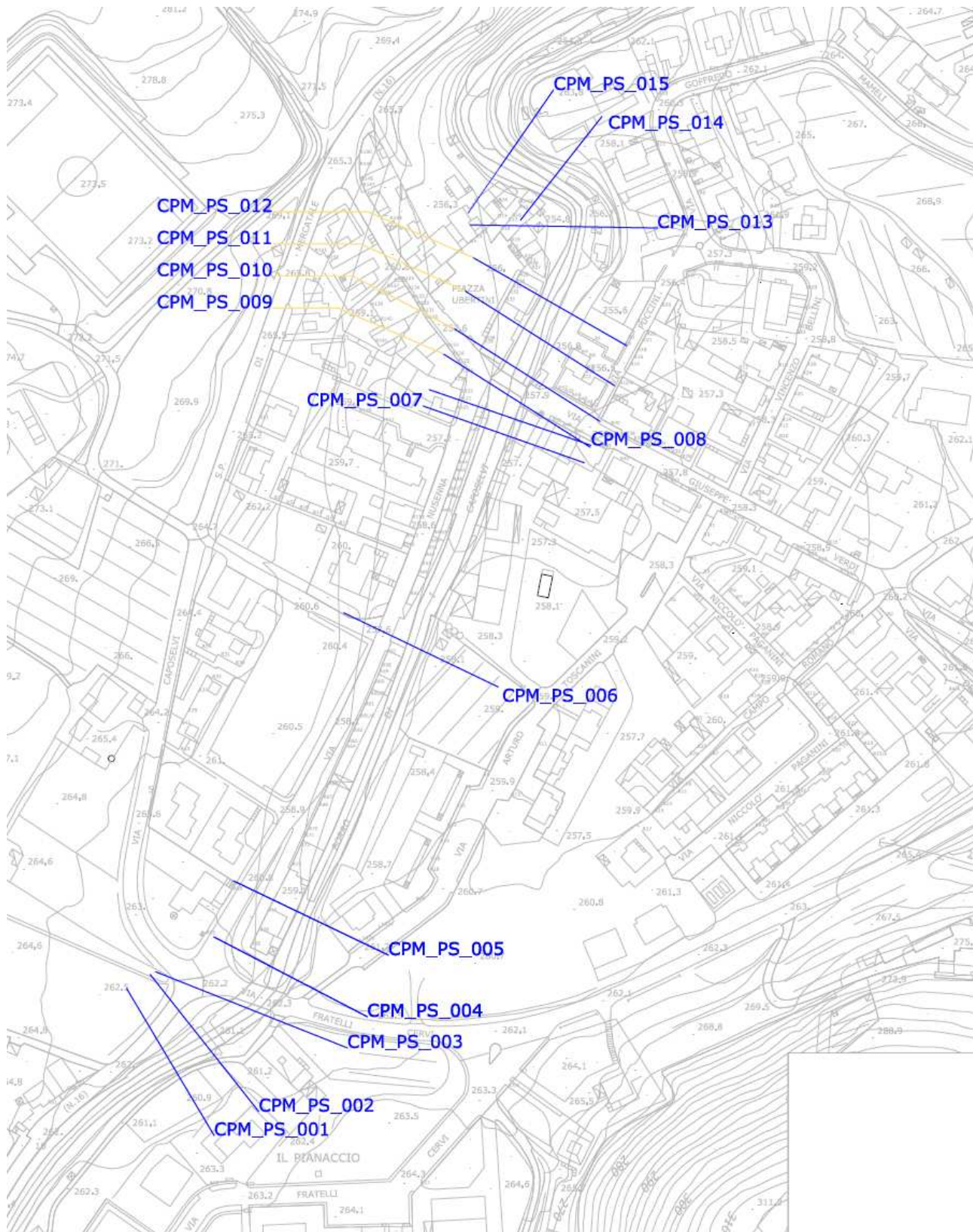


Figura 25 – Estratto cartografico torrente Caposelvi (loc. Mercatale)

4.7.4. il modello geometrico del torrente Caposelvi (tratto di valle)

Il tronco sottoposto ad indagine comprende 24 sezioni trasversali rilevate nel novembre-dicembre 2003, che vanno da monte della Ferrovia FI-Roma, fino alla confluenza in Ambra (CP_PS_019 – CP_PS_001).

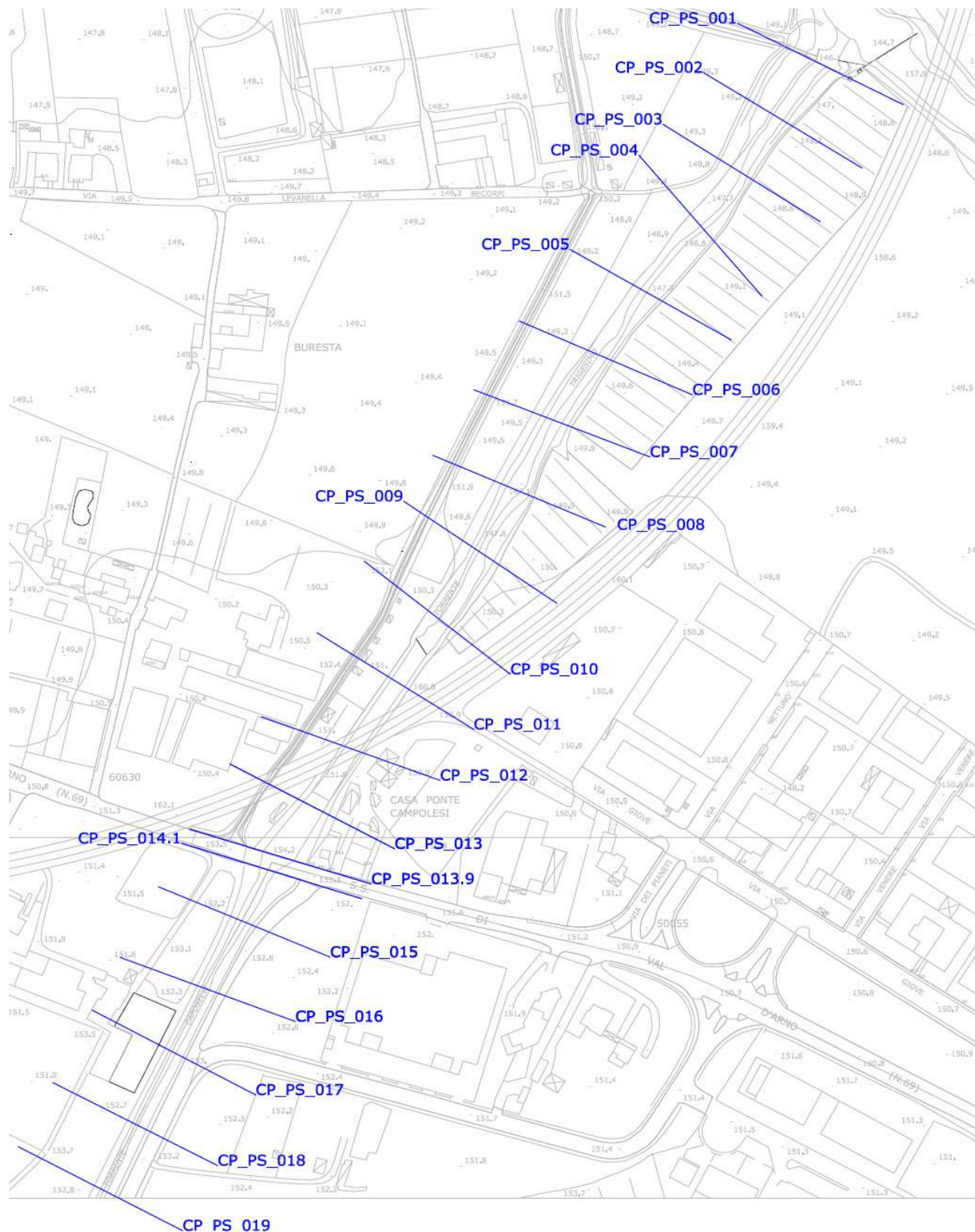


Figura 26 – Estratto cartografico Torrente Caposelvi (tratto di valle)

4.7.5. il modello geometrico del torrente Ambra

Il tratto del torrente Ambra su cui sono state eseguite le verifiche idrauliche comprende 56 sezioni trasversali rilevate nel novembre-dicembre 2003, che vanno dalla sezione AM_PS_01 (confluenza fiume Arno) fino alla sezione AM_PS_56.

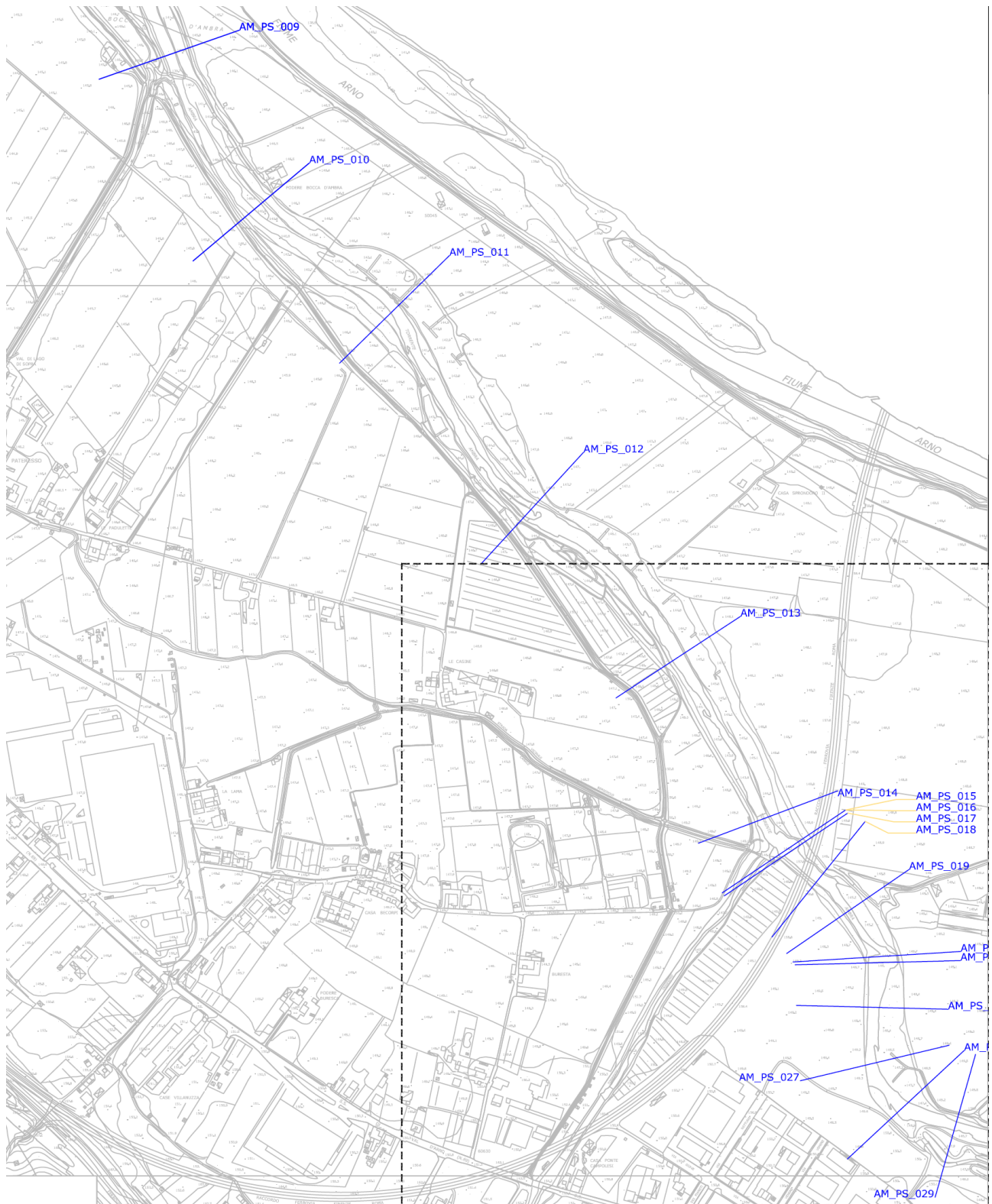


Figura 27 - Estratto cartografico Torrente Ambra (tratto di valle)



Figura 28 – Estratto cartografico Torrente Ambra (tratto di monte)

4.7.6. le simulazioni effettuate sul borro di Valdilago

Per quanto riguarda gli scenari con tempo di pioggia critico per il borro di Valdilago (scenario A) sono state effettuate le verifiche in motovario sia per $Tr=200$, 100, 30 e 20 anni.

Nel caso dello scenario di tipo B (tempo di pioggia pari a 18 ore), è stato realizzato un modello in moto permanente, per $Tr=200$, 100, 30 e 20 anni.

4.7.7. le simulazioni effettuate sul torrente Caposelvi (loc. Mercatale)

Per quanto riguarda gli scenari con tempo di pioggia critico per il torrente Caposelvi – loc. Mercatale (scenario A) sono state effettuate le verifiche in moto permanente per $Tr=200$, 100, 30 e 20 anni.

Lo scenario di tipo B (tempo di pioggia pari a 18 ore), non è stato simulato, in quanto il tratto di studio è distante dalla confluenza nel fiume Arno e pertanto non risente del rigurgito del fiume Arno.

4.7.8. le simulazioni effettuate sul torrente Caposelvi (tratto di valle)

Per quanto riguarda gli scenari con tempo di pioggia critico per il torrente Caposelvi – tratto di valle (scenario A) sono state effettuate le verifiche in moto vario sia per $Tr=200$, 100, 30 e 20 anni.

Nel caso dello scenario di tipo B (tempo di pioggia pari a 18 ore), è stato realizzato un modello in moto permanente, per $Tr=200$, 100, 30 e 20 anni.

4.7.9. le simulazioni effettuate sul torrente Ambra

Per quanto riguarda gli scenari con tempo di pioggia critico per il torrente Ambra (scenario A) sono state effettuate le verifiche in moto vario sia per $Tr=200$, 100, 30 e 20 anni.

Nel caso dello scenario di tipo B (tempo di pioggia pari a 18 ore), è stato realizzato un modello in moto permanente, per $Tr=200$, 100, 30 e 20 anni.

4.7.10. analisi dei risultati allo stato attuale sul borro di Valdilago

Tempo di pioggia critico per il borro di Valdilago:

Il rischio idraulico indotto dal borro di Valdilago, per il suo tempo di pioggia critico, è localizzato in corrispondenza delle seguenti sezioni al variare del tempo di ritorno.

Per $Tr=200$ anni:

- esondazioni in sinistra idraulica tra la sezione VL_PS_36 e la sezione VL_PS_33;
- esondazioni in sinistra e in destra idraulica tra la sezione VL_PS_27 e la sezione VL_PS_25;
- esondazioni in destra idraulica in corrispondenza della sezione VL_PS_14;
- esondazioni in sinistra e in destra idraulica in corrispondenza della la sezione VL_PS_13.8;

Corso d'acqua	Tipo scenario	Tipo di calcolo	Tempo di ritorno	Geometry	Flow	Plan	ShortID
Borro Valdilago	A	Moto vario	200	Stato_attuale_1	Tr200_TpCr	V_Tr200_TpCr	V_Tr200_TpCr
	A	Moto vario	100	Stato_attuale_1	Tr100_TpCr	V_Tr100_TpCr	V_Tr100_TpCr
	A	Moto vario	30	Stato_attuale_1	Tr30_TpCr	V_Tr30_TpCr	V_Tr30_TpCr
	A	Moto vario	20	Stato_attuale_1	Tr20_TpCr	V_Tr20_TpCr	V_Tr20_TpCr
	B	Moto permanente	200, 100, 30, 20	Stato_attuale_1_perm	Perm_Tp18	Perm_Tp18	Perm_Tp18

Tabella 15 – schema delle simulazioni effettuate sul borro di Valdilago

Corso d'acqua	Tipo scenario	Tipo di calcolo	Tempo di ritorno	Geometry	Flow	Plan	ShortID
Torrente Caposelvi (Monte)	A	Moto permanente	200, 100, 30, 20	Stato_Attuale	Permanente_Alto2000	Stato_Attuale_TpCr_Permanente	SA_TpCr_Perm

Tabella 16 – schema delle simulazioni effettuate sul torrente Caposelvi (loc. Mercatale)

Corso d'acqua	Tipo scenario	Tipo di calcolo	Tempo di ritorno	Geometry	Flow	Plan	ShortID
Torrente Caposelvi (tratto di valle)	A	Moto vario	200	Stato_attuale	Tr200TpCr	CP_Tr200_TpCr	CP_Tr200_TpCr
	A	Moto vario	100	Stato_attuale	Tr100TpCr	CP_Tr100_TpCr	CP_Tr100_TpCr
	A	Moto vario	30	Stato_attuale	Tr30TpCr	CP_Tr30_TpCr	CP_Tr30_TpCr
	A	Moto vario	20	Stato_attuale	Tr20TpCr	CP_Tr20_TpCr	CP_Tr20_TpCr
	B	Moto permanente	200, 100, 30, 20	Stato_attuale	Perm_Tp18	Perm_Tp18	Perm_Tp18

Tabella 17 – schema delle simulazioni effettuate sul torrente Caposelvi (tratto di valle)

Corso d'acqua	Tipo scenario	Tipo di calcolo	Tempo di ritorno	Geometry	Flow	Plan	ShortID
Torrente Ambra	A	Moto vario	200	Torrente_Ambra	Tr200TpCr	AM_Tr200_TpCr	AM_Tr200_TpCr
	A	Moto vario	100	Torrente_Ambra	Tr100TpCr	AM_Tr100_TpCr	AM_Tr100_TpCr
	A	Moto vario	30	Torrente_Ambra	Tr30TpCr	AM_Tr30_TpCr	AM_Tr30_TpCr
	A	Moto vario	20	Torrente_Ambra	Tr20TpCr	AM_Tr20_TpCr	AM_Tr20_TpCr
	B	Moto permanente	200, 100, 30, 20	Torrente_Ambra	Perm_Tp18	Perm_Tp18	Perm_Tp18

Tabella 18 – schema delle simulazioni effettuate sul torrente Ambra

- esondazioni in destra idraulica tra la sezione VL_PS_12 e la sezione VL_PS_11.4;
- esondazioni in sinistra e in destra idraulica in corrispondenza della la sezione VL_PS_11.2;
- esondazioni in destra idraulica in corrispondenza della sezione VL_PS_10;
- esondazioni in sinistra e in destra idraulica in corrispondenza della la sezione VL_PS_8.5;
- esondazioni in sinistra idraulica in corrispondenza della sezione VL_PS_08;
- esondazioni in destra idraulica tra la sezione VL_PS_07 e la VL_PS_06.
- Per $Tr=30$ anni:
- esondazioni in sinistra idraulica in corrispondenza della sezione VL_PS_35;
- esondazioni in sinistra e in destra idraulica tra la sezione VL_PS_27 e la sezione VL_PS_25;
- esondazioni in sinistra e in destra idraulica in corrispondenza della la sezione VL_PS_13.8;
- esondazioni in destra idraulica tra la sezione VL_PS_12 e la sezione VL_PS_11.4;
- esondazioni in sinistra e in destra idraulica in corrispondenza della la sezione VL_PS_11.2;
- esondazioni in destra idraulica in corrispondenza della sezione VL_PS_10;
- esondazioni in sinistra e in destra idraulica in corrispondenza della la sezione VL_PS_8.5;
- esondazioni in sinistra idraulica in corrispondenza della sezione VL_PS_08;
- esondazioni in destra idraulica tra la sezione VL_PS_07 e la VL_PS_06.

Per $Tr=20$ anni:

- esondazioni in sinistra idraulica in corrispondenza della sezione VL_PS_35;
- esondazioni in sinistra e in destra idraulica tra la sezione VL_PS_27 e la sezione VL_PS_25;
- esondazioni in destra idraulica in corrispondenza della la sezione VL_PS_13.8;
- esondazioni in destra idraulica tra la sezione VL_PS_12 e la sezione VL_PS_11.4;
- esondazioni in sinistra e in destra idraulica in corrispondenza della la sezione VL_PS_11.2;
- esondazioni in destra idraulica in corrispondenza della sezione VL_PS_10;
- esondazioni in sinistra e in destra idraulica in corrispondenza della la sezione VL_PS_8.5;

- esondazioni in sinistra idraulica in corrispondenza della sezione VL_PS_08;
- esondazioni in destra idraulica tra la sezione VL_PS_07 e la VL_PS_06.

Tempo di pioggia critico per il fiume Arno:

Dalle simulazioni idrauliche nello scenario B, effettuate in moto permanente, risultano che le sezioni in prossimità della confluenza con il torrente Caposelvi, non sono interessate da particolari fenomeni di rigurgito. Nonostante ciò, alcune delle sezioni particolarmente critiche del fosso, risultano insufficienti al transito delle portate anche nello scenario B, come mostrato nel seguente elenco

Per $Tr=200$ anni:

- esondazioni in destra idraulica tra la sezione VL_PS_12 e la sezione VL_PS_11.2;
- esondazioni in sinistra e in destra idraulica in corrispondenza della la sezione VL_PS_8.5;

Per $Tr=30$ anni:

- esondazioni in sinistra e in destra idraulica in corrispondenza della la sezione VL_PS_8.5;

Per $Tr=20$ anni:

- esondazioni in sinistra idraulica in corrispondenza della la sezione VL_PS_8.5.

4.7.11. analisi dei risultati allo stato attuale sul torrente Caposelvi (loc. Mercatale)

Tempo di pioggia critico per il torrente Caposelvi (loc. Mercatale):

Il rischio idraulico indotto dal torrente Caposelvi in loc. Mercatale, per il suo tempo di pioggia critico, è localizzato solo in corrispondenza della passerella con codice CPM_PS_003 e CPM_PS_002, che, per eventi con $Tr=200$ anni, viene sormontata.

4.7.12. analisi dei risultati allo stato attuale sul torrente Caposelvi (tratto di valle)

Tempo di pioggia critico per il torrente Caposelvi (tratto di valle):

Il rischio idraulico indotto dal torrente Caposelvi, nel tratto di valle a monte della confluenza nel torrente Ambra, per il suo tempo di pioggia critico, è localizzato in corrispondenza delle seguenti sezioni nell'evento con $Tr=200$ anni. Per $Tr=30$ e 20 anni non si verificano esondazioni nel seguente tratto.

Per $Tr=200$ anni:

- esondazioni in destra idraulica tra la sezione CP_PS_13 e la sezione CP_PS_12;
- esondazioni in sinistra idraulica tra la sezione CP_PS_10 e la sezione CP_PS_5;
- esondazioni in destra idraulica tra la sezione CP_PS_04 e la sezione CP_PS_03.

Tempo di pioggia critico per il fiume Arno:

Dalle simulazioni idrauliche nello scenario B, effettuate in moto permanente, risultano che le sezioni in prossimità della confluenza con il torrente Ambra, non sono interessate da intensi fenomeni di rigurgito.

Infatti solo nell'evento con $Tr=200$ anni, si verificano esondazioni di modeste entità, in destra idraulica in corrispondenza delle sezioni CP_PS_03 e CP_PS_02.

4.7.13. analisi dei risultati allo stato attuale sul torrente Ambra

Tempo di pioggia critico per il torrente Ambra:

Il rischio idraulico indotto dal torrente Ambra, nel tratto prossimo alla confluenza nel fiume Arno, per il suo tempo di pioggia critico, non si verifica per eventi con ricorrenza trentennale e ventennale. Nell'evento con $Tr=200$ anni, le seguenti sezioni non sono sufficientemente dimensionate:

Per $Tr=200$ anni:

- esondazioni in destra e in sinistra idraulica in corrispondenza delle sezioni AM_PS_48, AM_PS_42 e AM_PS_31;
- esondazioni in destra idraulica in corrispondenza della sezione AM_PS_28;
- esondazioni in destra e in sinistra idraulica tra le sezioni AM_PS_27 e AM_PS_19;
- esondazioni in destra idraulica in corrispondenza della sezione AM_PS_17;
- esondazioni in sinistra idraulica tra le sezioni AM_PS_16 e AM_PS_15.

Tempo di pioggia critico per il fiume Arno:

Dalle simulazioni idrauliche nello scenario B, effettuate in moto permanente, risultano che le sezioni in prossimità della confluenza con il fiume Arno, non sono interessate da particolari fenomeni di rigurgito. Comunque, nell'evento con $Tr=200$ anni, si verificano esondazioni di modeste entità, in destra idraulica in corrispondenza delle sezioni AM_PS_27 e AM_PS_07, mentre in sinistra idraulica in corrispondenza della sezione AM_PS_16.

4.8. fiume Arno nel territorio comunale di Montevarchi

Il fiume Arno scorre in direzione sud-est-nord ovest al limite nord del territorio comunale di Montevarchi. Tutti i corsi d'acqua considerati scorrono pressochè perpendicolarmente al corso del fiume Arno e vi sfociano dopo aver attraversato delle zone urbanizzate.

La situazione di rischio idraulico del fiume Arno è stata valutata sulla base dello studio condotto dall'Autorità di Bacino del fiume Arno, indicato con l'acronimo SIMI (SIT - Modellazione Idraulica).

Tale studio è di "area vasta", in quanto tiene conto di tutta l'asta fluviale

del fiume Arno e delle esondazioni in destra e in sinistra idraulica dello stesso, nonché del contributo idraulico dei suoi affluenti principali

La pubblicazione dei risultati sul sito dell'Autorità di bacino, riporta sinteticamente, tronco per tronco dell'intera asta del Fiume Arno, codice della sezione trasversale, battenti e portate per i tempi di ritorno 30, 100, 200 e 500 anni, e una localizzazione indicativa in coordinate Gauss-Boaga, riferite al punto di mezzo della sezione. I valori dei battenti idrici e delle portate derivano dalla modellazione idrologico-idraulica messa a punto per la redazione del PAI e concorrono, unitamente ad altri elementi di carattere conoscitivo, alla perimetrazione in scala 1:10.000 delle aree a pericolosità idraulica.

4.8.1. i risultati del modello SIMI nel tratto di interesse

Il fiume Arno interessa il territorio comunale di Montevarchi nel tratto che va dalla sezione 896 alla sezione 862.

Nella tabella seguente si riportano i risultati in termini di portate e livelli nelle sezioni indicate: Una volta noti i battenti idraulici, essi sono stati inseriti nelle sezioni del fiume Arno dalla 896 alla 862, allo scopo di verifi-

Tratto: v1 (Valdarno Superiore (1) tratto Montevarchi - Incisa)										
	H 30	H 100	H 200	H 500	Q 30	Q 100	Q 200	Q 500	E gb	N gb
Sezione	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[mc/s]	[mc/s]	[mc/s]	[mc/s]	[m]	[m]
896	149.02	149.98	150.57	151.28	1373	1747	2003	2347	1712109	4821243
895	148.11	148.86	149.3	149.86	1373	1747	2003	2347	1711788	4821220
894	147.85	148.58	149.01	149.57	1372	1747	2003	2347	1711594	4821234
893	147.5	148.23	148.7	149.26	1372	1747	2003	2347	1711410	4821264
892	147.02	147.75	148.17	148.7	1372	1746	2003	2347	1711235	4821320
891D	146.29	147	147.45	148	1372	1747	2003	2347	1711068	4821397
891A	146.05	146.68	147.09	147.6	1372	1747	2003	2347	1711042	4821413
890	145.65	146.32	146.74	147.29	1372	1746	2003	2347	1710881	4821522
889	145.16	145.83	146.27	146.84	1372	1746	2003	2355	1710728	4821632
888	144.82	145.51	145.96	146.55	1372	1746	2003	2363	1710551	4821773
887	144.4	145.12	145.59	146.2	1372	1746	2004	2371	1710391	4821893
886	144.08	144.86	145.35	145.99	1373	1746	2004	2371	1710172	4821980
885	143.82	144.63	145.14	145.78	1373	1746	2004	2370	1710096	4822052
884	143.63	144.47	145	145.65	1373	1746	2005	2371	1709987	4822149
883	143.49	144.36	144.88	145.53	1373	1747	2005	2371	1709908	4822219
882	143.01	143.86	144.36	144.98	1511	1966	2276	2719	1709749	4822333
881	142.66	143.52	144.02	144.64	1511	1967	2277	2720	1709506	4822508
880	142.47	143.32	143.82	144.42	1512	1970	2279	2715	1709260	4822672
879	141.65	142.5	143.01	143.63	1512	1970	2280	2713	1708922	4822928
878	141.29	142.16	142.68	143.3	1512	1971	2280	2714	1708698	4823094
877	140.89	141.75	142.24	142.86	1532	2001	2316	2761	1708525	4823216
876	140.6	141.47	141.97	142.58	1531	2001	2316	2762	1708357	4823336
875	140.23	141.11	141.6	142.21	1531	2002	2316	2762	1708068	4823550
873	139.39	140.29	140.81	141.45	1531	2002	2317	2763	1707754	4823771
869d	138.84	139.76	140.25	140.87	1549	2029	2348	2803	1707370	4824111
869a	138.63	139.5	139.95	140.49	1549	2029	2348	2803	1707344	4824131
867	138.64	139.51	139.97	140.52	1549	2029	2348	2803	1707317	4824139
866	138.37	139.21	139.66	140.19	1549	2029	2348	2804	1707168	4824279
865	138.15	138.99	139.44	139.96	1548	2030	2349	2804	1707047	4824390
864	137.87	138.72	139.17	139.67	1548	2030	2349	2804	1706871	4824545
863	137.69	138.53	138.97	139.45	1548	2030	2350	2804	1706698	4824680
862	137.37	138.23	138.66	139.12	1548	2030	2350	2804	1706497	4824875

Tabella 19 – Risultati del modello idrologico-idraulico SIMI per il fiume Arno, nel territorio comunale di Montevarchi

care se sussistessero fenomeni di esondazione diretta del fiume Arno dalle arginature esistenti ("argini leopoldini"). Nell'allegato I7 sono riportate tutte le sezioni dell'Arno con indicati i battenti idrici per $Tr=200$, 100 e 30 anni.

Si verifica che in sinistra idraulica non si hanno fenomeni di esondazioni dirette del fiume Arno.

Preme inoltre sottolineare che, da sopralluoghi effettuati in sito, a parità di condizioni idrologiche, le sezioni dell'Arno risultano allo stato attuale in forte erosione, come mostrato dalla foto seguente. Pertanto è plausibile che, effettuando una nuova campagna di rilievi, si potrebbero verificare maggiori franchi di sicurezza sulle arginature.

Si ricorda inoltre che i livelli del modello idrologico-idraulico SIMI sono stati utilizzati come condizione al contorno per le verifiche dei tributari dell'Arno in caso di eventi con $Tp=18$ ore.



Figura 29 – il fiume Arno nei pressi della confluenza del borro della Dogana

5.3 borro del Giglio

Nelle figure 32 e 33 seguenti si allegano due estratti della carta di pericolosità idraulica inerente il borro del Giglio.

Nella prima figura si mostra la pericolosità idraulica nel tratto di monte, indotta sostanzialmente negli eventi con tempo di pioggia critico per il borro del Giglio a monte dell'attraversamento ferroviario.

Nella seconda invece è individuata la pericolosità idraulica nel tratto di valle, indotta dal rigurgito del fiume Arno nelle sezioni terminali del borro del Giglio, a valle della briglia localizzata tra le sezioni GI_PS_11 e GI_PS_10.

5.4 borro della Sabina e Borro del Caspri

Nella figura 34 seguente si allega un estratto della carta di pericolosità idraulica la pericolosità idraulica relativa al borro della Sabina e al Borro del Caspri.

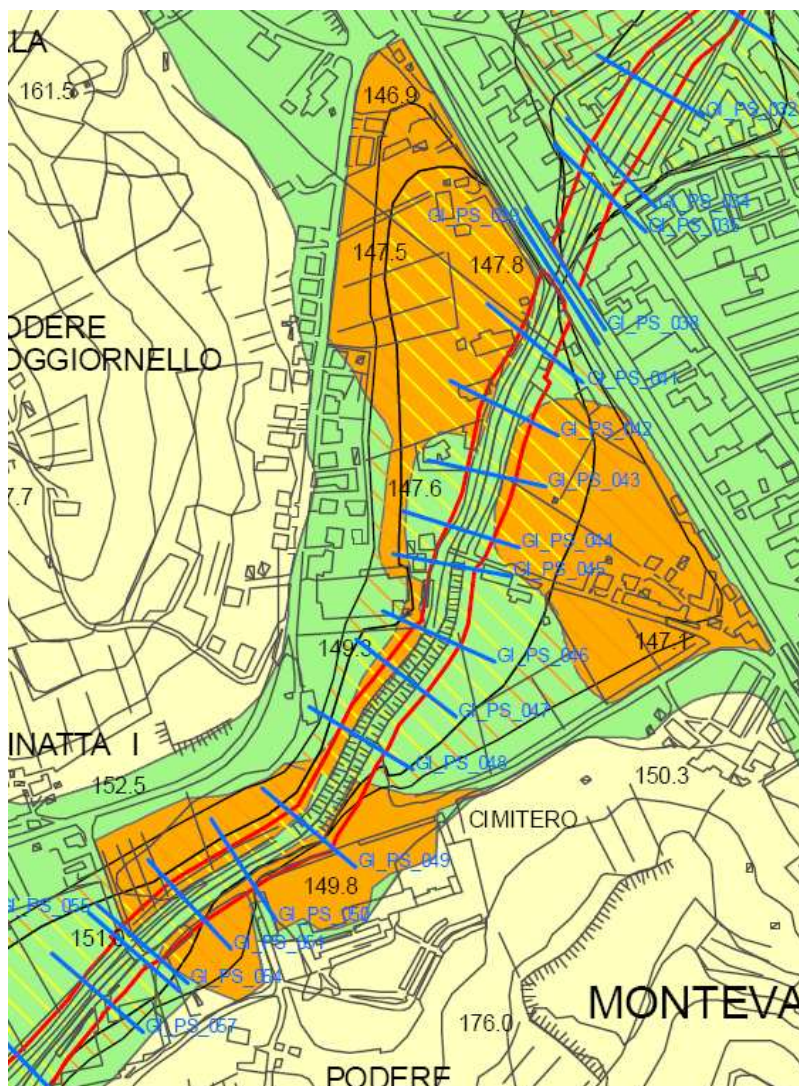


Figura 32 - Pericolosità idraulica indotta dal borro del Giglio (tratto di monte, figura a sinistra). Si notino le aree in arancione, corrispondenti ad una pericolosità idraulica P.I.3 che rappresenta il limite delle esondazioni con $T_r=200$ anni. Inoltre in tratteggio è riportata la pericolosità P.I.3 (tratteggio arancione) e P.I.4 (tratteggio giallo) derivante dal Piano di Assetto Idrogeologico (Autorità di Bacino del Fiume Arno).

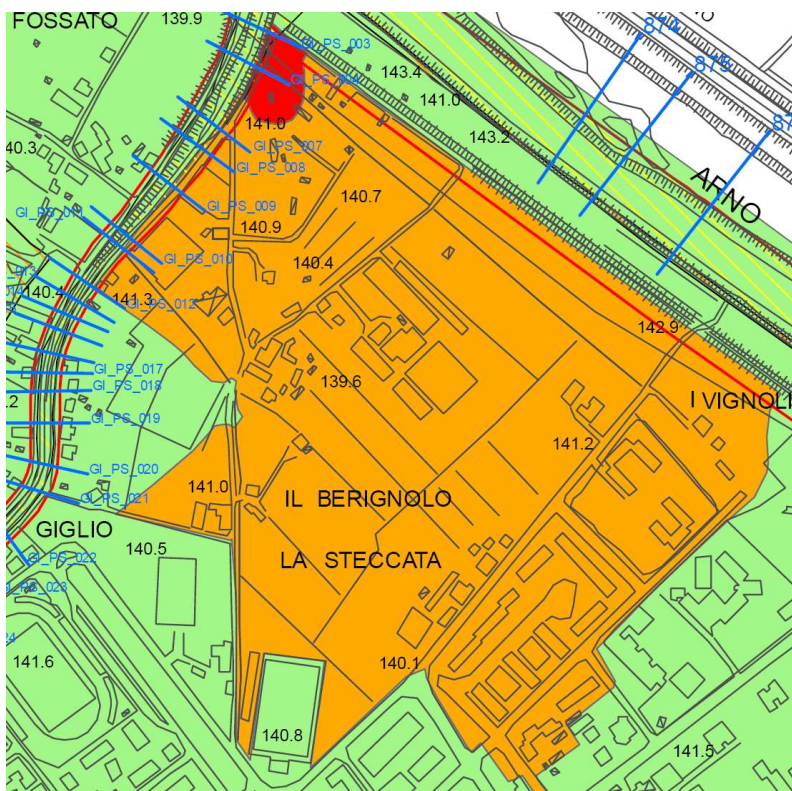


Figura 33 – Pericolosità idraulica indotta dal rigurgito del fiume Arno (tratto di valle, figura a destra). Si notino in arancione le aree a pericolosità idraulica P.I.3 e in rosso la piccola porzione di territorio a pericolosità P.I.4.

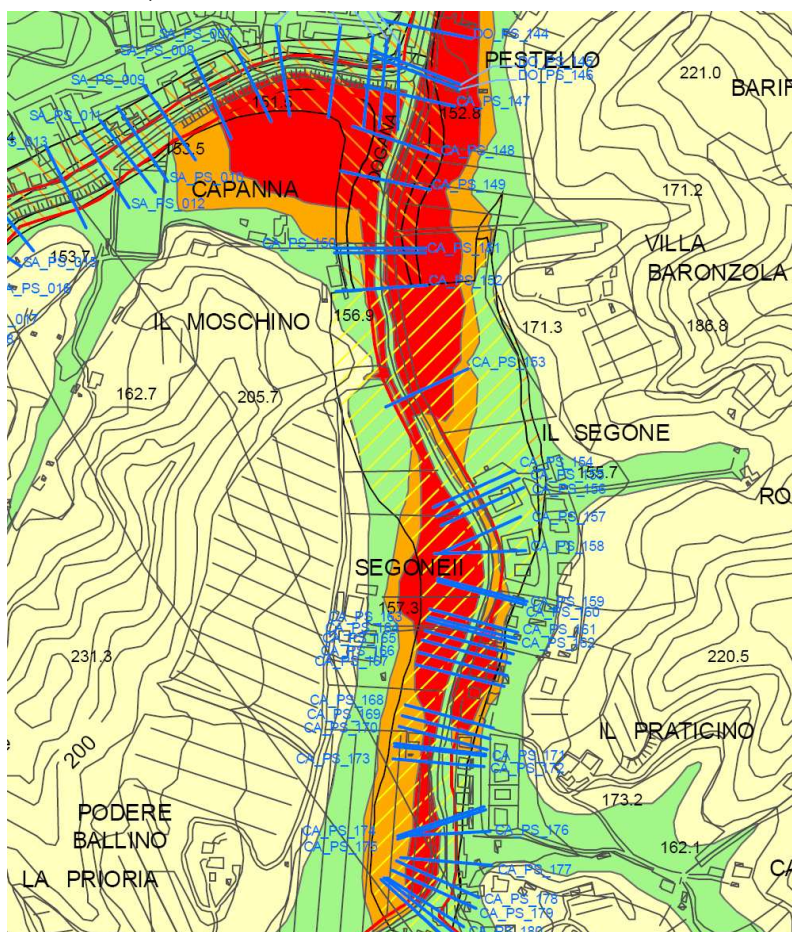


Figura 34 – Pericolosità idraulica borro della Sabina e borro del Caspi

5.5 borro della Dogana

La pericolosità idraulica tracciata in destra e in sinistra idraulica del borro della Dogana, è dovuta come esplicitato nei paragrafi precedenti al transito verso valle delle portate in esondazione dal borro del Caspri e al rientro delle stesse nelle sezioni a monte dell'attraversamento ferroviario. Non sono presenti invece fronti di esondazione diretta.

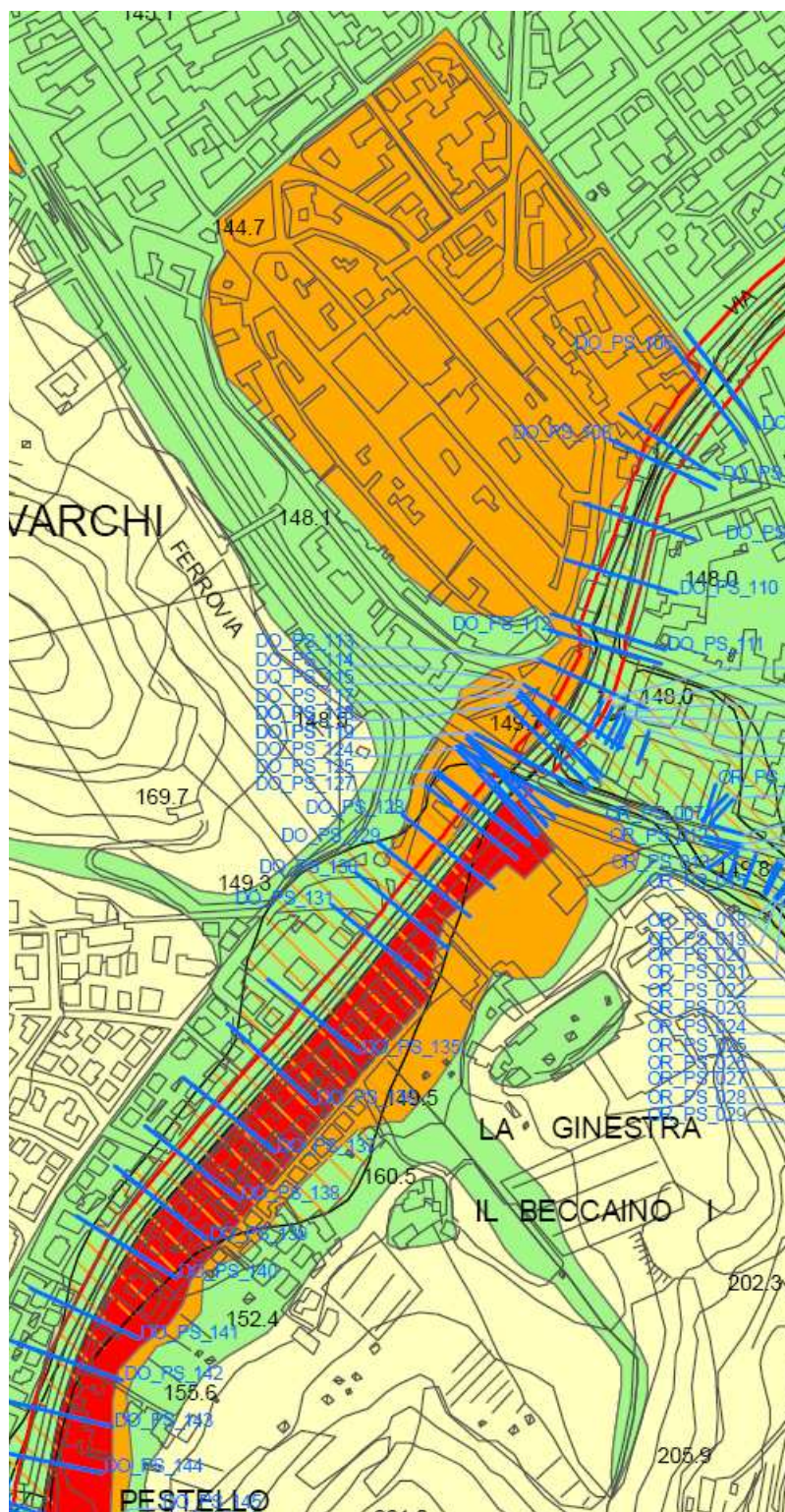


Figura 35 – Pericolosità idraulica nelle aree prospicienti il borro della Dogana

5.6. borro dell'Ornaccio

Non sussistono condizioni di rischio idraulico per $Tr=30$ o 200 anni dovute al borro dell'Ornaccio, pertanto la pericolosità idraulica in prossimità dello stesso è P.I.2 o P.I.1.

5.7. borro di Valdilago

La pericolosità idraulica tracciata in destra e in sinistra idraulica del borro di Valdilago, è dovuta alle esondazioni dirette del borro di Valdilago per eventi con tempo di pioggia critico per il borro di Valdilago.

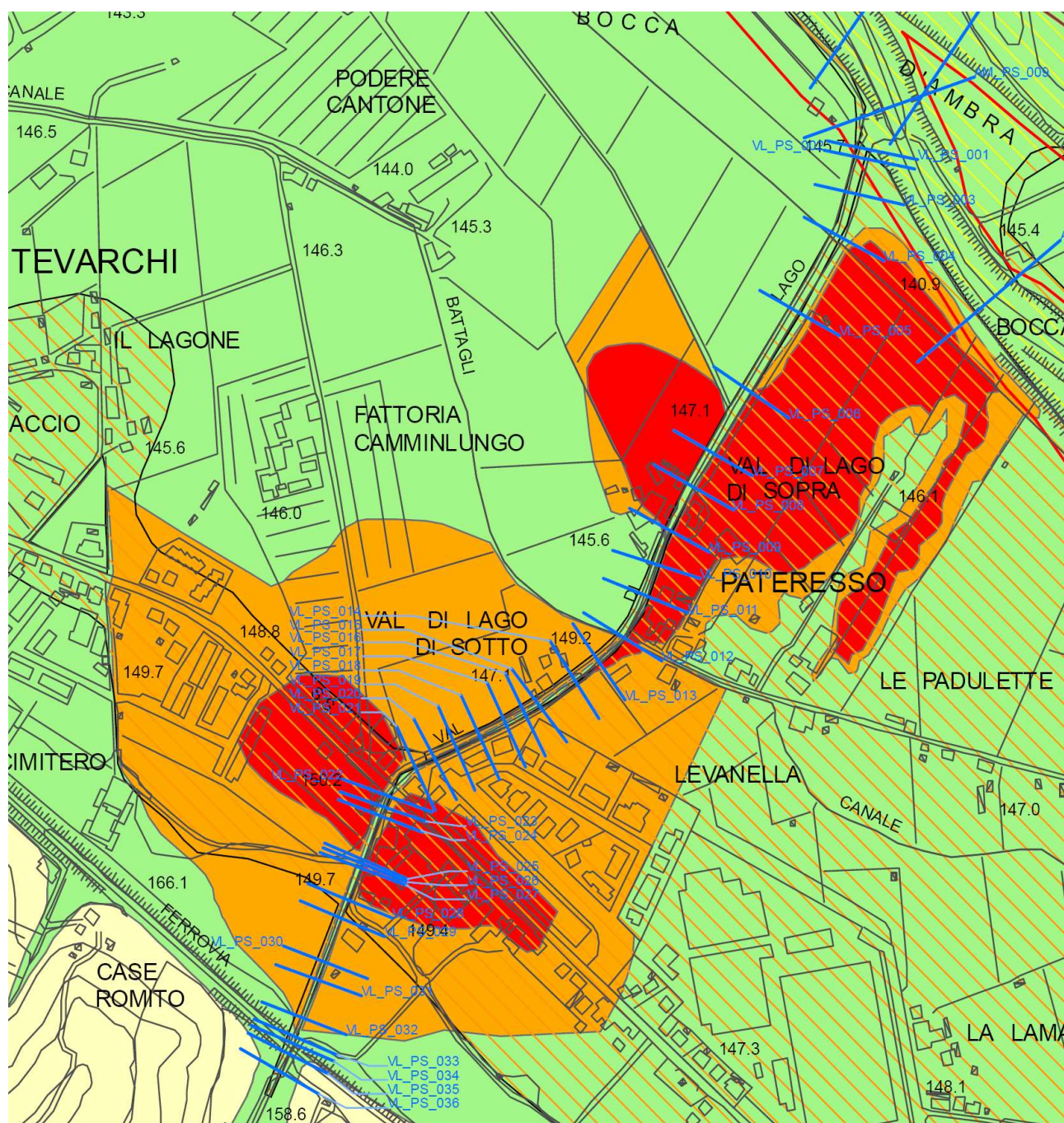


Figura 36 - Pericolosità idraulica nelle aree prospicienti il borro di Valdilago. Si noti l'area in arancione, corrispondente ad una pericolosità idraulica P.I.3 che rappresenta il limite delle esondazioni con $Tr=200$ anni, mentre l'area in rosso, corrispondente ad una pericolosità idraulica P.I.4, che rappresenta il limite delle esondazioni con $Tr=30$ anni.

5.8. torrente Caposelvi (loc. Mercatale)

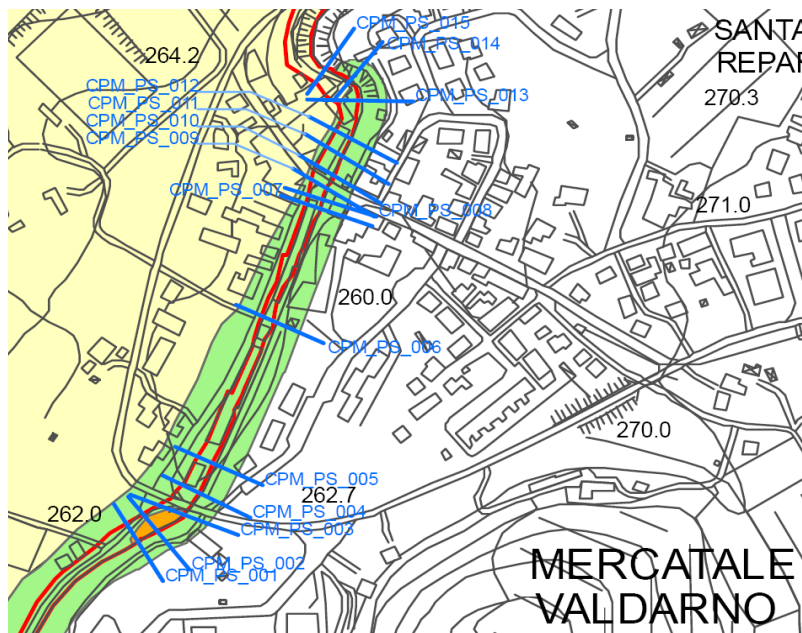


Figura 37 - Pericolosità idraulica nelle aree prospicienti il Torrente Caposelvi (loc. Mercatale). Si noti l'area in arancione, corrispondente ad una pericolosità idraulica P.I.3 che rappresenta il limite delle esondazioni con $Tr=200$ anni, in corrispondenza della sezione CPM_PS_002/CPMPS_003

5.9. torrente Caposelvi (tratto di valle)

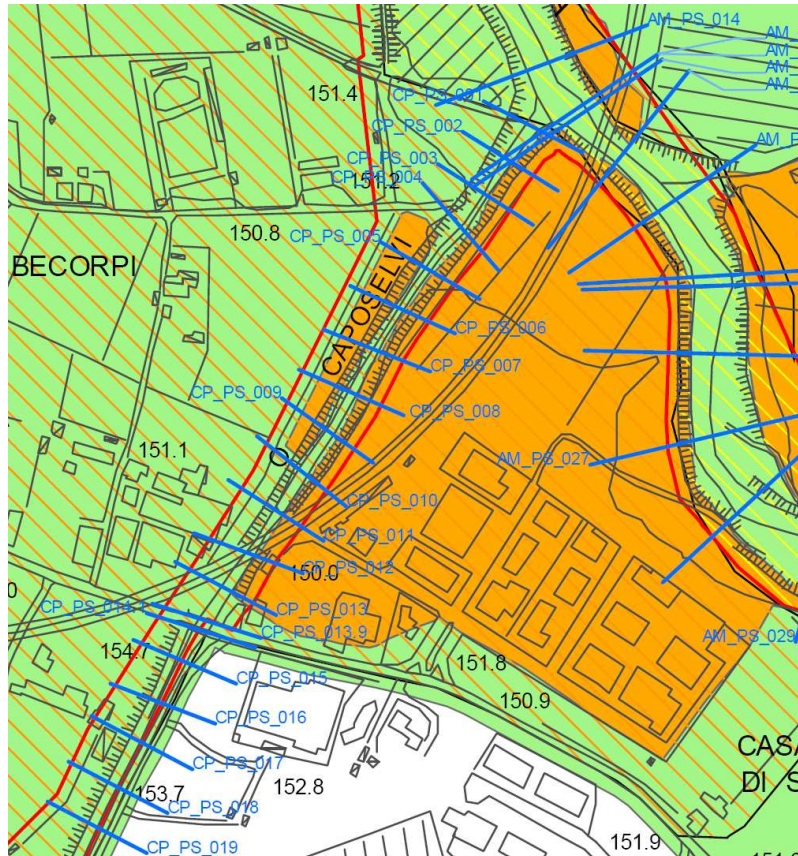


Figura 38 - Pericolosità idraulica nelle aree prospicienti il Torrente Caposelvi (tratto di valle). Si noti l'area in arancione, corrispondente ad una pericolosità idraulica P.I.3 che rappresenta il limite delle esondazioni con $Tr=200$ anni.

5.10. torrente Ambra

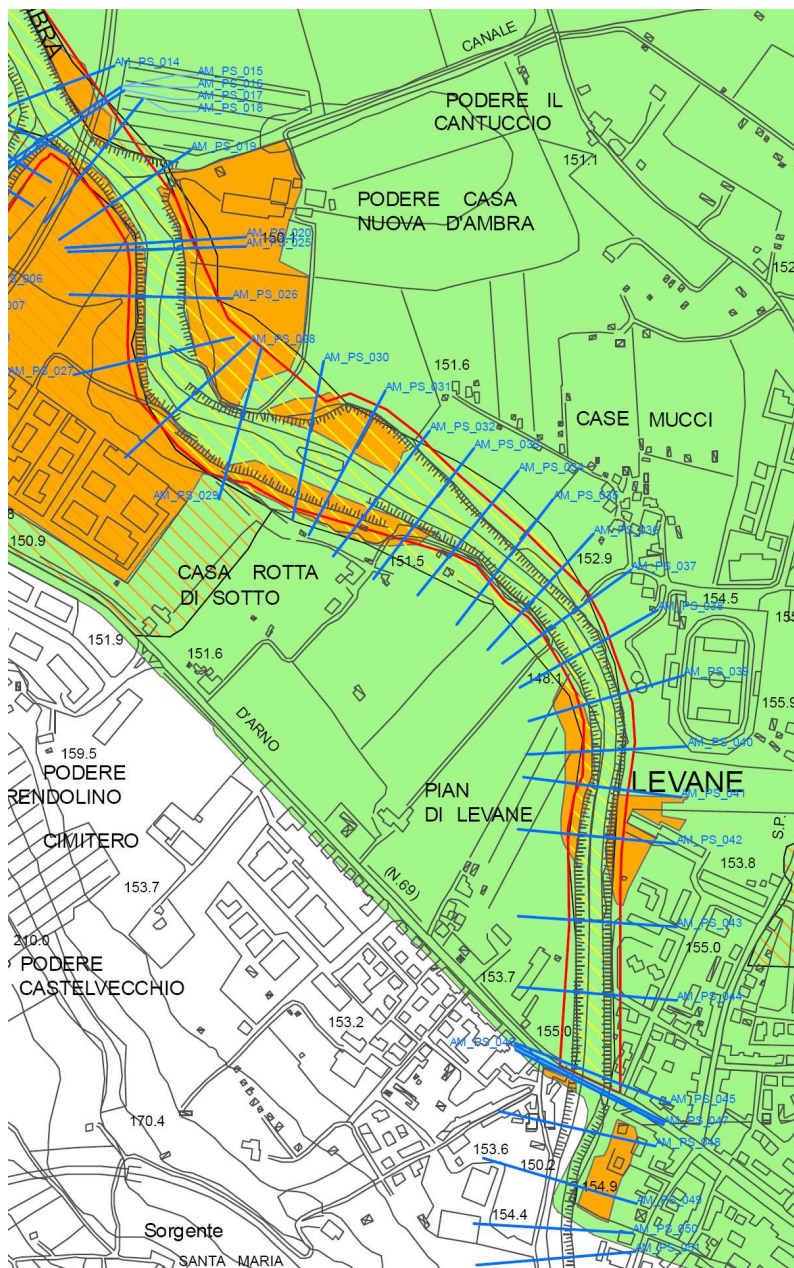


Figura 39 - Pericolosità idraulica nelle aree prospicienti il Torrente Ambra. Si noti l'area in arancione, corrispondente ad una pericolosità idraulica P.I.3 che rappresenta il limite delle esondazioni con $T_r=200$ anni.

5.11. valutazioni sulla pericolosità indotta dal fiume Arno

Come mostrato nel capitolo precedente (si veda inoltre l'allegato I7), non si hanno fenomeni di esondazione diretta del fiume Arno. La valutazione della pericolosità indotta a causa del rigurgito del fiume Arno, all'interno delle sezioni idrauliche dei suoi tributari (Quercio, Spedaluzzo, Giglio, Dogana, Valdilago, Caposelvi e Ambra) è stata effettuata nei paragrafi precedenti.

6. limiti dello studio e considerazioni finali

I risultati esposti nel presente studio sono vincolati alla sussistenza delle attuali condizioni e assetti del reticolo idrografico idraulicamente rilevante rispetto alle previsioni contenute nel regolamento urbanistico. Eventuali future modifiche di tali assetti, ovvero la modifica del quadro conoscitivo indotto da futuri eventi meteorologici estremi, imporranno adeguate revisioni dei risultati e delle prescrizioni qui contenute.

Tali prescrizioni dovranno essere valutate e aggiornate in relazione anche alla futura evoluzione del processo di espansione edilizia, alla eventuale approvazione di varianti al regolamento urbanistico, a variazioni significative dell'assetto dell'uso del suolo o delle reti idrauliche naturali o artificiali interferenti con le aree di previsione urbanistica qui analizzate.

I risultati dello studio idrologico-idraulico dello stato attuale, sono inoltre conseguenti all'impostazione metodologica derivante dalle linee guida per la valutazione della pericolosità idraulica di cui al Decreto del Presidente della Giunta Regionale 27 aprile 2007, n. 26/R – Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio).

