



Comune di Montecatini Terme  
PROVINCIA DI PISTOIA

**REGOLAMENTO URBANISTICO**  
**LEGGE REGIONALE 3 GENNAIO 2005 N. 1**  
**e s.m.i.**

---

**ATTIVITA' DI PROGETTAZIONE**

STUDIO DI ARCHITETTURA *GURRIERI ASSOCIATI*:  
Prof. Arch. Francesco Gurrieri

*AREA GOVERNO DEL TERRITORIO*  
*SETTORE PIANIFICAZIONE URBANISTICA*

Responsabile d'Area: Arch. Mario Damiani  
Responsabile Settore: Arch. Fabio Ciliberti  
Clara Lazzeretti

**INDAGINI GEOLOGICHE, IDRAULICHE  
E SISMICHE:**

Centro Studi Geologici:  
Geol. Roberto Chetoni  
Geol. Debora Latini

Geol. Marco De Martin Mazzalon  
Ing. Silvia Lucia  
Geol. Alice Del Sordo

**VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA:**

ATP "Montecatini 2011" - Capogruppo:  
Arch. Riccardo Luca Breschi

**COLLABORAZIONI ESTERNE:**

Arch. Sara Bindi Fortoni  
Arch. Maurizio Silvetti

**SINDACO**

Dott. Giuseppe Bellandi

**ASSESSORE ALL'URBANISTICA**

Dott. Giuseppe Bellandi

**RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

Arch. Mario Damiani

**GARANTE DELLA COMUNICAZIONE**

Arch. Fabio Ciliberti

**STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO  
RELAZIONE GENERALE**

---





## SOMMARIO

PREMESSA .....	2
<b>1 - CRITERI DI CONTERMINAZIONE DELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA</b> .....	<b>3</b>
<b>2 - UBICAZIONE DELLE SEZIONI DI VERIFICA</b> .....	<b>3</b>
<b>3 - METODOLOGIA</b> .....	<b>5</b>
<b>4 - CALCOLO DEGLI IDROGRAMMI DI PIENA</b> .....	<b>6</b>
<b>5 – MODELLO IDRAULICO E SIMULAZIONI</b> .....	<b>6</b>
<b>6 – MODELLAZIONE DEL TERRENO</b> .....	<b>9</b>
<b>7 - MAPPATURA DELLE AREE INONDABILI</b> .....	<b>11</b>
<b>8 – ANALISI DEI CORSI D'ACQUA</b> .....	<b>13</b>
<b>8.1 – FOSSO BOLOGNOLA</b> .....	<b>13</b>
8.1.2 - Analisi dei punti di crisi.....	13
<b>8.2 - TORRENTE BORRA</b> .....	<b>14</b>
8.2.1 - Bacino idrografico.....	14
8.2.2 - Analisi dei punti di crisi.....	15
<b>8.3 – FOSSO DEL CALDERAIO</b> .....	<b>16</b>
8.3.1 - Analisi dei punti di crisi.....	16
<b>8.4 - FORRA GRANDE o DEI MASSIMI</b> .....	<b>16</b>
8.4.1 - Bacino idrografico.....	16
8.4.2 - Analisi dei punti di crisi.....	16
<b>8.5 - FOSSO MAONA</b> .....	<b>16</b>
8.5.1 - Bacino idrografico.....	16
8.5.2 - Analisi dei punti di crisi.....	16
<b>8.6 – TORRENTE NIEVOLE</b> .....	<b>17</b>
8.6.1 - Bacino idrografico.....	17
8.6.2 - Analisi dei punti di crisi.....	17
<b>8.7 – FOSSO DELLA PUNGOLANA</b> .....	<b>18</b>
8.7.2 - Analisi dei punti di crisi.....	18
<b>8.8 – FOSSO RENAGGIO</b> .....	<b>18</b>
8.8.1 - Bacino idrografico.....	18
8.8.2 - Analisi dei punti di crisi.....	18
<b>8.9 - RIO RINFESCO o CASTAGNA REGOLO</b> .....	<b>19</b>
8.9.1 - Bacino idrografico.....	19
8.9.2 - Analisi dei punti di crisi.....	19
<b>8.10 - RIO SALSERINO</b> .....	<b>19</b>
8.10.1 - Bacino idrografico .....	19
8.10.2 - Analisi dei punti di crisi .....	19
<b>8.11 – TORRENTE SALSERO</b> .....	<b>20</b>
8.11.1 - Bacino idrografico .....	20
8.11.2 - Analisi dei punti di crisi .....	20
<b>8.12 – RIO SANT'ANTONIO</b> .....	<b>21</b>
8.12.1 - Bacino idrografico .....	21
8.12.2 - Analisi dei punti di crisi.....	22





## PREMESSA

Il presente studio idrologico-idraulico è stato redatto, su incarico dell'Amministrazione Comunale di Montecatini Terme, a supporto del Regolamento Urbanistico, per la valutazione delle condizioni di rischio idraulico su tutto il territorio comunale.

Scopo dello studio è l'analisi dei corsi d'acqua che interessano il territorio comunale, con particolare riferimento al Rio Sant'Antonio, Torrente Borra, Torrente Salsero e Torrente Nievole, per i quali è stato redatto uno studio idraulico per la definizione dei volumi di esondazione e mappatura dei perimetri delle aree inondabili per piene con tempo di ritorno di 30 anni, 100 anni e 200 anni. Lo studio è stato esteso ai fossi minori (Forra Grande o dei Massimi, Fosso Maona, Rio Rinfresco o Castagna Regolo, Rio Salserino, Fosso Renaggio, Fosso Pungolala e Fosso Calderaio) al fine di verificare le sezioni previste in corrispondenza dell'immissione dei fossi nel centro abitato di Montecatini Terme o nei tratti significativi ai fini della pianificazione urbanistica.

La redazione del presente studio concerne il calcolo degli idrogrammi di piena con tempo di ritorno trentennale, centennale e duecentennale per tutti i citati corsi d'acqua, inclusi nell'elenco del D.C.R.T. 12/2000, nei rispettivi tratti compresi nel Comune di Montecatini Terme. Per i corsi d'acqua esterni al territorio comunale ma rilevanti dal punto di vista della pericolosità idraulica sono stati esaminati gli studi idraulici già condotti ai fini della pianificazione urbanistica e sono stati estrapolati i dati necessari a condurre le verifiche di pericolosità idraulica sul territorio del Comune di Montecatini Terme.

Dallo studio idraulico del Comune di Massa e Cozzile sono stati estrapolati i dati di pericolosità inerenti il Fosso Calderaio. Dal confronto con lo studio idraulico del Comune di Pieve a Nievole non sono emersi elementi utili a modificare o integrare i risultati ottenuti dal presente studio.

Lo studio idrologico-idraulico complessivo sulla valutazione del rischio per esondazione nel territorio del Comune di Montecatini Terme comprende i seguenti elaborati:

- ✓ Relazione generale: aspetti generali e metodologici
- ✓ Relazione di calcolo: risultati delle simulazioni con Hec-Ras
- ✓ Tavola fuori testo : carta inviluppo aree allagabili con  $Tr=30$  anni
- ✓ Tavola fuori testo : carta inviluppo aree allagabili con  $Tr=100$  anni
- ✓ Tavola fuori testo : carta inviluppo aree allagabili con  $Tr=200$  anni



## 1 - CRITERI DI CONTERMINAZIONE DELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA

Quando si parla di difesa idraulica del territorio e perimetrazione delle aree a rischio idraulico, si devono preliminarmente distinguere i tratti fluviali difesi da opere idrauliche (soprattutto arginature) da quelli in cui il corso d'acqua non presenta difese artificiali.

Il rischio idraulico, nelle due diverse schematizzazioni, pur derivando da fenomeni legati al flusso delle acque, richiede metodologie e trattazioni diverse in quanto, in presenza di difese arginali, risulta maggiormente incerta la determinazione degli effetti che la piena potrebbe causare sul territorio anche in considerazione della buona efficienza del manufatto.

I codici di calcolo utilizzati per la determinazione dei livelli idrometrici attesi, per vari tempi di ritorno, consentono di individuare eventuali insufficienze arginali ma nulla dicono circa la possibilità di rotture arginali.

D'altro canto è noto che la pericolosità idraulica connessa al verificarsi di cedimenti arginali dipende, oltre che dall'altezza del livello idrico, da numerosi altri fattori quali:

- evoluzione temporale e la durata del fenomeno di piena;
- caratteristiche geotecniche e geometriche del rilevato arginale;
- fenomeni di sifonamento, erosione al piede, carenze strutturali.

In conseguenza dell'estrema indeterminatezza circa la possibilità che si possa verificare un fenomeno di collasso arginale, si è deciso di valutare l'estensione delle aree potenzialmente allagabili solo in relazione ad un evento di tracimazione arginale, senza rottura del corpo dell'argine. Ciascuna sezione in cui è presente una inofficuosità idraulica è stata collegata ad una storage area nella quale è stata determinata la massima altezza idrometrica localmente raggiunta dalla piena di progetto.

In sintesi, i risultati dello studio idraulico non considerano fenomeni esondativi prodotti da collasso di strutture di contenimento e/o da ostruzioni temporanee di sezioni fluviali relative alla presenza di materiale flottante.

## 2 - UBICAZIONE DELLE SEZIONI DI VERIFICA

Per la definizione geometrica delle sezioni fluviali del Rio Sant'Antonio, del Torrente Borra, del Torrente Salsero e del Torrente Nievole, sono stati utilizzati i dati di un rilievo topografico condotto lungo tutta l'asta dei corsi d'acqua compresi nel territorio comunale ed eseguito dallo studio Tecnico Geom. Venturi di Pistoia. Le sezioni oggetto di verifica per i corsi minori (Forra Grande o dei Massimi, Fosso Maona, Rio Rinfresco o Castagna Regolo, Rio Salserino) sono state rilevate dal Geom. Borchini di Pistoia. Le sezioni del Fosso Pungolana e del Fosso Renaggio sono state rilevate a cura del Comune di Montecatini.

I rilievi di dettaglio sono stati agganciati ai capisaldi IGM, quindi sono confrontabili ed integrabili con la cartografica tecnica disponibile (Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000 ed in scala 1:10.000).



In particolare sono state verificate le sezioni di tutte le tombinature presenti e dei manufatti d'attraversamento; le dimensioni e le caratteristiche geometriche di ciascun manufatto sono state rilevate nel corso dei sopralluoghi effettuati durante la redazione dei rilievi topografici.

Le verifiche idrauliche sono state condotte in corrispondenza di ogni sezione rilevata sull'asta del corso d'acqua; il criterio per la scelta delle sezioni da rilevare è stato determinato sia dalla distanza reciproca tra le varie sezioni, necessaria a consentire un buon funzionamento del programma utilizzato per le verifiche, sia in base alla determinazione di zone soggette a maggior rischio idraulico, caratterizzate cioè da:

- forme e andamenti plano-altimetrici particolari dell'alveo (curve e/o bruschi cambi di direzione, salti do fondo, strettoie ecc.);
- presenza di manufatti in grado di opporre resistenza al moto della corrente, causando rigurgiti e alterazioni significative del deflusso (ponti, tombinature ecc.).

In ottemperanza al capitolato tecnico dell'Autorità di Bacino in merito a "Rilievi di sezioni fluviali", il rilievo dei punti delle sezioni è stato realizzato secondo l'allineamento perpendicolare all'asse del corso d'acqua congiungente gli estremi di sezione. Per alvei arginati si è proceduto al rilievo dell'alveo e del contenimento arginale; per alvei privi d'arginatura si è estesa la sezione fino ad un congruo intorno, possibilmente fino ad incontrare la prima barriera morfologica (antropica e non).

La distribuzione spaziale delle sezioni utilizzate nella successiva modellazione idraulica è riportata nelle tavole allegate allo studio.

Le sezioni trasversali sono state indicate in cartografia con un codice numerico di semplice lettura. Nella Tabella seguente sono riportate le sezioni rilevate, per ciascun corso d'acqua, in corrispondenza di ponti, attraversamenti e tombature.

**TABELLA 1 - codice sezioni idrauliche**

Corso d'acqua	Punti di interesse, ponti e culvert	Sezioni rilevate
Torrente Borra	ponte Via Amerigo Vespucci	40
	valle tombatura Via Adua	36
	ponte ferroviario	34
	passerella	32
	passerella	31
	ponte Via Gramsci	30
	ponte Autostrada	29
	ponte Strada Comunale	28
	passerella	26
	ponte Strada Camporcioni	21
Torrente Salsero	monte ponte Autostrada	15.5
	valle ponte Autostrada	14
	passerella	13
	ponte Strada Camporcioni	10
	ponte	9
	immissione Torrente Borra	7
	passerella	5
ponte Strada Provinciale n.22	3	



Rio Sant'Antonio	Valle Ponte Autostrada	25.5
	Passerella	25.3
	passerella	25
	ponte Strada Camporcioni	20
	passerella	5
	ponte Strada Provinciale n.22	4
Torrente Nievole	ponte	51
	ponte ad arco	49
	ponte	46
	ponte	45
	ponte	44
	ponte	43
Forra Grande	imbocco tombatura	51
Fosso Maona	imbocco tombatura	53
Fosso della Pungolana	passerella	58
Rio Rinfresco	imbocco tombatura	54
Rio Salserino	imbocco tombatura	55

### 3 - METODOLOGIA

La base di conoscenza su cui si è sviluppato lo studio prende atto della cartografia esistente, integrata da ulteriori elementi recepiti presso gli Enti interessati al controllo ed alla gestione del territorio. In particolare, sono state condotte le seguenti attività:

- 1) acquisizione della cartografia di base in scala 1:10.000 per la definizione del bacino idrologico, e in scala 1:2.000 per la delimitazione delle aree inondabili;
- 2) acquisizione della cartografia del Piano assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno;
- 3) esecuzione di una campagna di indagini topografiche con rilievo delle sezioni trasversali (prese sia ortogonalmente all'alveo di piena sia parallelamente alle opere d'arte), delle sommità spondali e/o arginali, dei manufatti in alveo e di attraversamento o sottopasso;
- 4) sopralluoghi sulle aste fluviali per individuare i punti critici per l'esondazione, censire eventuali manufatti non presenti sulla cartografia di base non aggiornata, caratterizzazione dei coefficienti di resistenza al moto (documentando il grado di vegetazione dell'alveo e definendo il tipo di rivestimento eventualmente presente);
- 5) esecuzione di una documentazione fotografica per evidenziare particolarità e punti di crisi delle aste fluviali;
- 6) confronto della cartografia CTR in scala 1:2000 con la cartografia Lidar.

Dal confronto della CTR con la cartografia Lidar risulta che esistono zone in cui i livelli altimetrici non coincidono; poiché in queste piccole porzioni di territorio il battente stimato è largamente superiore all'errore cartografico stimato, si è deciso di non procedere a rilievi piano altimetrici di dettaglio, dal momento che non avrebbero portato a un maggior dettaglio del battente né all'abbassamento del grado di pericolosità.



La procedura adottata per la definizione del rischio idraulico nell'area comunale è stata condotta secondo una metodologia concordata con l'URTT di Pistoia:

- modellazione idrologica con dotta con il software PIENE, i cui idrogrammi sono stati forniti dal Consorzio di Bonifica del Padule di Fucecchio;
- modellazione idraulica a moto vario con l'utilizzo del software HEC-Ras;
- redazione della carta dei battenti idraulici con l'utilizzo dell'applicativo HEC-GeoRas.

#### **4 - CALCOLO DEGLI IDROGRAMMI DI PIENA**

La stesura preliminare dello studio idraulico è stata condotta utilizzando il programma ALTO 2000, seguendo le indicazioni dell'URTT di Pistoia. Il programma non fornisce idrogrammi per tutti i corsi d'acqua oggetto di studio e, notoriamente, il suo output fornisce dati di portata decisamente sovrastimati per i corsi d'acqua minori del comprensorio Pistoiese.

Per uniformità di metodologia con gli studi condotti nei comuni limitrofi, e concordando la procedura con l'URTT di Pistoia, è stato adottato il programma PIENE per la definizione degli idrogrammi da utilizzare ai fini della verifica idraulica. Questo programma, in utilizzo al Consorzio di Bonifica del Padule di Fucecchio, è stato utilizzato per lo "Studio di Area Vasta". PIENE è un modello a parametri distribuiti specificamente tarato sul territorio oggetto di studio, risulta quindi la scelta ottimale per l'elaborazione degli idrogrammi di piena da utilizzare per la verifica idraulica a moto vario.

La verifica idraulica è stata condotta utilizzando gli idrogrammi relativi ai bacini con sezione di chiusura in corrispondenza delle sezioni iniziali dei tratti oggetto di studio, con riferimento ad eventi piovosi con ricorrenza trentennale e duecentennale.

Gli idrogrammi utilizzati in ingresso al modello idraulico sono quelli risultanti dalla modellistica idrologica e, pertanto, non valutano i fenomeni di laminazione ed allagamento dovuti all'insufficienza delle sezione di deflusso in accordo con la metodologia adottata nella stesura del PAI.

#### **5 – MODELLO IDRAULICO E SIMULAZIONI**

La modellazione dei fenomeni di esondazione riguardanti il Comune di Montecatini è stata eseguita utilizzando un software specifico a moto vario, utilizzando gli idrogrammi desunti dalla modellazione idrologica.

Per ogni evento viene eseguito il tracciamento del profilo della superficie libera del corso d'acqua attraverso l'uso del modello di calcolo automatico HEC-Ras 4.1.0, mentre con l'applicativo HEC-GeoRas 10.1 for ArcGIS è stato sviluppato un modello tridimensionale della rete, appoggiandosi su un TIN preconstituito per creare la mappa delle esondazioni. Ambedue i software sono messi a punto dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers.



HEC-Ras adotta una schematizzazione monodimensionale (variazioni graduali della sezione dell'alveo, limitata curvatura dei filetti liquidi, distribuzione di velocità pressoché uniforme nelle sezioni trasversali) su alveo assunto a fondo fisso sia per il moto permanente che per quello vario (non stazionario).

Il software HEC-GeoRas è un'estensione del software ArcView specificamente sviluppata per processare dati geo-spaziali, interfacciandosi al software di simulazione idraulica sviluppato dall'Hydrological Engineering Center. All'interno di HEC-GeoRas vengono sviluppati dei temi spaziali che descrivono la rete idraulica che vogliamo simulare.

I dati vengono processati ed esportati in ambiente HEC-Ras, dove è possibile condurre le verifiche idrauliche in moto vario. I risultati possono essere esportati nuovamente in HEC-GeoRas, dove è possibile confrontarli con la topografia e creare la carta dei battenti.

Sostanzialmente la modellazione idraulica è stata eseguita secondo uno schema quasi-bidimensionale a moto vario, simulando cioè in moto monodimensionale il deflusso negli alvei fluviali, i quali sono stati dotati di opportuni sfioratori laterali a simulare le arginature e sono stati collegati con le aree di allagamento, nelle quali il livello liquido è funzione della portata entrante ed uscente. Le scale di riempimento di ciascun settore sono state ottenute in via automatica mediante un modello digitale del terreno realizzato sulla base della CTR in scala 1:2.000 mediante il software ArcView .

Trattandosi di software liberi di grande diffusione, e normalmente utilizzati dagli Enti preposti al controllo, non si ritiene necessario indicare le equazioni teoriche che sono alla base del solutore matematico; si ricorda solo che, per la derivazione delle equazioni del moto vario, si adottando le seguenti ipotesi:

- La distribuzione della pressione è di tipo idrostatico (ipotesi valida se le linee di flusso non presentano curvatura accentuata).
- La pendenza di fondo alveo è piccola, così che la sezione trasversale normale alla corrente si confonde con la sezione verticale.
- L'alveo è prismatico, le variazioni nella sezione trasversale e nella pendenza di fondo possono essere prese in considerazione approssimando il corso d'acqua con una serie di tratti prismatici.
- Le perdite di carico in moto vario possono essere espresse tramite una delle classiche formule adottate per il moto uniforme (si utilizza l'equazione di Manning); con questa ipotesi si assume che in regime di moto vario ad una data velocità  $V$  della corrente si abbiano le stesse perdite di carico che si avrebbero in moto uniforme con la stessa velocità.
- La velocità e le accelerazioni lungo la verticale sono trascurabili rispetto alle analoghe grandezze in direzione del moto.
- Le variazioni della densità del fluido sono trascurabili.

Uno dei parametri fondamentali per una corretta modellazione della propagazione dell'onda di piena è la scabrezza del corso d'acqua.



Attraverso il confronto con i parametri riportati nel testo di Ven Te Chow "Open Channel Hydraulics" ed i sopralluoghi effettuati è stato possibile associare, ad ogni sezione fluviale, il coefficiente di scabrezza, secondo Manning, più appropriato.

Ai fini del calcolo, nelle verifiche è stato assunto il valore del coefficiente  $n$  corrispondente alla situazione di alveo rilevata: naturale con presenza di ciottoli e ghiaia, sezioni di forma sostanzialmente regolare, presenza di ostruzioni in alveo quali pile di ponti, basamenti di tralicci ecc., scarsa o rilevante presenza di vegetazione. In linea generale, il coefficiente di Manning è stato assunto pari a 0.035, vista la presenza di vegetazione e ghiaia.

Come condizione al contorno di valle, essendo la corrente lenta, è stato assunto un valore dell'altezza di moto uniforme avente un valore della pendenza della linea dell'energia calcolato.

Nel tratto studiato sono state individuate una serie di sezioni trasversali in funzione del numero di manufatti d'attraversamento (ponti, passerelle, coperture) e delle caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo (larghezza, pendenza, depositi al fondo, vegetazione, ecc.).

All'interno del modello sono stati inseriti una serie di sfioratori laterali (in destra ed in sinistra idrografica) che seguono l'andamento delle sponde dei corsi d'acqua. In tale modo se, nel tratto compreso tra 2 sezioni, il corso d'acqua non è in grado di fare transitare la portata che giunge da monte, sfiorerà una parte di portata nella storage area ad esso collegata.

I risultati della verifica sono riassunti in forma numerica e grafica nei seguenti elaborati:

- *sezioni trasversali* - dove è riportata la traccia dell'alveo e delle sponde (arginate o naturali). In presenza di manufatti trasversali si è tracciata la sezione immediatamente a monte dell'opera, in modo da poter distinguere eventuali restringimenti bruschi;
- *tabella numerica* - sono indicate le principali grandezze geometriche (numero della sezione, quote di fondo, quote arginali), grandezze idrauliche (velocità della corrente, carico totale, livello idrico, numero di Froude ecc.)

Come già detto in premessa, le verifiche idrauliche effettuate hanno riguardato il tratto di asta fluviale del Torrente Borra, del Rio Sant'Antonio, del Torrente Salsero e del Torrente Nievole che interessa il territorio comunale di Montecatini Terme; per ogni tratto di corso d'acqua sono state individuate una serie di sezioni trasversali in funzione del numero di manufatti d'attraversamento (ponti, passerelle, coperture), della presenza di briglie o manufatti isolati (pile, tralicci, sbalzi, ecc.) e delle caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo (larghezza, pendenza, depositi al fondo, vegetazione, ecc.).

Per quanto riguarda lo studio dei fossi minori (Forra Grande o dei Massimi, Fosso Maona, Rio Rinfresco o Castagna Regolo, Rio Salserino), le verifiche sono state condotte in corrispondenza dell'immissione dei fossi nel centro abitato di Montecatini Terme.

La verifica del Fosso Calderaio è stata condotta rilevando le sezioni dagli studi idraulici elaborati a corredo del R.U del Comune di Massa e Cozzile.



Il lavoro è stato svolto in un contesto caratterizzato da una grande complessità; ovunque sono presenti tratti tombati, restringimenti di sezione, ponti e attraversamenti, soglie di fondo tutti con significativa influenza sul comportamento idraulico delle correnti fluviali.

La simulazione è risultata stabile per la maggior parte dei corsi d'acqua, ma alcuni di questi hanno presentato notevoli problemi di stabilità della soluzione iterativa delle equazioni differenziali. Questo è principalmente imputabile ai seguenti fattori:

- pendenze elevate su alcuni corsi d'acqua analizzati;
- presenza di numerosi tombini attraversamenti, salti di fondo ecc difficilmente risolvibili nella routine di calcolo di moto vario;
- repentinità dell'onda di piena data la piccola dimensione dei bacini

Per garantire una buona affidabilità della rappresentazione del comportamento idraulico è stato necessario infittire il numero delle sezioni in corrispondenza di manufatti od ostacoli che producono singolarità (attraversamenti, ponti, traverse, salti di fondo, coperture) .

La localizzazione completa di tutti i principali elementi geometrici inseriti nel modello idraulico sono individuabili nell'output del programma

## 6 – MODELLAZIONE DEL TERRENO

### ***Modellazione idraulica dei bacini del Torrente Nievole, Fosso di Sant'Antonio, Torrente Borra, Torrente Salsero, Fosso del Calderaio e corsi d'acqua minori***

Di seguito vengono illustrate le fasi che hanno portato alla redazione delle cartografie allegata alla Relazione idraulica relativa allo studio del Torrente Nievole e relativi affluenti (Fosso della Pungolana, Fosso del Renaggio e Fosso Bolognola), del Fosso di Sant'Antonio, del Fosso del Calderaio, del Torrente Salsero e dei suoi affluenti Torrente Borra e Rio Forra Grande, rispettivamente di primo e secondo ordine, e di altri corsi d'acqua minori quali il Fosso della Maona, il Rio Rinfresco ed il Rio Salserino.

La modellazione relativa allo studio idrologico è stata effettuata per i singoli bacini (Nievole, Sant'Antonio, Borra, Salsero e corsi d'acqua minori suddetti), ovvero realizzando delle analisi spaziali differenti per ogni insieme di quote e confrontando la congruenza per le aree di pianura con i bacini scontornati dal Consorzio di Bonifica del Padule di Fucecchio.

### ***Generazione del modello digitale di elevazione del terreno (Triangular Irregular Network - TIN)***

La necessità di creare un modello tridimensionale del terreno deriva dall'esigenza di realizzare la cartografia relativa ai battenti d'acqua per esondazioni con tempi di ritorno di 200 e 30 anni. Per arrivare alla realizzazione della suddetta carta è necessario creare un modello digitale del terreno che abbia l'informazione spaziale della quota.

La realizzazione della carta dei battenti è stata effettuata con l'ausilio di HEC-GeoRas, un'applicazione per ArcGis del programma HEC-Ras. Tale applicazione calcola il battente



d'acqua in una data zona, derivante dall'esondazione di un dato corso d'acqua in un certo punto.

Il modello d'elevazione migliore per consentire questo processo è appunto il TIN ovvero un modello tridimensionale e vettoriale della superficie, costituito da triangoli irregolari, che hanno come vertici tre punti quotati. Questo tipo di interpolazione spaziale, a differenza di altre, rappresenta al meglio l'andamento della superficie topografica soprattutto in aree accidentate o con notevoli cambi di pendenza come quelle in esame.

La creazione del TIN si è sviluppata per fasi di lavoro successive, che possono essere riassunte schematicamente nei seguenti punti:

- definizione dei singoli bacini idrografici e dell'area di lavoro (confine comunale);
- digitalizzazione dei punti quotati e delle isoipse riportati sul CTR Toscana in scala 1:2.000;
- modellazione del terreno tramite l'applicazione 3D Analyst (TIN).

### **Definizione dei singoli bacini idrografici e dell'area di lavoro**

Per definire i confini del modello digitale del terreno sono stati presi in considerazione i vari bacini idrografici dei corsi d'acqua sopra elencati e il confine comunale del Comune di Montecatini Terme.

I bacini idrografici sono stati delineati con due diverse metodologie: la parte collinare e/o montana dei singoli bacini (ad esempio quello de Torrente Nievole) è stata definita ricercando lo spartiacque, analizzando l'andamento topografico del territorio per mezzo di un'analisi spaziale delle differenze di quota e valutando volta volta la coincidenza con i bacini delineati dal Consorzio di Bonifica del Padule di Fucecchio; la parte valliva dei bacini (ad esempio il Fosso di Sant'Antonio) è stata disegnata riferendosi principalmente ai dati del Consorzio e rettificando questi, qualora necessario, in base all'andamento degli elementi antropici presenti sul territorio quali strade, ferrovie, fossi campestri, ecc.. Questa metodologia è stata adottata in quanto, nelle zone di pianura la differenza di quota non è tale da definire uno spartiacque vero e proprio che invece si identifica con gli elementi del territorio suddetti.

Inoltre, per le zone di pianura, l'area di lavoro è stata definita prendendo come riferimento anche il confine comunale e supponendo che l'esondazione dei corsi d'acqua studiati si spinga oltre tale limite, là dove gli elementi topografici lo consentono. Per tale motivo è stata costruita una fascia di almeno 500 metri oltre il confine comunale che rappresenta il limite della nostra area di lavoro.

### **Determinazione dei punti quotati**

Per ottenere un modello digitale del terreno prossimo alla realtà sono stati estratti dalla Cartografia Tecnica Regionale (CTR) di dettaglio in scala 1:2.000, sia i punti quotati che le isolinee o isoipse. Questo procedimento ha prodotto un numero notevole di dati che però è risultato utile per la costruzione di un modello tridimensionale del terreno che si avvicini



maggiormente alla situazione reale dell'andamento topografico del territorio. In questo modo si può ottenere una maggior precisione nella fase di restituzione della cartografia dei battenti idraulici.

### **Modellazione del terreno**

Il modello tridimensionale del territorio comunale e dei bacini è stato ottenuto interpolando fra loro i punti quotati e le isoipse derivati dalla CTR di dettaglio.

L'elaborazione è stata eseguita utilizzando una apposita funzione di interpolazione spaziale del programma ArcGis 9.3 (3D Analyst - Create TIN).

Questa funzione permette di interpolare allo stesso tempo dei dati puntuali (punti quotati) e dei dati lineari (isoipse) che vengono identificati come linee spezzate a cui, ai vertici di ogni segmento, viene assegnato un valore puntuale di quota. I dati di elevazione utilizzati rappresentano il valore di quota assoluta.

Il modello ottenuto (TIN - Triangular Irregular Network) è una struttura di dati vettoriale basata su triangoli aventi una maglia irregolare e capace di fornire un'elevata risoluzione soprattutto nel caso di topografie accidentate con vari cambi di pendenza.

I triangoli che vanno a comporre il TIN vengono generati unendo i punti rilevati in una rete di maglie triangolari che soddisfano il criterio di Delaunay: un cerchio disegnato per tre punti di un triangolo non deve contenere altri punti. La triangolazione di Delaunay è un algoritmo di geometria computazionale piana; il TIN considera però i punti come dotati di quota e questo genera un modello tridimensionale.

## **7 - MAPPATURA DELLE AREE INONDABILI**

La mappatura è attività complessa ed articolata che mira a simulare la propagazione dei volumi d'acqua esondati sulle aree prossime al corso d'acqua interessato. L'attività di mappatura, anche se sviluppata attraverso metodologie semplificate che non si avvalgono di modelli matematici sofisticati di propagazione dei volumi esondati, che avrebbero necessitato di dati oggettivi su esondazioni avvenute per la taratura del modello, deve comunque prefigurare scenari di evento in grado di definire le possibili dinamiche di inondazione.

L'analisi idraulica, ampiamente trattata nei capitoli precedenti, ha consentito di individuare il livello di criticità dei diversi tratti di alveo in relazione al deflusso di portata di piena per diversi tempi di ritorno, caratterizzando la dinamica del deflusso attraverso il calcolo dei profili di rigurgito in moto vario; le verifiche hanno portato ad individuare i tratti di alveo insufficienti lungo i quali si verifica esondazione.

Non potendo ricorrere a modelli più complessi e sofisticati che simulano la diffusione dei volumi esondati attraverso un'analisi bi e tridimensionale del fenomeno, in mancanza di dati per la taratura del modello e viste le caratteristiche e la tipicità del territorio in esame, si ritiene che i risultati della mappatura siano, in prima approssimazione, più che soddisfacenti ed esaustivi delle problematiche in gioco.



La simulazione del fenomeno esondativo si basa inoltre sulle seguenti ipotesi:

1. I volumi idrici d'inondazione si generano esclusivamente per tracimazione delle sommità arginali del corso d'acqua. Non sono considerati altri fenomeni quali, ad esempio, il collasso delle strutture arginali o fenomeni di rigurgito diversi da quelli già considerati nel presente studio; anche gli elementi infrastrutturali delimitanti le aree di potenziale inondazione, quali rilevati stradali, ferroviari, etc, si considerano, al pari degli argini fluviali, tracimabili senza collasso;
2. Le aree suscettibili di inondazione sono preventivamente delimitabili sulla base delle caratteristiche morfologiche e infrastrutturali del territorio.

### **Carta del battente idraulico**

Per ottenere il valore dello spessore della lama d'acqua in corrispondenza di ciascun punto quotato è stato necessario costruire un modello digitale tridimensionale del terreno (TIN) il cui procedimento è stato precedentemente descritto.

Attraverso l'uso di un'applicazione software congiunta fra HEC-Ras e ArcGis (HEC-GeoRas), è stato possibile valutare i volumi di storage, ovvero i volumi in mc immagazzinabili internamente al TIN, per vari valori di quota crescenti.

Questa applicazione serve ad importare i dati dei modelli idraulici creati attraverso l'uso di HEC-Ras, nel programma di interpolazione spaziale ArcGis secondo questa procedura:

- in ambiente gis vengono riportati i corsi d'acqua sui quali si deve fare la verifica idraulica, le sezioni idrauliche, ponti e altri attraversamenti, aree allagabili (*storage area*)ecc.;
- i dati vettoriali creati, mediante l'uso di HEC-GeoRas, vengono esportati in HEC-Ras e opportunamente modificati, procedendo così con la verifica idraulica;
- l'output di HEC-Ras viene esportato in ambiente gis, nuovamente mediante l'uso di HEC-GeoRas e sempre utilizzando questa applicazione vengono generati i battenti idraulici immagazzinando i volumi di esondazione nelle aree allagabili precedentemente delineate (*storage area*).

### **Determinazione del battente idraulico**

Lo studio idrologico idraulico svolto ha permesso di valutare il volume d'acqua esondante da ciascuna sezione. Il parametro da valutare è il battente idraulico, ovvero lo spessore raggiunto dalla lama d'acqua esondata rispetto al piano campagna.

Mediante l'uso dell'applicazione HEC-GeoRas, il volume d'acqua esondante per ciascuna sezione di ciascun corso d'acqua, viene accumulato nelle aree allagabili preposte viene confrontato con quello compreso fra la superficie digitale del rilievo (TIN) ed una superficie orizzontale posta ad una quota superiore rispetto a quella minima della porzione di bacino considerata. All'altezza della lama d'acqua viene poi sottratta la quota di ciascun punto all'interno del TIN. Su ciascun punto quotato si ottiene in questo modo un valore corrispondente al battente idraulico. In definitiva si ottiene un modello raster composto da una serie di celle di dimensione prestabilita (nel caso specifico 5 x 5 m), ognuna delle quali reca l'informazione della media areale del battente idraulico.



### **Elaborazione della carta dei battenti idraulici**

Per ottenere la carta delle aree allagate a livello comunale è stata effettuata una interpolazione spaziale 2D utilizzando modello raster relativo ai soli battenti idraulici. L'elaborazione è stata effettuata sui database relativi alle piene con tempi di ritorno di 30 e 200 anni.

Il raster acquisito con la metodologia descritta nel precedente paragrafo, è stato riclassificato ottenendo cinque classi di battente:  $0,0 < h < 0,10$  m,  $0,10 < h < 0,30$  m,  $0,30 < h < 0,60$  m,  $0,60 < h < 0,90$  m e  $h > 0,90$  m.

Per dettagliare ulteriormente l'elaborato è stata effettuata una verifica sistematica delle aree allagate, facendo riferimento sia a dati di letteratura quali la distanza laterale massima di propagazione dell'acqua rispetto all'alveo in aree di pianura, che dati reali immessi nel database quali la quota della lama d'acqua, i punti quotati disponibili e l'andamento della morfologia.

L'ultimo step di lavoro svolto è stata la verifica di coerenza fra i dati in ingresso (quota s.l.m.m. del pelo libero dell'acqua) e quelli in uscita in rapporto alla morfologia ed ai fattori antropici presenti (ostacoli non sormontabili dalle acque, strade, rilevati ecc.). Ove necessario sono state apportate modifiche manualmente.

## **8 – ANALISI DEI CORSI D'ACQUA**

### **8.1 – FOSSO BOLOGNOLA**

Il Fosso della Bolognola è un affluente in sinistra del Torrente Nievole. L'asta idrica ha una lunghezza di circa 4.482 m.

#### **8.1.2 - Analisi dei punti di crisi**

##### Verifiche idrauliche con $Tr= 30$ anni

- sezioni 57.5, 57,1 e 57 : la piena è contenuta in alveo.

##### Verifiche idrauliche con $Tr= 100$ anni

- sezioni 57,1: esonda in dx idraulica
- Sezione 56: esonda in dx idraulica

##### Verifiche idrauliche con $Tr= 200$ anni

- sezioni 57.5, 57,1 e 57 : la piena è contenuta in alveo.
- Sezione 56: esonda in dx idraulica



## 8.2 - TORRENTE BORRA

Ai fini di verificare l'assenza di rischio idraulico per esondazione nelle zone interessate da nuove previsioni, nell'ambito del nuovo RU di Montecatini Terme, viene esaminato il tratto di corso d'acqua a partire da Vangile fino al confine sud del territorio comunale, per un totale di circa 3,6 Km di lunghezza.

### 8.2.1 - Bacino idrografico

I bacini di ambito collinare del T. Borra e del suo affluente di destra il Torrente Volata si sviluppano a monte della frazione Le Molina nel territorio comunale di Massa e Cozzile indicativamente a partire da quota 100 m s.l.m. e sino a quota 791,2 m s.l.m. massima altezza raggiunta dall'area sottesa dal Torrente Borra in località Serbatoio Macchino.

A valle di Le Molina il bacino diventa stretto e connesso all'inizio del fondovalle raccordato poi a valle con la pianura, in località Molino del Lilli nel Borra confluisce il suo ultimo affluente costituito dal Fosso Grande proveniente dall'area est di Montecatini.

Da questo punto verso valle, il corso d'acqua già arginato all'altezza della località Vangile, diviene pensile e non subisce altri recapiti d'acque da affluenti. Nel territorio del Comune di Montecatini Terme il corso d'acqua costeggia l'abitato nella zona dell'Ippodromo e si dirige poi verso la località Biscolla, ove viene sottopassato dal Rio Sant'Antonio. Al termine del suo percorso il Torrente Borra confluisce nel Torrente Salsero nella zona del territorio comunale che confina con il Comune di Pieve a Nievole.

Il percorso del torrente Borra che all'interno del suo bacino è lungo 6,67 km, da monte verso valle risulta rettilineo con direzione NW-SE sino all'altezza del rilievo denominato Verruca dove bruscamente modifica il suo andamento orientandosi da NE verso Sud-Ovest.

Il suo affluente di destra il torrente Volata lungo circa 3,35 km mantiene un omogeneo andamento con direzione Nord-Sud, ci sono poche variazioni di deflusso durante il tragitto.

Il Fosso Grande è l'affluente di sinistra che si immette nel Borra con una brusca curvatura di deflusso all'altezza della località Molino del Lilli; esso è lungo 2,80 km.

Complessivamente il bacino del Torrente Borra occupa una porzione di territorio di circa 11,35 Km<sup>2</sup> e può essere suddiviso in tre sottobacini:

- sottobacino del Torrente Borra, area complessiva 6,97 Km<sup>2</sup> e lunghezza pari 6,67 km;
- sottobacino del Torrente Volata, area complessiva 2,48 Km<sup>2</sup> e lunghezza pari 3,35 km;
- sottobacino del Fosso Grande, area complessiva 1,90 Km<sup>2</sup> e lunghezza pari 2,8 km;

Una delle problematiche più importanti del Borra è quella dello stato degli argini del corso d'acqua principale, particolarmente nelle zone dove il letto dei torrenti risulta pensile rispetto alla pianura circostante.



## 8.2.2 - Analisi dei punti di crisi

### Verifiche idrauliche con $Tr= 30$ anni

- sezione 37: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 33: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 32.5: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 31: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 29: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 28.4: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 28.3: esondazione in dx e sinistra idraulica

### Verifiche idrauliche con $Tr= 100$ anni

- sezione 37: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 35: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 34.55: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 33: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 32.5: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 31: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 29: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 28.4: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 28.3: esondazione in dx e sinistra idraulica

### Verifiche idrauliche con $Tr= 200$ anni

- sezione 37: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 35.5: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 35: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 34.55: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 34: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 33: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 32.5: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 31: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 29: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 28.4: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 23: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 22: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 21: esondazione in sinistra idraulica



### **8.3 – FOSSO DEL CALDERAIO**

Lo studio del Fosso del Calderaio è stato estrapolato dallo studio idraulico di supporto alla pianificazione urbanistica del Comune di Massa e Cozzile.

#### **8.3.1 - Analisi dei punti di crisi**

##### Verifiche idrauliche con $Tr= 30$ anni, 100 anni e 200 anni

Le esondazioni avvengono fuori dal territorio del Comune di Montecatini Terme.

### **8.4 - FORRA GRANDE o DEI MASSIMI**

#### **8.4.1 - Bacino idrografico**

Il Fosso Grande (o Forra Grande o Dei Massimi) è l'affluente di sinistra che si immette nel Borra con una brusca curvatura di deflusso all'altezza della località Molino del Lilli.

Il bacino idrografico interessa una porzione di territorio di circa 1,90 km<sup>2</sup>; la lunghezza totale del tratto nel bacino è di 2,80 km.

#### **8.4.2 - Analisi dei punti di crisi**

##### Verifiche idrauliche con $Tr= 30$ anni

La portata trentennale è contenuta in alveo.

##### Verifiche idrauliche con $Tr= 100$ anni

- sezione 51: esondazione in sinistra idraulica

##### Verifiche idrauliche con $Tr= 200$ anni

- sezione 51: esondazione in sinistra idraulica

### **8.5 - FOSSO MAONA**

#### **8.5.1 - Bacino idrografico**

Il Fosso Maona, che costituisce uno dei sottobacini del Torrente Salsero, ha origine nella zona collinare a nord dell'abitato; il suo tragitto si interrompe all'interno dell'abitato in quanto confluisce nel tratto tombato del Torrente Salsero. Il bacino del Fosso Maona interessa una porzione di territorio di circa 0,72 km<sup>2</sup>; la lunghezza totale del tratto nel bacino è di 1,75 km.

#### **8.5.2 - Analisi dei punti di crisi**

##### Verifiche idrauliche con $Tr= 30$ anni

- sezione 53: esondazione in dx e sinistra idraulica

##### Verifiche idrauliche con $Tr= 100$ anni

- sezione 53: esondazione in dx e sinistra idraulica

##### Verifiche idrauliche con $Tr= 200$ anni

- sezione 53: esondazione in dx e sinistra idraulica



## 8.6 – TORRENTE NIEVOLE

Ai fini di verificare l'assenza di rischio idraulico per esondazione nelle zone interessate da nuove previsioni, nell'ambito del nuovo P.R.G. di Montecatini Terme, viene esaminato il tratto di corso d'acqua a partire nel tratto vallivo fino al confine sud del territorio comunale, per un totale di circa 4 Km di lunghezza.

### 8.6 1 - Bacino idrografico

Il bacino del Torrente Nievole interessa una porzione di territorio di circa 30 km<sup>2</sup> ed è costituito dai sottobacini del Rio Bolognola, Fosso Renaggio, Fosso Acquaviva e Fosso della Torbola (esterni ai limiti comunali). La lunghezza totale del Torrente Nievole è di circa 8900 m, quella del fosso Renaggio è circa 3.640 m, quella del rio Bolognola è circa 4.482 m.

Prende origine a nord dell'abitato di Marliana; il corso fluviale ha un andamento N-S nei tratti iniziali e finali, mentre ha un andamento E-W nel tratto mediano a testimonianza di una prevedibile impostazione su lineazioni tettoniche. La direzione di deflusso nel tratto studiato è circa NW-SE con pendenza media del bacino di circa 30%.

Fino al laghetto al confine con il Comune di Montecatini Terme, il T. Nievole scorre nei suoi argini naturali mentre a valle si notano invece i primi radicali interventi fino al ponte della ferrovia per proteggere la zona abitata.

Sotto il ponte della ferrovia è visibile una traversa incisa nella parte centrale, al pari della base dei piloni del ponte, tanto che vi sono state piazzate delle piccole palancole per arginare i fenomeni erosivi.

Oltre il ponte della ferrovia, in prossimità della curva a gomito a destra, il T. Nievole scorre tra potenti argini in muratura; dopo circa 20-40 m dalla curva l'argine destro si interrompe passando ad argini naturali, mentre quello sinistro prosegue verso sud per altri 140-150 m fino alla confluenza con un piccolo rio laterale, per poi diventare in terra fino al Ponte di Serravalle.

A partire dal ponte della Strada Provinciale Lucchese il T. Nievole inizia a scorrere all'interno di alti argini in terra con protezione interna in muratura nei tratti in curva; in una di queste zone (Molino Pieracci) circa 30 anni fa si verificò una rotta.

Negli ultimi anni il tratto di alveo a valle del Ponte della ferrovia è stato sottoposto a modellamenti della linea centrale di flusso con regolari manutenzioni delle sponde arginali.

### 8.6.2 - Analisi dei punti di crisi

#### Verifiche idrauliche con Tr= 30 anni

- sezione 49: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 47: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 44.4: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 44: esondazione in sinistra idraulica



#### Verifiche idrauliche con Tr= 100 anni

- sezione 49: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 47: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 44.4: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 44: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 42.4: esondazione in dx idraulica

#### Verifiche idrauliche con Tr= 200 anni

- sezione 50: esondazione in dx sinistra idraulica
- sezione 49: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 47: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 46: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 45: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 44.4: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 44: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 42.4: esondazione in dx e sinistra idraulica

### **8.7 – FOSSO DELLA PUNGOLANA**

Affluente in destra idraulica del Torrente Nievole. Presenta una sezione fortemente irregolare ed un attraversamento di diametro 800 mm assolutamente insufficiente al passaggio delle portate di progetto.

#### **8.7.2 - Analisi dei punti di crisi**

##### Verifiche idrauliche con Tr= 30 anni

- sezione 59 e 58: esondazione in dx e sinistra idraulica

##### Verifiche idrauliche con Tr= 100 anni

- sezione 59 e 58: esondazione in dx e sinistra idraulica

##### Verifiche idrauliche con Tr= 200 anni

- sezione 59 e 58: esondazione in dx e sinistra idraulica

### **8.8 – FOSSO RENAGGIO**

#### **8.8.1 - Bacino idrografico**

Il Fosso Renaggio è un affluente in sinistra del Torrente Nievole. L'asta idrica ha una lunghezza di circa 3.640 m.

#### **8.8.2 - Analisi dei punti di crisi**

##### Verifiche idrauliche con Tr= 30 anni

- la piena è sempre contenuta in alveo

Verifiche idrauliche con Tr= 100 anni

- la piena è sempre contenuta in alveo

Verifiche idrauliche con Tr= 200 anni

- la piena è sempre contenuta in alveo

**8.9 - RIO RINFESCO o CASTAGNA REGOLO****8.9.1 - Bacino idrografico**

Il bacino del Rio Rinfresco o Castagna Regolo interessa una porzione di territorio di circa 1,20 km<sup>2</sup>. La lunghezza totale del tratto nel bacino è di 1,6 km.

Il Rio Rinfresco o Castagna Regolo, che costituisce uno dei sottobacini del Torrente Salsero, ha origine nella zona collinare a nord dell'abitato; il suo tragitto si interrompe all'interno dell'abitato in quanto confluisce nel tratto tombato del Torrente Salsero.

**8.9.2 - Analisi dei punti di crisi**Verifiche idrauliche con Tr= 30 anni

- sezione 54: esondazione in dx e sinistra idraulica

Verifiche idrauliche con Tr= 100 anni

- sezione 54: esondazione in dx e sinistra idraulica

Verifiche idrauliche con Tr= 200 anni

- sezione 54: esondazione in dx e sinistra idraulica

**8.10 - RIO SALSERINO****8.10.1 - Bacino idrografico**

Il Rio Salserino ha origine dai rilievi posti a est dell'abitato e confluisce nelle condotte fognarie dell'abitato. La lunghezza totale del tratto nel bacino è di 0,44 km.

**8.10.2 - Analisi dei punti di crisi**Verifiche idrauliche con Tr= 30 anni

- sezione 55.2: esondazione in sinistra idraulica

Verifiche idrauliche con Tr= 100 anni

- sezione 55.2: esondazione in sinistra idraulica

Verifiche idrauliche con Tr= 200 anni

- sezione 55.2: esondazione in sinistra idraulica



## 8.11 – TORRENTE SALSERO

Ai fini di verificare l'assenza di rischio idraulico per esondazione nelle zone interessate da nuove previsioni, nell'ambito del nuovo RU di Montecatini Terme, viene esaminato il tratto di corso d'acqua a partire dalla sezione tombata a valle del tracciato autostradale fino al confine sud del territorio comunale, per un totale di circa 3,3 Km di lunghezza.

### 8.11.1 - Bacino idrografico

Il bacino del Torrente Salsero si estende su un'area di 5,14 kmq e del bacino fanno parte il Rio Salserino, il Rio Rinfresco di Castagna Regolo, il Rio Maone, il fosso della Schiava e il fosso della Nievolina.

Il Rio Maone e Rio Rinfresco hanno origine nella zona collinare a nord dell'abitato, il loro tragitto si interrompe all'interno dell'abitato in quanto confluiscono nel tratto tombato del Torrente Salsero. Il Salsero dal suo inizio fino al punto in cui vi confluisce anche il Torrente Borra è lungo 4580 m, di cui 1900 m sono tombati. Il torrente diventa a cielo aperto in località il Cassero con andamento circa N-S fino al limite amministrativo comunale.

Il Rio Salserino e il Fosso della Schiava hanno origine dai rilievi posti a est dell'abitato e confluiscono nelle condotte fognarie dell'abitato.

### 8.11.2 - Analisi dei punti di crisi

Analogamente al Torrente Borra, anche il Torrente Salsero presenta un'insufficienza della sezione d'alveo in corrispondenza del tracciato Autostradale; un ulteriore punto di crisi si riscontra all'altezza della sezione 10, in corrispondenza dell'attraversamento della Via Camporcioni.

#### Verifiche idrauliche con $T_r= 30$ anni

- sezione 13.3: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 13: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 12: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 11.4: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 11: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 10: esondazione in dx idraulica
- sezione 9.08: esondazione in dx idraulica
- sezione 3: esondazione in sinistra idraulica

#### Verifiche idrauliche con $T_r= 100$ anni

- sezione 15.5: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 14: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 13.3: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 13: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 12: esondazione in dx e sinistra idraulica



- sezione 11.4: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 11: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 10: esondazione in dx idraulica
- sezione 9.08: esondazione in dx idraulica
- sezione 8.05: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 8: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 6: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 3: esondazione in sinistra idraulica

#### Verifiche idrauliche con $T_r= 200$ anni

- sezione 15.5: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 14: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 13.33: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 13: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 12: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 11.4: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 11: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 10: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 9.5: esondazione in dx idraulica
- sezione 8.05: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 8: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 6: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 3: esondazione in sinistra idraulica

## **8.12 – RIO SANT'ANTONIO**

Ai fini di verificare l'assenza di rischio idraulico per esondazione nelle zone interessate da nuove previsioni nell'ambito del nuovo RU di Montecatini Terme, è stato esaminato il tratto di corso d'acqua a partire dalla sezione di sbocco del tratto tombato, nel centro urbano di Montecatini Terme, fino al limite sud del confine comunale.

### **8.12.1 - Bacino idrografico**

Il bacino del Rio San Antonio si estende su una superficie di 1,24 kmq ed è lungo circa 5.220 m, risulta tombato nella parte dell'abitato per una lunghezza di 2950 m, mentre diventa a cielo aperto in zona Biscolla nei pressi dell'autostrada per circa 2270 m, fino al limite amministrativo meridionale del comune. Esso trova la sua origine probabilmente dalle colline delle Panteraie e attraverso un percorso tombato passante per lo più nella zona ovest del paese (zona ippodromo e stadio) raggiunge l'area della Biscolla per poi attraversarla fino a scorrere parallelo al torrente Salsero.



## 8.12.2 - Analisi dei punti di crisi

### Verifiche idrauliche con Tr= 30 anni

- sezione 25.6: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 25.5: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 25.4: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 25.3: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 25.2: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 25.1: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 22: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 3: esondazione in dx idraulica
- sezione 2.7: esondazione in dx idraulica
- sezione 2.5: esondazione in dx idraulica

### Verifiche idrauliche con Tr= 100 anni

- sezione 25.6: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 25.5: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 25.4: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 25.3: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 25.2: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 25.1: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 22: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 3: esondazione in dx idraulica
- sezione 2.7: esondazione in dx idraulica
- sezione 2.5: esondazione in dx idraulica

### Verifiche idrauliche con Tr= 200 anni

Il Torrente Borra presenta le seguenti criticità:

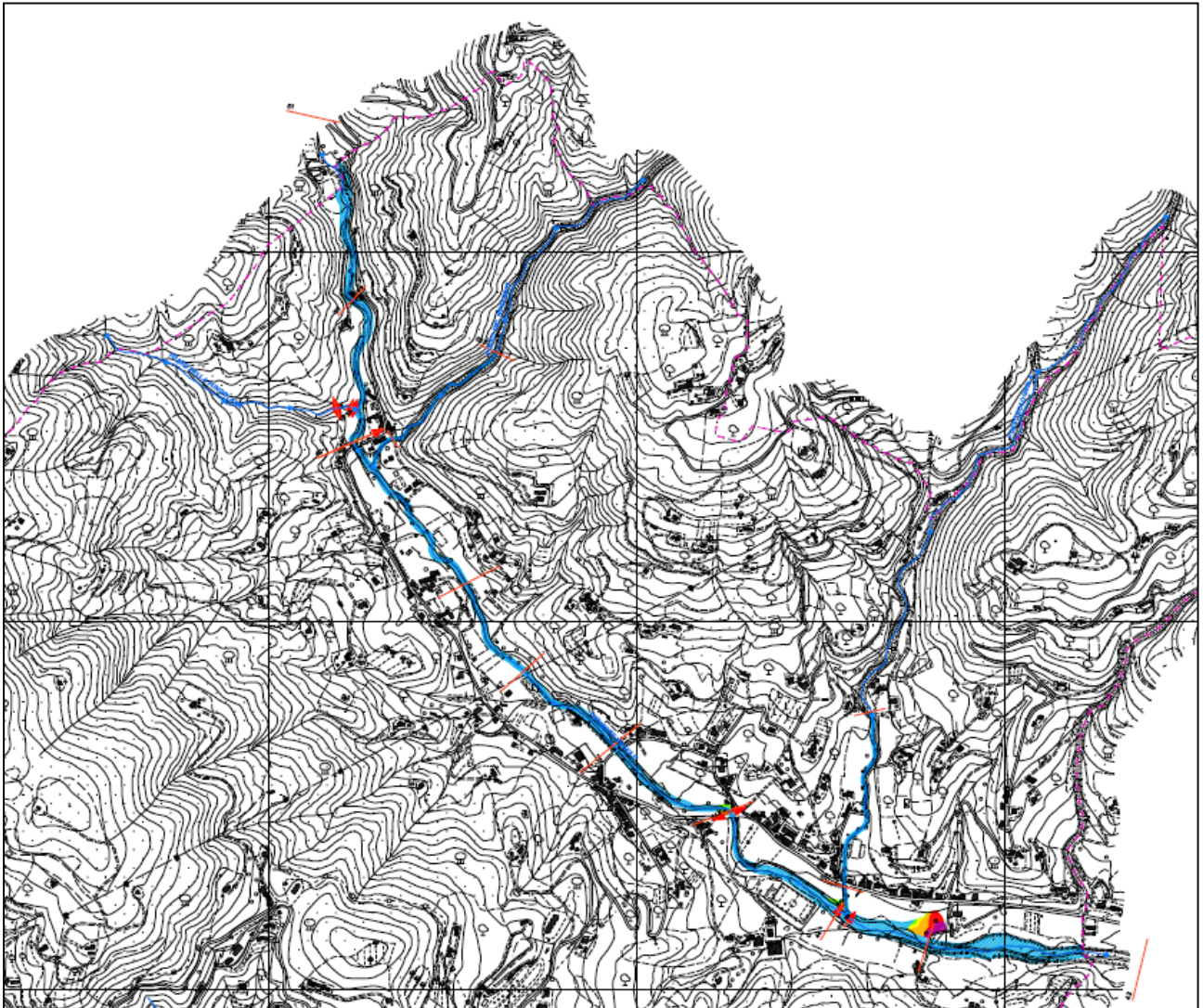
- sezione 25.6: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 25.5: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 25.4: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 25.3: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 25.2: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 25.1: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 25: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 22: esondazione in sinistra idraulica
- sezione 3: esondazione in dx idraulica
- sezione 2.7: esondazione in dx e sinistra idraulica
- sezione 2.5: esondazione in dx e sinistra idraulica

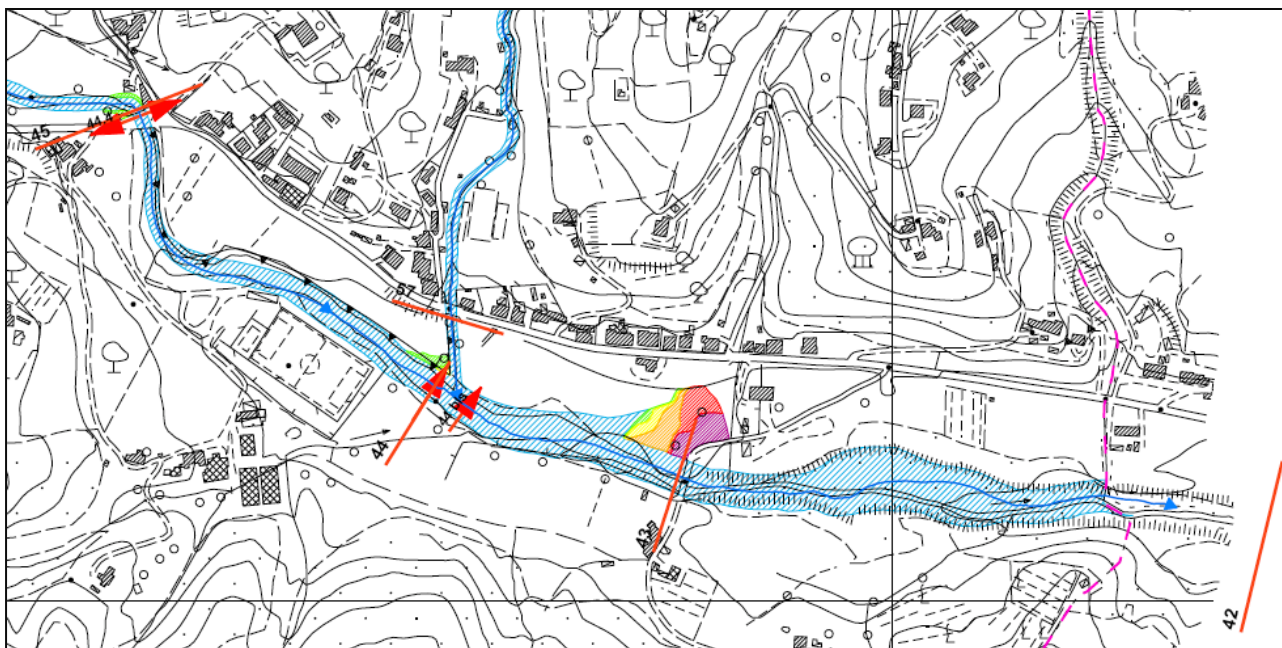


ESTRATTI DALLA CARTOGRAFIA  
DELLE AREE ALLAGATE

*Tr 30 anni*

# Settore Nord- Aree inondabili Tr 30 anni

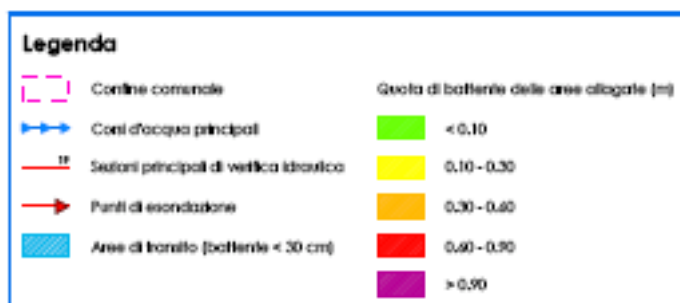




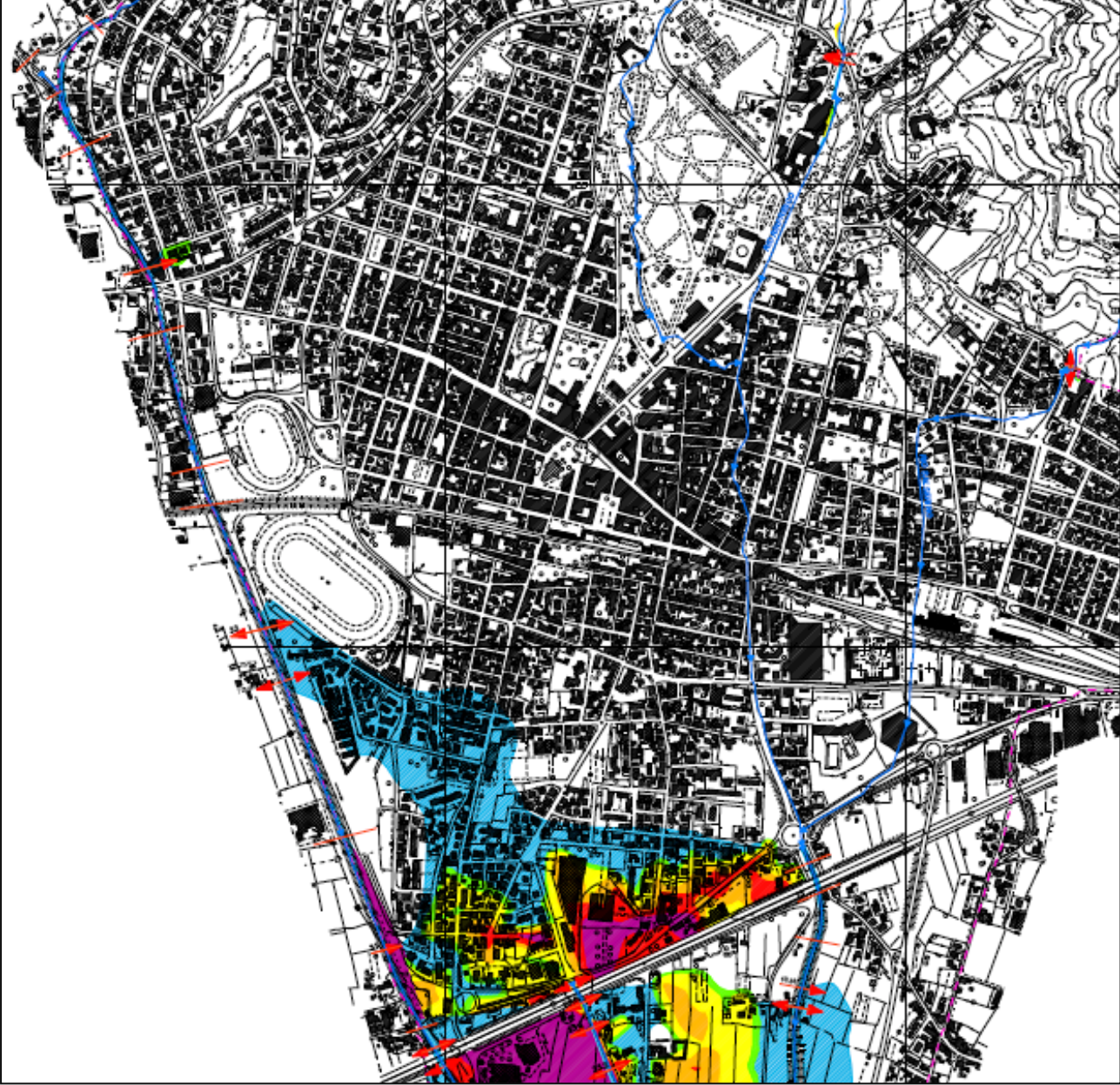
## Tratto terminale settore Nord

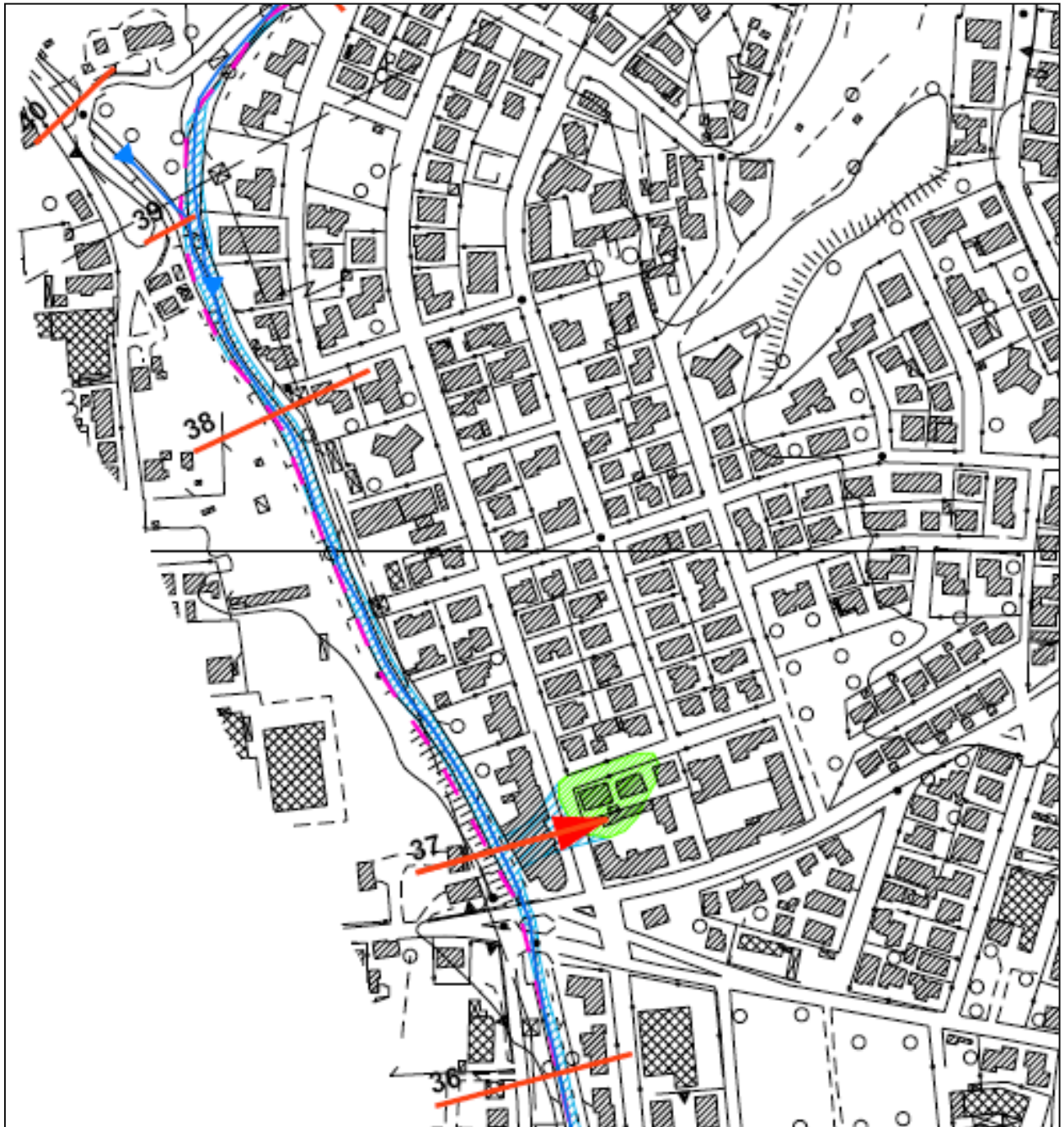
*Torrente Nievole*

Sezioni dalla 45 alla 42



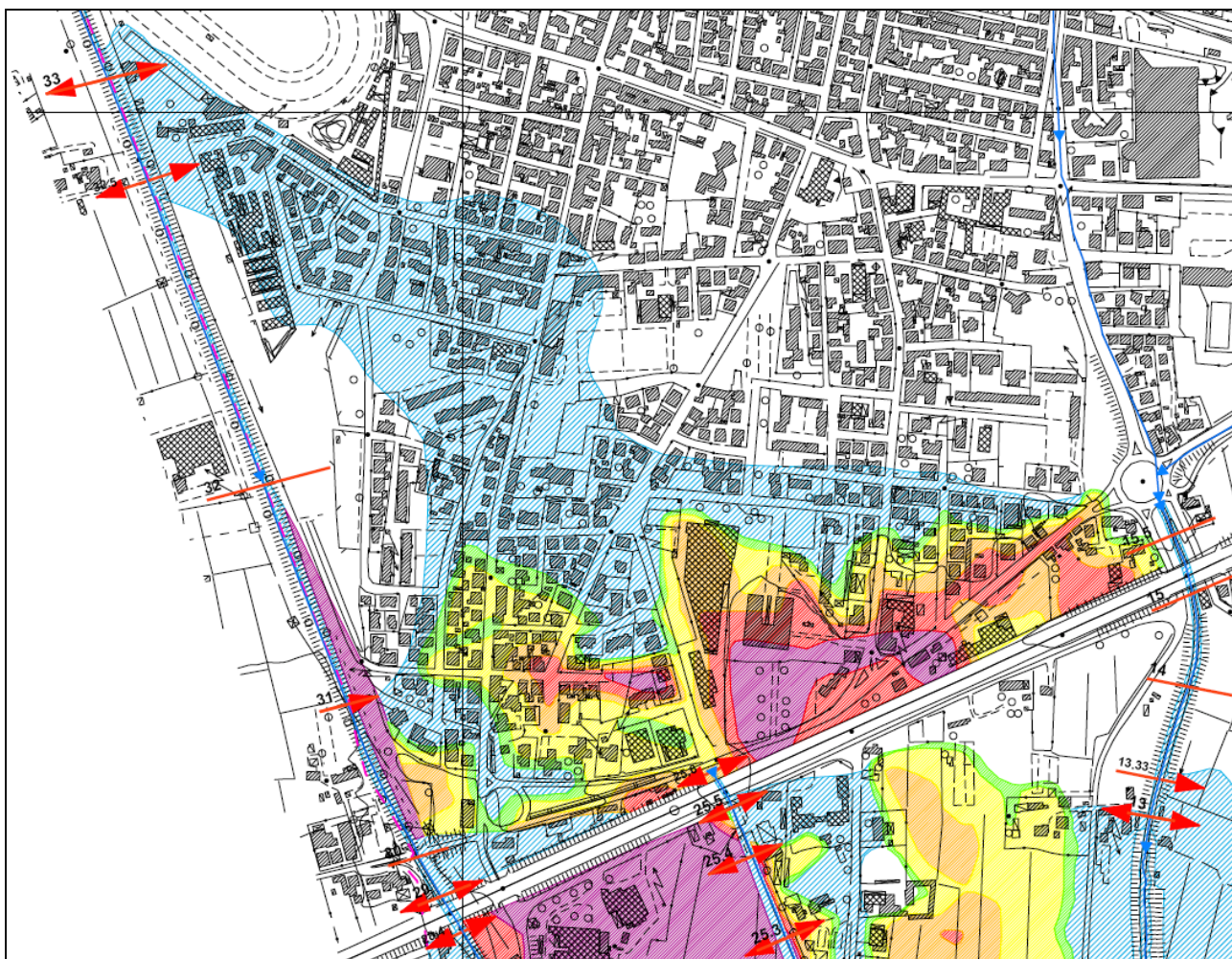
Settore Centro- Aree inondabili Tr 30 anni





**Settore Centro**

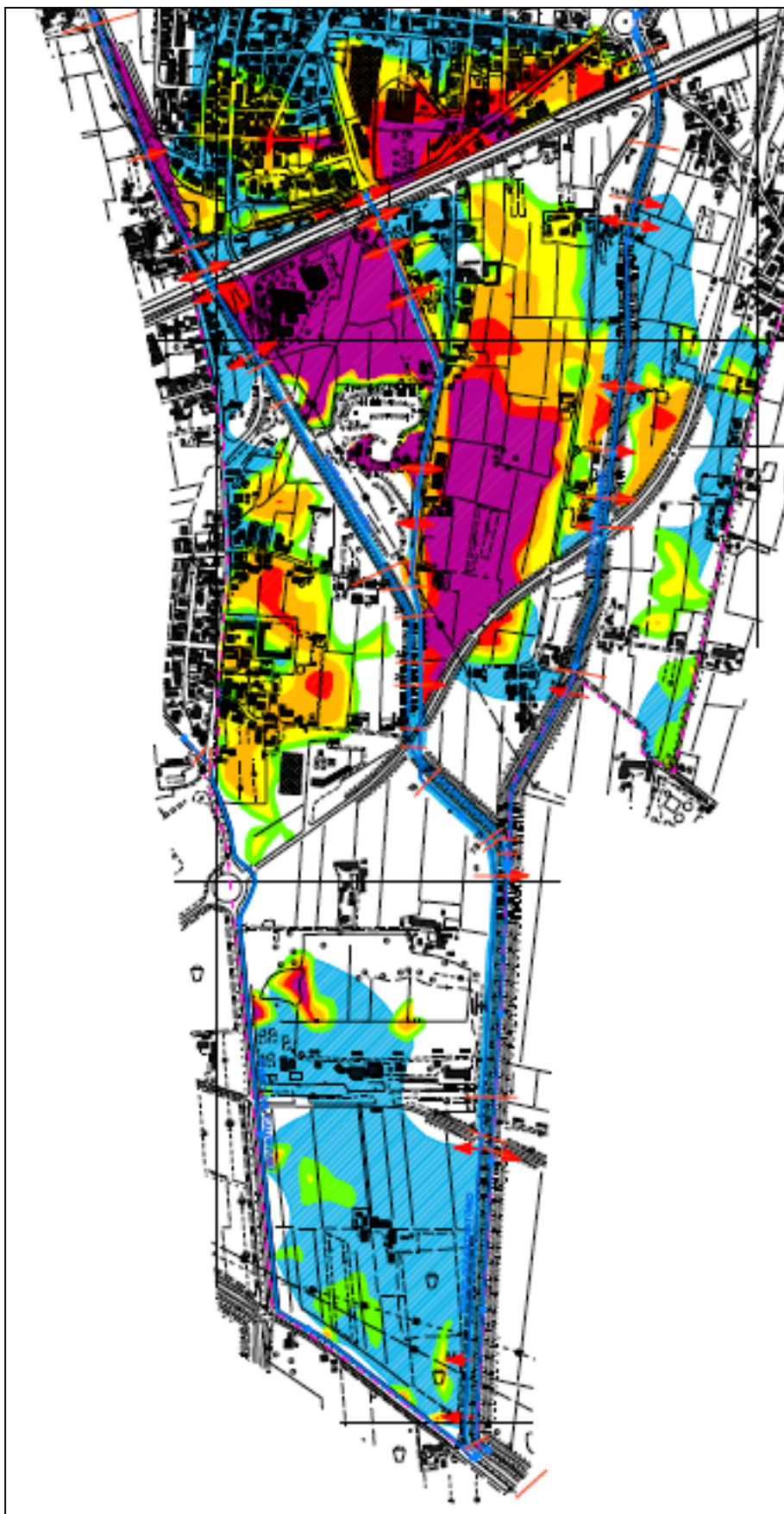
*Torrente Borra*  
Sezioni dalla 40 alla 36



**Settore Centro**

*Torrente Borra*

Sezioni dalla 33 alla 29



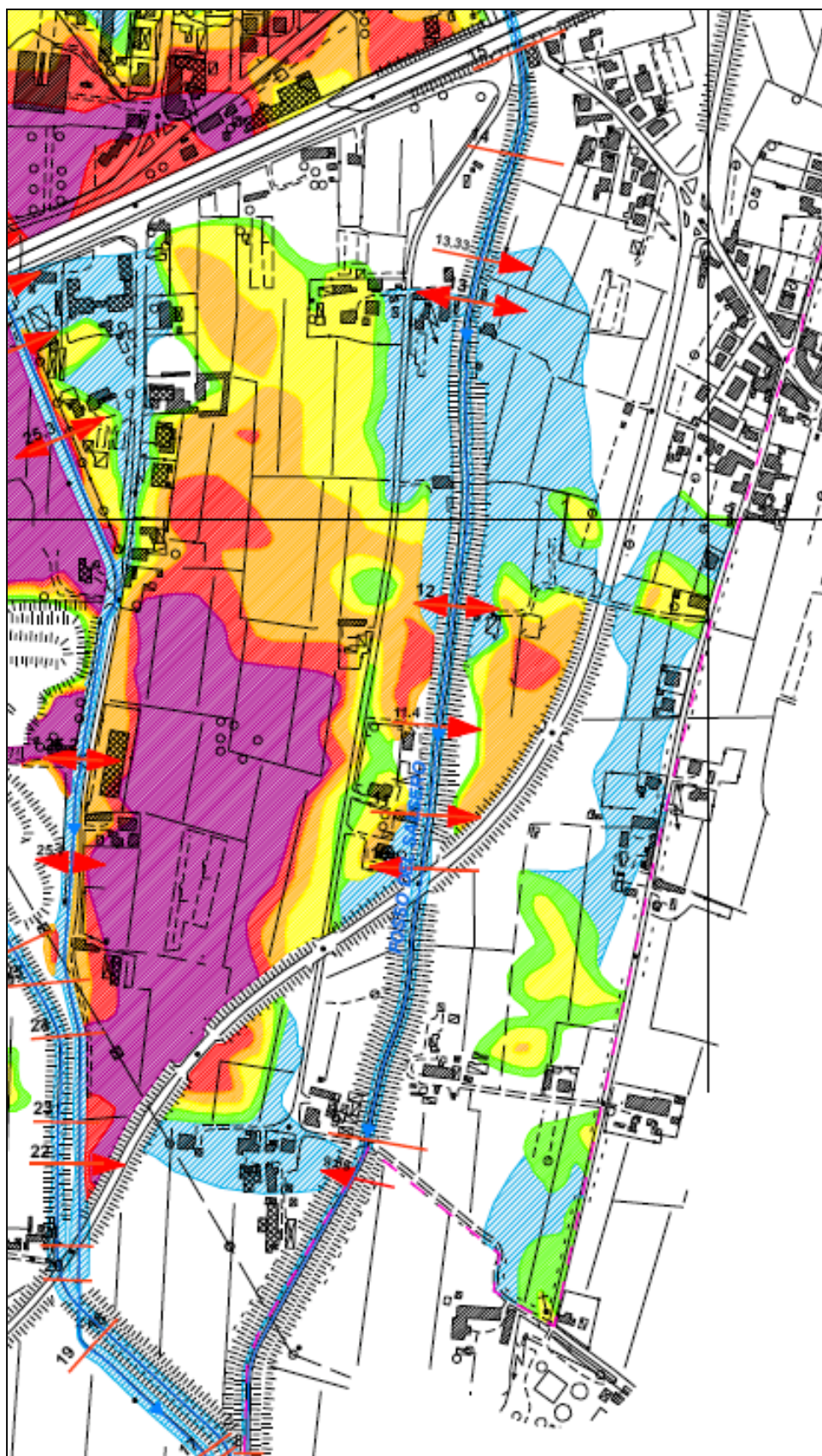
Settore Sud – Aree inondabili Tr 30 anni



**Settore Sud**

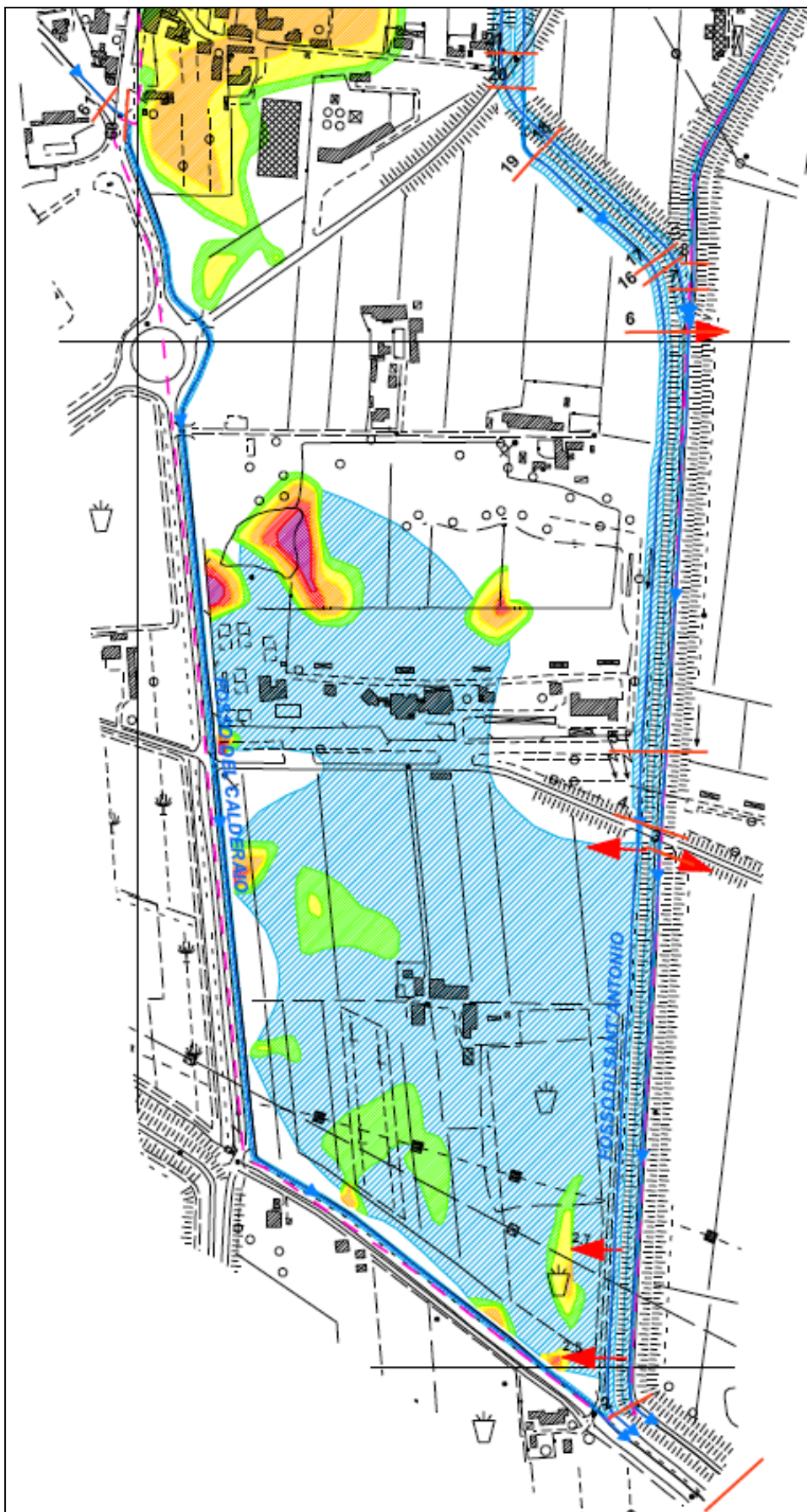
*Torrente Borra*  
Sezioni dalla 29 alla 18

*Rio Sant'Antonio*  
Sezioni dalla 25.6 alla 19



## Settore Sud

*Torrente Salsero*  
Sezioni dalla 15.5 alla 6



**Settore Sud**

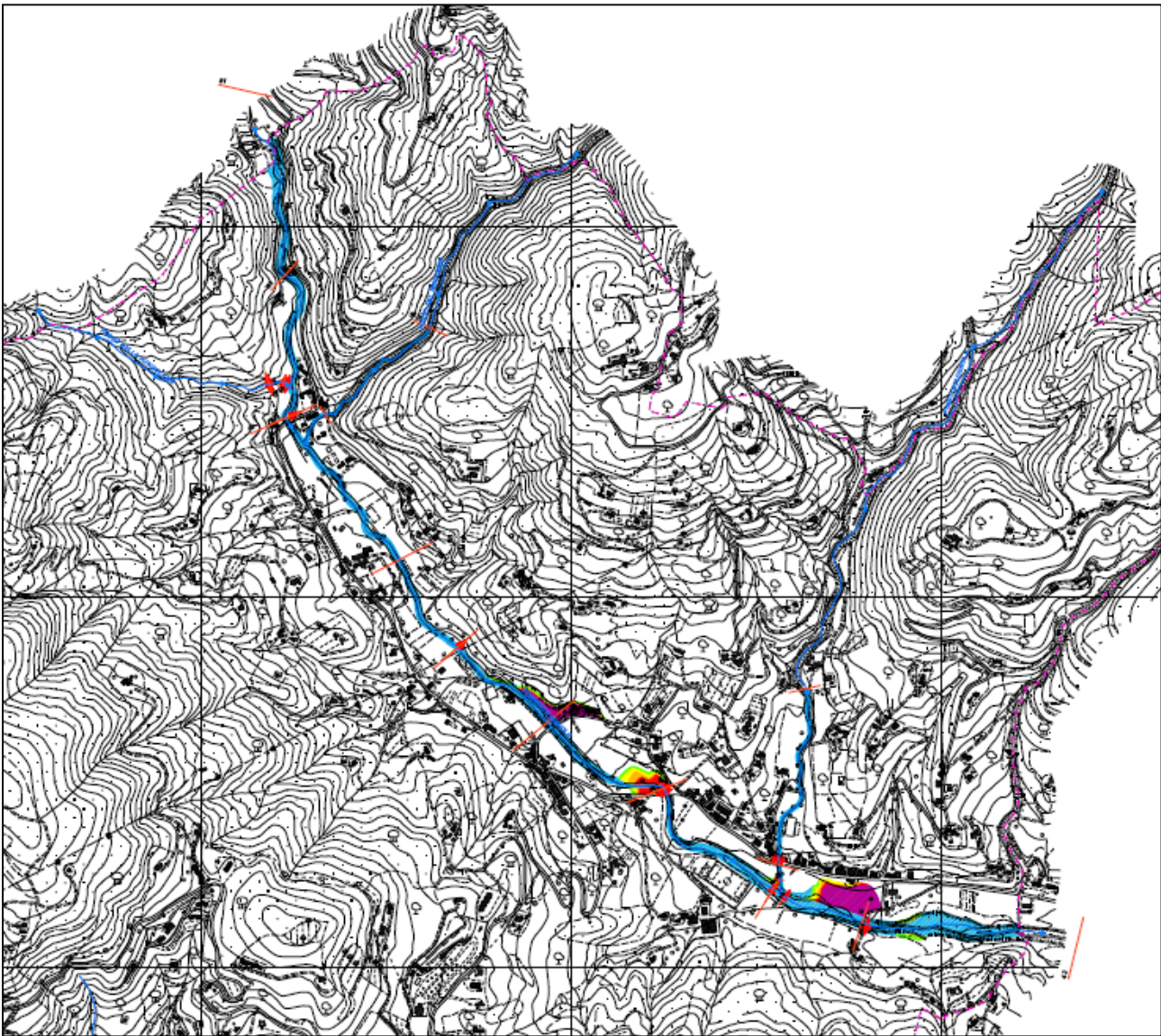
*Torrente Salsero*  
Sezioni dalla 6 alla 1

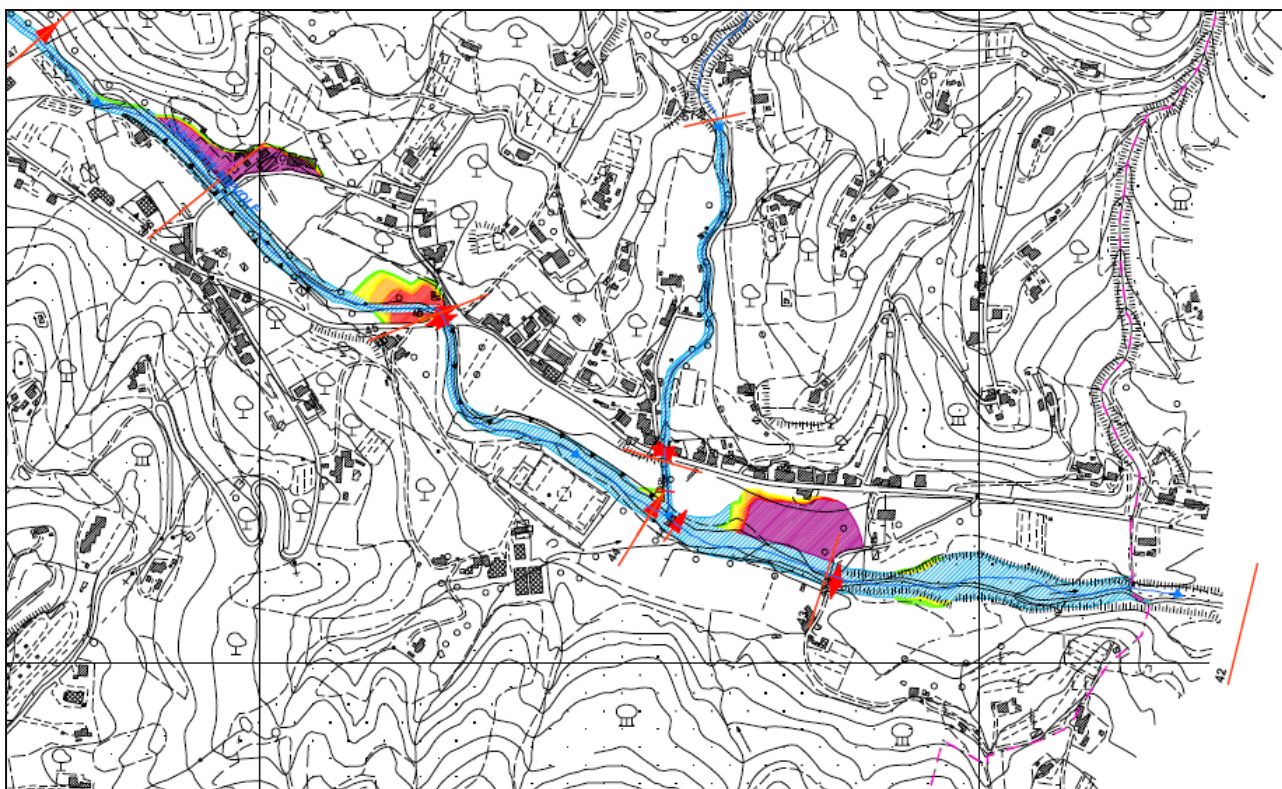
*Rio Sant'Antonio*  
Sezioni dalla 19 alla 1

ESTRATTI DALLA CARTOGRAFIA  
DELLE AREE ALLAGATE

*Tr 200 anni*

Settore Nord -Aree inondabili Tr 200 anni

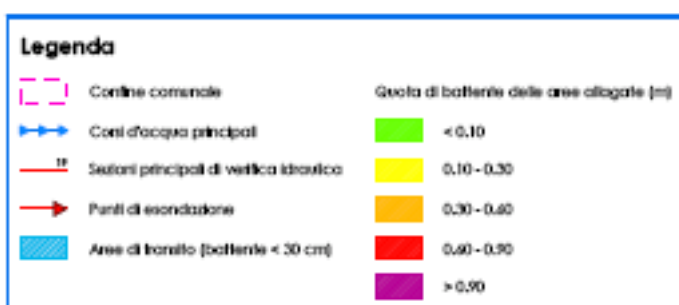




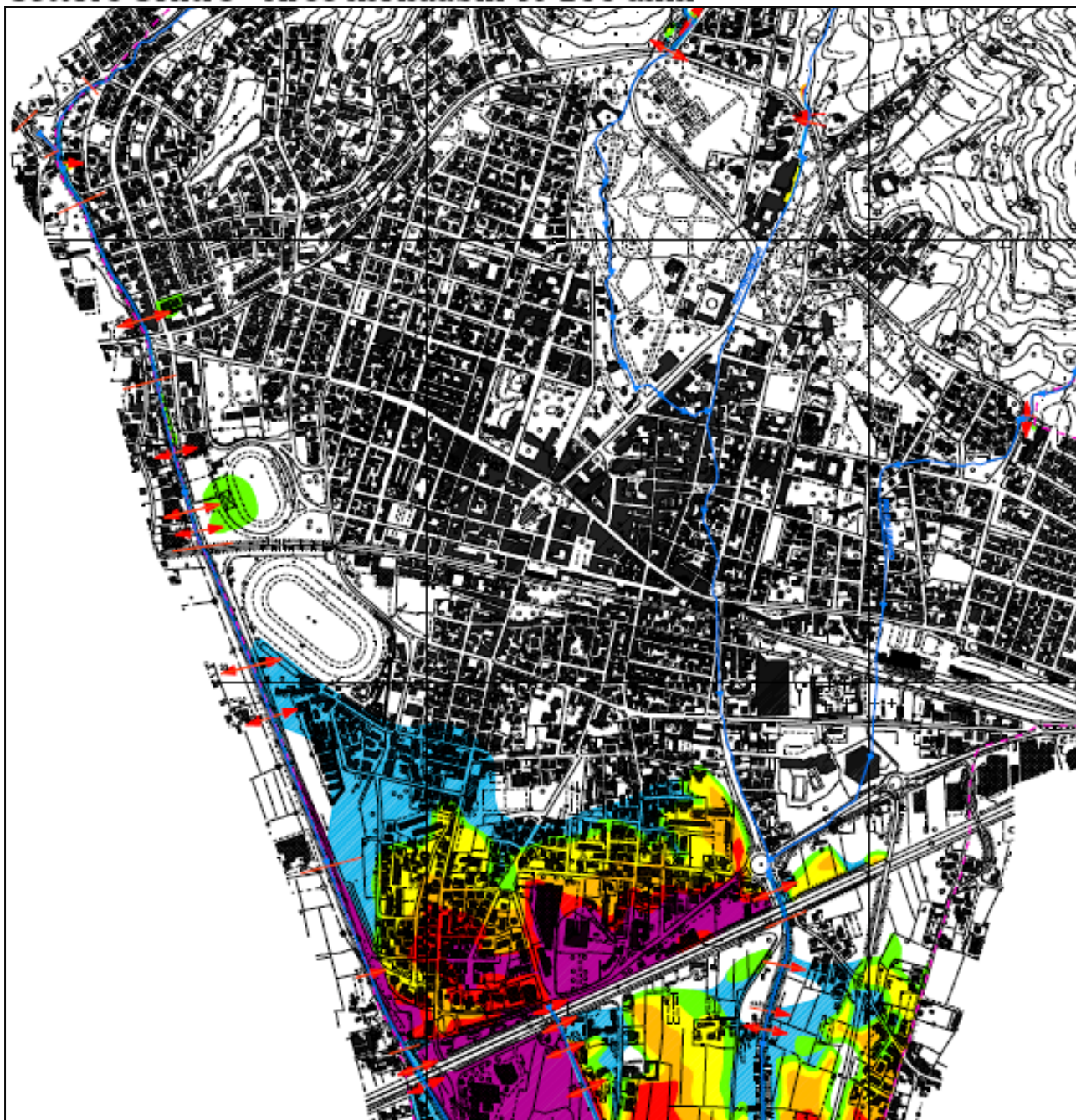
## Tratto terminale settore Nord

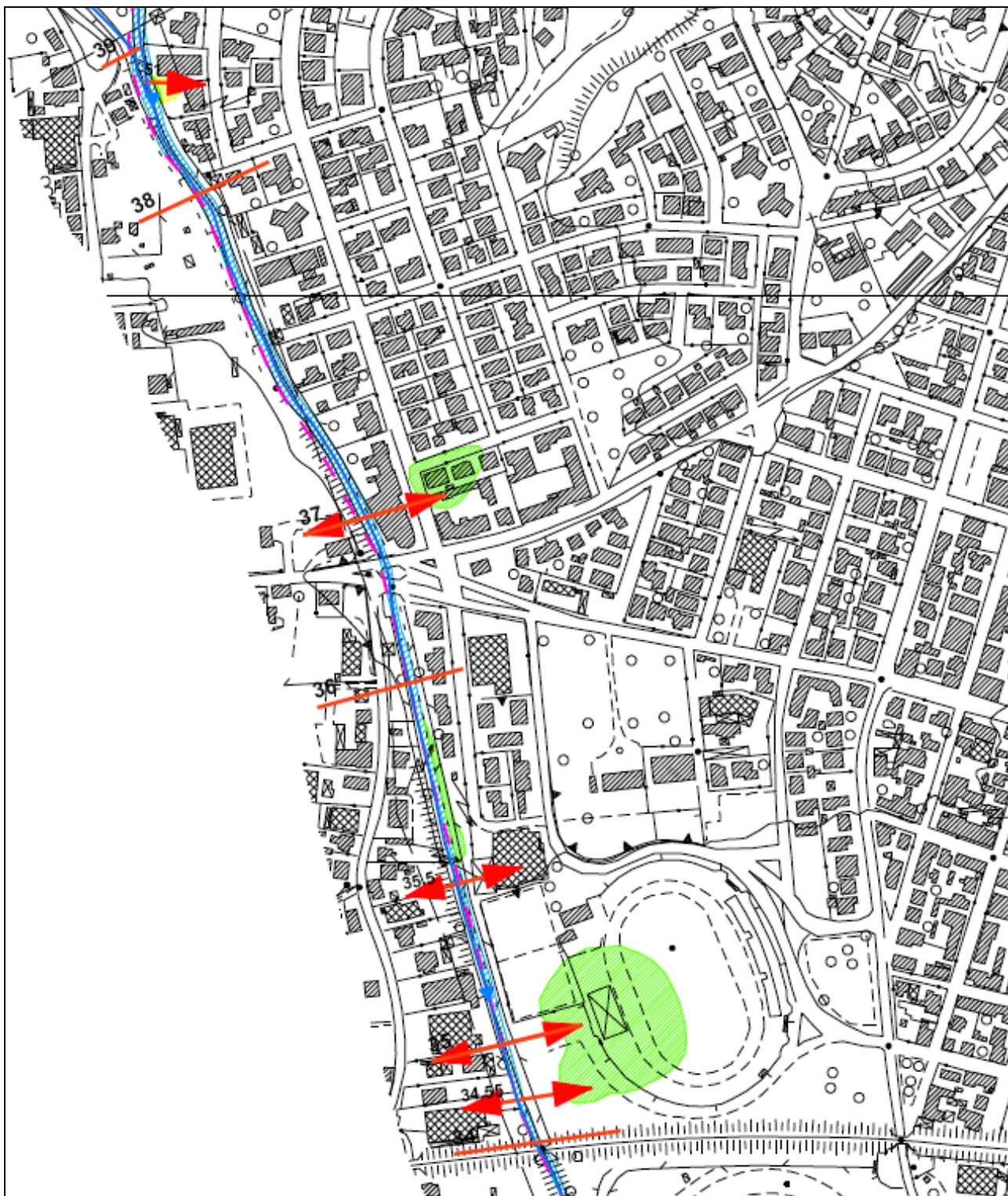
*Torrente Nievole*

Sezioni dalla 45 alla 42



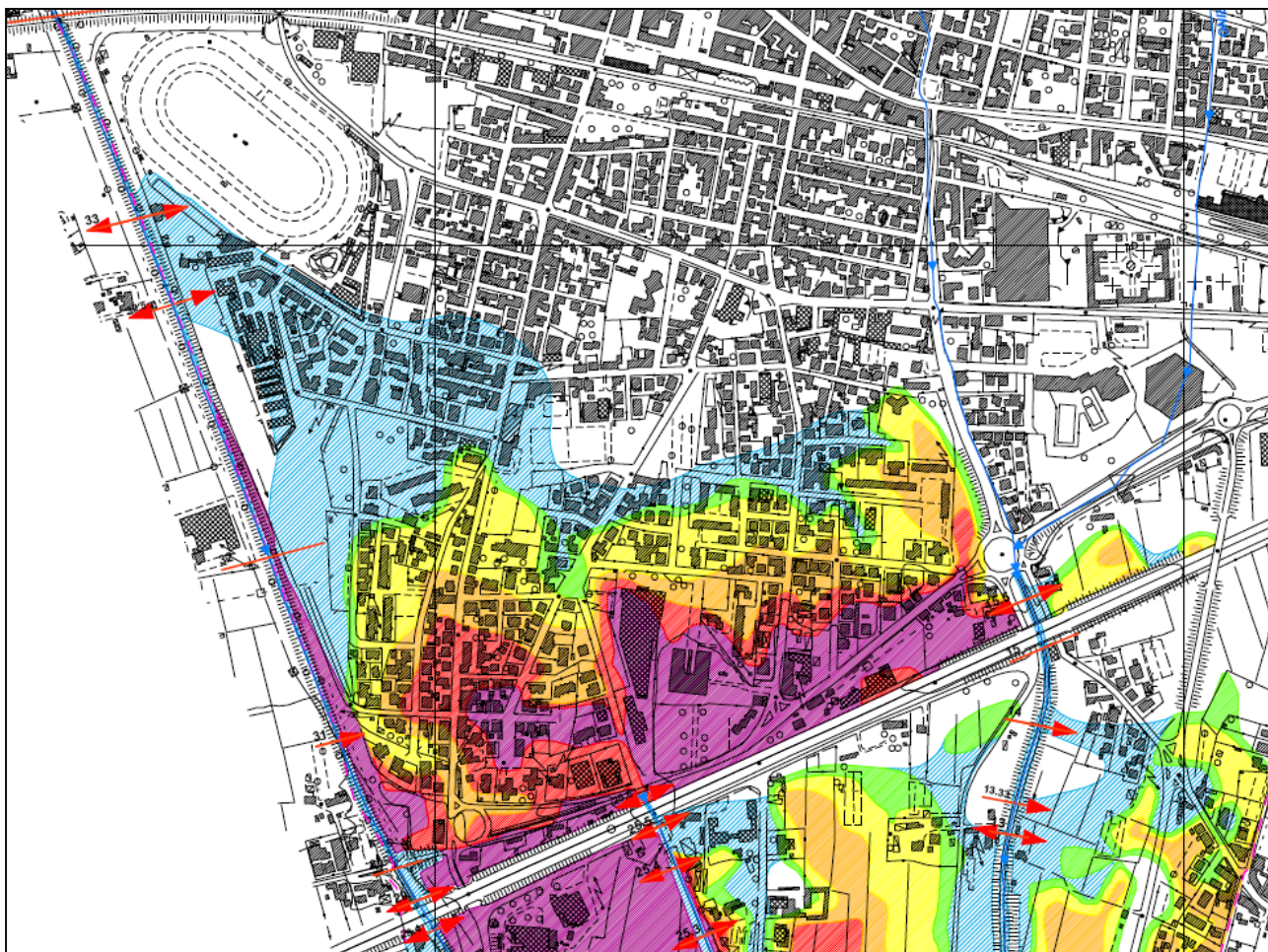
Settore Centro - Aree inondabili Tr 200 anni





## Settore Centro

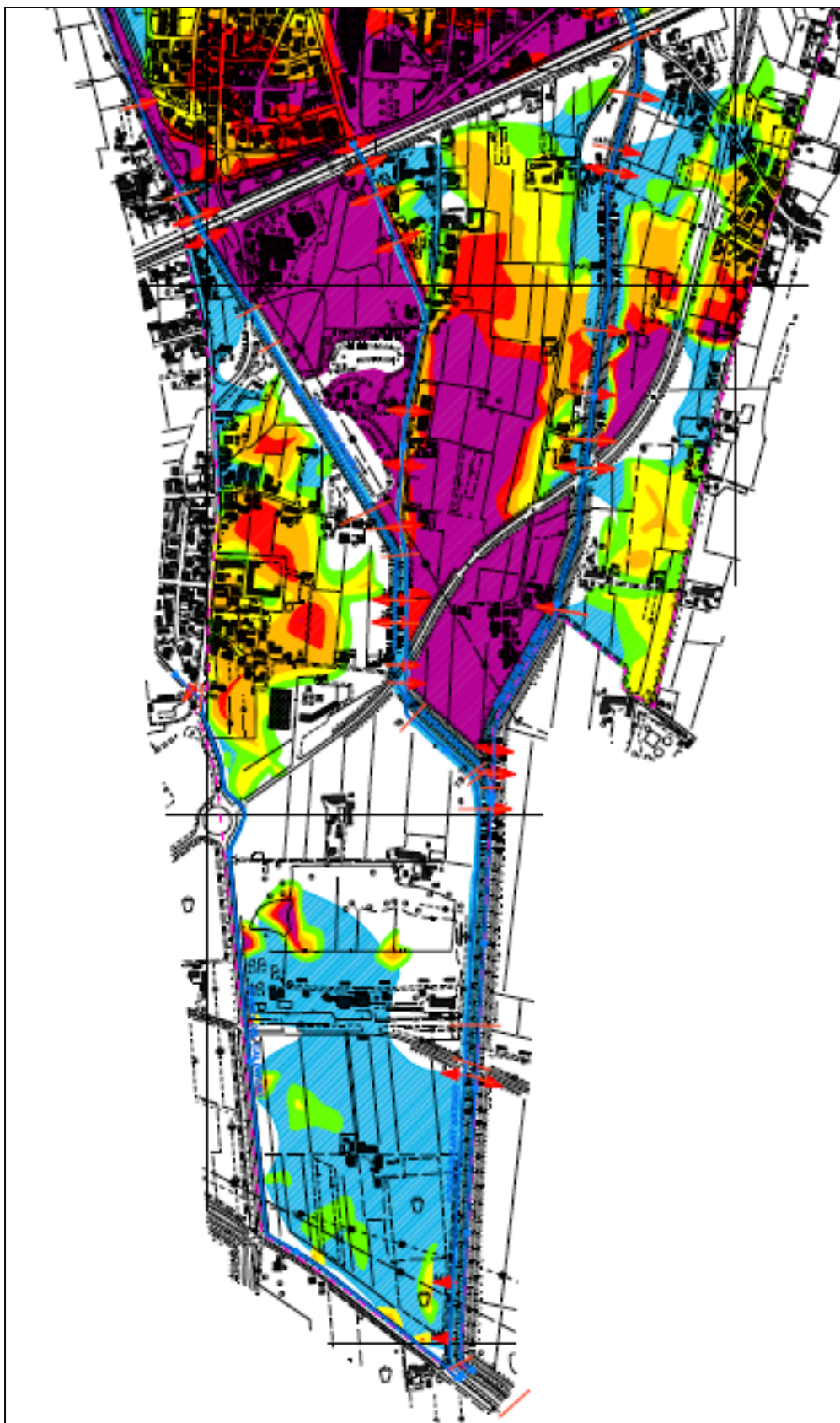
*Torrente Borra*  
Sezioni dalla 40 alla 36



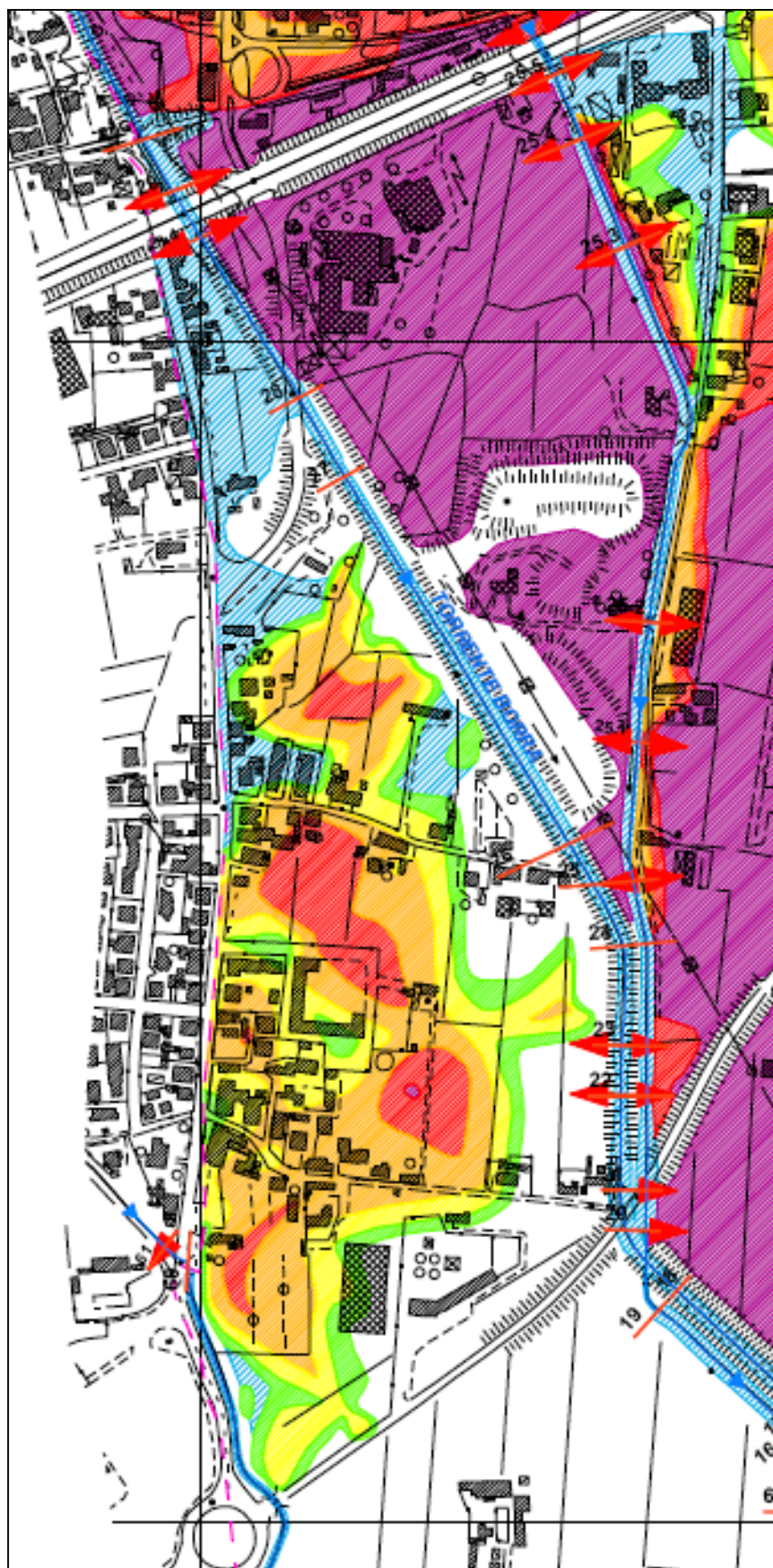
## Settore Centro

*Torrente Borra*

Sezioni dalla 33 alla 29



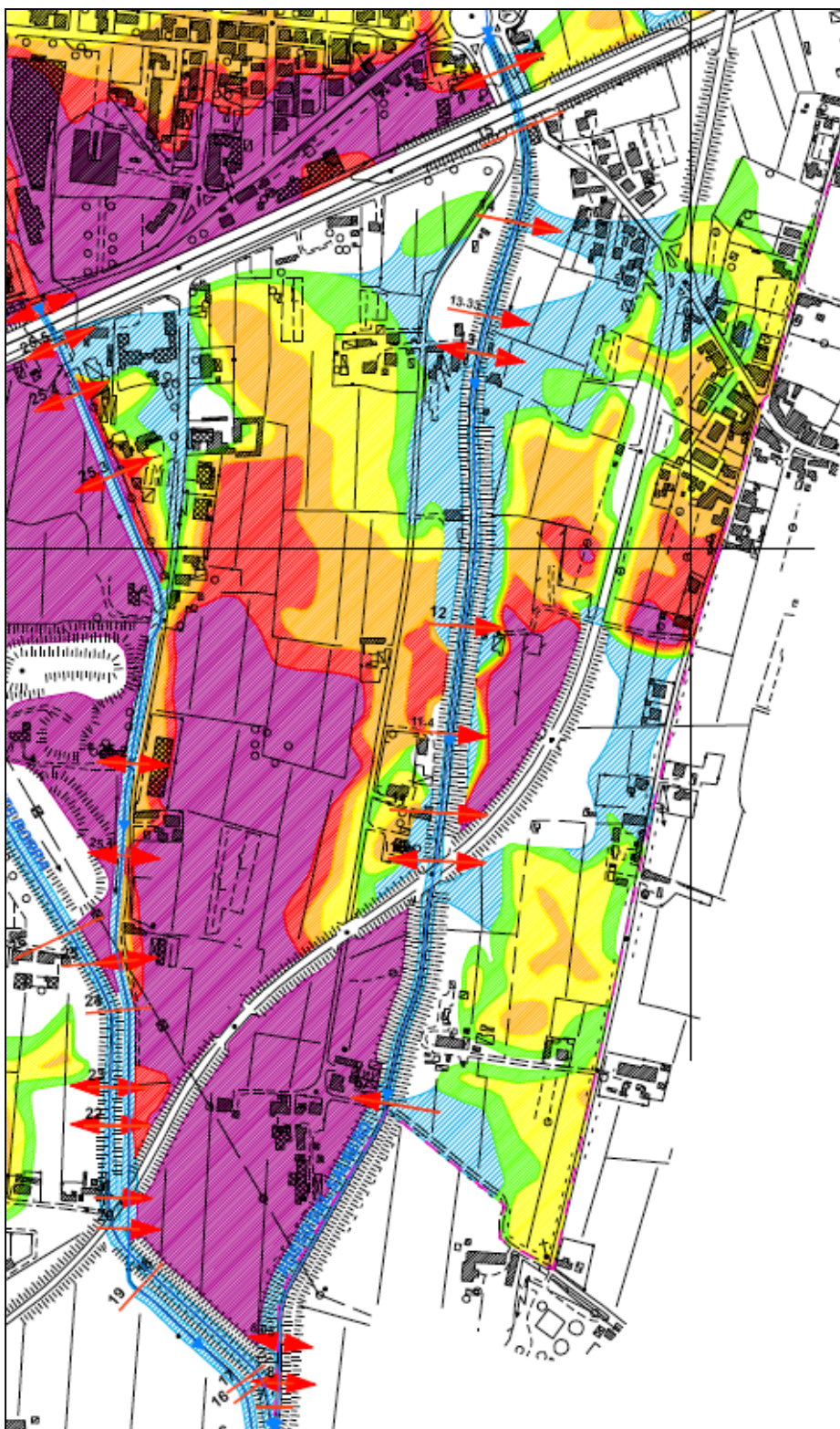
Settore Sud - Aree inondabili Tr 200 anni



### Settore Sud

*Torrente Borra*  
Sezioni dalla 29 alla 18

*Rio Sant'Antonio*  
Sezioni dalla 25.6 alla 19



## Settore Sud

*Torrente Salsero*  
Sezioni dalla 15.5 alla 6



**Settore Sud**

*Torrente Salsero*  
Sezioni dalla 6 alla 1

*Rio Sant'Antonio*  
Sezioni dalla 19 alla 1