



AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
PER LA QUALITÀ CERTIFICATO DA DNV  
= UNI EN ISO 9001:2008 =

HydroGeo

Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio

Studio Tecnico Associato Ingg. G. Gazzini, T. Staiano

Via Cardinal Latino, 20

50126 Firenze

Tel/Fax 055 65 87 050

e-mail info@studiohydrogeo.it

# STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO DI SUPPORTO AL REGOLAMENTO URBANISTICO DEL COMUNE DI SAN CASCIANO AI SENSI DEL REGOLAMENTO DI ATTUAZIONE 27/04/2007 N.26/R DELL'ART. 62 DELLA LEGGE REGIONALE 1/2005

## RELAZIONE TECNICA

### COMMITTENTE:



Comune di San Casciano in Val di Pesa

Via Machiavelli 56 - 50026 - San Casciano in Val di Pesa (FI)

### PROGETTISTI:

ING. GIACOMO GAZZINI

DOTT. GEOL. ALESSANDRO MURRATZU

PROGETTO

L 3 5 0

LOTTO

0 1

FASE

S 0 3

DOC

T

ELABORATO

R T C

REV

A

REV.

DATA EMISSIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

A

Ottobre 2011

G.Gazzini

G.Gazzini

G.Gazzini

---

## INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	DEFINIZIONE DELL'AMBITO DI STUDIO.....	3
2.1	APPROCCIO METODOLOGICO.....	3
2.2	INQUADRAMENTO DELL'AMBITO D'INDAGINE.....	5
2.3	IL QUADRO CONOSCITIVO.....	5
2.3.1	<i>Raccolta ed analisi dei dati disponibili.....</i>	5
2.3.2	<i>Caratterizzazione topografica del corso d'acqua.....</i>	6
2.3.3	<i>Caratterizzazione delle aree di potenziale esondazione.....</i>	7
2.3.4	<i>Coefficienti di scabrezza.....</i>	8
2.4	ANALISI NORMATIVA.....	9
2.4.1	<i>Il Regio Decreto n.523 del 1904.....</i>	9
2.4.1	<i>Strumenti per il Governo del Territorio: L.R. n. 1/2005 e DPGR n. 26/R.....</i>	9
3	ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA.....	12
3.1	AMBITI DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA.....	12
3.2	PERICOLOSITÀ IDRAULICA.....	13
3.2.1	<i>Analisi idrologica ed idraulica.....</i>	13
3.2.2	<i>Modellistica Idraulica e Analisi dei Risultati.....</i>	15
3.2.2.1	Fiume Greve.....	15
3.2.2.2	Borro di Sant' Angelo.....	16
3.2.2.3	Fosso di Battaglio.....	17
3.2.2.4	Torrente Pesa.....	18
3.2.2.5	Torrente Sugana.....	18
3.2.2.6	Borro di Argiano.....	19
3.2.2.7	Borro di Canciulle.....	19
3.2.2.8	Torrente Terzona.....	20
3.3	MAPPATURA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA.....	20
4	CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ IDRAULICA DELLE PREVISIONI URBANISTICHE.....	21
4.1	ATP PONTE DI GABBIANO.....	21
4.2	CERBAIA R 1.1 – R 1.2 – R 1.5.....	22
4.3	ATRP26 BARGINO.....	22
4.4	CALZAIOLO ATRP23.....	23
4.5	ICPR PONTEROTTO.....	23
4.6	ATP PONTEROTTO.....	23
4.7	ATP PONTE DELLE SIBILLE.....	24

---

## 1 Premessa

Il Dott. Geol. Alessandro Murratzu è stato incaricato dal Comune di San Casciano di predisporre le indagini di supporto al Regolamento Urbanistico, ai sensi del Regolamento di Attuazione della Legge Regionale 1/2005 (Norme per il Governo del Territorio), approvato con D.P.G.R. n. 26/R del 27 Aprile 2007. La presente costituisce la relazione delle indagini idrologiche-idrauliche previste dal suddetto regolamento.

In attuazione della Legge Regionale 3 gennaio 2005, n. 1 in materia di indagini geologiche, con Decreto del Presidente della Giunta Regionale 27 aprile 2007, n. 26/R è stato emanato il Regolamento di attuazione che, ai sensi dell'art.1, disciplina *“ le direttive tecniche per le indagini atte a verificare la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico [...], la procedura del deposito delle indagini geologico-tecniche presso le strutture regionali competenti e le modalità del controllo delle indagini geologico-tecniche di cui sopra.”*

Le disposizioni del regolamento (Art.2) *“si applicano alle indagini geologico-tecniche da effettuare in sede di formazione: a) del piano strutturale e sue varianti; b) del regolamento urbanistico e sue varianti; c) del piano complesso d'intervento e sue varianti; d) dei piani attuativi e loro varianti; e) delle varianti ai piani regolatori generali vigenti.”*

In base al nuovo quadro normativo, le Amministrazioni comunali, in sede di formazione degli atti di governo del territorio e loro rispettive varianti, devono effettuare indagini geologico-tecniche di supporto verificando la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico e sismico, al fine di accertare i limiti ed i vincoli che possono derivare dalle situazioni di pericolosità riscontrate e di individuare le condizioni che garantiscono la fattibilità degli interventi di trasformazione.

Alla luce di quanto sopra sono state verificate le condizioni di allagamento mediante studi idrologici ed idraulici analitici sui corsi d'acqua. A supporto di tali indagini, è stata condotta una campagna di rilievi topografici per la definizione della geometria d'alveo dei principali corsi d'acqua che concorrono a definire la pericolosità nelle aree oggetto di trasformazione, integrati dalle sezioni fluviali esistenti fornite dal Consorzio di Bonifica Toscana Centrale.

Per i nuovi interventi previsti dal Regolamento Urbanistico, sono state dunque definite le condizioni di fattibilità idraulica sulla base del livello di pericolosità riscontrata, individuando gli interventi di messa in sicurezza idraulica necessari all'eliminazione di pericolo per persone e beni, senza incremento della pericolosità nelle aree contermini.

---

## 2 Definizione dell'ambito di studio

### 2.1 Approccio metodologico

Le indagini idrologiche ed idrauliche consentono di definire le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali, secondo le categorie di fattibilità fissate dal D.P.G.R. n. 26/R del 27 Aprile 2007.

Nell'ambito della presente indagine sono stati implementati studi idrologici ed idraulici per verificare le condizioni di allagamento del territorio.

Lo studio analitico si propone di definire la pericolosità idraulica analitica nelle zone di interesse, valutando gli input idrologici e modellando i corsi d'acqua costituenti la rete idraulica superficiale.

Lo schema metodologico scelto si basa essenzialmente su criteri analitici che, partendo dagli eventi di precipitazione, conducono alla definizione delle aree soggette ad inondazione attraverso, la simulazione dei fenomeni di formazione e propagazione dell'onda di piena.

Ai fini dell'individuazione delle aree soggette a rischio, l'approccio deve necessariamente considerare un corso d'acqua nella sua più completa caratterizzazione spaziale, sia in termini d'estensione, sia in termini di contributi laterali provenienti dagli affluenti considerati. La determinazione delle aree soggette ad inondazione dipende, in sostanza, dalla distribuzione spazio-temporale dei volumi di piena; pertanto, in ogni sezione del corso d'acqua, i volumi d'esondazione dipendono, a parità d'evento che li genera, dalla dinamica di propagazione e di laminazione verificatasi nelle sezioni precedenti. Lo stesso ragionamento vale per i contributi di piena al corso d'acqua principale provenienti dagli affluenti.

È pertanto necessario, da un lato, stimare gli idrogrammi di piena in arrivo al corso d'acqua e, dall'altro, analizzarne la propagazione e laminazione per effetto di esondazioni, opere, diversivi ed immissioni laterali. Di qui la necessità di un approccio integrato di tipo idrologico-idraulico che consideri l'asta fluviale d'interesse, il relativo bacino afferente e le eventuali connessioni idrauliche laterali.

Le sollecitazioni idrologiche al sistema, costituite in generale da eventi caratterizzati da intensità di pioggia variabili nel tempo e nello spazio e dalle "condizioni iniziali" del bacino idrografico, vengono rappresentate da ietogrammi sintetici definiti in base alle Curve di Possibilità Pluviometrica per preassegnata durata di pioggia e tempo di ritorno. Attraverso la modellistica idrologica, vengono definiti gli idrogrammi di piena nelle sezioni di chiusura prescelte del corso d'acqua considerato, tenendo conto che i contributi di piena degli interbacini sono valutati adottando la stessa durata di pioggia ed un coefficiente di ragguaglio areale tale da garantire una distribuzione spaziale uniforme dell'evento.

La propagazione dei deflussi di piena così generati e la valutazione dei fenomeni esondativi lungo l'asta fluviale considerata avviene tramite modelli idraulici, in grado di fornire in ogni sezione dell'asta fluviale l'idrogramma di piena in transito ed il massimo battente idraulico

---

atteso, in modo tale da poter verificare l'efficienza delle strutture di contenimento o, in caso contrario, la sussistenza di fenomeni esondativi.

Le simulazioni idrologiche-idrauliche sopra descritte sono eseguite per prefissati tempi di ritorno ( $T_R=20-30-200-500$  anni) assumendo, come durata dell'evento di pioggia, la durata critica che ragionevolmente crea le condizioni più gravose per il corso d'acqua in termini di altezza d'acqua nelle sezioni fluviali.

Sono così definite le aree soggette ad inondazione, assumendo le condizioni più gravose che si verificano in ciascuna sezione. Si perviene quindi alla mappatura delle aree allagate per i diversi tempi di ritorno considerati.

Si riportano di seguito le fasi operative che consentono l'individuazione e la perimetrazione delle aree soggette a rischio idraulico su base analitica:

- ⇒ individuazione e caratterizzazione dell'ambito fisico oggetto di studio: raccolta ed analisi dei dati disponibili, caratterizzazione topografica dei corsi d'acqua e delle aree di potenziale esondazione;
- ⇒ analisi del contesto normativo;
- ⇒ modellazione idrologica;
- ⇒ modellazione idraulica;
- ⇒ analisi dei risultati e perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica.

Per ogni corso d'acqua oggetto di indagine analitica saranno prodotti i seguenti elaborati grafici:

- planimetria di rilievo e modello idraulico;
- sezioni fluviali con livelli  $T_R$  20 - 30 - 200 - 500 anni;
- pericolosità idrauliche ai sensi del D.P.G.R. 26R del 26/04/2007 attuazione della L.R. 1/2005.

---

## 2.2 Inquadramento dell'ambito d'indagine

L'ambito di studio analitico è rappresentato in *Tavola 1 - Corografia* in scala 1:10.000, in base ai nuovi interventi di edificazione previsti nel Regolamento Urbanistico, e comprende i principali corsi d'acqua che concorrono a definire il livello di pericolosità nelle aree oggetto di trasformazione edilizia.

Si riporta di seguito l'elenco dei corsi d'acqua studiati analiticamente per ogni area di interesse:

- Area di Cerbaia: Torrente Pesa e Torrente Sugana;
- Area di "Le Lame": Torrente Pesa e Borro di Argiano;
- Area di Ponterotto: Torrente Pesa e Borro di Canciulle;
- Area di Calzaiolo: Torrente Pesa e Torrente Terzona;
- Area di Bargino: Torrente Pesa e Rio di fonte Spugnoli (qualitativamente);
- Area dei Castelli del Greve Pesa: Fiume Greve e Borro di Sant' Angelo;
- Area del Molinaccio: Fiume Greve e Fosso di Battaglio.

## 2.3 Il Quadro Conoscitivo

### 2.3.1 Raccolta ed analisi dei dati disponibili

La base dati necessaria per lo svolgimento delle elaborazioni previste è stata acquisita dai vari enti territoriali. In particolare sono stati acquisiti:

1. Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:10000 e 1:2000 ove presente;
2. Elaborati grafici e testuali del Piano per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Arno;
3. Rilievi topografici di dettaglio eseguiti dallo scrivente tramite Gps e Stazione Totale serie Leica 1200, in coordinate WGS84 e convertiti in coordinate Gauss Boaga tramite le griglie di conversione fornite dall'Istituto Geografico Militare;
4. Sezioni trasversali del Fiume Greve e del Torrente Pesa fornite dal Consorzio di Bonifica della Toscana centrale;
5. Rilievo topografico di dettaglio fornito dallo Studio di Ingegneria Ing. Alessio Gabbrielli ed inerente allo Studio idrologico-idraulico del Torrente Greve nell'ambito del progetto di ampliamento dello stabilimento dell'Azienda "Castelli del GrevePesa".

Dall'analisi dei dati territoriali sopra analizzati, è emersa una notevole difformità, in quota, tra la CTR 1:10.000 (e il relativo DTM) e la CTR 1:2.000 e i rilievi topografici eseguiti dallo scrivente in quote assolute; in particolare è emersa una coerenza dei dati di campagna con la CTR 1:2.000, e una difformità degli stessi con la CTR 1:10.000 e il relativo DTM. Tale evenienza ha comportato anche implicazioni di carattere idraulico nella modellistica, in quanto ove non disponibili rilievi e piani quotati di dettaglio o CTR 1:2.000, la curva di invaso delle aree di potenziale esondazione è stata ricavata attraverso il DTM derivante dalla CTR 1:10.000, con le evidenti difformità sopra riscontrate. Per le zone studiate non è stato possibile utilizzare

---

per la modellazione idraulica neppure il Lidar, ancora ad oggi in fase di elaborazione da parte del Ministero.

Gli studi effettuati pertanto risultano coerenti con i dati territoriali disponibili al momento della stesura del Regolamento Urbanistico, con i limiti suddetti che possono determinare "errori" in quota anche relativamente alla definizione delle quote stesse di messa in sicurezza delle previsioni urbanistiche.

Al fine di individuare i parametri fisici necessari alla corretta definizione della modellistica idraulica e per l'individuazione planimetrica delle sezioni longitudinali oggetto di rilievo, si è proceduto inoltre a sopralluoghi in situ.

### *2.3.2 Caratterizzazione topografica del corso d'acqua*

Nel 2006 era stato eseguito dallo scrivente un rilievo topografico del Fiume Greve.

Nel mese di Luglio 2011 è stato eseguito dallo scrivente un rilievo topografico riguardante i corsi d'acqua riportati di seguito, che integra le sezione fluviali fornite dal Consorzio di Bonifica della Toscana Centrale:

- Fiume Greve (Castelli Greve-Pesa) rilievo di n. 6 sezioni (anno 2006) + n. 17 sezioni fornite dal Consorzio di Bonifica per un tratto complessivo di circa 800 metri;
- Borro Di Sant'Angelo rilievo di n. 9 sezioni per un tratto di circa 340 metri.
- Torrente Pesa (Cerbaia) n. 23 sezioni fornite dal Consorzio di Bonifica per un tratto di circa 1130 metri.
- Torrente Sugana rilievo di n. 22 sezioni per un tratto di circa 935 metri.

Infine, nel mese di settembre 2011, è stato eseguito dallo scrivente un ulteriore rilievo topografico riguardante i corsi d'acqua che non erano stati precedentemente oggetto di rilievo ed in particolare:

- Borro di Argiano rilievo di n. 10 sezioni per un tratto di circa 260 metri;
- Borro di Canciulle rilievo di n. 6 sezioni per un tratto di circa 405 metri;
- Torrente Terzona rilievo di n. 13 sezioni per un tratto di circa 340 metri;
- Fosso di Battaglio rilievo di n. 6 sezioni per un tratto di circa 250 metri.

Questi ultimi rilievi si integrano con le sezione fluviali fornite dal Consorzio di Bonifica della Toscana Centrale, per le nuove aree di studio del Torrente Pesa e del Fiume Greve ed in particolare:

- Fiume Greve (Mulino-Molinaccio) n. 51 sezioni fornite dal Consorzio di Bonifica per un tratto complessivo di circa 1360 metri;
- Fiume Pesa (Olmo-Mulino della Gora) n. 64 sezioni fornite dal Consorzio di Bonifica per un tratto complessivo di circa 6440 metri;

Il Rio di Fonte Spugnoli, che interessa la zona del Bargino, non è stato rilevato a causa della vegetazione presente che impedisce di fatto qualsiasi accesso al corso d'acqua.

---

In entrambe le campagne di rilievi, sono state rilevate le principali strutture antropiche presenti nell'area ed, in particolare: la viabilità principale, gli attraversamenti ed i manufatti di contenimento presenti lungo ogni corso d'acqua oggetto di studio.

### 2.3.3 Caratterizzazione delle aree di potenziale esondazione

Come già specificato in precedenza dall'analisi dei dati territoriali esistenti, è emersa una notevole difformità, in quota, tra la CTR 1:10.000 e il relativo DTM, e i rilievi topografici eseguiti dallo scrivente in quote assolute che sono risultati coerenti, ove presente, con la carta tecnica regionale a maggior dettaglio ( CTR 1:2.000 ). Tale evenienza ha comportato anche implicazioni di carattere idraulico nella modellistica, imponendo di fatto la necessità di modellazione delle aree di potenziale esondazione attraverso il DTM 1:10.000, ove non erano disponibili rilievi di dettaglio o CTR 1:2.000

Ove è stato adottato un modello quasi-bidimensionale a celle interconnesse, in condizioni di moto vario, si assume che il fenomeno dell'allagamento di ciascuna cella avvenga in modo istantaneo, cioè non viene messo in conto il tempo reale di propagazione sul terreno dei volumi esondati.

Quest'ultimo è peraltro di difficile stima, soprattutto in caso di aree fortemente antropizzate, ove la presenza di strutture ed infrastrutture condiziona la velocità e le direzioni lungo le quali l'allagamento si propaga.

L'approssimazione adottata è tanto più accettabile quanto maggiore è il numero di celle in cui vengono suddivise le aree complessivamente soggette ad esondazione. Infatti, il riempimento di ciascuna cella è regolato dalle caratteristiche degli sfioratori di collegamento tra le celle, che, in funzione della quota e della lunghezza, influenzano la velocità di riempimento della cella successiva. Sono comunque trascurati gli effetti della non stazionarietà e bidimensionalità connessi al fenomeno di propagazione del fronte d'inondazione.

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

- I volumi idrici d'inondazione si generano esclusivamente per tracimazione sulle 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, ecc.. , si considerano, al pari degli argini fluviali, tracimabili senza collasso.
- Le aree suscettibili d'inondazione sono preventivamente delimitabili sulla base delle caratteristiche morfologiche e infrastrutturali del territorio. Si definiscono in tal modo le aree potenzialmente inondabili.
- L'identificazione delle aree potenzialmente inondabili, suddivise in celle elementari, si basa sull'analisi delle sezioni fluviali, della cartografia 1:2.000 e 1:10.000 e soprattutto sui sopralluoghi atti all'individuazione di caratteristiche locali non individuabili dalla carta.
- Il fenomeno dell'allagamento di ciascuna cella in cui sono suddivise le aree potenzialmente inondabili avviene con una legge di riempimento ricavata in base alle caratteristiche morfologiche dell'area. Si trascurano in questo modo gli effetti della non stazionarietà e bidimensionalità connessi al fenomeno di propagazione del fronte d'inondazione.



---

La propagazione dei livelli idrici nelle celle avviene pertanto attraverso la sola legge di continuità. A tale scopo è necessario considerare il volume accumulato nella singola cella e le sue variazioni dovute agli scambi di portata con le celle circostanti.

Ad ogni passo temporale l'equazione di continuità impone il bilancio tra i volumi netti transitati attraverso la cella e la variazione di volume locale, sotto le ipotesi che il volume accumulato in ciascuna cella sia univocamente correlato all'altezza idrica nella cella stessa e che le portate scambiate siano funzione dei livelli a monte e a valle delle connessioni idrauliche.

Il trasferimento dei volumi d'esondazione, sia dall'alveo alle celle d'accumulo che tra cella e cella, avviene tramite soglie sfioranti assimilabili a stramazzi in parete grossa, con possibilità di funzionamento bidirezionale, in condizioni di deflusso libero oppure rigurgitato, in funzione dei livelli a monte e a valle dello stramazzo.

A livello operativo si è proceduto come segue:

1. Caratterizzazione morfologica delle aree di potenziale esondazione: in tale fase si è proceduto alla definizione delle caratteristiche plano-altimetriche delle aree di potenziale esondazione, con l'obiettivo di ricavare la legge di riempimento volumi-quote d'inondazione  $V=V(H)$ .
2. Definizione delle connessioni idrauliche: sulla base di quanto ottenuto nelle fasi precedenti e dell'analisi dettagliata delle caratteristiche morfologiche, infrastrutturali e idrauliche del territorio sono state definite le connessioni idrauliche tra l'alveo principale e le celle di potenziale esondazione, e tra celle e celle.
3. La quota di sfioro per le connessioni alveo/cella è definita come la quota di sommità dell'argine ricavata dalle sezioni. Per gli sfioratori cella/cella è identificata attraverso la definizione del profilo di contenimento fra le celle.

La larghezza del fronte di sfioro per gli sfioratori d'alveo è stata fissata sulla base delle attuali conoscenze dei fenomeni esondativi, in funzione della densità spaziale delle sezioni fluviali nonché della loro estensione.

Per gli sfioratori cella/cella, la lunghezza della soglia è stata fissata pari alla lunghezza del tratto di contatto, salvo casi particolari rappresentati da sottopassi, tombinature e zone ristrette in cui viene assunta la larghezza effettiva della luce.

Per ciascun corso d'acqua studiato analiticamente, è riportata una planimetria e rilievo contenente il modello idraulico in cui sono rappresentate le aree di potenziale esondazione, ove modellate, e lo schema delle interconnessioni utilizzate nella costruzione della modellistica idraulica.

#### 2.3.4 Coefficienti di scabrezza

Per la stima dei coefficienti di scabrezza secondo Manning, da attribuire ad ogni sezione fluviale, si è fatto riferimento ai parametri riportati in letteratura [e.g. Chow V.T., *Open Channel Hydraulics*, McGraw Hill, New York, 1959], in base allo stato vegetazionale dell'alveo e al tipo di sezione riscontrata durante i rilievi topografici ed i sopralluoghi.

---

## 2.4 Analisi Normativa

### 2.4.1 Il Regio Decreto n.523 del 1904

Il Testo Unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie, approvato con R.D. n°523/1904, impone una serie di vincoli di carattere idraulico.

Ai sensi dell'art. 57 del succitato R.D. *"i progetti per modificazione di argini e per costruzione e modificazione di altre opere di qualsiasi genere, che possano direttamente o indirettamente influire sul regime dei corsi d'acqua, quantunque di interesse puramente consorziale o privato, non potranno eseguirsi senza la previa omologazione del prefetto"*. Tale prerogativa è oggi delle Province e degli URTT, ai sensi della L.R. 91/98, secondo quanto ribadito nella Circolare interpretativa approvata con D.G. 822/2001.

Ai sensi dell'art. 93 *"nessuno può fare opere nell'alveo dei fiumi, torrenti, rivi, scolatoi pubblici e canali di proprietà demaniale, cioè nello spazio compreso fra le sponde fisse dei medesimi, senza il permesso dell'autorità amministrativa. Formano parte degli alvei i rami o canali, o diversivi dei fiumi, torrenti, rivi e scolatoi pubblici, ancorché in alcuni tempi dell'anno rimangono asciutti."*

Ai sensi e per gli effetti dell'art.95 *"il diritto dei proprietari frontisti di munire le loro sponde nei casi previsti dall'art. 58, è subordinato alla condizione che le opere o le piantagioni non arrechino né alterazione al corso ordinario delle acque, né impedimento alla sua libertà, né danno alle proprietà altrui, pubbliche o private, alla navigazione, alle derivazioni ed agli opifici legittimamente stabiliti, ed in generale ai diritti dei terzi."*

L'art. 96 vieta in modo assoluto sulle acque pubbliche, loro alvei, sponde e difese *"le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, gli scavi e lo smovimento del terreno a distanza dal piede degli argini e loro accessori come sopra, minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località, ed in mancanza di tali discipline, a distanza minore di metri quattro per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi"*.

Pertanto, nella fascia compresa all'interno dei 10 metri, misurati a partire dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda, non è possibile procedere ad alcun tipo di edificazione. Nelle tavole riportanti la pericolosità idraulica si è riportato anche il limite dei 10 metri inedificabile, che necessita comunque di un rilievo di maggior dettaglio in fase esecutiva.

### 2.4.1 Strumenti per il Governo del Territorio: L.R. n. 1/2005 e DPGR n. 26/R

Con Decreto del Presidente della Giunta Regionale 27 aprile 2007, n. 26/R è stato emanato il 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.

I Comuni, in sede di formazione del piano strutturale e degli atti di governo del territorio e loro rispettive varianti, devono effettuare indagini geologico-tecniche di supporto, verificando la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico e sismico, in attuazione del Piano di Indirizzo Territoriale, dei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali e nel rispetto dei Piani di Bacino che costituiscono riferimento essenziale, al fine di accertare i limiti ed i vincoli che

---

possono derivare dalle situazioni di pericolosità riscontrate e di individuare le condizioni che garantiscono la fattibilità degli interventi di trasformazione. Le direttive tecniche da seguire sono contenute nell'ALLEGATO A del Regolamento.

Al paragrafo 2.1.C.2 di tale Allegato vengono definite le seguenti aree a pericolosità idraulica:

- **Pericolosità idraulica molto elevata (I.4):** aree interessate da allagamenti per eventi con  $Tr < 30$  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  $30 < Tr < 200$  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  $200 < Tr < 500$  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.

Il Regolamento Urbanistico, nel disciplinare l'attività urbanistica ed edilizia del territorio comunale, definisce le condizioni per la gestione degli insediamenti esistenti e per le trasformazioni degli assetti insediativi, infrastrutturali ed edilizi, in coerenza con il quadro

---

conoscitivo e con i contenuti strategici definiti nel Piano Strutturale, traducendo altresì in regole operative anche le prescrizioni dettate dai Piani di Bacino.

Le condizioni di attuazione sono riferite alla fattibilità delle trasformazioni e delle funzioni territoriali ammesse, fattibilità che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni delle destinazioni d'uso del territorio in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate, nonché in merito agli studi e alle indagini da effettuare a livello attuativo ed edilizio ed alle opere da realizzare per la mitigazione del rischio, opere che andranno definite sulla base di studi e verifiche che permettano di acquisire gli elementi utili alla predisposizione della relativa progettazione.

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 complessivi 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.

In relazione agli aspetti idraulici, i criteri generali di fattibilità sono indicati al paragrafo 3.2.2 dell'Allegato A e riportati di seguito.

*“Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità idraulica molto elevata ed elevata** è necessario rispettare i seguenti criteri generali:*

*a) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni;*

*b) nelle aree che risultino soggette a inondazioni con tempi di ritorno inferiori a 20 anni sono consentite solo nuove previsioni per infrastrutture a rete non diversamente localizzabili, per le quali sarà comunque necessario attuare tutte le dovute precauzioni per la riduzione del rischio a livello compatibile con le caratteristiche dell'infrastruttura;*

*c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle;*

*d) relativamente agli interventi di nuova edificazione previsti nel tessuto insediativo esistente, la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza, nel rispetto delle seguenti condizioni:*

- *dimostrazioni dell'assenza o dell'eliminazione di pericolo per le persone e i beni;*

---

- dimostrazione che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree;

e) possono essere previsti interventi per i quali venga dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purché siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità.

f) della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto anche nel procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia;

g) fino alla certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere idrauliche accompagnata dalla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, non può essere rilasciata dichiarazione di abitabilità e di agibilità;

h) deve essere garantita la gestione di quanto in essere tenendo conto della necessità di raggiungimento anche graduale di condizioni di sicurezza idraulica fino a Tr 200 per il patrimonio edilizio e infrastrutturale esistente e per tutte le funzioni connesse.

Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità idraulica media** per gli interventi di nuova edificazione e per le nuove infrastrutture possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico. Qualora si voglia perseguire un maggiore livello di sicurezza idraulica, possono essere indicati i necessari accorgimenti costruttivi per la riduzione della vulnerabilità delle opere previste o individuati gli interventi da realizzare per la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni, tenendo conto comunque della necessità di non determinare aggravamenti di pericolosità in altre aree.

Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità idraulica bassa** non è necessario indicare specifiche condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico."

## 3 Analisi della pericolosità idraulica

### 3.1 Ambiti di pericolosità idraulica

Per le aree di studio è stata redatta una specifica cartografia della pericolosità idraulica, con l'individuazione areale delle classi di pericolosità idraulica definite nell'Allegato A del D.P.G.R. 26/R/2007 – Direttive per le indagini geologico tecniche. In particolare per le aree oggetto di interventi insediativi si è proceduto all'analisi modellistica della pericolosità idraulica.

Sono stati definiti ambiti di pericolosità come di seguito definiti.

- **Pericolosità idraulica analitica:**

- **Pericolosità idraulica bassa (I.1):** aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali non vi sono notizie storiche di inondazioni e sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori 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 di fondovalle per le quali sono state verificate le condizioni di allagamento per eventi compresi tra  $200 < Tr \leq 500$  anni mediante studi idrologici e idraulici analitici.

- **Pericolosità idraulica elevata (I.3):** aree di fondovalle per le quali sono state verificate le condizioni di allagamento per eventi compresi tra  $30 < T \leq 200$  anni mediante studi idrologici e idraulici analitici.
- **Pericolosità idraulica molto elevata (I.4):** aree di fondovalle per le quali sono state verificate le condizioni di allagamento per eventi con  $T_r \leq 30$  anni mediante studi idrologici e idraulici analitici.

## 3.2 Pericolosità idraulica

### 3.2.1 Analisi idrologica ed idraulica

La determinazione degli idrogrammi di piena per i corsi d'acqua analizzati è stata effettuata utilizzando i parametri, ormai generalmente utilizzati e condivisi, della procedura di regionalizzazione delle portate di piena (ALTO). Tale procedura parte dalla teoria dell'idrogramma istantaneo unitario geomorfologico, le cui linee principali sono riportate in "Allegato 1- Modellistica Idrologica - Idraulica".

Al fine di considerare le condizioni più gravose dal punto di vista del rischio idraulico sono stati calcolati gli idrogrammi di progetto di ciascun corso d'acqua considerando:

1. eventi meteorici con durata critica pari a quella del corso d'acqua stesso;
2. eventi meteorici con durata pari alla durata critica dell'affluente.

A titolo esemplificativo si riporta di seguito una sintesi dei parametri utilizzati per implementare i modelli idrologici dei corsi d'acqua nel caso in cui la durata critica dell'evento sia quello relativa al corso d'acqua stesso.

Fiume Greve (Castelli Greve Pesa) Alto 2000			
A (Kmq)	la (mm)	Ks(mm/h)	n
80.4	15.49	1.74	3.19
k	a1	n1	m1
1.21	20.75	0.33	0.17
a	N	M	d <sub>cr</sub> (h)
18.83	0.347	0.2	5.46
Q <sub>20</sub> (mc/s)	Q <sub>30</sub> (mc/s)	Q <sub>200</sub> (mc/s)	Q <sub>500</sub> (mc/s)
120.09	135.65	227.16	285.44

Borro di Sant'Angelo Alto 2000			
A (Kmq)	la (mm)	Ks(mm/h)	n
3.17	6.97	3.88	2.11
k	a1	n1	m1
0.33	21.65	0.31	0.18
a	N	M	d <sub>cr</sub> (h)
20.87	0.3	0.21	1.01
Q <sub>20</sub> (mc/s)	Q <sub>30</sub> (mc/s)	Q <sub>200</sub> (mc/s)	Q <sub>500</sub> (mc/s)
19.98	21.93	33.23	40.13

Torrente Pesa (Cerbaia) Alto 2000			
A (Kmq)	la (mm)	Ks(mm/h)	n
209.6	13.33	2.26	3.47
k	a1	n1	m1
2.35	21.62	0.35	0.16
a	N	M	d <sub>cr</sub> (h)
19.24	0.35	0.2	10.04
Q <sub>20</sub> (mc/s)	Q <sub>30</sub> (mc/s)	Q <sub>200</sub> (mc/s)	Q <sub>500</sub> (mc/s)
158.3	117.25	282.26	345.12

Torrente Sugana Alto 2000			
A (Kmq)	la (mm)	Ks(mm/h)	n
15.92	7.17	0.8	2.76
k	a1	n1	m1
0.6	21.65	0.31	0.18
a	N	M	d <sub>cr</sub> (h)
20.87	0.3	0.21	2.05
Q <sub>20</sub> (mc/s)	Q <sub>30</sub> (mc/s)	Q <sub>200</sub> (mc/s)	Q <sub>500</sub> (mc/s)
63.47	69.05	101.17	121.01

Fiume Greve (Mulino-Molinaccio) Alto 2000			
<i>A (Kmq)</i>	<i>la (mm)</i>	<i>Ks(mm/h)</i>	<i>n</i>
118.32	14.62	1.36	2.44
<i>k</i>	<i>a1</i>	<i>n1</i>	<i>m1</i>
1.537	21.022	0.328	0.17
<i>a</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>d<sub>cr</sub> (h)</i>
19.443	0.333	0.205	5.81
<i>Q<sub>20</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>30</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>200</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>500</sub> (mc/s)</i>
173.33	194.44	319.42	399.33

Fosso di Battaglio 2000			
<i>A (Kmq)</i>	<i>la (mm)</i>	<i>Ks(mm/h)</i>	<i>n</i>
4.4	16.5	0.68	2.23
<i>k</i>	<i>a1</i>	<i>n1</i>	<i>m1</i>
0.31	21.65	0.31	0.18
<i>a</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>d<sub>cr</sub> (h)</i>
20.87	0.3	0.21	1.29
<i>Q<sub>20</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>30</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>200</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>500</sub> (mc/s)</i>
25.91	28.56	44.46	54.42

Torrente Pesa (Bargino-Le Lame) Alto 2000			
<i>A (Kmq)</i>	<i>la (mm)</i>	<i>Ks(mm/h)</i>	<i>n</i>
178.96	14.49	2.52	3.34
<i>k</i>	<i>a1</i>	<i>n1</i>	<i>m1</i>
2.17	21.69	0.36	0.16
<i>a</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>d<sub>cr</sub> (h)</i>
19.12	0.35	0.2	9.17
<i>Q<sub>20</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>30</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>200</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>500</sub> (mc/s)</i>
136.99	158.01	256.16	314.76

Borro di Argiano 2000			
<i>A (Kmq)</i>	<i>la (mm)</i>	<i>Ks(mm/h)</i>	<i>n</i>
1.76	3.3	0.7	1.43
<i>k</i>	<i>a1</i>	<i>n1</i>	<i>m1</i>
0.35	21.32	0.32	0.18
<i>a</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>d<sub>cr</sub> (h)</i>
20.04	0.32	0.21	0.55
<i>Q<sub>20</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>30</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>200</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>500</sub> (mc/s)</i>
15.62	16.91	24.39	29.02

Borro di Canciulle 2000			
<i>A (Kmq)</i>	<i>la (mm)</i>	<i>Ks(mm/h)</i>	<i>n</i>
2.29	3.3	0.59	3.07
<i>k</i>	<i>a1</i>	<i>n1</i>	<i>m1</i>
0.2	20.89	0.34	0.17
<i>a</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>d<sub>cr</sub> (h)</i>
18.95	0.34	0.2	0.66
<i>Q<sub>20</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>30</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>200</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>500</sub> (mc/s)</i>
18.97	20.74	31.25	37.97

Torrente Terzona 2000			
<i>A (Kmq)</i>	<i>la (mm)</i>	<i>Ks(mm/h)</i>	<i>n</i>
21.65	9.72	2.02	2.76
<i>k</i>	<i>a1</i>	<i>n1</i>	<i>m1</i>
0.56	20.49	0.35	0.16
<i>a</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>d<sub>cr</sub> (h)</i>
17.96	0.36	0.2	2.19
<i>Q<sub>20</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>30</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>200</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>500</sub> (mc/s)</i>
69.27	76.96	122.64	151.52

Tabella 3-1: Parametri dei modelli idrologici di ALTO2000

In Allegato 1 - Modellistica idrologica-idraulica è riportata la teoria alla base delle modellazioni idrologiche ed idrauliche implementate su base analitica. Si riporta di seguito una tabella riepilogativa in cui è descritta, per ogni corso d'acqua oggetto di indagine, il relativo modello dell'infiltrazione, di formazione dell'onda di piena e di propagazione.

Corso d'acqua	Modellazione Idrologica		Modellazione idraulica
	Modello dell'infiltrazione	Trasformazione afflussi-deflussi	
Fiume Greve (Castelli Greve Pesa)	Metodo intercettazione iniziale e $K_s$	Metodo di NASH GIUH	Moto Vario
Borro di Sant'Angelo	Metodo intercettazione iniziale e $K_s$	Metodo di NASH GIUH	Moto Vario quasi 2D
Torrente Pesa (Cerbaia)	Metodo intercettazione iniziale e $K_s$	Metodo di NASH GIUH	Moto Vario
Torrente Sugana	Metodo intercettazione iniziale e $K_s$	Metodo di NASH GIUH	Moto Vario
Fiume Greve (Mulino-Molinaccio)	Metodo intercettazione iniziale e $K_s$	Metodo di NASH GIUH	Moto Vario quasi 2D
Torrente Pesa (Bargino-Le Lame)	Metodo intercettazione iniziale e $K_s$	Metodo di NASH GIUH	Moto Vario quasi 2D
Fosso di Battaglio	Metodo intercettazione iniziale e $K_s$	Metodo di NASH GIUH	Moto Vario quasi 2D
Borro di Canculle	Metodo intercettazione iniziale e $K_s$	Metodo di NASH GIUH	Moto Vario
Torrente Terzona	Metodo intercettazione iniziale e $K_s$	Metodo di NASH GIUH	Moto Vario
Borro di Argiano	Metodo intercettazione iniziale e $K_s$	Metodo di NASH GIUH	Moto Vario quasi 2D

**Tabella 3-2: Modellazioni idrologiche ed idrauliche**

### 3.2.2 Modellistica Idraulica e Analisi dei Risultati

In Allegato 2 - Risultati della modellistica idrologica-idraulica sono riportati i risultati delle simulazioni idrologiche ed idrauliche svolte per ogni corso d'acqua, per preassegnati tempi di ritorno (20, 30, 200, 500 anni) e durate di pioggia. In particolare per ogni corso d'acqua è riportata:

- analisi idrologica con parametri geomorfici del bacino e/o interbacini e relativi idrogrammi di piena;
- curve d'invaso delle aree di potenziale esondazione ove eseguite;
- risultati della modellistica idraulica.

Nei paragrafi che seguono si riporta per ciascuno dei corsi d'acqua analizzati una descrizione della modellistica implementata, e un'analisi dei risultati.

#### 3.2.2.1 Fiume Greve

Il Fiume Greve, in prossimità dell'area dei Castelli del Greve Pesa, è stato studiato per un tratto di circa 800 metri, con il rilievo topografico di 6 sezioni fluviali e l'utilizzo di altre 17 sezioni fornite dal Consorzio di Bonifica della Toscana Centrale, riportate in Tavola 2.

Gli idrogrammi in input alla modellistica idraulica sono riportati in *Allegato 2 - Risultati della modellistica idrologica-idraulica* e rappresentano gli idrogrammi aventi in un caso la durata critica del Fiume Greve ed in un altro la durata critica del Borro di Sant' Angelo.

La simulazione del fiume Greve per la durata critica del Borro di Sant'Angelo è stata implementata al fine di determinare la condizione di valle per la modellistica del Borro.

Per il Fiume Greve è stata implementata un modello di moto non stazionario, con condizione di valle la pendenza di moto uniforme pari a 0.0066 per tutti i tempi di ritorno.

Ogni sezione del modello è pertanto sollecitata dalla portata idrologica alla sezione di chiusura del modello.



---

In Tavola 3 e in Allegato 2 sono riportati i risultati della modellistica idraulica, e in Tavola 4 la mappatura delle aree a pericolosità idraulica secondo i disposti del Regolamento della Regione Toscana 26/R.

Queste ultime sono state ricavate dai massimi livelli raggiunti per ogni tempo di ritorno nella sezione del modello.

Dall'analisi dei risultati emerge come per il Fiume Greve si evidenzi una insufficienza al transito della portata in ingresso con Tr 200 anni, in particolare nella zona di interesse dei Castelli del Greve Pesa. E' da sottolineare come in ogni caso il livello della portata duecentennale si attesti alla quota massima della scarpata esistente sotto al piazzale.

Per quanto riguarda invece il Fiume Greve nei pressi della località Molinaccio, il tratto studiato è di circa 1360 metri e le sezioni utilizzate sono state fornite dal Consorzio di Bonifica della Toscana Centrale, riportate in Tavola 10. Gli idrogrammi in input alla modellistica idraulica sono riportati in *Allegato 2 - Risultati della modellistica idrologica idraulica* e rappresentano gli idrogrammi aventi in un caso la durata critica del Fiume Greve ed in un altro la durata critica del Fosso di Battaglio.

La simulazione del fiume Greve per la durata critica del Fosso di Battaglio è stata implementata al fine di determinare la condizione di valle per la modellistica del Fosso stesso.

E' stata implementata una modellistica di moto non stazionario quasi bidimensionale con l'individuazione di cinque aree di potenziale esondazione, due in sinistra idraulica e tre in destra, per la cui definizione planimetrica si è fatto riferimento ai perimetri delle Aree di tipo B presenti lungo il tratto di studio.

Per la creazione delle curve di vaso di suddette aree, è stato utilizzato, in assenza di dati più precisi, il DTM ricavato dalla CTR 1:10.000.

Come condizione di valle, è stata imposta la pendenza di moto uniforme pari a 0.00154 per tutti i tempi di ritorno.

Anche in questo caso, dall'analisi dei risultati, si può notare come per il Fiume Greve vi sia una situazione di insufficienza per il transito della portata in ingresso con Tr 200 anni, in particolare nella zona di confluenza con il Fosso di Battaglio, ove è ubicata l'area di interesse.

### 3.2.2.2 Borro di Sant' Angelo

Il Borro di Sant' Angelo è stato studiato per un tratto di circa 340 metri, con il rilievo topografico di 9 sezioni fluviali, riportate in Tavola 4.

Gli idrogrammi in input alla modellistica idraulica sono riportati in *Allegato 2 - Risultati della modellistica idrologica-idraulica* e rappresentano gli idrogrammi aventi in un caso la durata critica del Borro di Sant' Angelo ed in un altro la durata critica del Fiume Greve.

Per il Borro di Sant' Angelo è stata implementata una modellistica di moto non stazionario quasi bidimensionale nel caso in cui gli idrogrammi in input hanno durata critica pari a quella del Sant'Angelo stesso, mentre nel caso di idrogrammi in ingresso con durata critica pari a quella del Fiume Greve la simulazione è stata effettuata in moto non stazionario.

Nel primo caso è stata definita la curva di vaso delle aree di potenziale esondazione sulla base del rilievo di dettaglio dell'area dei Castelli del Greve Pesa fornito dallo Studio di

---

Ingegneria Ing. Alessio Gabrielli, integrato con il rilievo eseguito. Come condizione di valle è stato considerato un idrogramma dei livelli costante del Fiume Greve (con durata critica del Borro di Sant' Angelo) alla sezione 02779\_\_09 per ciascun tempo di ritorno.

Nel secondo caso invece la condizione di valle è stata definita come l'idrogramma dei livelli del Fiume Greve (con durata critica del Fiume Greve) alla sezione 02779\_\_09 per ciascun tempo di ritorno.

In Tavola 5 e in Allegato 2 sono riportati i risultati della modellistica idraulica.

Dall'analisi dei risultati emerge come per il Borro di Sant' Angelo si evidenzia una generale insufficienza al transito delle portate in ingresso, in particolare per la portata con Tr 200 anni alla confluenza con il Fiume Greve, essenzialmente dovuta al sottodimensionamento dei sottopassi stradali. Non sono state perimetrare le aree a monte della previsione urbanistica in quanto non erano disponibili dati di dettaglio ma solo CTR 1: 10000.

### 3.2.2.3 Fosso di Battaglio

Il Fosso di Battaglio è stato studiato per un tratto di circa 250 metri, con il rilievo topografico di 6 sezioni fluviali, riportate in Tavola 12.

Gli idrogrammi in input alla modellistica idraulica sono riportati in Allegato 2 - Risultati della modellistica idrologica-idraulica e rappresentano gli idrogrammi aventi in un caso la durata critica del Fosso di Battaglio ed in un altro la durata critica del Fiume Greve.

La simulazione del fiume Greve per la durata critica del Fosso di Battaglio è stata implementata al fine di determinare la condizione di valle per la modellistica del Fosso stesso.

Per il Fosso di Battaglio è stata implementata una modellistica di moto non stazionario quasi bidimensionale con l'individuazione di due aree di potenziale esondazione, una in sinistra idraulica ed una in destra.

Anche in questo caso per la creazione delle curve di invaso di suddette aree, è stato utilizzato, in assenza di dati più precisi, il DTM ricavato dalla CTR 1:10.000.

Come condizione di valle, è stato considerato, per eventi con durata pari alla critica del Fosso, l'idrogramma dei livelli costante del Fiume Greve (con durata critica del Fosso di Battaglio) alla sezione 01894\_\_06 per ciascun tempo di ritorno.

Nel secondo caso invece, per eventi con durata critica del fiume Greve, la condizione di valle è stata definita come l'idrogramma dei livelli del Fiume Greve alla sezione 01894\_\_06 per ciascun tempo di ritorno.

In Tavola 13 e in Allegato 2 sono riportati i risultati della modellistica idraulica.

Dall'analisi dei risultati emerge come per il Fosso di Battaglio non vi siano particolari criticità anche per l'evento di piena con Tr 200 anni dato che il livello di piena si assesta ad una quota inferiore rispetto a dove è situata l'area di interesse.

---

#### 3.2.2.4 Torrente Pesa

Il Torrente Pesa, nella zona di Cerbaia, è stato studiato per un tratto di circa 1130 metri, utilizzando 23 sezioni fluviali fornite dal Consorzio di Bonifica della Toscana Centrale, riportate in Tavola 8.

Gli idrogrammi in input alla modellistica idraulica sono riportati in Allegato 2 - Risultati della modellistica idrologica–idraulica e rappresentano gli idrogrammi aventi in un caso la durata critica del Torrente Pesa ed in un altro la durata critica del Torrente Sugana.

Per il Torrente Pesa è stata implementata una modellistica di moto non stazionario, con condizione di valle la pendenza di moto uniforme pari a 0.00425 per tutti i tempi di ritorno. Ogni sezione del modello è pertanto sollecitata dalla portata idrologica alla sezione di chiusura del modello.

In Tavola 9 e in Allegato 2 sono riportati i risultati della modellistica idraulica.

Queste ultime sono state ricavate dai massimi livelli raggiunti per ogni tempo di ritorno nella sezione del modello.

Dall'analisi dei risultati emerge come per il Torrente Pesa nei pressi di Cerbaia, si evidenzia una sostanziale sufficienza della sezione fluviale e delle opere di contenimento, dato che non si riscontrano particolari criticità anche per eventi con tempi di ritorno duecentennale.

Per quanto riguarda invece il Torrente Pesa, nel tratto che va dall'Olmo fino al Molino della Gora, il tratto studiato è di circa 6300 metri, utilizzando 63 sezioni fluviali fornite dal Consorzio di Bonifica della Toscana Centrale, riportate in tavola 14.

Gli idrogrammi in input alla modellistica idraulica sono riportati in Allegato 2 - Risultati della modellistica idrologica–idraulica e rappresentano gli idrogrammi aventi in un caso la durata critica del Torrente Pesa e negli altri casi la durata critica degli affluenti oggetto di studio al fine di determinarne le condizioni di valle delle simulazioni.

Per il Torrente Pesa è stata implementata una modellistica di moto non stazionario quasi bidimensionale con l'individuazione di aree di potenziale esondazione, evidenziate in Tavola 14. La condizione di valle considerata, riportata in Allegato 2, è data dalla scala di deflusso alla sezione 01686\_06. Le curve di invaso, in assenza di dati di maggior dettaglio sono state ricavate dal DTM 1:10.000.

In Tavola 15 e in Allegato 2 sono riportati i risultati della modellistica idraulica.

#### 3.2.2.5 Torrente Sugana

Il Torrente Sugana è stato studiato per un tratto di circa 935 metri, con il rilievo topografico di 24 sezioni fluviali, riportate in Tavola 6.

Gli idrogrammi in input alla modellistica idraulica sono riportati in Allegato 2 - Risultati della modellistica idrologica–idraulica e rappresentano gli idrogrammi aventi in un caso la durata critica del Torrente Sugana ed in un altro la durata critica del Torrente Pesa.

---

Per il Torrente Sugana è stata implementata una modellistica di moto non stazionario e, come condizione di valle, è stato considerato l'idrogramma dei livelli del Torrente Pesa alla sezione 01210\_\_11 per ciascun tempo di ritorno (nel primo caso ottenuti dalla simulazione con durata critica dell'evento pari a quello del Torrente Sugana mentre nel secondo caso ottenuti dalla simulazione con durata critica dell'evento pari a quello del Torrente Pesa).

In Tavola 7 e in Allegato 2 sono riportati i risultati della modellistica idraulica.

Dall'analisi dei risulti emerge come il Torrente Sugana in destra idraulica sia in grado di contenere in alveo le portate transitanti anche per eventi con Tr 500 anni. Si verificano esclusivamente esondazioni con modesti battenti per eventi con Tr 200 anni e 500 anni tra le sezioni 00050\_\_11 e 00027PB11

#### 3.2.2.6 Borro di Argiano

Il Borro di Argiano è stato studiato per un tratto di circa 260 metri, con il rilievo topografico di 10 sezioni fluviali, riportate in Tavola 16.

Gli idrogrammi in input alla modellistica idraulica sono riportati in Allegato 2 - Risultati della modellistica idrologica-idraulica e rappresentano gli idrogrammi aventi in una caso la durata critica del Borro di Argiano ed in un altro la durata critica del Torrente Pesa.

Per il Borro di Argiano è stata implementata una modellistica di moto non stazionario quasi bidimensionale con l'individuazione di aree di potenziale esondazione, evidenziate in Tavola 16.

Come condizione di valle, è stato considerato, per eventi con durata pari alla critica del Fosso, l'idrogramma dei livelli costante del Torrente Pesa (con durata critica del Borro di Argiano) alla sezione 01721\_\_06 per ciascun tempo di ritorno.

Nel secondo caso invece, per eventi con durata critica del Torrente Pesa, la condizione di valle è stata definita come l'idrogramma dei livelli del torrente Pesa alla sezione 01721\_\_06 per ciascun tempo di ritorno.

In Tavola 17 e in Allegato 2 sono riportati i risultati della modellistica idraulica.

#### 3.2.2.7 Borro di Canciulle

Il Borro di Canciulle è stato studiato per un tratto di circa 405 metri, con il rilievo topografico di 6 sezioni fluviali, riportate in Tavola 18.

Gli idrogrammi in input alla modellistica idraulica sono riportati in Allegato 2 - Risultati della modellistica idrologica-idraulica e rappresentano gli idrogrammi aventi in una caso la durata critica del Borro di Canciulle ed in un altro la durata critica del Torrente Pesa.

Per il Borro di Canciulle è stata implementata una modellistica di moto non stazionario.

Come condizione di valle, è stata considerata la pendenza di moto uniforme pari a 0.02304 per ciascun tempo di ritorno.

---

In Tavola 19 e in Allegato 2 sono riportati i risultati della modellistica idraulica.

#### 3.2.2.8 Torrente Terzona

Il Torrente Terzona è stato studiato per un tratto di circa 340 metri, con il rilievo topografico di 11 sezioni fluviali, riportate in Tavola 20.

Gli idrogrammi in input alla modellistica idraulica sono riportati in Allegato 2 - Risultati della modellistica idrologica-idraulica e rappresentano gli idrogrammi aventi in un caso la durata critica del Torrente Terzona ed in un altro la durata critica del Torrente Pesa.

Per il Torrente Terzona è stata implementata una modellistica di moto non stazionario.

Come condizione di valle, è stata considerata l'idrogramma dei livelli costante del Torrente Pesa, per le diverse durate, alla sezione 01943\_\_06 per ciascun tempo di ritorno.

In Tavola 21 e in Allegato 2 sono riportati i risultati della modellistica idraulica.

### 3.3 Mappatura delle aree a pericolosità idraulica

Sulla base delle risultanze degli studi idrologici ed idraulici analitici sono state perimetrate le aree allagabili su base analitica per assegnati tempi di ritorno ( $TR=20,30,200$  e  $500$  anni) e durate, secondo i criteri fissati dal Decreto del Presidente della Giunta Regionale 27 aprile 2007, n. 26/R e definite le rispettive classi di pericolosità.

I limiti di tali aree sono stati ricostruiti sulla base della morfologia dei terreni e dei massimi livelli idrometrici risultanti nelle sezioni fluviali e/o nelle aree di potenziale esondazione. Con la costruzione di un modello digitale del terreno, ottenuto a partire dalle informazioni plano-altimetriche fornite dal rilievo topografico, dalla cartografia in scala 1:2000 ove disponibile e in scala 1:10.000, è stato possibile ricostruire i percorsi di flusso preferenziali delle acque di esondazione non contenibili in alveo.

---

## 4 Condizioni di fattibilità idraulica delle previsioni urbanistiche

Il Regolamento 26/R non consente nuove previsioni in zone che risultino soggette ad inondazioni con tempi di ritorno inferiori a 20 anni. Esternamente al limite delle esondazioni ventennali, risultano invece ammessi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture, purché sia dimostrabile il rispetto delle condizioni di sicurezza o sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni.

Pertanto, per poter dare seguito alla pianificazione in aree a pericolosità idraulica molto elevata ed elevata, occorre imporre delle condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico ed individuare gli interventi atti a garantire la messa in sicurezza idraulica delle nuove previsioni sullo scenario con  $T_R=200$  anni. La realizzazione di tali interventi di messa in sicurezza idraulica dovrà avvenire in maniera preventiva o contestuale alla realizzazione degli interventi urbanistici. Gli interventi di messa in sicurezza non dovranno aumentare il livello di rischio in altre aree, con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena di valle.

Esternamente alle aree allagabili per  $T_R=200$  anni, invece, non sono imposte condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico.

Nei paragrafi seguenti sono riportati i condizionamenti idraulici per ciascuna delle previsioni urbanistiche interessate.

In Tavola da 22 a 28, sono riportate le pericolosità idrauliche dei vari corsi d'acqua e gli inviluppi delle stesse. Le perimetrazioni sono state effettuate solo nelle zone interessate dalle previsioni urbanistiche.

### 4.1 ATP Ponte di Gabbiano

#### Area interessata da pericolosità I.3 Derivante dal fiume Greve e dal fosso di Sant'Angelo

L'area dei Castelli di Greve Pesa risulta parzialmente ricompresa in aree allagabili per  $T_R \leq 200$  anni, per cui l'attuazione delle stesse risulta subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza idraulica. In particolare per quanto riguarda l'area di trasformazione considerata, è necessario inoltre confinarla al limite dell'area di Tipo B ai sensi della norma n. 3 del Piano di Bacino stralcio per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno: disciplina di salvaguardia (aree B).

Per quanto riguarda l'area, in prossimità del Borro di Sant'angelo, destinare le zone a pericolosità idraulica I.3 a zone a verde. Qualora l'edificato ricadesse in zone a pericolosità I.3 occorrerà procedere ad un risezionamento del corso d'acqua ed a un adeguamento degli attraversamenti esistenti insufficienti.

Per quanto attiene alla pericolosità derivante dal Fiume Greve, destinare le zone a pericolosità idraulica I.3 a zone a verde dato che sono ubicate in fregio al corso d'acqua stesso. Qualora l'edificato ricadesse in zone a pericolosità I.3 occorrerà procedere ad un

---

rialzamento in quota rispetto ai livelli per eventi con Tr 200 oltre ad un adeguato franco di sicurezza di 50 cm, individuando le aree da destinarsi al compenso dei volumi al fine di non determinare aggravio del rischio nelle aree contermini.

Al fine di ottemperare ai disposti di cui al R.D. 523/04, le nuove previsioni edificatorie non dovranno interessare la fascia di rispetto di 10 metri, calcolata rispetto al piede dell'argine ovvero, in sua assenza, al ciglio di sponda del corso d'acqua.

## 4.2 Cerbaia R 1.1 – R 1.2 – R 1.5

### Nessuna implicazione di carattere idraulico

Le aree di Cerbaia non presentano nessuna restrizione di carattere idraulico per quanto riguarda le aree di trasformazione, se si esclude l'area situata alla confluenza tra il Torrente Sugana ed il Torrente Pesa, per la quale occorre rispettare la fascia di rispetto di 10 metri, calcolata rispetto al piede dell'argine ovvero, in sua assenza, al ciglio di sponda del corso d'acqua, al fine di ottemperare ai disposti di cui al R.D. 523/04.

## 4.3 ATRP26 Bargino

### Area interessata da pericolosità I.4/I.3/I.2 e Tr 20 Derivante dal Torrente Pesa

L'area del Bargino è parzialmente ricompresa in aree allagabili per  $T_R \leq 200$  anni, per cui l'attuazione delle stesse risulta subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza idraulica. Risulta inoltre in parte interessata da Aree allagabili per Tr 20 anni derivanti dal Torrente Pesa.

La maggior parte dell'area è in zone morfologicamente molto elevate e pertanto non interessata da eventi alluvionali.

Per quanto attiene la destinazione a verde pubblico attrezzato, si ritiene di instaurare un apposito Piano di emergenza, che in caso di allerta meteo metta in atto procedure di evacuazione dell'area. Relativamente alla costruzione di manufatti fissi, quali spogliatoi, uffici, baracche etc, queste dovranno essere preferibilmente posizionate in aree non allagate ovvero a quota di sicurezza idraulica rispetto ai livelli per eventi con Tr 200 (138.60 m s.l.m.) oltre ad un adeguato franco di sicurezza di 50 cm. La quota di messa in sicurezza sopra determinata, è stata calcolata con riferimento ai volumi presenti nell'area di potenziale esondazione, e non soltanto alle quote derivanti dalla modellistica idraulica, evidentemente viziate dall'utilizzo del DTM scala 1:10.000.

Non devono essere previste all'interno della aree allagate modifiche morfologiche che configurano un incremento del rischio idraulico.

Il Rio di Fonte Spugnoli interessa l'area, ma non è stato possibile eseguire rilievo di dettaglio dello stesso per la presenza di vegetazione infestante. Dato comunque la conformazione dell'area morfologicamente elevata si ritiene che anche per la pericolosità indotta dal Rio si possa instaurare un apposito Piano di emergenza, che in caso di allerta meteo metta in atto procedure di evacuazione dell'area.

---

Al fine di ottemperare ai disposti di cui al R.D. 523/04, le nuove previsioni edificatorie non dovranno interessare la fascia di rispetto di 10 metri, calcolata rispetto al piede dell'argina ovvero, in sua assenza, al ciglio di sponda del corso d'acqua.

#### **4.4 Calzaiolo ATRP23**

##### **Nessuna implicazione di carattere idraulico**

Le aree di Calzaiolo non presenta nessuna restrizione di carattere idraulico, sia per quanto riguarda il Torrente Pesa che il Torrente Terzona.

Al fine di ottemperare ai disposti di cui al R.D. 523/04, le nuove previsioni edificatorie non dovranno interessare la fascia di rispetto di 10 metri, calcolata rispetto al piede dell'argina ovvero, in sua assenza, al ciglio di sponda del corso d'acqua.

#### **4.5 ICPR Ponterotto**

##### **Area interessata da pericolosità I.3/I.2 Derivante dal Torrente Pesa**

L'area di Ponterotto è parzialmente ricompresa in aree allagabili per  $T_r \leq 200$  anni, per cui l'attuazione delle stesse risulta subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza idraulica. Destinare le zone a pericolosità idraulica I.3 a zone a verde dato che sono ubicate in fregio al corso d'acqua stesso. Qualora l'edificato ricadesse in zone a pericolosità I.3 occorrerà procedere ad un rialzamento in quota rispetto ai livelli per eventi con  $T_r 200$  (114.38 m s.l.m.) oltre ad un adeguato franco di sicurezza di 50 cm, individuando le aree da destinarsi al compenso dei volumi al fine di non determinare aggravio del rischio nelle aree contermini.

Nessuna implicazione di carattere idraulico derivante dal Borro di Canciulle.

In particolare per quanto riguarda l'area di trasformazione considerata, è necessario inoltre confinarla al limite dell'area di Tipo B ai sensi della norma n. 3 del Piano di Bacino stralcio per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno: disciplina di salvaguardia (aree B).

Al fine di ottemperare ai disposti di cui al R.D. 523/04, le nuove previsioni edificatorie non dovranno interessare la fascia di rispetto di 10 metri, calcolata rispetto al piede dell'argina ovvero, in sua assenza, al ciglio di sponda del corso d'acqua.

#### **4.6 ATP Ponterotto**

##### **Area interessata da pericolosità I.4/I.3/I.2 e $T_r 20$ Derivante dal Borro di Argiano**

L'area è parzialmente ricompresa in aree allagabili per  $T_r \leq 200$  anni, per cui l'attuazione delle stesse risulta subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza idraulica. Risulta inoltre in parte interessata da Aree allagabili per  $T_r 20$  anni derivanti dal Borro di Argiano.

Nessuna implicazione di carattere idraulico derivante dalla Pesa.



---

Per le aree interessate da eventi con  $T_r$  20 anni, non sarà possibile prevedere nuove edificazioni.

Per le aree interessate da pericolosità I.4 e I.3, fuori dalle precedenti, occorrerà procedere a una riprofilatura del Borro di Arginano e al rifacimento degli attraversamenti insufficienti.

Al fine di ottemperare ai disposti di cui al R.D. 523/04, le nuove previsioni edificatorie non dovranno interessare la fascia di rispetto di 10 metri, calcolata rispetto al piede dell'argina ovvero, in sua assenza, al ciglio di sponda del corso d'acqua.

## 4.7 ATP Ponte delle Sibille

### Area interessata da pericolosità I.3 Derivante dal fiume Greve

L'area del Ponte delle Sibille risulta parzialmente ricompresa in aree allagabili per  $T_r \leq 200$  anni, per cui l'attuazione delle stesse risulta subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza idraulica.

Nessuna implicazione di carattere idraulico derivante dal Fosso di Battaglio.

Per quanto attiene alla pericolosità derivante dal Fiume Greve, destinare le zone a pericolosità idraulica I.3 a zone a verde dato che sono ubicate in fregio al corso d'acqua stesso. Qualora l'edificato ricadesse in zone a pericolosità I.3 occorrerà procedere ad un rialzamento in quota rispetto ai livelli per eventi con  $T_r$  200 (113.50 m s.l.m.) oltre ad un adeguato franco di sicurezza di 50 cm, individuando le aree da destinarsi al compenso dei volumi al fine di non determinare aggravio del rischio nelle aree contermini.

Al fine di ottemperare ai disposti di cui al R.D. 523/04, le nuove previsioni edificatorie non dovranno interessare la fascia di rispetto di 10 metri, calcolata rispetto al piede dell'argine ovvero, in sua assenza, al ciglio di sponda del corso d'acqua.