

STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO

di supporto al Quadro conoscitivo del Piano Strutturale del comune di Subbiano .

Premessa.

Il presente studio è volto a determinare la pericolosità idraulica dovuta alla presenza del fiume Arno e dei suoi affluenti nell'ambito del comune di Subbiano allo scopo di dare indicazioni agli estensori del Piano affinché le previsioni urbanistiche siano improntate a garantire la sicurezza ,da un punto di vista idraulico, dei nuovi insediamenti e delle infrastrutture.

Risulta chiaro che una indicazione quanto più precisa possibile che indichi le aree su cui è alto il rischio di inondazione ha conseguenze rilevanti in fatto di sicurezza di cose e persone.

Il problema di determinare con esattezza l'entità di fenomeni futuri è complesso in quanto molteplici sono le variabili che incidono direttamente ed indirettamente sui risultati finali.

Già i dati di partenza per lo studio che investono la conoscenza di serie di valori relativi alle precipitazioni sono molto limitati nel tempo e incompleti, né aiuta in tal senso ricorrere alla memoria storica che seppur rappresentando un valido punto di riferimento è sicuramente limitata nel tempo e non tiene conto di tutte quelle situazioni particolari che possono determinare un certo tipo di evento.

Altro elemento di incertezza che inficia a volte anche il riferimento alla citata memoria storica è rappresentato dalle modificazioni ,ad opera dell'uomo o di eventi naturali, del territorio e dello stesso alveo.

Se a tutto questo si aggiunge poi la incertezza dei modelli adottati per la risoluzione del problema si capisce quanto la questione sia complessa.

Nel condurre lo studio di cui questa relazione è parte si è adottato un metodo di approccio al problema che potesse fornire dati comunque riscontrabili.

Per prima cosa si è proceduto ad una ispezione del territorio interessato al fine di individuare eventuali situazioni di rischio determinate dalla orografia dei luoghi e dall'uso del suolo. Sulla scorta dei risultati di questa indagine si è poi proceduto al rilievo delle sezioni dell'alveo e delle zone limitrofe in tutte quelle posizioni ritenute interessanti sia ai fini del successivo calcolo sia

perché ritenute elementi di crisi del sistema in studio.

Nel corso dei sopralluoghi svolti si è posta particolare attenzione all'acquisizione di informazioni da parte degli abitanti dei luoghi allo scopo di avere poi a posteriori conferme sui risultati ottenuti. A questo punto si è eseguita l'analisi statistica delle serie storiche dei dati di pioggia con il metodo di Gumbel.

I dati di precipitazione sono stati ricavati dagli Annali Idrologici pubblicati dall'Ufficio Idrografico di Pisa.

Le stazioni cui si è fatto riferimento sono quelle di Pollino, Camaldoli e La Verna e gli anni di osservazione con intervalli più o meno consistenti vanno dagli anni 40 al 1993.

Le aree di influenza delle tre stazioni interessano tutto l'alto Casentino.

In base alle curve di possibilità pluviometrica determinate e dei tempi di corrivazione dei vari bacini si sono valutate le portate di piena nelle sezioni considerate.

I dati ottenuti e la geometria delle sezioni sono stati studiati con il programma HEC-RAS 3.0.1 ottenendo così i livelli delle portate di massima piena nelle varie sezioni sia del fiume Arno che dei suoi affluenti.

Calcolo delle curve di probabilità pluviometrica

Per la stima della portata di piena, non avendo a disposizione dati idrometrici diretti, occorre utilizzare un modello che consideri le principali caratteristiche dei fenomeni meteorologici locali oltre alle caratteristiche idrologiche del bacino.

Occorre cioè determinare i parametri "a" e "n" della *curva di possibilità pluviometrica*, definita dalla seguente relazione monomia

$$h = at^{\varnothing}$$

dove h: altezza di pioggia in mm, e t tempo in ore.

Il calcolo di tali parametri deriva da valutazioni di tipo statistico, in riferimento ad una popolazione costituita dalle osservazioni di afflussi registrati in un certo arco di tempo. E' chiaro che, come tutte le risultanze statistiche, più piccolo è il periodo di osservazione rispetto al tempo di ritorno richiesto, più alto è il margine di errore. Le stazioni più vicine alla zona in esame sono quelle di Stia, di Camaldoli e del Pollino (Bibbiena).

Le osservazioni di Stia, di Camaldoli e del Pollino vanno dal 1943 al 1993, con alcuni buchi; sono state prese in considerazione, data l'entità del bacino, i massimi valori annuali relativi a durata della pioggia di 1, 3, 6, 12, 24 ore, di seguito riportati.

Facciamo riferimento alla funzione di distribuzione di Gumbel (legge asintotica del massimo valore, o del primo tipo), la quale, fissato un valore h , individua la probabilità che esso non venga superato

$$W(h) = e^{-e^{-\alpha(h-u)}}$$

Dove α ed u sono due parametri dipendenti dalla popolazione in esame; questi possono essere stimati con vari procedimenti: considerando il metodo dei momenti, si ottiene:

$$u = \lambda(h) - \chi/\alpha$$

$$\alpha = \pi / (6\sigma(h))$$

dove $\lambda(h)$ e $\sigma(h)$ sono rispettivamente la media e lo scarto quadratico medio, mentre $\chi = 0.572$ è la costante di Eulero.

Nel caso in esame, abbiamo

PARAMETRI DELLA STATISTICA DI GUMBEL

Pollino

Durate	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
$\lambda(h)$	23.73	34.02	44.89	56.93	70.99
$\rho(h)$	8.32	13.02	15.76	17.67	20.47
α	0.15	0.10	0.08	0.07	0.06
u	19.99	28.16	37.80	48.98	61.78

PARAMETRI DELLA STATISTICA DI GUMBEL

Camaldoli

Durate	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
$\lambda(h)$	26.82	39.89	54.42	72.02	92.53
$\rho(h)$	7.66	13.18	19.73	22.24	30.92
α	0.167	0.097	0.065	0.058	0.041
u	23.39	33.99	45.62	62.16	78.58

PARAMETRI DELLA STATISTICA DI GUMBEL

Stia

Durate	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
$\lambda(h)$	27.58	40.12	49.51	62.60	76.91
$\rho(h)$	9.58	12.76	17.10	23.13	35.09
α	0.133	0.100	0.074	0.055	0.036
u	23.307	34.42	41.88	52.28	64.26

Detto *tempo di ritorno T* il periodo di anni in cui mediamente un valore prefissato *h* viene superato una sola volta, sarà

$$T(1-W(h)) = 1 \text{ e quindi } T = 1/(1-W(h)), \text{ da cui } h = u - (1/\alpha)\ln(\ln(T/(T-1)))$$

Fissato quindi $T = 200$ anni, si ottengono

Pollino					
Durata(ore)	1	3	6	12	24
H (mm)	59.03	86.97	111.08	124.63	150.04
Stia					
Durata(ore)	1	3	6	12	24
H (mm)	62.88	87.11	112.50	147.83	209.15
Camaldoli					
Durata(ore)	1	3	6	12	24
h (mm)	55.11	88.61	127.13	153.51	207.80

Fissato quindi $T = 100$ anni, si ottengono

Pollino					
Durata(ore)	1	3	6	12	24
H (mm)	50.69	74.21	95.36	114.76	138.06
Stia					
Durata(ore)	1	3	6	12	24
(mm)	57.68	80.119	103.22	135.28	190.11
Camaldoli					
Durata(ore)	1	3	6	12	24
H (mm)	50.96	81.46	116.46	141.55	190.90

Analogamente si procede per i Tempi di ritorno di 20 anni e 30 anni

Si nota immediatamente che la scelta di Stia è più a favore della sicurezza per le durate di 1 ora e 24 ore, mentre la scelta di Camaldoli è quella più a favore della sicurezza per le durate di 3,6,12 ore.

Ai fini del calcolo si adotteranno i valori più elevati.

In base a tali valori di *h* si tratta di determinare infine i parametri *a* ed *n* della relazione $h = at^n$, si può utilizzare a tale proposito il metodo dei minimi quadrati, avendo a disposizione le cinque

coppie (h(1ora),1ora), (h(3ore),3ore), (h(6ore),6ore), (h(12ore),12ore), (h(24ore),24ore). Si forniscono i valori di a ed n per T=200, 100, 30 e 20 anni.

	T	a	n
Duecentennale	200	59.70	0.378
centennale	100	55.08	0.375
trentennale	30	51.52	0.336
ventennale	20	48.53	0.335

Calcolo delle piene di progetto

Dalla carta topografica allegata (tavola 1) si ricavano le principali caratteristiche del fiume Arno fino alle sezioni considerate.

Le sezioni considerate sono le seguenti

- 1- Inizio abitato di Subbiano
Lunghezza asta : 40.24 km
Superficie del bacino : 744.66 kmq
Quota media del bacino : 703.86 m.s.l.m.
Quota della sezione considerata : 259 m.s.l.m.

- 2- Fine abitato di Subbiano podere San Vincenzo
Lunghezza asta : 45.38 km
Superficie del bacino : 770.87kmq
Quota media del bacino : 712.15 m.s.l.m.
Quota della sezione considerata : 252.00 m.s.l.m.

- 4- Località Santa Mama
Lunghezza asta : 33.23 km
Superficie del bacino : 606.87 kmq
Quota media del bacino : 725.17 m.s.l.m.
Quota della sezione considerata : 286.0 m.s.l.m.

- 5- Località Calbenzano

Lunghezza asta : 36.69 km

Superficie del bacino : 708.85 kmq

Quota media del bacino : 730.97 m.s.l.m.

Quota della sezione considerata : 281.00 m.s.l.m.

Con i suddetti dati siamo in grado di calcolare il tempo di corrivazione con la formula del Giandotti per le diverse situazioni

$$T_c \text{ (ore)} = (4\sqrt{S} + 1.5L) / 0.80 \sqrt{(Hm - Hs)}$$

Per cui si ottiene

sezione	Inizio Subbiano	Fine Subbiano	Santa Mama	Calbenzano
Tc	10.00	10.42	8.85	9.52

Nell'ulteriore ipotesi che la pioggia netta sia costante (di durata T_p), l'idrogramma di piena è quello caratteristico della risposta di un sistema del primo ordine ad un impulso rettangolare di durata T_p , costituita da una esponenziale crescente fino ad un massimo coincidente con il termine della pioggia, seguita da un'esponenziale decrescente asintoticamente a zero [10].

Si tratta allora di determinare fra tutte le durate possibili di pioggia, quella che rende massima la portata al colmo.

In base a quanto esposto in precedenza, l'espressione che lega la portata al colmo Q a T_p è la seguente:

$$Q = p.(1 - e^{-T_p/k}) = \phi.i.S.(1 - e^{-T_p/K})$$

essendo p la portata d'afflusso $p = \phi.i.S$

ricordando poi $i = h/T_p$, costante per ipotesi, si ha:

$$Q = \phi.a.T_p^{(n-1)}.S.(1 - e^{-T_p/K})$$

dove : S = superficie del bacino (Km²)

$k = T_c$ parametro caratteristico del modello prescelto (sec.)

ϕ = coefficiente di afflusso = 0.90

a ed n i parametri di $h = at^n$

Q è massima per il valore di T_p che ne annulla la derivata prima; così procedendo, si ottiene la seguente espressione in T_p :

$$T_p = K(1 - T_p / (K(n-1)))$$

La soluzione di questa fornisce il valore T_p che consente di determinare la massima portata al colmo Q .

L'equazione implicita precedente può essere risolta con un metodo di approssimazioni successive.

Si ottiene per le diverse sezioni considerate :

Sezione Tr	Inizio Capolona	Fine Capolona	Santa Mama	Calbenzano
Q (200)	1681 mc/sec	1710 mc/sec	1479 mc/sec	1650 mc/sec
Q(100)	1541 mc/sec	1560 mc/sec	1355 mc/sec	1513 mc/sec
Q(30)	1324 mc/sec	1340 mc/sec	1171 mc/sec	1302 mc/sec
Q(20)	1224 mc/sec	1260 mc/sec	1100 mc/sec	1224 mc/sec

Con analoghe considerazioni per gli affluenti presi in esame si ottengono i seguenti risultati.

Afluente	Superficie bacino(Kmq)	Lunghezza asta (Km)	H sezione chiusura (m s.l.m)	H media (m s.l.m.)	Tempo di corrivazione (ore)
Fosso Brelle	2.251	2.27	285.00	486.62	0.828
Fosso Talla	11.63	5.49	286.00	718.71	1.32
Fosso Valbena	1.624	2.04	266.00	446.23	0.616
Fosso del Bagno	1.341	2.08	250.00	390.90	0.816
Fosso della Vigna	1.181	1.01	250.00	390.15	0.619
Fossatello	0.364	0.78	250.00	355.13	0.437
Chiassa	46.776	11.54	260.00	581.33	3.11

Tempo di ritorno	Fosso Brelle	Fosso Talla	Fosso Valbena	Fosso Bagno	Fosso della Vigna
Q(200)	23.93 mc/sec	92.76 mc/sec	20.70 mc/sec	14.39 mc/sec	15.05 mc/sec
Q(100)	22.09 mc/sec	85.55 mc/sec	19.14 mc/sec	13.29 mc/sec	13.91 mc/sec
Q(30)	20.92 mc/sec	79.55 mc/sec	18.34 mc/sec	12.58 mc/sec	13.32 mc/sec
Q(20)	19.71 mc/sec	74.92 mc/sec	17.28 mc/sec	11.85 mc/sec	12.55 mc/sec

Tempo di ritorno	Fossatello	Chiassa
Q(200)	5.76 mc/sec	156.67 mc/sec
Q(100)	5.33 mc/sec	144.10 mc/sec
Q(30)	5.17 mc/sec	129.48 mc/sec
Q(20)	4.87 mc/sec	121.85 mc/sec

Considerato che i valori ottenuti per alcuni dei fossi minori si discostano da quelli forniti dal PIN nello studio di Regionalizzazione delle portate di piena in Toscana si è eseguito un approfondimento sul problema appurando in primis che i bacini riportati nel suddetto studio hanno superfici di gran lunga superiori a quelli ottenuti tramite la verifica da noi effettuata .

Un riscontro cartografico su scala 1: 5000 ha portato a stabilire l'esattezza dei valori delle superfici calcolate nel presente studio .

Le portate per unità di area calcolate da Alto per alcuni di questi fossi sono qui di seguito riportate

Tempo di ritorno	Fosso Talla	Fosso Bagno	Chiassa	Fosso Valbena
Q(200)	6.645 mc/Kmq sec	12.096 mc/Kmq sec	5.042 mc/Kmq sec	14.942 mc/Kmq sec
Q(100)	5.608 mc/Kmq sec	9.932 mc/Kmq sec	4.291 mc/Kmq sec	12.577 mc/Kmq sec
Q(30)	4.1.1 mc/Kmq sec	6.987 mc/Kmq sec	3.219 mc/Kmq sec	9.101 mc/Kmq sec
Q(20)	3.720 mc/Kmq sec	6.171 mc/Kmq sec	2.911 mc/Kmq sec	8.186 mc/Kmq sec

Ragguagliando tali valori alle aree dei bacini idrografici precedentemente calcolate, si ottengono i seguenti valori di portata:

Tempo di ritorno	Fosso Talla	Fosso Bagno	Chiassa	Fosso Valbena
Q(200)	77.281 mc/ sec	16.221 mc/ sec	235.840 mc/ sec	24.266 mc/sec
Q(100)	65.221 mc/ sec	13.319 mc/ sec	200.715 mc/ sec	20.425 mc/sec
Q(30)	48.043 mc/ sec	9.369 mc/ sec	150.571 mc/ sec	14.780 mc/sec
Q(20)	43.264 mc/ sec	8.275 mc/ sec	136.160 mc/ sec	13.294 mc/sec

Poiché è buona norma prendere in considerazione le condizioni più pericolose dal punto di vista del rischio idraulico, si svolgeranno i calcoli con i valori di portata più alti, cioè si utilizzeranno i dati di Alto solo per le simulazioni del Torrente Chiassa , Bagno e Valbena.

4-Verifiche Idrauliche

I calcoli sono stati eseguiti con il programma HEC-RAS versione 3.01 .Questo modulo è ideato per il calcolo dei profili di moto permanente gradualmente vario ed è in grado di modellare il moto permanente di corrente lenta, in corrente veloce o regime misto.

La procedura alla base del calcolo si basa sulla soluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia. Le perdite valutate sono quelle di attrito (equazione di Manning) e quelle causate dalla contrazione o espansione delle sezioni (tramite un coefficiente che moltiplica la variazione dell'altezza cinetica). L'equazione della quantità di moto è utilizzata nei punti dove il profilo del

pelo libero subisce brusche variazioni.. Questo si verifica, in condizioni di regime misto, nei punti di passaggio da corrente veloce a corrente lenta, oppure in corrispondenza di ponti o delle confluenze di più rami di una rete.

Per il coefficiente di Manning si è adottato un valore di $n = 0.035$ nell'alveo principale e $n = 0,05$ nelle aree golenali.

Il programma è stato fatto girare in condizione di corrente mista.

Le condizioni al contorno adottate per lo svolgimento delle elaborazioni con il programma sono le seguenti:

per quanto riguarda quelle di monte, sono state effettuate varie prove ponendo sia le condizioni critiche che di moto uniforme e scegliendo quelle che ponevano maggiormente in crisi i corsi d'acqua;

il programma calcola in automatico quelle di valle una volta posta la confluenza come *junction* : per descrivere le condizioni più critiche, il tempo di ritorno utilizzato per l'Arno è stato posto per ogni profilo di moto dei suoi affluenti pari a 200 anni.

I risultati ottenuti nelle singole sezioni per il fiume Arno e per i singoli affluenti, oltre ai profili idraulici dei tratti considerati sono riportati nell'allegato A.

Conclusioni.

I risultati ottenuti inserendo l'ipotesi di piena coi tempi di ritorno considerati con un massimo di duecento anni , così come previsto per le varianti urbanistiche (D.C.R. 12/200), hanno evidenziato le seguenti situazioni .

1- Località Subbiano

Il fiume Arno non determina inondazioni nella sua sinistra idrografica (comune di Subbiano) , l'alveo è ben determinato e profondo , le opere dell'uomo realizzate lungo il suo corso, ponti, briglie e difese di sponda determinano situazioni localizzate di rigurgito senza che il livello diventi mai pericoloso per le zone limitrofe. L'unica situazione ove il fiume supera l'argine è in prossimità della Chiesa di Subbiano, nella depressione immediatamente a valle della stessa ove si ha lo sbocco in Arno del fosso Valbena che risulta tombato per tutto il suo tratto terminale. In caso di piene anche con tempo di ritorno di 100 anni si ha l'allagamento della zona delimitata dai dirupi e dai fabbricati che determinano la depressione.

Sempre nel Capoluogo un discorso diverso va fatto per i vari fossi che nella zona affluiscono in Arno; questi sono in tutto quattro (fosso Valbena, fosso del Bagno , fosso della Vigna e Fosatello) . Sia il fosso Valbena che il fosso della Vigna hanno il tratto terminale tombato.

La sezione del fosso Valbena, viste anche la forte pendenza tra la sezione iniziale e quella di uscita in Arno è largamente sufficiente a far defluire la massima portata.

Lo stesso non si può dire per il fosso della Vigna , la cui sezione di ingresso nel tombino è costituita da un tubo in cemento di diametro 125 cm . Tale sezione non è già sufficiente al passaggio delle piene con tempo di ritorno di 20 anni.

Ulteriore problema relativo ai due fossi consiste nel fatto che la mancata manutenzione degli stessi , in occasione di eventi di piena, può provocare la formazione di detriti che possono ostruire le sezioni di ingresso dei tombini con possibilità di esondazione nelle zone a valle.

Il calcolo delle portate dei due tombini oltre che con il programma HEC-RAS è stato eseguito anche manualmente ipotizzando le varie situazioni possibili che si possono determinare da quella di tombino con luce di sbocco sommersa a quelle di tombino idraulicamente lungo o corto. In tutti i casi per il fosso Valbena non sussistono problemi se non quelli dettati da possibili intasamenti dello stesso, mentre per il fosso della Vigna , del quale tra l'altro non è stato possibile determinare ove avvenga il cambiamento di sezione da quella circolare di ingresso a quella semirettangolare di uscita (molto più grande della prima) viene confermata la non sufficienza della sezione di entrata a far defluire piene con tempo di ritorno anche di 20 anni.

Il corso d'acqua denominato Fosatello esonda nella sezione posta a circa 40 metri a monte della strada statale .Il fatto risulta molto marginale in quanto interessa la zona in destra idrografica nel tratto fino alla strada statale ove il tombino risulta sufficiente a far defluire la massima piena.

Tra i bacini dei fossi sopra descritti ed in particolare tra il fosso Valbena e quello del Bagno e tra il fosso della Vigna e il Fosatello vi sono delle aree che non fanno parte dei bacini suddetti ma che scaricano le acque di pioggia direttamente in Arno. Questi due bacini nella tavola F2 sono stati indicati come A1 e A2 . Sono state anche determinate le loro superfici in base alle quali , facendo riferimento a quanto riportato dal Prof. Grazi nella sua pubblicazione “ *Indagine idronomica in un grande bacino montano in corso di sistemazione : Il Casentino* “ in merito alle portate prevedibili per bacini con superficie inferiore ai 5 kmq, possiamo valutare una porta di acqua da smaltire attraverso i canali di scolo delle strade e le fognature esistenti pari a circa 4 mc/sec per il bacino indicato con A1 e di circa 1 mc/sec per il secondo. Risulta chiaro che una verifica così puntuale

esula dalle finalità del nostro studio. Si ritiene però che ogni intervento di previsione urbanistica nelle zone sopra individuate debba essere supportato da una verifica di tutto il sistema fognario .

Località Santa Mama .

I lavori realizzati a protezione della strada statale 71 e dell'abitato di Santa Mama sono consistiti nella realizzazione di protezioni delle sponde a monte a e a valle del muro esistente e nel rialzamento del medesimo di una quota variabile dai 2.00 ai 2.50 metri.

A parere di chi scrive l'intervento effettuato non ha tenuto in debito conto il fatto che nella zona scaricano le loro acque in Arno, il torrente Brelle e un collettore fognario che raccoglie sia le acque di una lottizzazione a monte della strada statale e sia quelle di un piccolo bacino idrografico attraversato da un modesto fosso di scolo.

Oltre a questi scaricano sempre in Arno due collettori fognari di acque nere e acque meteoriche.

Dalle sezioni riportate sulla tavola F6 allegata si può vedere come lo scarico dei collettori sopra descritti , in caso di concomitanza di massima piena in Arno e massima piena sugli stessi , sia completamente sommerso. La configurazione dei nodi così come è stata realizzata presenta notevoli problemi in quanto l'innesto degli affluenti in Arno avviene quasi perpendicolarmente allo stesso in un tratto del fiume con forte curvatura.

Le direzioni dei vettori velocità delle due correnti ortogonali tra loro e la presenza di una notevole componente di forza centrifuga diretta in senso contrario a quello della corrente di immissione , comportano un intenso processo dissipativo per cui il moto della portata immessa avviene a spese di quella principale e cioè quella del fiume Arno.

La configurazione geometrica del nodo è di difficile schematizzazione , ma fatto sta che sicuramente si ha un forte rallentamento della velocità della corrente di immissione con conseguente diminuzione delle portate.

Nel caso del Torrente Brelle l'ultimo tratto prima dell'immissione in Arno per circa 50 metri avviene in uno scatolare chiuso che come già dimostrato , nella normalità , e cioè in caso di assenza di piena in Arno, può tranquillamente scaricare la massima piena . Nel caso invece che i due eventi siano concomitanti (massima piena in Arno e massima piena nel torrente Brelle) si avrà sicuramente un rigurgito nel torrente verso monte fino a determinare un allagamento delle zone prima della immissione del medesimo nello scatolare.

Dalla durata del fenomeno dipende il conseguente allagamento della statale e dell'abitato di Santa Mama.

Infatti con uno studio più approfondito sia a livello idraulico che topografico , che esula dallo

scopo della presente relazione, si potrebbero determinare i tempi in base ai quali si ha il superamento degli argini a monte della strada statale e via via il conseguente allagamento di aree sempre più vaste di territorio .

Lo stesso scenario , con le dovute proporzioni, può determinarsi per il collettore fognario che attraversa l'abitato di Santa Mama.

Località Calbenzano.

Si tratta di una situazione alquanto complessa per la presenza sul tratto terminale del torrente Talla di vari attraversamenti dovuti alla linea ferroviaria e alle viabilità esistenti.

Dai calcoli effettuati risulta che il torrente Talla dà luogo a fenomeni di esondazione immediatamente a monte dei tre attraversamenti presenti nel tratto terminale determinando anche l'allagamento di un sottopasso ferroviario realizzato nella zona.

Il fiume Arno invece esonda in destra idrografica non interessata da insediamenti abitativi.

Torrente Chiassa nelle località Chiaveretto e Ca' di Buffa.

I calcoli allegati dimostrano la presenza di situazioni pericolose in alcune delle sezioni considerate. In particolare sono interessate da fenomeni di esondazione la zona di Chiaveretto (sezione 3-4-5-e 6) , i campi in prossimità della località Campassone in prossimità di un piccolo ponticello che attraversa il torrente(sinistra idrografica, dalla sezione 8 alla sezione 9) e la zona immediatamente a monte della località Ca di Buffa in destra idrografica tra la strada della Libbia e il torrente ove è presente anche un insediamento industriale (sezioni 10 e 11)..

I risultati di quanto sopra esposto è riportato nella tavola G11 della pericolosità idraulica.

Il Tecnico

Ing. Giuseppe Donatelli

Indice.

1. Premessa
2. Calcolo della curva di probabilità pluviometrica

3. Calcolo della piena di progetto
 4. Verifiche idrauliche.
 5. Conclusioni
 6. Allegato A risultati, profili e sezioni ricavate con il programma HEC-RAS
-