

Oggetto:

COMUNE DI PRATO

Provincia di PRATO

**-PIANO ATTUATIVO 176/2007 - PG 36330 DEL 24/04/07 - DEMOLIZIONE DI
FABBRICATO ARTIGIANALE PER LA REALIZZAZIONE DI NUOVO FABBRICATO AD
USO FARMACIA E STUDI MEDICI -**

Tavola:

01

Disegno:

RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA

Scala:

— —

Data:

26/11/08



ING. ANDREA BALDACCHINI
ING. MICHELE LO RUSSO
ING. DAVID MALOSSI
ING. LORENZO TANI

**A4 INGEGNERIA
STUDIO TECNICO ASSOCIATO**

VIA ROMA 26 - 59100 - PRATO
TEL/FAX 0574442523
MAIL: info@a4ingegneria.it

Collaboratore:

Progettista:

DOTT.ING. DAVID MALOSSI

Committenza:

IMMOBILIARE SERENA

di Miliotti Riccardo s.a.s.
Viale Montegrappa 243/B
59100 - PRATO

data	collaboratore	oggetto della modifica

Questo disegno e' protetto dalle vigenti leggi di autore e pertanto non puo' essere riprodotto, in tutto od in parte, ne' essere ceduto a terzi senza la nostra autorizzazione scritta.

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	2
2	DESCRIZIONE DEL MODELLO IDROLOGICO IDRAULICO	4
2.1	VALUTAZIONI IDROLOGICHE.....	4
2.2	ANALISI IDRAULICA	7
2.3	CONCLUSIONI DELLO STUDIO ALLEGATO AL PS	11
3	VALUTAZIONI SULL'INTERVENTO.....	12
4	CONCLUSIONI.....	14

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica viene redatta al fine di valutare la fattibilità idraulica del piano attuativo di Via Bettazzi 21 angolo Via Capitini in località Galciana per la demolizione di un fabbricato artigianale e la realizzazione di un fabbricato ad uso farmacia e studi medici.

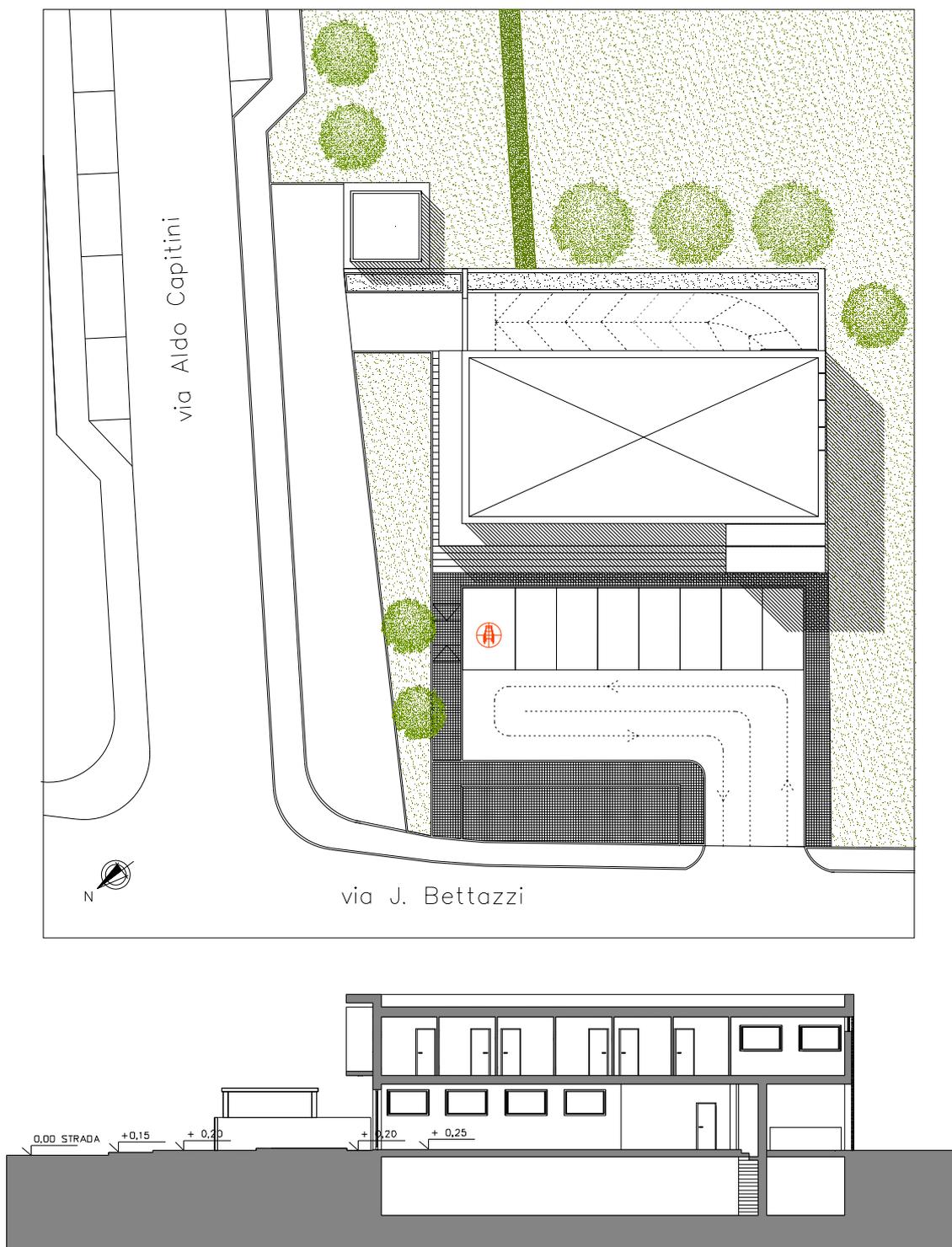


Figura 1 – PLANIMETRIA E SEZIONE STATO DI PROGETTO-

L'area oggetto d'intervento risulta all'interno delle perimetrazioni di pericolosità idraulica allegata al Piano Strutturale del Comune di Prato ed è classificata come I3 Pericolosità Elevata ,ovvero risulta allagabile per tempi di ritorno compresi tra 30 e 200 anni.

Lo studio idraulico allegato al PS ha valutato la vulnerabilità del territorio sulla base della cartografia regionale 1:2000 assumendone i punti topografici come indicativi, su larga scala, per la realizzazione delle perimetrazioni.

In fase di redazione del presente piano attuativo è stato redatto un rilievo di dettaglio dell'area mediante il quale verrà valutata l'effettiva vulnerabilità del lotto d'intervento e le eventuali misure di salvaguardia da adottare per evitare il rischio per persone e beni.

Di seguito si riporta un estratto della carta di pericolosità idraulica allegata al PS con indicata l'area d'intervento.



Figura 2 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA-

2 DESCRIZIONE DEL MODELLO IDROLOGICO IDRAULICO

Di seguito si riporta una sintesi delle caratteristiche dello studio idraulico a corredo del PS e delle conclusioni alle quali ha condotto.

2.1 VALUTAZIONI IDROLOGICHE

Per lo studio sono state effettuate verifiche idrauliche in moto vario nel tratto di Torrente Iolo compreso tra il ponte sulla Via Vecchia Montalese e la confluenza in Ombrone con particolare interesse per le insufficienze strutturali del corso d'acqua comprese tra la linea ferroviaria Fi-Lu e l'autostrada Firenze-mare.

Per le verifiche idrauliche è stato utilizzato un rilievo piano altimetrico fornito dall'Urtat referenziato Gauss-Boaga per complessive 90 sezioni trasversali.

Per la stima degli idrogrammi di picco si è fatto riferimento allo studio redatto dall'Ufficio Regionale per la Tutela del Territorio di Prato e Pistoia a sostegno del Progetto Esecutivo per la realizzazione della Cassa di Espansione sul Torrente Bardena Iolo collocata in località Ponte alla Dogaia a monte dell'area oggetto di studio e del quale descriveremo di seguito brevemente i contenuti.

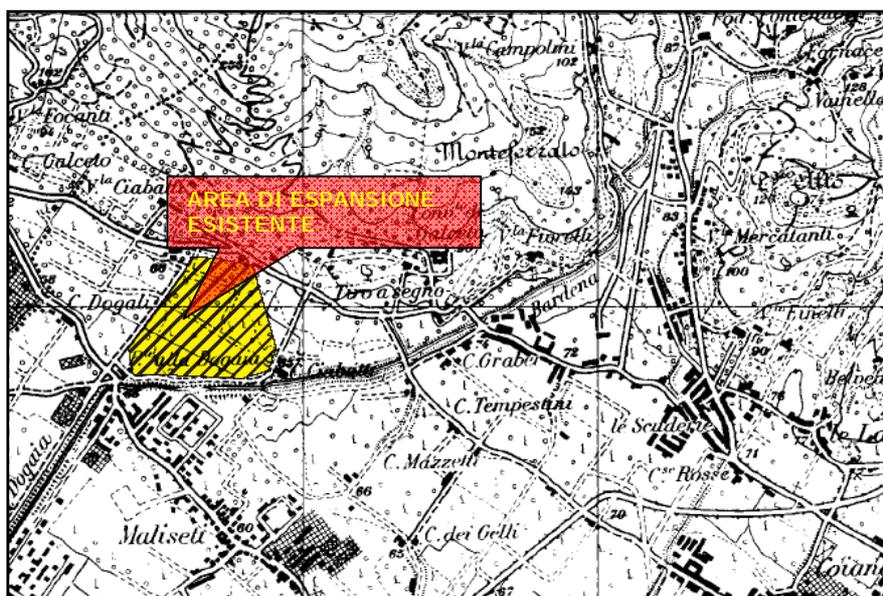


Figura 3 – INDIVIDUAZIONE AREA DI ESPANSIONE ESISTENTE

La stima della portata di progetto è stata effettuata con il metodo dell'Idrogramma Unitario (metodo IUH), basato sul principio di sovrapposizione degli effetti.

La portata defluente in un certo istante dalla sezione di chiusura del bacino idrografico è legata alla pioggia netta ragguagliata sul bacino dal seguente integrale di convoluzione:

$$Q(t) = \int_0^t U(\tau) p(t - \tau) d\tau$$

dove:

$Q(t)$ è la portata defluente;

$p(t) = A i(t)$ con A area del bacino e $i(t)$ pioggia netta ragguagliata sul bacino;

$U(t)$ l'idrogramma unitario.

Il momento di primo ordine dell'IUH rispetto all'origine è detto tempo di ritardo ed è definito dalla:

$$U(t) = \int_0^{\infty} U(t)tdt$$

L'idrogramma del Torrente lolo è stato ricavato dallo studio del PIN – Centro Studi Universitari.

Su tale idrogramma è stata effettuata una analisi di sensitività, variando sia il tempo di pioggia che il coefficiente di deflusso.

Le caratteristiche del bacino del Torrente lolo sono state ricavate dallo stesso studio.

La pioggia netta è stata calcolata con l'equazione utilizzata nello studio PIN:

$$P_n = P \times K_r - I_{nf} \times D_t$$

dove:

P_n = pioggia netta [mm];

P = precipitazione calcolata sulla base della curva di possibilità pluviometrica [mm];

K_r = coefficiente di ragguaglio della precipitazione sul bacino;

I_{nf} = velocità d'infiltrazione a saturazione [mm/h];

D_t = durata della precipitazione [h].

Le caratteristiche principali del bacino idrografico del Torrente lolo, considerando la situazione futura con la deviazione dell'asta superiore del Torrente Vella, e con sezione di chiusura al Ponte alla Dogaia, sono state ricavate dallo studio del PIN.

In particolare:

area (Kmq) = 10.85

quota media (m. slm) = 252

velocità d'infiltrazione (mm/h) = 16

la curva di possibilità climatica utilizzata è quella con tempo di ritorno duecentennale valutata dal PIN relativa alla stazione pluviometrica di Prato in Toscana.

In particolare:

per piogge di durata superiore all'ora $a=61.62$ $n=0.55$

Le portate di progetto valutate risultano le seguenti:

Tr 2 $Q_p = 36.6$ mc/s

Tr 5 $Q_p = 50.6$ mc/s

Tr 20 $Q_p = 70.2$ mc/s

Tr 100 $Q_p = 91.2$ mc/s

Tr 200 $Q_p = 100$ mc/s

Attualmente risultano realizzate solamente una parte delle opere comprese nel progetto generale della cassa di laminazione, ed allo stato attuale la portata laminata a valle della cassa di espansione risulta la seguente:

Q200 = 72.68 mc/sec

Al fine di valutare i volumi esondati risulta di fondamentale importanza avere a disposizione non solo la portata al picco ma anche l'intero idrogramma di piena laminato.

Per determinarlo è stato utilizzato il modello regionale ALTO relativamente al tratto processato del Torrente lolo immediatamente a monte della confluenza in Ombrone.

Di seguito si riporta l'idrogramma suddetto relativo ad un tempo di ritorno di 200 anni laminato alla portata di progetto della cassa di espansione.

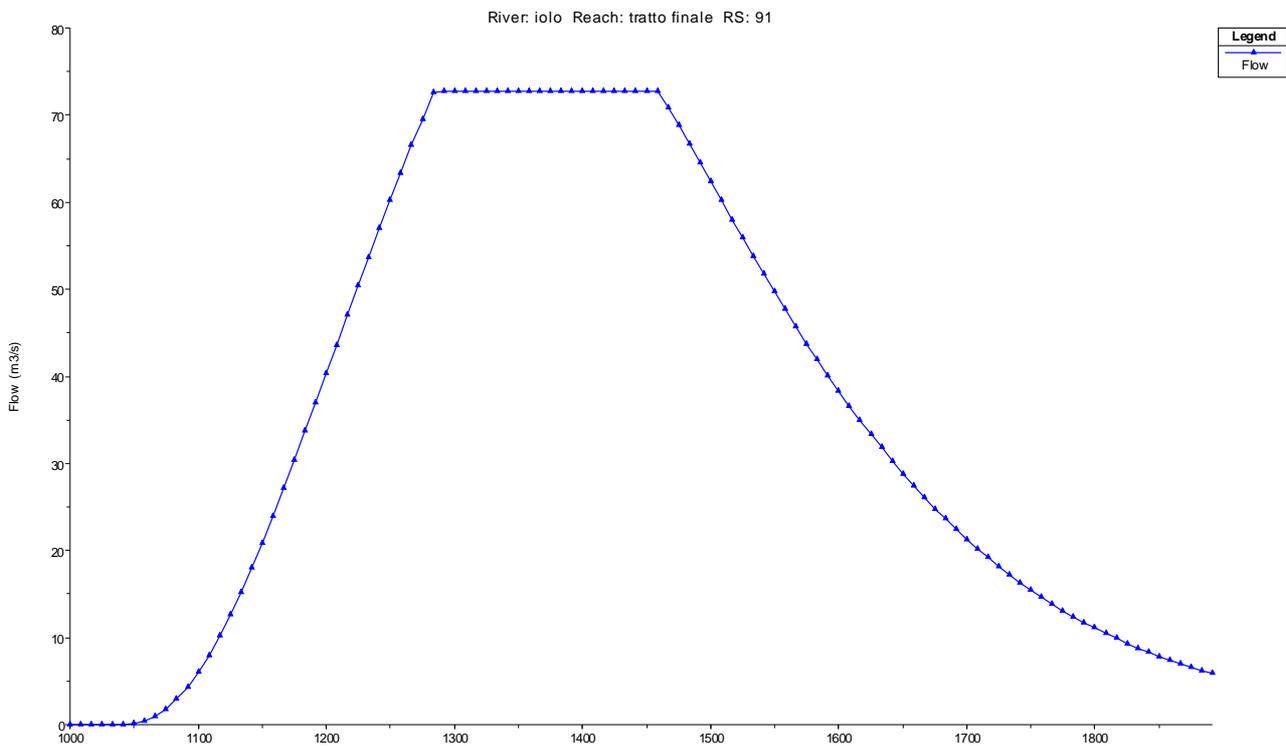


Figura 4 – IDROGRAMMA TR200 INPUT DEL MODELLO IDRAULICO

Il progetto della cassa di espansione non fornisce indicazioni sulle portate Tr30 e quindi si è operato per via algebrica alla valutazione del dato.

E' stato costruito il grafico delle portate idrologiche di progetto per i tempi di ritorno disponibili in modo tale da ottenere l'equazione della curva di tendenza delle portate.

A questo punto è stato possibile ottenere il valore della portata idrologica di picco trentennale valutato in 74.64 mc/s.

Gli effetti di laminazione della cassa di espansione sono stati considerati nella stessa percentuale (73%) su cui influiscono sulle portate duecentennali, ipotesi comunque cautelativa in quanto gli effetti di laminazione su portate minori sono sicuramente più sensibili.

Ottenendo una portata di picco laminata Tr30 uguale a 54.48 mc/s.

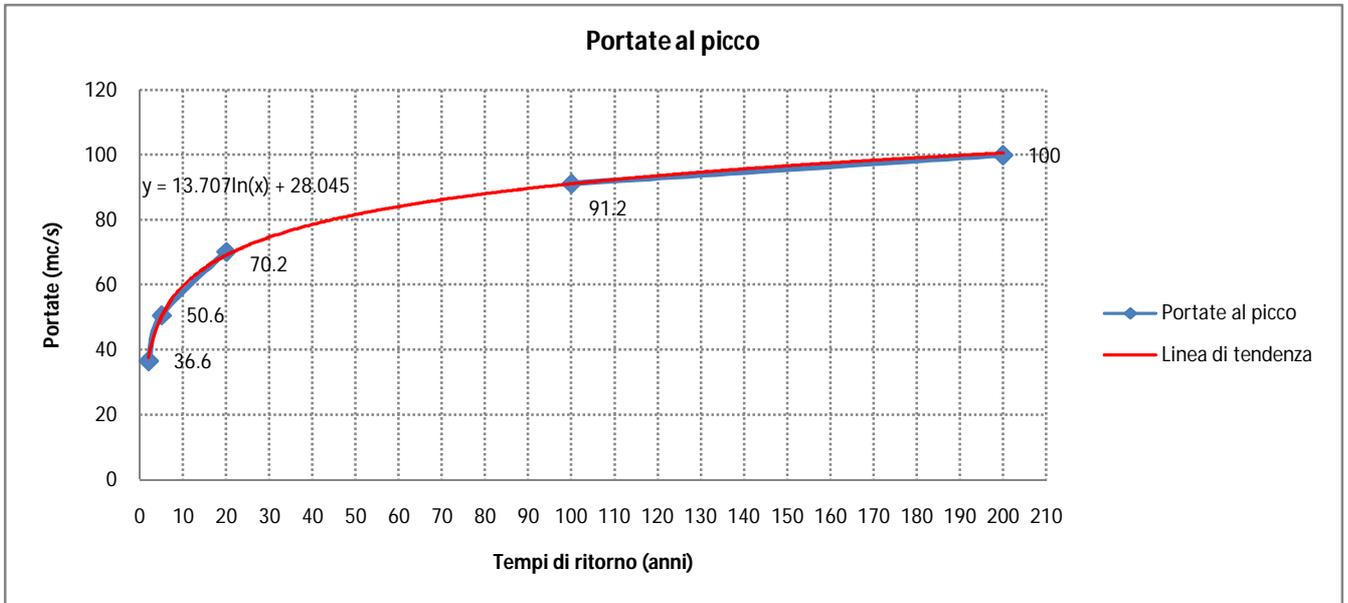


Figura 5 – GRAFICO COMPARATIVO DELLE PORTATE AL PICCO CON LINEA DI TENDENZA

2.2 ANALISI IDRAULICA

Il modello idraulico utilizzato in questo studio, denominato HEC-RAS, è stato sviluppato dall'US Army Corps Of Engineers; è in grado di effettuare simulazioni di tipo monodimensionale del fenomeno di propagazione dell'onda di piena su corsi d'acqua. Il modello presuppone che siano fornite tutte le informazioni necessarie, ed in particolare la geometria di un numero sufficiente di sezioni trasversali. Il programma consente di inserire sezioni trasversali fittizie, interpolando quelle rilevate, in modo da assicurare che il passo di discretizzazione spaziale non ecceda un assegnato valore limite.

Moto permanente

Per l'analisi in moto permanente HEC-RAS determina il profilo del pelo libero tra una sezione e la successiva mediante la procedura iterativa denominata standard step, risolvendo l'equazione del bilancio energetico,

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - h_e \quad (1)$$

dove:

Y_1 e Y_2 sono le altezze d'acqua riferite al fondo dell'alveo;

Z_1 e Z_2 sono le altezze del fondo rispetto ad una quota di riferimento;

V_1 e V_2 sono le velocità medie della corrente nelle due sezioni estreme del tronco fluviale considerato;

α_1 e α_2 sono coefficienti di ragguaglio delle potenze cinetiche;

h_e è la perdita di carico tra le due sezioni considerate.

Il termine h_e dipende sia dalle perdite per attrito che da quelle per contrazione ed espansione. Si può valutare mediante la relazione:

$$h_e = L \cdot \bar{S}_f + C \cdot \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (2)$$

dove:

L è la lunghezza del tronco considerato;

S_f è la cadente media tra le due sezioni;

C è il coefficiente di perdita di carico per contrazione o espansione.

Il primo termine rappresenta la perdita totale per attrito, prodotto tra la distanza tra le due sezioni e la cadente media. Il programma prevede diverse possibilità di calcolo della cadente, che viene determinata presupponendo una suddivisione dell'alveo in sottosezioni all'interno dei quali la velocità possa ritenersi con buona approssimazione costante.

Il secondo termine della equazione per il calcolo delle perdite di carico rappresenta invece il contributo dovuto alla contrazione ed espansione dell'area bagnata; tali perdite sorgono nel momento in cui si abbia un allargamento o restringimento della sezione che determini una situazione di corrente non lineare. Il coefficiente C varia in un intervallo compreso tra 0.1 e 1 per correnti subritiche, mentre in caso di correnti veloci generalmente si assumono valori inferiori.

L'altezza del pelo libero, in riferimento ad una assegnata sezione, viene determinato mediante una risoluzione iterativa delle equazioni (1) e (2). Il modello fornisce inoltre i valori dell'altezza critica nelle diverse sezioni fluviali. Qualora si verificano transizioni da corrente lenta e veloce o viceversa, in tali segmenti di asta fluviale l'equazione di bilancio energetico è sostituita dall'equazione globale di equilibrio dinamico.

Il modello HEC-RAS consente di modellare l'effetto indotto sulla corrente dalla presenza di attraversamenti fluviali, nel caso che il deflusso attraverso il ponte avvenga a pelo libero ma anche in pressione. La perdita di energia causata dal ponte è divisa in tre parti: in primo luogo le perdite che si hanno nella zona immediatamente a valle del ponte dove, generalmente, si ha un'espansione della corrente. Sono poi considerate le perdite di energia che si verificano durante l'attraversamento del ponte, nonché le perdite che si hanno immediatamente a monte, ove la corrente subisce una contrazione.

Per lo studio del deflusso attraverso un ponte HEC-RAS fa riferimento a quattro sezioni fluviali trasversali: sezione a monte del ponte, sezione di ingresso al ponte, sezione in uscita al ponte e sezione a valle del ponte. Il calcolo può essere effettuato utilizzando diverse soluzioni.

Il metodo del bilancio energetico (metodo *standard step*), che è stato utilizzato nell'ambito del presente studio, tratta la sezione in cui è presente il ponte esattamente come le altre, ad eccezione del fatto che l'area occupata dalla struttura viene sottratta dall'area totale e che il perimetro bagnato risulta incrementato per via del contributo dato dal ponte stesso. Poiché le perdite totali sono funzione delle perdite per attrito e delle perdite per contrazione ed espansione, occorre definire in questa fase i coefficienti necessari per il calcolo. In particolare, essendovi variazioni di velocità anche notevoli, il coefficiente di contrazione e soprattutto quello di espansione risulteranno sensibilmente maggiori dei valori assunti per i normali tronchi fluviali.

Il metodo del bilancio della quantità di moto si basa invece sull'applicazione dell'omonima equazione tra le quattro sezioni fluviali in precedenza descritte. Il modello permette all'utente di utilizzare, per lo studio di ogni ponte, ciascuno dei metodi sopra citati o eventualmente di selezionarli entrambi; il software provvede a restituire il profilo che prospetta la situazione caratterizzata da maggior criticità.

Condizioni al contorno in moto permanente

Assegnato il valore di portata di moto permanente, nel caso di corrente lenta occorre specificare una condizione al contorno di valle; viceversa, per correnti veloci, è richiesta la definizione di una condizione al contorno di monte. Per un regime transcritico, invece, si rende necessaria la specifica di entrambe le condizioni, ovvero a monte e a valle. HEC-RAS ammette la definizione delle condizioni al contorno attraverso la specifica di un valore di altezza assegnato, oppure imponendo il passaggio del profilo per l'altezza critica, oppure per l'altezza di moto uniforme.

Moto vario

Le equazioni che governano le correnti a pelo libero in moto vario sono quelle di De Saint Venant, valide nelle ipotesi di corrente gradualmente variata e pendenza d'alveo contenuta. La risoluzione di dette equazioni differenziali è effettuata da HEC-RAS utilizzando uno schema implicito alle differenze finite a quattro nodi, definito in letteratura come *box scheme*, nel quale deve essere indicato un peso di discretizzazione temporale θ . Questo schema risulta incondizionatamente stabile per valori di θ compresi tra 0.5 e 1, condizionatamente stabile per θ uguale a 0.5 e instabile per $\theta < 0.5$; nella realtà, soprattutto in presenza di strutture che alterino drasticamente la geometria della sezione, possono presentarsi situazioni in cui la stabilità del sistema di risoluzione non è garantita.

Le equazioni di De Saint Venant si compongono dell'equazione di continuità e dell'equazione di bilancio di massa, applicate ad un assegnato tronco fluviale. Nell'ipotesi di fluido incomprimibile, l'equazione di continuità si scrive come:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial t} - q_e = 0 \quad (3)$$

dove:

Q è la portata fluviale;

A è l'area bagnata;

S è l'area di accumulo, cioè l'area della sezione che non contribuisce al deflusso;

q_e è la portata per unità di larghezza dovuta agli apporti laterali.

L'equazione del moto si scrive come:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q \cdot V)}{\partial x} + g \cdot A \cdot \left(\frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) = 0 \quad (4)$$

dove:

V è la velocità;

Q è la portata;

S_f è la cadente.

Le equazioni (3) e (4) sono di tipo differenziale e non lineari; possono essere risolte per via iterativa o mediante tecniche di linearizzazione.

L'analisi dell'effetto dei ponti in condizioni di moto vario è effettuata da HEC-RAS con due approcci alternativi: il primo si esplica sottraendo dall'area bagnata l'area occupata dalle spalle e dalle pile della struttura; il perimetro bagnato risulta incrementato sempre per la presenza del ponte e, conseguentemente, si ha una riduzione della capacità di portata. Si preferisce questa procedura nei casi di spalle non troppo alte e facilmente sommergibili. Il secondo approccio considera invece la sezione del ponte imponendo una condizione interna, con la definizione di relazioni $Q-h$ (portata-altezza idrica) in sostituzione alle equazioni di moto vario.

Dai sopralluoghi effettuati si è potuto stimare un indice di scabrezza di Manning $n=0.033$ ($Ks \approx 30 m^{1/3} s^{-1}$) che corrisponde, secondo quanto riportato in letteratura, a corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia.

Le verifiche sono state effettuate per tempi di ritorno di 200 e 30 anni.

Nel modello idraulico sono stati inseriti degli sfioratori laterali posizionati alla quota delle sommità arginali in modo tale da individuare le sezioni di esondazione e successivamente computare l'entità dell'esondazione in termini di volumi.

A tal fine è stata posizionata un'area di accumulo in corrispondenza della sezione numero 50 del modello idraulico (n°39 del rilievo) la quale non risulta idonea al transito dei picchi di portata.



Figura 6 – MODELLO IDRAULICO DEL SOFTWARE DI MODELLAZIONE HEC-RAS 3.1.3

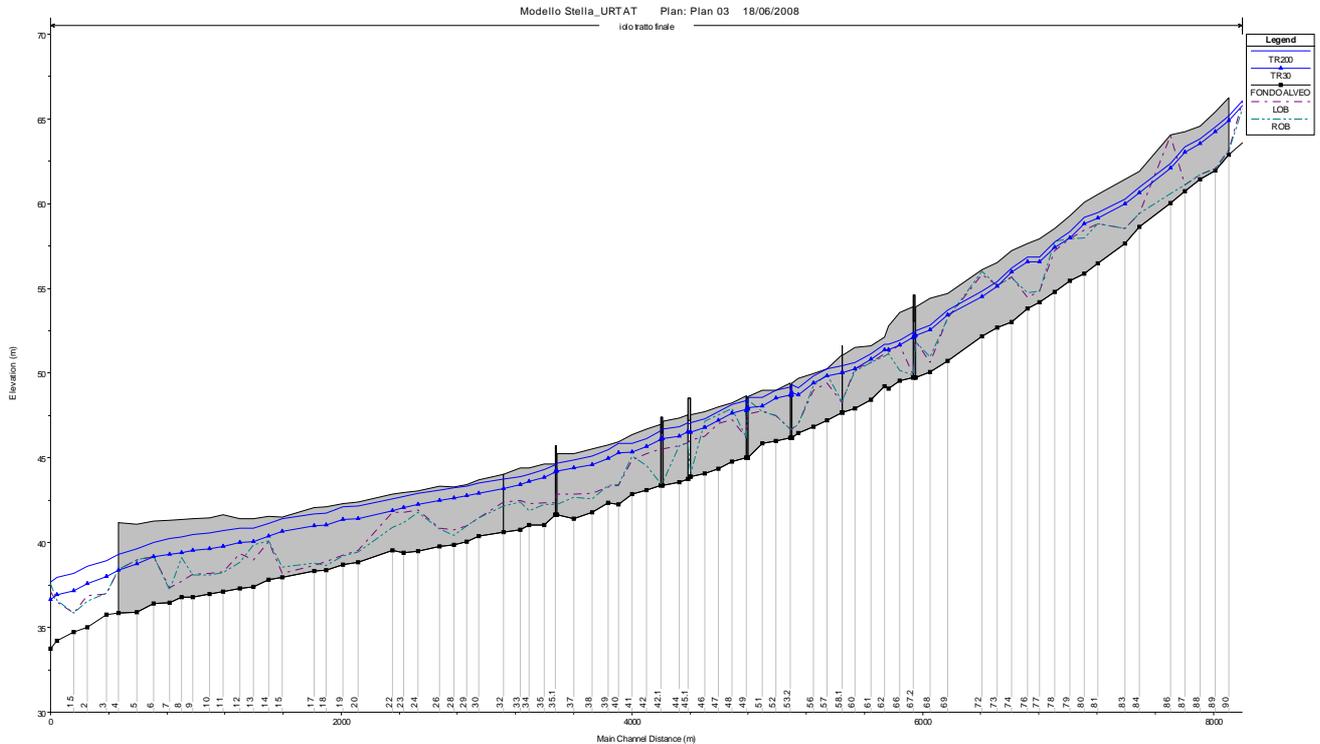


Figura 7 – PROFILO LONGITUDINALE IN USCITA DAL MODELLO IDRAULICO TR200 e TR30

2.3 CONCLUSIONI DELLO STUDIO ALLEGATO AL PS

Come si nota dal profilo longitudinale non si hanno esondazioni per tempi di ritorno di trenta anni in nessuna delle sezioni. Per quanto riguarda le portate duecentennali la sezione interessata da esondazioni è la numero 50 (n°39 del rilievo) la quale fornisce i seguenti valori di portata e volume esondati.

Lato di straripamento: destra idraulica

Portata sfiorata: 0.32 mc/s

Volume sfiorato: 2.000 mc

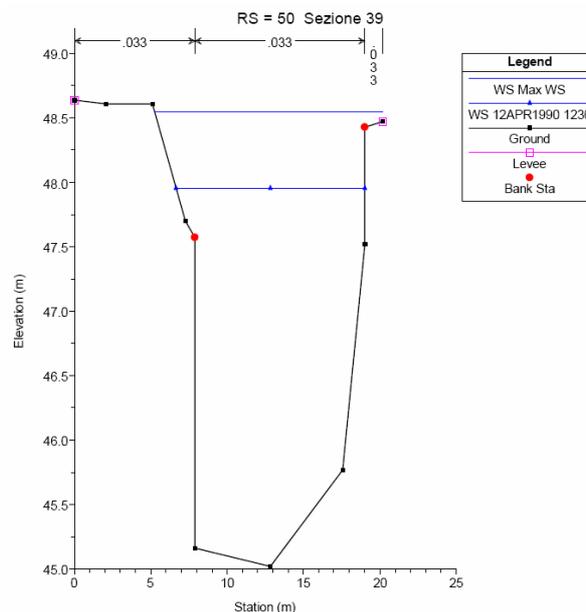


Figura 8 – SEZIONE 39 IN USCITA DAL MODELLO IDRAULICO TR200 e TR30

3 VALUTAZIONI SULL'INTERVENTO

Il rilievo di dettaglio realizzato ha fornito informazioni più dettagliate circa l'area d'intervento che hanno permesso di valutare meglio il fenomeno di esondazione che ha portato alla perimetrazione di rischio idraulico del PS.

Il rilievo è stato realizzato con lo stesso riferimento altimetrico del rilievo delle sezioni topografiche del modello idraulico in modo tale da non dover eseguire aggiustamenti di quota.

Sono state battute quote lungo la via della Lastruccia nei pressi della rotonda con via dei Trebbi, lungo la via Aldo Capitini, lungo la via Jacopo Bettazzi e all'interno dei locali e dei piazzali oggetto d'intervento.

Il rilievo ha essenzialmente mostrato una congruenza delle quote del nuovo rilievo con quelle presenti sulla cartografia regionale per quanto riguarda la via Capitini, corrispondenza meno evidente per quanto riguarda la via Bettazzi. Il lotto risulta posizionato ad una quota di piano di calpestio degli edifici pari a circa 45.40m s.l.m.

Il rilievo sul campo ha mostrato inoltre la presenza di un muro a retta sulla via della Lastruccia, lato marciapiede nord, di altezza pari a circa 70cm che sostiene il terrapieno dei piazzali del complesso residenziale racchiuso tra la via della Lastruccia e la via Capitini.

L'area perimetrata a rischio idraulico dal PS risulta soggetta a fenomeni di transito di acqua e non di ristagno come si desume dalla distribuzione delle curve di livello.

Queste mostrano il terreno in pendenza verso sud-ovest senza dare adito ad aree di potenziale accumulo.

Attraverso la ricostruzione delle curve di livello è stato possibile individuare il percorso preferenziale dell'acqua esondata dal Torrente lolo in corrispondenza della sezione 39.

I reflui rigurgitati dal ponte fanno alzare il pelo libero dell'acqua che esondando si incanala lungo la via della Lastruccia interessando anche gli immobili posti subito a ridosso della suddetta via fronte sud.

Il lato nord della via della Lastruccia invece risulta non interessato dall'allagamento in quanto posto ad una quota altimetricamente più elevata rispetto alla strada come evidenziato dalla cartografia e dal successivo rilievo integrativo.

Le portate esondate comunque risultano di minima entità e pari a 0.32 mc/s e danno adito a battenti di transito quantificabili in alcuni centimetri.

Di seguito si evidenzia il canale di transito dei reflui esondati dalla sezione 39.

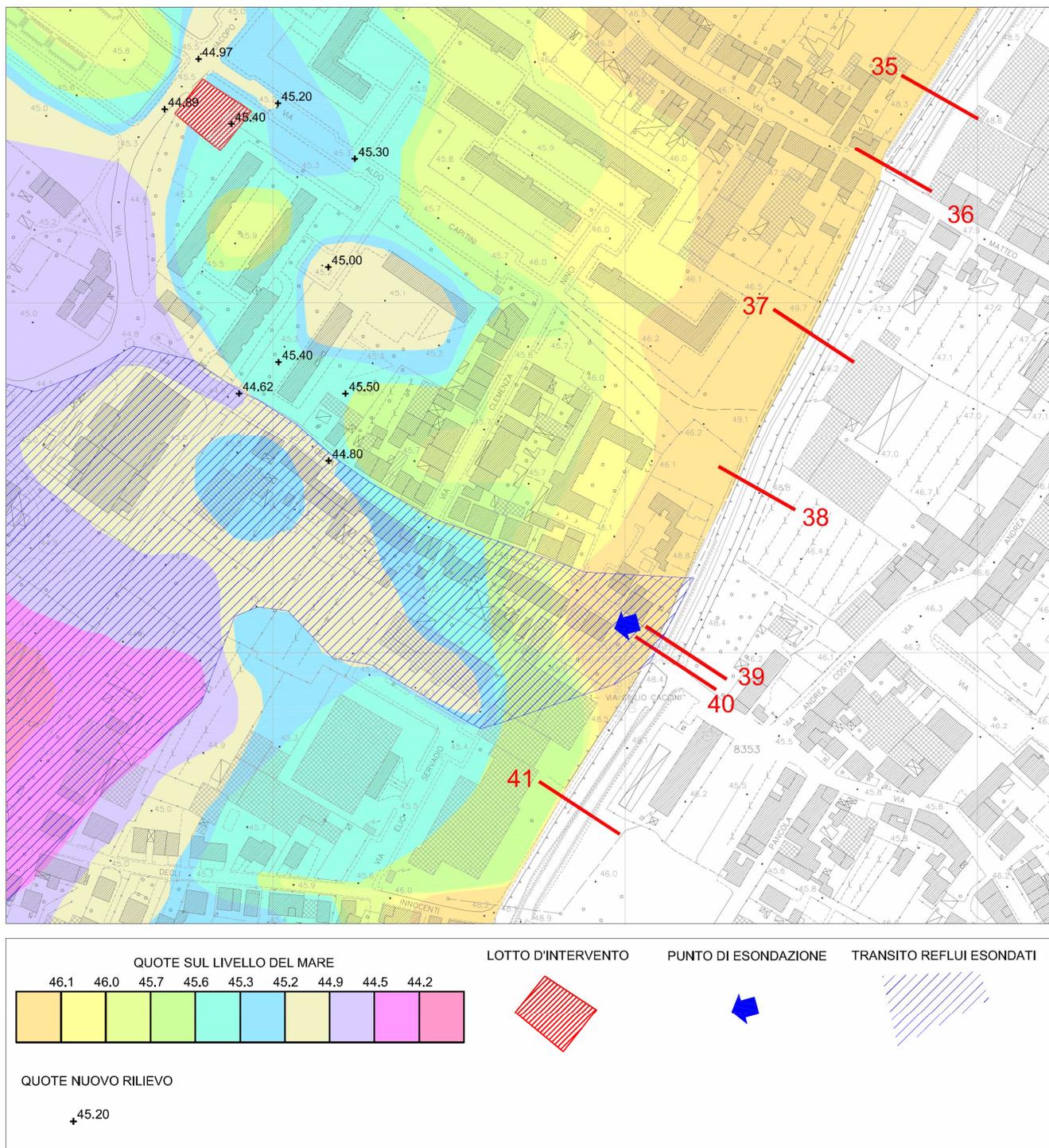


Figura 9 – AREE DI TRANSITO DEI REFLUI PER EVENTI TR200

4 CONCLUSIONI

La presente relazione tecnica ha fornito indicazioni circa le modalità di svolgimento dello studio idrologico idraulico a corredo della variante del PS.

Alla luce delle indicazioni fornite dallo studio suddetto, ovvero le sezioni e le portate di esondazione del Torrente Iolo in località Galciana, si provveduto alla realizzazione di un rilievo integrativo di dettaglio dell'area interessata dalle perimetrazioni di rischio idraulico.

Sulla base del nuovo rilievo è stato possibile ricostruire le curve di livello del terreno e di individuare quali potessero essere le aree di ristagno e le aree di transito dei reflui.

I risultati delle valutazioni topografiche hanno mostrato come i reflui esondati non vadano ad interessare l'area d'intervento né come transito né tantomeno come ristagno.

Quindi si ritiene che l'intervento non debba avere prescrizioni dal punto di vista del superamento del rischio idraulico.

FIRMA

DOTT. ING. DAVID MALOSI